

Trabajo Profesional Integrado – TPI

Estudio Patológico Centro Comercial Cuba, ubicado en Pereira (Risaralda)

Luz Marina Orozco Bedoya y Rene Restrepo Barrero

Facultad de Ciencias y Tecnologías, Universidad Santo Tomás

Especialización en Patología de la Construcción

IC. ESP. MSc. Olga Lucia Vanegas Alfonso

Bogotá

Mayo 2022

Tabla de contenido

1. Introducción.....	8
2. Planteamiento del Problema	8
3. Justificación	11
4. Objetivos.....	11
4.1 Objetivo General	11
4.2 Objetivos Específicos	11
5. Antecedentes.....	11
6. Marco Referencial	17
6.1 Marco Geográfico	17
6.2 Marco Legal	20
6.3 Marco Teórico	23
6.4 Marco Histórico.....	27
7. Alcances y Limitaciones.....	28
8. Metodología.....	29
8.1 Descripción de la Selección del Paciente	29
8.2 Preparación y Planteamiento del Estudio	29
8.2.1 Inspección Preliminar del Paciente.....	29
8.2.2 Recopilación de Información Necesaria para el Estudio	29
8.2.3 Permisos y Autorizaciones para Abordar Estudio al Paciente.	29
8.2.4 Definición del Equipo de Trabajo que Realizará la Exploración.	29
8.2.5 Definición de los Medios para Realizar la Exploración.	29
8.3 Historia Clínica	30

8.3.1	<i>Responsables del Estudio.....</i>	30
8.3.2	<i>Fecha de Realización del Estudio.....</i>	30
8.3.3	<i>Datos Generales del Paciente:</i>	30
8.3.4	<i>En la Edificación y/o Construcción Civil:</i>	33
8.3.5	<i>Aplicación Patológica:</i>	34
8.3.6	<i>Datos Específicos de las Lesiones</i>	34
8.3.7	<i>Descripción de la Patología más Relevante en el Paciente</i>	35
8.3.8	<i>Clasificación y Origen de la Patología</i>	36
8.3.9	<i>Datos Generales del Entorno.....</i>	38
8.3.10	<i>Arquitectura</i>	41
8.3.11	<i>Estructura</i>	42
8.3.12	<i>Suelos y Cimentaciones.....</i>	43
8.4	<i>Diagnóstico.....</i>	51
8.4.1	<i>Lesiones.....</i>	51
8.4.2	<i>Ensayos destructivos y no destructivos.....</i>	51
9.	<i>Estudio de Vulnerabilidad Sísmica</i>	57
9.1	<i>Ubicación del paciente en la microzonificación sísmica Pereira</i>	57
9.2	<i>Determinación de la zona sísmica, el valor de Aa y Av ó Ad:</i>	58
9.3	<i>Análisis de vulnerabilidad sísmica del paciente.....</i>	59
9.3.1	<i>Estudio de vulnerabilidad 2010.....</i>	59
9.3.2	<i>Análisis de riesgos estructurales</i>	60
9.3.3	<i>Normatividad</i>	66
9.3.4	<i>Matriz de Vulnerabilidad.....</i>	66

9.3.5	<i>Patología de los mecanismos de falla estructural</i>	69
10.	Propuestas de Intervención	74
10.1	Propuesta 1	74
10.2	Propuesta 2	75
11.	Diseño Metodológico	75
11.1	Enfoque metodológico	75
11.2	Tipo de Investigación	75
11.3	Fases	75
12.	Presupuesto	81
12.1	Propuesta 1	81
12.2	Propuesta 2	82
13.	Programación	84
13.1	Propuesta 1	84
13.2	Propuesta 2	88
14.	Análisis de resultados	91
14.1	Propuesta 1	91
14.2	Propuesta 2	91
15.	Conclusiones y Recomendaciones	92
15.1	Conclusiones	92
15.2	Recomendaciones	93
16.	Bibliografía	94
17.	Anexos	99

Listado de Imágenes

Figura 1. Árbol de problemas	10
Figura 2. Centro Comercial Randall Park.....	13
Figura 3. Centro Comercial New World.....	14
Figura 4. Centro Comercial Acrópolis.....	15
Figura 5. Centro Comercial Marcas Mall	17
Figura 6. Ubicación Geográfica.....	19
Figura 7. Tipos de lesiones	24
Figura 8. Tipos de causas.....	27
Figura 9. Módulos divisorios del paciente.....	28
Figura 10 Ubicación geográfica del paciente.....	31
Figura 11. Información general del paciente	32
Figura 12. Lesiones por elemento	35
Figura 13. Tipificaciones de lesiones por proceso patológico.....	36
Figura 14. Lesiones por tipo	37
Figura 15. Información de contexto.....	38
Figura 16. Ficha patológica Contaminación ambiental	40
Figura 17. Ficha patológica sistema constructivo.....	42
Figura 18. Ubicación del paciente en el mapa Geológico	44
Figura 19. Ubicación del paciente en el mapa Geomorfológico.....	45
Figura 20. Mapa geológico - Estructural Pereira	47
Figura 21. Espectro de diseño NSR-10 A.2.6.....	49
Figura 22. Extracción núcleos de concreto	52
Figura 23. Carbonatación.....	55

Figura 24. Medición humedad relativa	56
Figura 25. Ubicación del paciente en la Microzonificación Sísmica.....	58
Figura 26. Análisis de riesgos estructurales - plaqueta superior entrepiso	61
Figura 27. Análisis de riesgos estructurales - Fachada	62
Figura 28. Análisis de riesgos estructurales en Columnas.....	63
Figura 29. Análisis de riesgos estructurales en vigas	64
Figura 30. Análisis de riesgos estructurales en Muros en concreto y mampostería	65
Figura 31. Matriz de vulnerabilidad.....	67
Figura 32. Ficha 1 Patología de los mecanismos de falla estructural - Columnas.....	69
Figura 33. Ficha 2 Patología de los mecanismos de falla estructural - Vigas	70
Figura 34. Ficha 3 Patología de los mecanismos de falla estructural – Placa	71
Figura 35. Ficha 4 Patología de los mecanismos de falla estructural - Muros en concreto.....	72
Figura 36. Ficha 5 Patología de los mecanismos de falla estructural - Muros en mampostería..	73
Figura 37. Fase 1.....	76
Figura 38. Fase 2.....	77
Figura 39. Fase 3.....	78
Figura 40. Fase 4.....	80
Figura 41. Costo mensual propuesta 1.....	87
Figura 42. Costo mensual propuesta 2.....	90

Listado de Tablas

Tabla 1. Descripción geográfica Pereira	18
Tabla 2. Normatividad	20
Tabla 3. Área.....	33
Tabla 4. Descripción de fallas geológicas en Pereira	46
Tabla 5. Resumen resultados ensayos, estudio de suelos	49
Tabla 6. Espectro de diseño paciente	50
Tabla 7. Resultados extracción de núcleos de concreto 4 piso	52
Tabla 8. Densidad y resistencia	53
Tabla 9. Separación entre estribos	53
Tabla 10. Resistencia del concreto, NTC 3692.....	54
Tabla 11 Humedades relativas.	57
Tabla 12. Coeficientes espectrales de diseño microzonificación Pereira, zona 2.....	58
Tabla 13. Grupo de uso e importancia	59
Tabla 14. Avalúos de carga.....	60
Tabla 15. Índices de flexibilidad y sobreesfuerzo 2010 y 2022	66
Tabla 16. Etapas y matriz de vulnerabilidad.....	68
Tabla 17. Presupuesto propuesta 1.....	81
Tabla 18. Presupuesto propuesta 2.....	82
Tabla 19. Programación propuesta 1	84
Tabla 20. Programación propuesta 2	88

1. Introducción

Etimológicamente la palabra Patología proviene del griego “PATHOS” que significa enfermedad y “LOGOS” estudio y tiene sus orígenes en la medicina.

A nivel constructivo esta ciencia estudia los problemas, procesos y soluciones que pueda presentarse en una estructura, dependiendo del tiempo de construcción se clasifica en pediátrica (entre 1 y 15 años), geriátrica (superiores a 15 años), forense (se deben demoler) y preventiva (recientes o en construcción).

Para combatir estos problemas constructivos se debe realizar un diagnóstico, el cual permite conocer el proceso, origen, causas, evolución, síntomas y el estado en que se encuentra la estructura que se está analizando, para posteriormente emitir un diagnóstico y presentar propuestas de intervención (Patiño, 2021).

En este proyecto se va realizar una patología con aplicación geriátrica al Centro Comercial Cuba, construido en 1996 bajo el Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes (CCCSR-84), Decreto-Ley 1400 de 1984, cuenta con un sistema estructural constituido por pórticos espaciales de concreto reforzado, la edificación está distribuida en 3 módulos separados entre sí por juntas de construcción de 20 cm.

En este estudio se describen y localizan las lesiones que presenta la edificación, se realiza un diagnóstico y se presentan propuestas de intervención.

2. Planteamiento del Problema

Las edificaciones pueden presentar lesiones que varían desde leves hasta graves y por lo tanto pueden generar inestabilidad en la estructura y en la seguridad de las personas que habitan el lugar o el entorno. Afortunadamente la mayoría de fallas se hacen visibles, lo que genera

alertas tempranas, permitiendo analizar el origen de las causas y previniendo siniestros en el futuro.

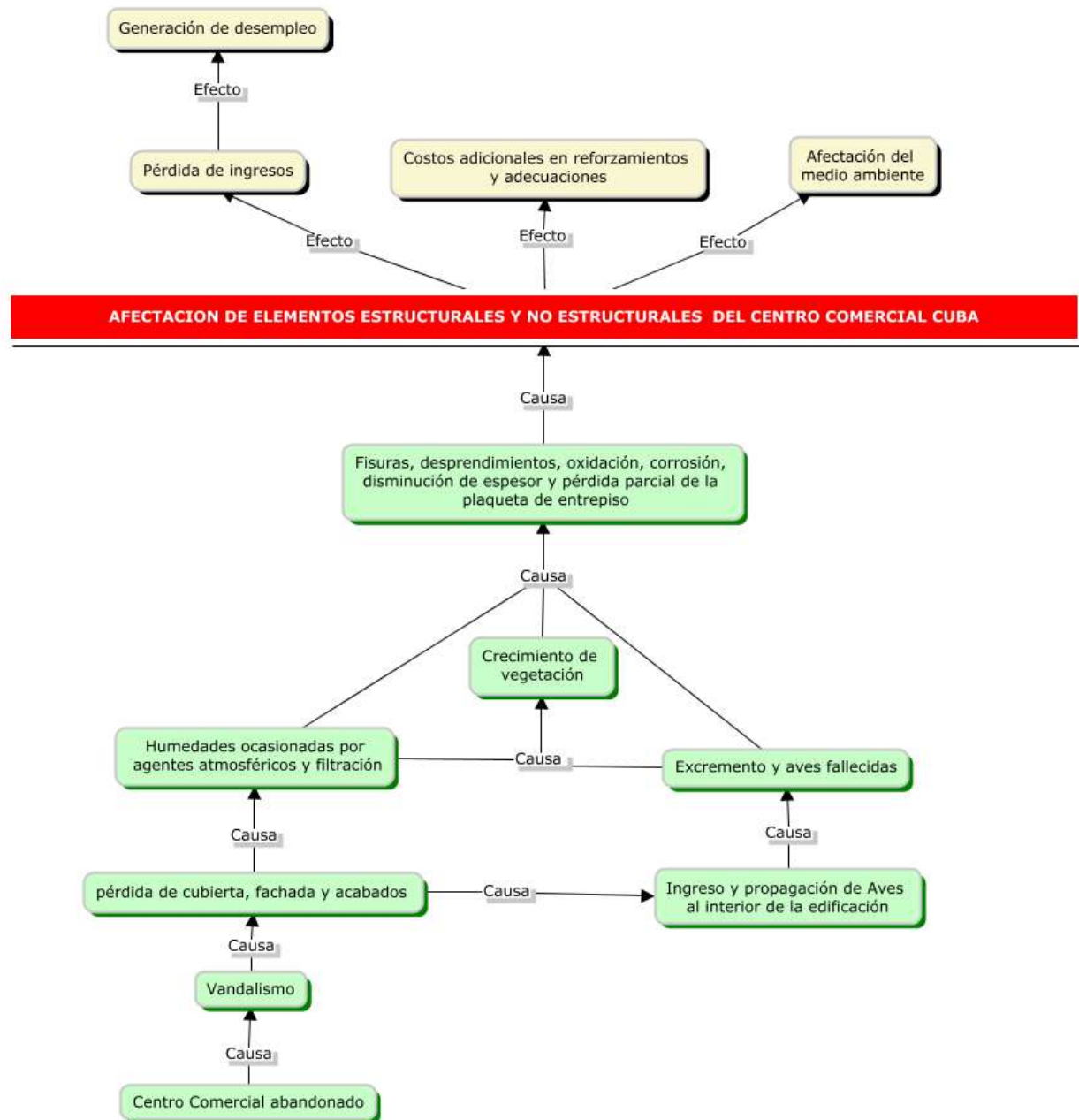
En la actualidad España cuenta con el Código Técnico de la Edificación (CTE), el cual presenta los requerimientos mínimos de calidad que deben cumplir las edificaciones e instalaciones en referencia a la seguridad y habitabilidad de acuerdo a la ley 38 de 1999, que reglamenta en el artículo 16, la obligación de conservar una edificación en buen estado, a través de un uso adecuado y mantenimiento, adicionalmente se generan inspecciones técnicas que son reguladas por la norma.

En el caso de Colombia, estas inspecciones no se tienen reglamentadas, solo se tienen previstas para proyectos nuevos, refuerzos y reparaciones de edificaciones existentes, dejándose de lado factores como: elección de materiales, agentes atmosféricos, químicos, mecánicos e importancia de los elementos no estructurales (Casas,2019).

El Centro Comercial Cuba, ubicado en la ciudad de Pereira, construido en el año 1996, cuenta con un área de 8510 m², distribuidos en 3 módulos que se encuentran espaciados por juntas de separación sísmica de 20 cm, con un sistema estructural de pórticos espaciales de concreto reforzado.

La edificación desde hace aproximadamente 17 años se encuentra desocupada, ocasionando que elementos como cubierta, fachada y acabados fueran vandalizados, generando lesiones como humedades, fisuras, oxidación, corrosión y pérdida de plaqueta, que pueden afectar la estructura de forma leve, moderada, severa o grave. En la figura 1 se muestra el árbol de problemas de la edificación en estudio.

Figura 1.
Árbol de problemas



Nota: en esta figura se muestra las causas y los efectos negativos que generan el problema central. Elaboración propia

Lo que nos lleva a preguntarnos ¿Cuál es el estado actual de la estructura del Centro Comercial Cuba, ubicado en el municipio de Pereira (Risaralda)?

3. Justificación

Se elige como paciente el centro comercial Cuba (antiguo San Andresito), ubicado en la Cr 15 No. 72C-51 Barrio Cuba de la ciudad de Pereira, cuenta con cinco pisos y un área de 8510 m², desde hace aproximadamente 14 años esta estructura no posee cerramiento (cubierta y fachada), lo que ocasiona que la edificación presente afectaciones tanto en el interior como en el exterior y por este motivo se hace necesario realizar una patología con el objeto de identificar el estado y grado de afectación de la misma.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Realizar estudio patológico al Centro Comercial Cuba, ubicado en la Carrera 15 No. 72C-51 de Pereira (Risaralda).

4.2 Objetivos Específicos

- Identificar en visita técnica la patología que el paciente presenta
- Realizar ensayos en campo
- Analizar resultados de laboratorio
- Proponer soluciones de mejoramiento patológico del paciente

5. Antecedentes

- **Randall Park Mall y Euclid Square Mall:** Ubicado en Ohio (Estados Unidos), abre sus puertas en 1976, considerado en su época el centro comercial más grande del mundo, su fundador Edward de Bartolo, decía que “era una ciudad dentro de otra ciudad”, la edificación tenía 200.000 m², con 2 edificios de oficinas de 20 pisos, 3 edificios de apartamentos de 14 plantas, más de 200 tiendas y un centro de artes escénicas (Xataca, 2018).

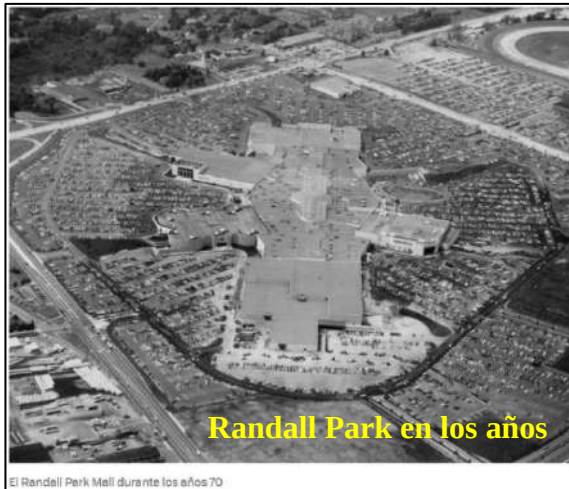
En 1994 fallece su propietario y las tiendas más representativas empiezan a retirarse, para el año 2003 varios pasillos se habían quedado solos, las escaleras mecánicas abandonadas, la estructura comenzaba a presentar grietas y las personas percibían el lugar como inseguro.

En 2009 fue clausurado por el ayuntamiento y con la quiebra de la propietaria, la estructura quedó abandonada (Los Replicantes, 2018).

Este centro comercial fue comprado por la empresa Amazon, quien en 2017 oficializa que lo va demoler completamente para construir uno de sus centros de reparto. (Xataca, 2018)

En la figura 2, se presenta el centro comercial durante su apogeo, cierre y nueva construcción.

Figura 2.
Centro Comercial Randall Park

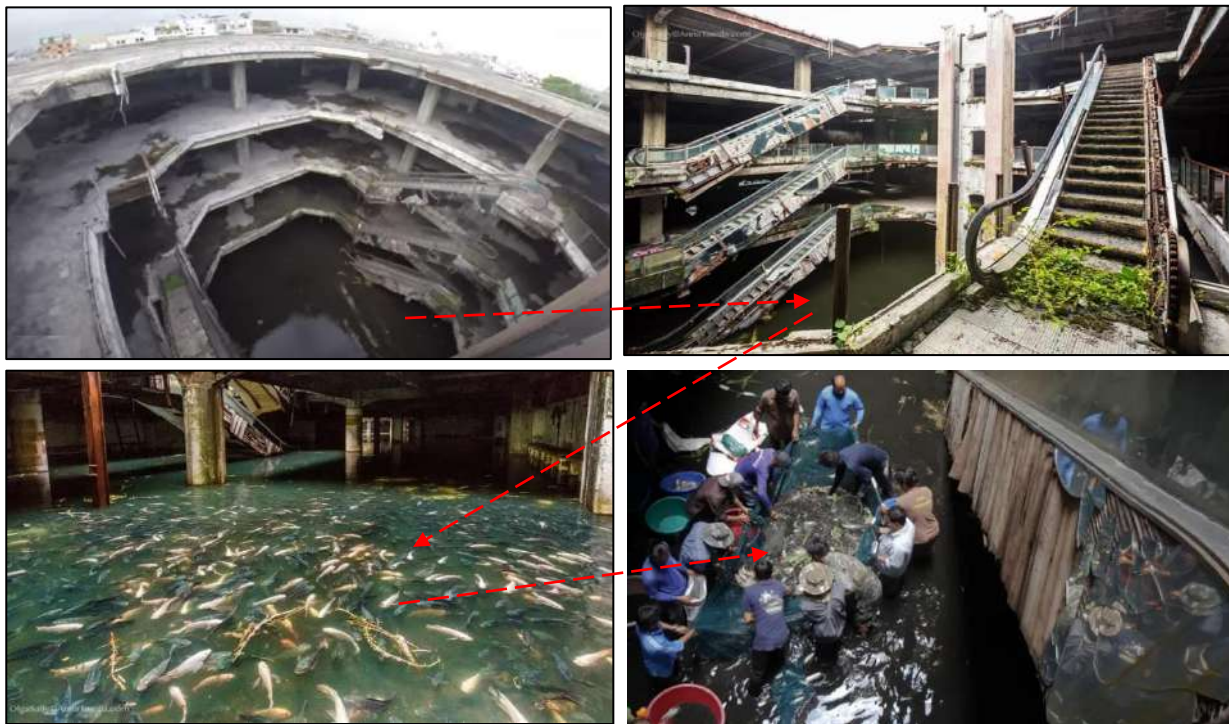


Nota: esta imagen muestra el Centro comercial en las fases apogeo, cierre y reemplazo por nueva edificación (Los Replicantes, 2018; Xataca, 2018).

- Centro Comercial New World de Bangkok – Tailandia:** Edificación de 11 pisos, construida en 1982. La corte suprema de Tailandia en 1997, solicita la demolición de los 7 pisos superiores debido a que la edificación solo tenía permiso para 4, esto ocasiono que la estructura se quedará sin cubierta, permitiendo el ingreso y la acumulación de aguas lluvias en la parte inferior de la edificación (Idealista/news, 2019), lo que conllevó al aumento de insectos que portaban enfermedades y afectaban la comunidad, para combatir esta plaga los habitantes del sector introdujeron peses exóticos. Durante dos décadas estos se convirtieron en atracción turística e impulsaron la economía del sector.

El mal estado de la estructura y el peligro que esta representa, llevó a las autoridades a impedir el acceso a esta, a trasladar los peces y a una posible demolición del centro comercial (ABC, 2014), en la figura 3 se observa su estado.

Figura 3.
Centro Comercial New World

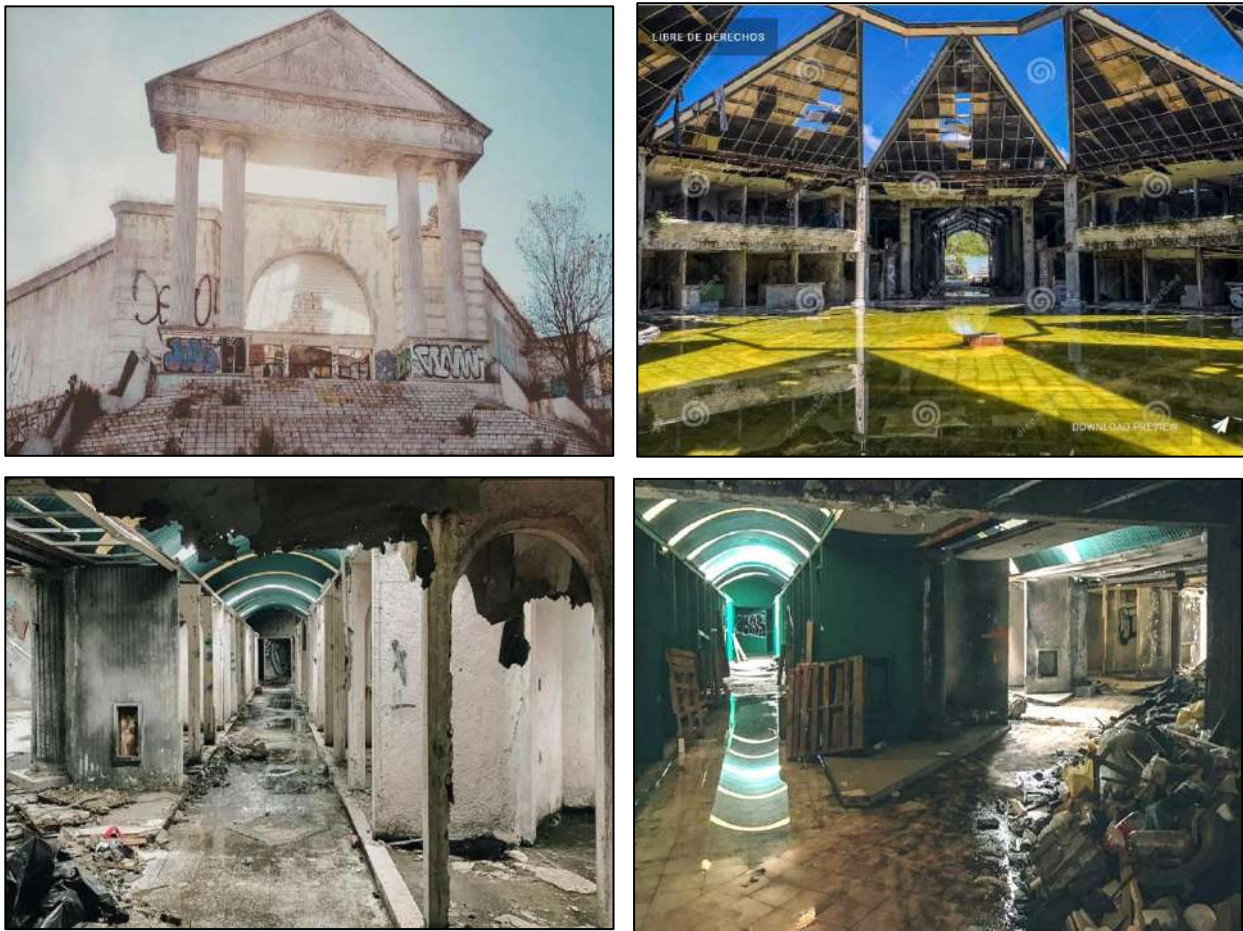


Nota: en esta figura se observa cómo se encuentra la edificación debida principalmente a la falta de cubierta (Detechter, n.d.; King, 2014) .

- **Centro Comercial Acrópolis:** construido en 1990, se localiza en Lomas Verdes (México), estuvo abierto al público por 4 años y se desconoce el motivo por el cual fue cerrado y abandonado.

En el centro de la edificación se tiene un tragaluz por donde ingresa el agua en época de lluvia, generando humedades y malos olores en el interior, algunos lugares de la edificación presentan cubierta rota o en mal estado, el sistema de ventilación fue destruido, la fachada vandalizada y algunas columnas se han fracturado, en la figura 4 se muestra el estado de la estructura (Dememoria, 2019), (México desconocido, n.d.), (MXCITY, n.d.).

Figura 4.
Centro Comercial Acrópolis



Nota: en esta figura se evidencia el estado de deterioro que presenta la estructura (Dreamstime, 2022), (Travesías, 2019), (Local, 2019) .

- **Centro Comercial Marcas Mall (2014):** ubicado en la Cr 1 entre Cl 52 y 55, en la ciudad de Cali, con un área de 106.000 m², sistema constructivo TILT UP (muros fabricados en sitio), con una proyección de 12 pisos de los cuales los 4 primeros son para comercio y comprenden la primera fase del proyecto y la segunda fase corresponde a la construcción de un hotel con 150 habitaciones y pisos corporativos (el Tiempo, 2014) .

En 2014 se firma el contrato de fiducia, en 2015 la obra comienza a interrumpirse, en 2016 se detiene, quedando solo en pie los elementos estructurales (ColombiaNews, 2021), con el paso del tiempo las aguas lluvias fueron inundando el lote donde se estaba construyendo el centro comercial, convirtiéndolo en un foco de insectos, desecho de residuos sólidos, problemas de salubridad e inseguridad. En abril de 2020 el concejal Juan Martin Bravo Castaño, solicita al gobierno caleño sellar y ordenar a los propietarios del proyecto, hacerse cargo de los prejuicios que causa el “lago artificial” (Concejo Santiago de Cali, 2020).

El Juzgado noveno Administrativo Oral del Circuito de Cali, admite la demanda del concejal contra el municipio de Cali y la Promotora Marcas Mall Cali SAS, donde se solicita vigilancia en el sector, dragado del agua, cerramiento del lote y limpieza de escombros”, adicionalmente la comunidad solicita la demolición de la estructura y un nuevo uso para el lugar. (ColombiaNews, 2021)

En la figura 5, se muestra el proyecto y la estructura en la actualidad

Figura 5.
Centro Comercial Marcas Mall



Nota: imágenes del proyecto y estado actual del centro comercial (el Tiempo, 2014), (Semana, 2020)

6. Marco Referencial

6.1 Marco Geográfico

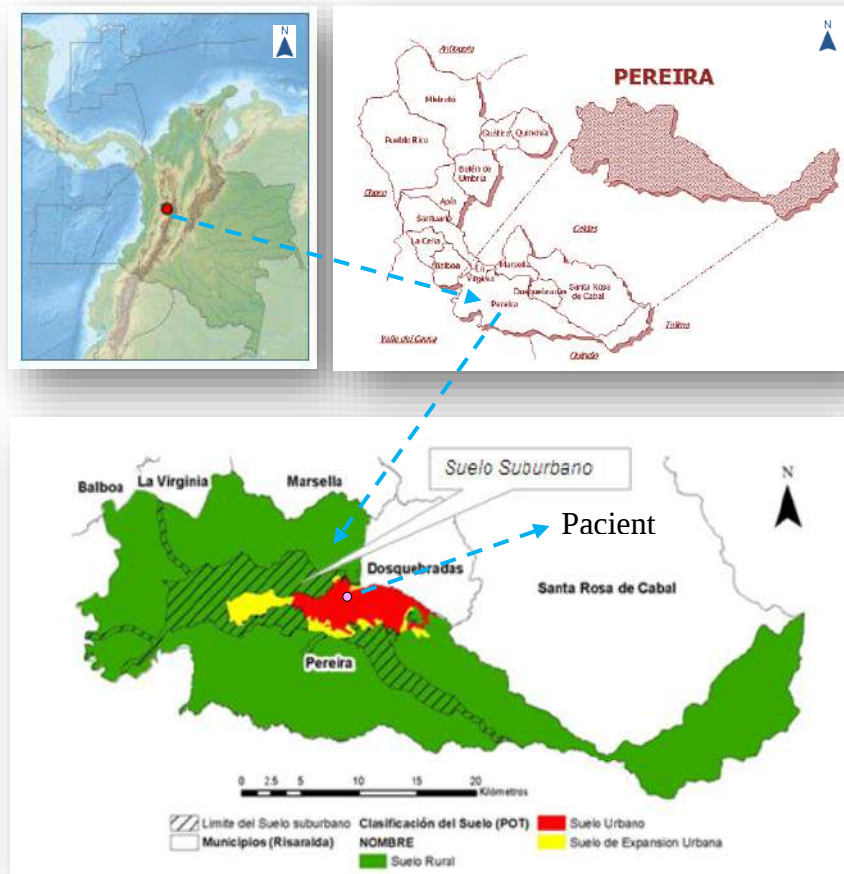
El Centro Comercial Cuba, se encuentra localizado en el municipio de Pereira, capital del departamento de Risaralda (Colombia), su ubicación estratégica en el centro de la región cafetera lo hace atractivo para inversionistas nacionales e internacionales y le ha permitido a este municipio vincularse con el comercio internacional, en la tabla 1 se hace una descripción de Pereira.

Tabla 1.
Descripción geográfica Pereira

	Descripción																		
Localización	Latitud: 4.81321 Longitud: -75.6946 Latitud: 4° 48' 48" Norte Longitud: 75° 41' 41" Oeste																		
Altitud	1411 m.s.n.m																		
Temperatura promedio	21°C																		
Extensión geográfica	702 km2																		
Limites	Norte: Marsella, Santa Rosa de Cabal, La Virginia, Balboa (todos municipios de Risaralda) Sur: Departamento de Quindío Oriente: Departamento de Tolima Occidente: Departamento de Valle de Cauca																		
Pisos térmicos	Desde nieves perpetuas con el Nevado de Santa Isabel que se encuentra a 5200 m.s.n.m hasta cálidos de 900 m.s.n.m y a orillas del rio Cauca, esto le permite desarrollar diferentes alternativas de cultivos agrícolas y ganaderos.																		
Distancia a principales ciudades del país	<table><tr><td>Bogotá : 180 km</td><td>Medellín : 157 km</td><td>Cali : 180 km</td></tr><tr><td>Barranquilla : 695 km</td><td>Cartagena de Indias : 622 km</td><td>Cúcuta : 493 km</td></tr><tr><td>Bucaramanga : 383 km</td><td>Ibagué : 68 km el más cerca</td><td>Soledad : 687 km</td></tr><tr><td>Santa Marta : 733 km</td><td>Soacha : 166 km</td><td>Montería : 439 km</td></tr><tr><td>Villavicencio : 240 km</td><td>San Juan de Pasto : 439 km</td><td>Bello : 170 km</td></tr><tr><td colspan="3">Distancia calculada en línea recta</td></tr></table>	Bogotá : 180 km	Medellín : 157 km	Cali : 180 km	Barranquilla : 695 km	Cartagena de Indias : 622 km	Cúcuta : 493 km	Bucaramanga : 383 km	Ibagué : 68 km el más cerca	Soledad : 687 km	Santa Marta : 733 km	Soacha : 166 km	Montería : 439 km	Villavicencio : 240 km	San Juan de Pasto : 439 km	Bello : 170 km	Distancia calculada en línea recta		
Bogotá : 180 km	Medellín : 157 km	Cali : 180 km																	
Barranquilla : 695 km	Cartagena de Indias : 622 km	Cúcuta : 493 km																	
Bucaramanga : 383 km	Ibagué : 68 km el más cerca	Soledad : 687 km																	
Santa Marta : 733 km	Soacha : 166 km	Montería : 439 km																	
Villavicencio : 240 km	San Juan de Pasto : 439 km	Bello : 170 km																	
Distancia calculada en línea recta																			

Nota: esta información fue tomada de la Alcaldía de Pereira, municipios de Colombia y Concejo de Pereira (Alcaldía de Pereira, 2021a), (Concejo de Pereira, n.d.), (Municipios de Colombia, 2021) .

Figura 6.
Ubicación Geográfica



El centro comercial Cuba, se encuentra ubicado en el barrio más grande de la ciudad, sobre la Avenida las Américas vía primaria que comunica con el Norte del Valle, además se encuentra cerca del aeropuerto internacional Matecaña, zonas deportivas como estadio, velódromo y piscinas olímpicas, también presenta cercanía con hospitales, clínicas y colegios.

6.2 Marco Legal

El centro comercial en estudio fue construido en 1996, con los requerimientos exigidos por la normatividad de la época, en la tabla 2, se presenta de manera general las normas que lo rigieron y rigen en la actualidad.

Tabla 2.
Normatividad

Normatividad	Descripción	Vigencia
LEY 400 de 1997 Del congreso de Colombia Actualización 08/2019	Establece los requisitos y criterios mínimos para diseño, construcción y la supervisión técnica en edificaciones nuevas y aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad, que puedan afectarse por el uso, un sismo o la acción de la naturaleza. También establece parámetros para adicionar, modificar y remodelar el sistema estructural de una edificación que haya sido construida antes de esta legislación. (Ley 400 de 1997 Por El Cual Se Adoptan Normas Sobre Construcción Sismo Resistente, 1997).	Vigente
Código Colombiano de Construcciones Sismo- Resistentes (CCCSR- 84), Decreto-Ley 1400 de 1984	Se trata de la primera norma sismo resistente que rigió en Colombia y que aplicaba para el centro comercial en 1996.	Reemplazado por la NSR- 10 en 2010

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, expedido por medio del Decreto 926 del 19/03/2010	Presenta los requisitos mínimos que debe cumplir una edificación ante la ocurrencia de un sismo, cuya finalidad es la de proteger vidas humanas, esta norma rige actualmente la edificación en estudio (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).	Vigente
Decreto No. 1077 de 2015 - Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio Actualización 05/04/2022	Compila más de 100 decretos y reglamenta aspectos de las licencias de urbanismo y construcción en el país (Decreto Número 1077 de 2015, Modificaciones Introducidas al Decreto Único Reglamento Del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, 2022).	Vigente
Decreto 2157 de 20/12/2017 – Directrices Plan de Gestión de Riesgos de desastres	Este decreto contiene las pautas generales para elaborar el plan de gestión del riesgo de desastres en entidades tanto públicas como privada y tiene como finalidad garantizar la protección y bienes de las personas (Decreto 2157 Por El Cual Se Adoptan Las Directrices Para La Elaboración Del Plan de Gestión Del Riesgo de Desastres En Entidades Privadas y Públicas, 2017).	Vigente

Resolución 90708 de 30/08/2013	Esta resolución implementa el nuevo Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, el cual tiene como objetivo implementar los requisitos necesarios para prevenir, minimizar o eliminar los riesgos que se deriven de las instalaciones eléctricas, con el fin de garantizar la seguridad y protección de las personas, animales, vegetales y medio ambiente. (MinMinas Ministerio de Minas y Energía, 2013).	Vigente
Resolución 90902 de 24/10/2013	Con esta resolución se expide el reglamento técnico de instalaciones internas de gas combustible, en el cual se establecen los requisitos que deben cumplir las edificaciones residenciales, industriales y comerciales en las fases de diseño, construcción y mantenimiento con el fin de garantizar la salud y proteger la vida de las personas (Resolución 90902 de 2013 Por El Cual Se Expide El Reglamento Técnico de Instalaciones Internas de Gas y Combustible, 2013).	Vigente
Resolución No. 0330 de 08/06/2017	Esta resolución adopta el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, allí se encuentran los requisitos técnicos que debe cumplir una edificación en etapa de construcción, mantenimiento y rehabilitación en	Vigente

	cuanto a servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo (Resolución Número 0330 Por El Cual Se Adopta El Reglamento Técnico Para El Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, 2017).	
Revisión a largo plazo del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Pereira, Acuerdo Municipal No. 035 de 2016	El POT establece la normatividad a nivel municipal, lo que permite ordenar y planificar el desarrollo físico del municipio y el uso del suelo (Concejo de Pereira, 2011).	Vigente

Nota: en esta tabla se presentan las normas vigentes en el país que aplican al paciente. Elaboración propia

6.3 Marco Teórico

Permite conocer los conceptos generales que se manejan en un estudio patológico y de esta manera obtener un concepto más claro de las lesiones presentes en el paciente que se está estudiando.

Patología constructiva: Ciencia que se encarga de estudiar los problemas que pueden surgir en cualquier etapa de la construcción de una edificación, analiza su proceso y brinda soluciones.

Proceso patológico: Son los aspectos agrupados del problema secuencialmente (origen, evolución y resultado final). Son el primer paso de un estudio patológico y permiten establecer estrategias de reparación y prevención (Patiño, 2021).

Lesión: Es la manifestación visible de un problema presente en una construcción, de este parte un estudio patológico, dividiéndose en tres tipos físicas, mecánicas y químicas y de acuerdo a la causa se clasifican como primarias y secundarias.

Lesiones primarias: Son las primeras que surgen.

Lesiones secundarias: Se presentan como consecuencia de otras lesiones.

Calificación de la lesión: Estas pueden ser leves, moderadas, severas y graves.

Tipo de lesiones: Estas se clasifican en físicas, mecánicas y químicas, ver figura 7.

Figura 7.
Tipos de lesiones



Nota: en esta figura se observan algunas características de los tipos lesiones (Patiño, 2021).

Lesiones Físicas: Son producidas por fenómenos físicos y su evolución también dependerá de estos procesos, dentro de las causas físicas más comunes se encuentran la humedad, suciedad y erosión (Broto, 2006, p. 32).

Lesión física por Humedad: Cuando en un material se tiene un % mayor de agua al establecido como normal, se clasifican en humedades por: *capilaridad* que es el ascenso de agua proveniente del suelo, *por filtración* es la humedad que proviene del exterior hacia el interior de

la edificación, *accidental* se produce por rotura de tuberías de agua o cuando se tiene un lavado del suelo con alto contenido de agua, *por condensación* esta se da por la condensación de vapor donde se tienen espacios con poca ventilación o en lugares con aire acondicionado, *de obra* es el agua que faltó por evaporarse en el proceso de construcción bien sea por falta de ventilación o desprotección de antepechos en fachadas.

Lesión física por Suciedad: se tienen dos tipos: *por depósito* el cual es originado por la acción de la gravedad sobre partículas que se encuentran suspendidas en la atmosfera y por *lavado diferencial* que es generado por partículas ensuciantes, que se caracterizan por churretones que se observan generalmente en fachadas (Broto, 2006, p. 33).

Lesión física por Erosión: Causada por agentes atmosféricos los cuales inducen a la pérdida en la capa superficial del material, generando mayor absorción de agua y pérdida de resistencia.

Lesiones Mecánicas: Predominio del factor mecánico el cual provoca desgaste, movimientos, aberturas en los materiales o en los elementos de construcción y pueden ser fisuras, grietas, erosión y desprendimientos (Broto, 2006, p. 34).

Lesiones mecánicas por fisuras: Aberturas longitudinales que afectan la parte superficial del elemento constructivo, estas se generan por esfuerzos mecánicos (Broto, 2006, p. 34).

Lesiones mecánicas por grietas: Son aberturas longitudinales y afectan todo el espesor del elemento constructivo, sobrepasando la capacidad portante del elemento (Broto, 2006, p. 34).

Lesiones mecánicas por erosión: Son causadas por esfuerzos agresivos los cuales originan pérdida en la superficie del material, debidas al viento o a tratamientos de restauración.

Lesiones mecánicas por desprendimientos: Se trata de la separación de un material de la superficie del elemento.

Lesiones químicas: Pueden originarse por la presencia de ácidos, álcalis o sales, que al reaccionar provocan descomposición, afectando los materiales y reduciendo la durabilidad de estos, se dividen en: Oxidación, corrosión, eflorescencias, erosión y organismos (Broto, 2006, p. 34).

Lesiones químicas por oxidación: Cuando el metal entra en contacto con el oxígeno del aire, este se transforma en óxido.

Lesiones químicas por corrosión: El metal presenta pérdida progresiva hasta su destrucción.

Lesiones químicas por eflorescencias: Se debe a la evaporación y a la circulación de agua en el material desde el interior hacia el exterior, el cual arrastra sales que luego se depositan en la superficie, estas pueden provenir de fugas de tuberías de agua, aguas lluvia, vapor o de la construcción

Lesiones químicas por Erosión: pueden ser intrínsecos del material como la composición química y extrínsecos o ambientales como el viento, el agua, el sol y la contaminación ambiental.

Lesiones químicas por organismos: pueden ser vegetales como plantas y árboles que puedan afectar la edificación y animales pequeños o grandes como insectos, pájaros y mamíferos.

Causa: es el comienzo de un proceso de patología en el que se pueden llegar a tener entre una y varias lesiones.

Tipos de causas: las causas pueden ser directas e indirectas, en la figura 8 se observan algunos ejemplos.

Figura 8.
Tipos de causas



Nota: Ejemplo de algunas causas directas e indirectas (Patiño, 2021).

Causas directas: No es posible evitarlas, por ejemplo, agentes atmosféricos, contaminación y esfuerzos mecánicos

Causas indirectas: es posible evitarlas, entre ellas se tienen defectos o errores al diseñar o construir, defectos en la fabricación, elección en los materiales (Patiño, 2021).

6.4 Marco Histórico

El centro comercial fue diseñado por la firma Tetra Diseños Estructurales en 1996, para la empresa Construcciones Especiales Ltda.

En el 2009, Se realiza estudio geotécnico por parte de la empresa Geotecnia Ingeniería Ltda., quienes entregaron las recomendaciones de acuerdo a la norma NSR-98 vigente en 2009.

En 2010 se realiza estudio de vulnerabilidad estructural solicitado por la comercializadora Giraldo Gómez al Ingeniero Julio Cesar González V., en el cual se concluye que, “para trabajos

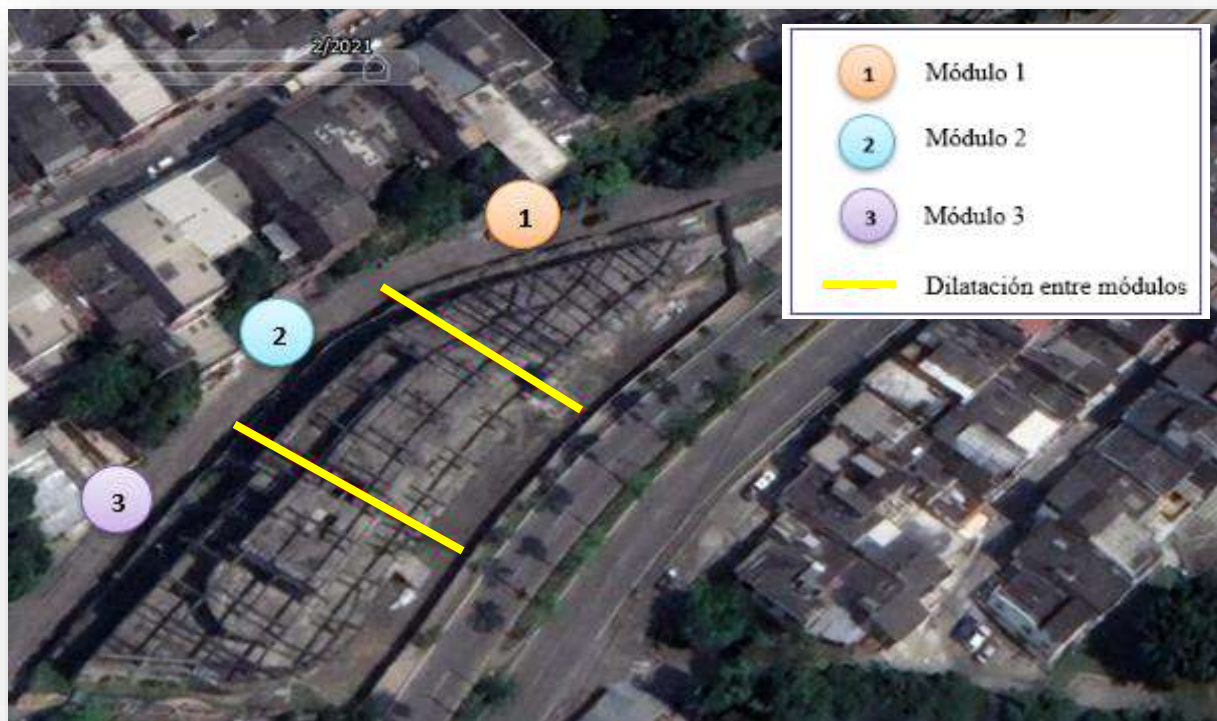
de modificación y ampliación de la edificación, no es necesario someterla a trabajos de reforzamiento estructural”.

En la actualidad esta edificación no presenta intervenciones, pero se proyecta la ampliación y reforzamiento del mismo.

7. Alcances y Limitaciones

El proyecto se va ejecutar en el módulo 2 del centro comercial Cuba, ubicado en la Cr 15 No. 72C-51 del Barrio Cuba de la ciudad de Pereira, que cuenta con cinco pisos y un área total de 3335 m² (ver figura 9), donde se va realizar un estudio de patología, que tiene como finalidad entregar el diagnóstico del estado de la estructura y plantear propuestas de mejoramiento a los problemas que actualmente presenta la edificación.

Figura 9.
Módulos divisorios del paciente



Nota: La patología se centra en el módulo 2, (Google LLC, 2021b), elaboración propia

8. Metodología

8.1 Descripción de la Selección del Paciente

Para seleccionar el paciente se tuvo en cuenta el deterioro en que se encuentra la estructura, la accesibilidad y la importancia económica que tendría para el sector una vez reestructurado y abierto al público.

8.2 Preparación y Planteamiento del Estudio

8.2.1 Inspección Preliminar del Paciente

La primera visita se lleva a cabo el 27 de septiembre de 2021 con el propósito de conocer el estado de la edificación y obtener información del paciente.

8.2.2 Recopilación de Información Necesaria para el Estudio

Se recibe la siguiente información el 08 de octubre de 2021: planos estructurales de 1996, estudio geotécnico del 2009 e informe de vulnerabilidad estructural del 2010, ensayo cilindros de concreto 2018, (González, 2010), (Geotecnia Ingeniería Ltda., 2009), (Tetra Diseños Estructurales, 1996), (Geotecnia Ingeniería Ltda., 2018).

8.2.3 Permisos y Autorizaciones para Abordar Estudio al Paciente.

Estos fueron otorgados por el gerente del centro comercial Cuba.

8.2.4 Definición del Equipo de Trabajo que Realizará la Exploración.

Esta se encuentra constituido por dos ingenieros civiles.

8.2.5 Definición de los Medios para Realizar la Exploración.

La financiación para realizar la exploración, estarán a cargo de los integrantes del equipo de trabajo.

8.3 Historia Clínica

8.3.1 Responsables del Estudio.

Luz Marina Orozco B (Ingeniera Civil) y Rene Restrepo B. (Ingeniero Civil).

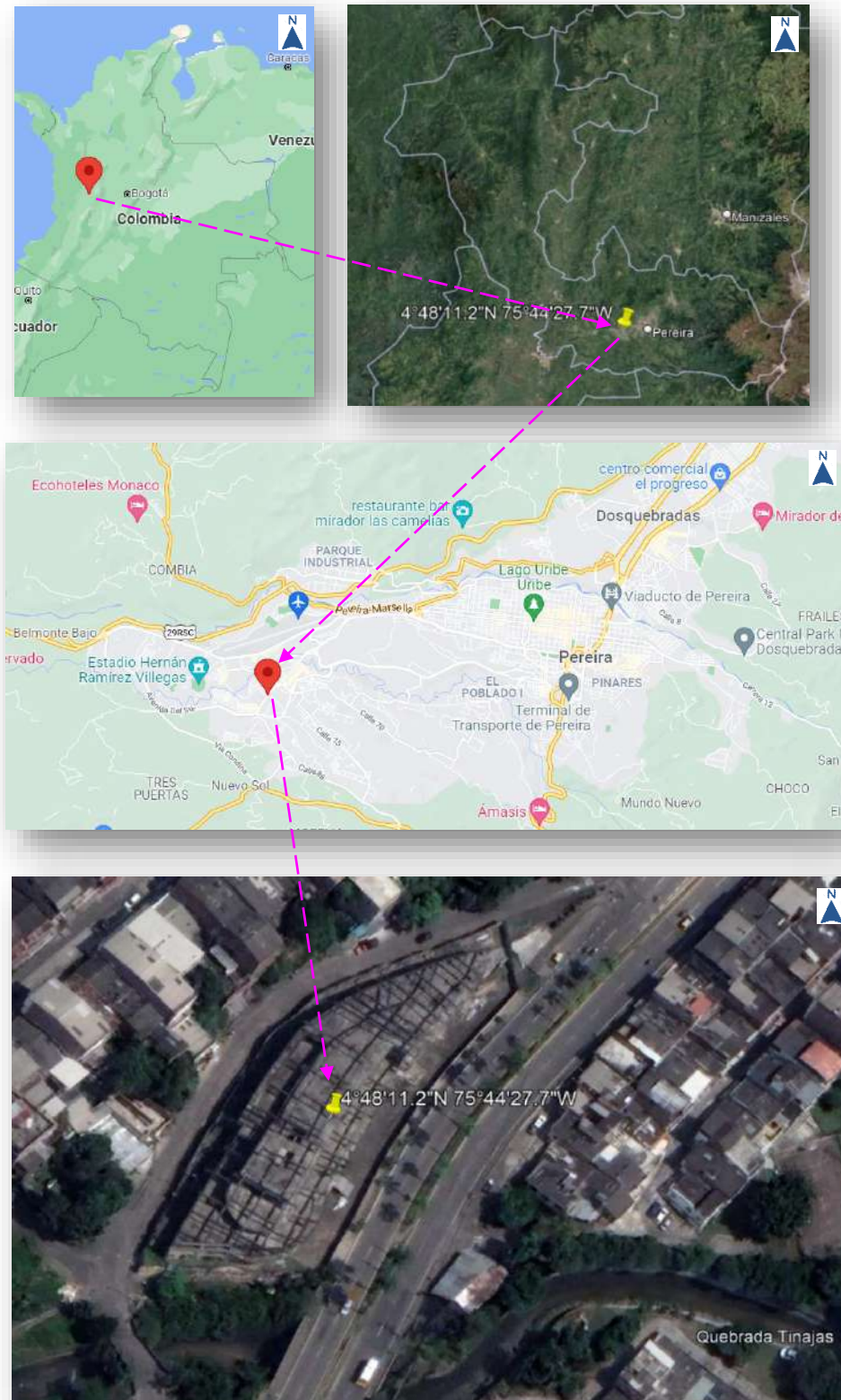
8.3.2 Fecha de Realización del Estudio

Septiembre de 2021 a junio 2022, estas fechas abarcan el periodo de estudio de la especialización.

8.3.3 Datos Generales del Paciente:

En las figuras 10 y 11 se presenta la información general del paciente.

Figura 10
Ubicación geográfica del paciente



Nota: esta figura presenta la ubicación geográfica del paciente a nivel nacional, regional y local (Google, 2021) (Google LLC, 2021b). Elaboración propia

Figura 11.
Información general del paciente



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER INSTITUTO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

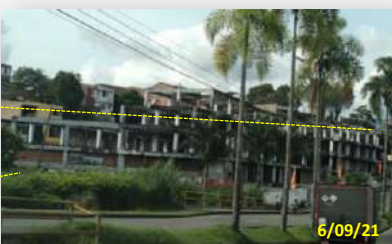
Patología de la Construcción

Centro Comercial Cuba
Ficha Patológica No. 1

Información General del Inmueble



Fuente: Google Earth



6/09/21

Nombre	Centro Comercial Cuba										
Dirección	Carrera 15 No. 72C-51 Barrio Cuba										
Ciudad / Departamento	Pereira / Risaralda										
Ubicación geográfica	4°48'11.2"N 75°44'27.7"W										
Año de construcción	1996										
Sistema constructivo	Sistema de cimentación con zapatas independientes, entrelazadas con vigas de cimentación y con placa aligerada con casetón de madera (esterilla)										
Técnica constructiva	Se utilizaron concretos premezclados de 3000 PSI										
Importancia del paciente	Centro comercial más grande del sector, actualmente no está en funcionamiento										
Sistema estructural y constructivo	Sistema estructural de pórtico resistente a momentos										
División de la estructura	En 3 módulos										
Área por módulo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Módulo</th> <th>Área 5 pisos (m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1615</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3335</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3560</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>8510</td> </tr> </tbody> </table>	Módulo	Área 5 pisos (m ²)	1	1615	2	3335	3	3560	Total	8510
Módulo	Área 5 pisos (m ²)										
1	1615										
2	3335										
3	3560										
Total	8510										
Módulo donde se realiza patología	2										

Norma que lo rige	NSR-10	Grupo de Uso (NSR-10)	II	Uso del Paciente	Comercial
Uso actual y previsto del sector	De acuerdo al POT de Pereira, la edificación se encuentra en la zona de "centralidad municipal", que permite como uso de suelos actividades industriales, comerciales y de servicios, ubicándose el centro comercial en la sección G "Comercio al por mayor y al por menor"				

Amenaza sísmica	Alta	Microzonificación	Zona 2 (cenizas volcánicas con espesores entre 10 y 20 mt)
-----------------	------	-------------------	--

Grado de deterioro	☐ Bajo	☒ Medio	☐ Alto
Nivel de intervención	☐ Innecesario	☐ Conveniente	☒ Necesario
Aplicación patológica	☐ Pediátrica	☒ Geriátrica	☐ Forence ☐ Preventiva

Realizan	Ing. Luz Marina Orozco B. - Ing. Rene Restrepo B.
Fecha	27/09/2021
Ubicación	Planta general

Nota: Se describe la información general del centro comercial Cuba (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, pp. A-25 – A-26), (Municipio de Pereira, 2017), .(Google LLC, 2021a), Elaboración propia

8.3.4 En la Edificación y/o Construcción Civil:

- ✓ Tipo de cimentación: zapatas independientes entrelazadas con vigas de cimentación
- ✓ Altura libre entrepisos: 2.8 mt.
- ✓ Número de pisos: 5
- ✓ Área (ver tabla 3)

Tabla 3. Área

Módulo	Área por módulo 5 pisos (m ²)
1	1615
2	3335
3	3560
Área Total	8510

Nota: Al módulo 2, se le realizará la patología. Elaboración propia

- ✓ Estado general de construcción: Regular
- ✓ Información existente:
 - Planos estructurales, año 1996
 - Estudio Geotécnico año 2009
 - Estudio vulnerabilidad estructural 2010
 - Ensayo cilindros de concreto 2018
- ✓ **Fidelidad de los planos:** Se constata que las secciones en planos de algunos elementos de la edificación, no coinciden con los que se encuentran en la planta física construida
- ✓ **Constatación del estado del paciente:** La edificación no presenta cerramiento (cubierta y fachada), evidenciándose humedades, pérdida de plaqueta del entrepiso,

fisuras, oxidación, corrosión, eflorescencia, ensuciamiento por depósito y lavado diferencial.

8.3.5 *Aplicación Patológica:*

Teniendo en cuenta que la edificación tiene más de 15 años de construida, la aplicación patológica para este estudio es Geriátrica.

8.3.6 *Datos Específicos de las Lesiones*

✓ Afectaciones:

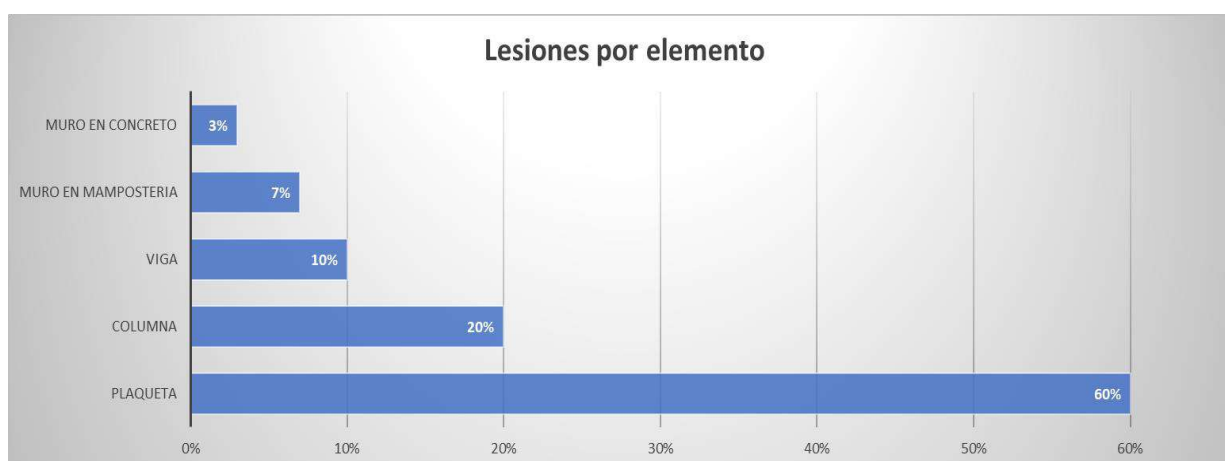
- **Placas:** estas presentan afectación por humedad, fisuras, organismos animales, organismos vegetales, erosión química y en la plaqueta se evidencia disminución de espesor, pérdida de esta en algunos sectores al igual que de acero.
- **Fachada:** la edificación no cuenta con fachada, por lo que elementos como columnas y vigas quedan expuesta a la intemperie.
- **Vigas:** las que se encuentran cercanas a la fachada y último piso, presentan erosión atmosférica, suciedad, humedad y oxidación.
- **Columnas:** están presentan humedad por filtración y por agentes atmosféricos, organismos vegetales, pérdida de recubrimiento, oxidación, y corrosión en el tercio inferior, ubicadas una en el tercero y tres en el cuarto piso.
- **Muro en mampostería:** los que se encuentran cercanos a las juntas de separación sísmica, presentan humedad, ensuciamiento por depósito y presencia de organismos vegetales.

- **Muro en concreto:** presenta humedad a lo largo de su longitud, con presencia de eflorescencias y ensuciamiento por lavado diferencial.

Estas afectaciones se pueden evidenciar con más detalle en anexo 4 “lesiones por elemento”.

En la figura 12 se presenta el peso porcentual de las lesiones por elemento.

Figura 12.
Lesiones por elemento



Nota: en esta figura se muestran las lesiones por peso porcentual. Elaboración propia

8.3.7 Descripción de la Patología más Relevante en el Paciente

Al encontrarse la edificación expuesta a la intemperie, es propensa a sufrir lesiones ocasionadas principalmente por agentes atmosféricos, dentro de las más relevantes se tienen:

- ✓ **Humedad por filtración:** estas se concentran entre las juntas de separación sísmica y zonas de fachada que permiten el ingreso de agentes atmosféricos como lluvia y viento a las placas
- ✓ **Erosión física:** atribuible a agentes atmosféricos
- ✓ **Erosión Química:** la humedad, el empozamiento, la presencia de organismos vegetales y animales, ocasionan que las plaquetas de entrepiso se deterioren.

✓ **Fisuras, oxidación, corrosión, organismos vegetales:** se presentan por humedades bien sea atribuibles a humedades por filtración o por agentes atmosféricos

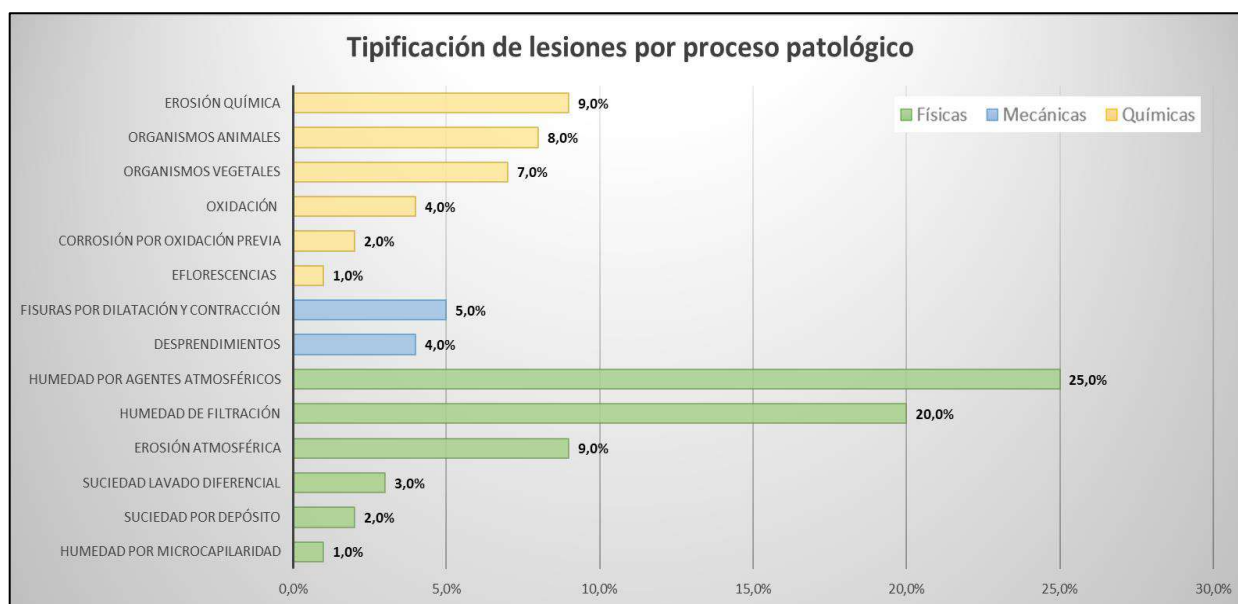
✓ **Organismos animales:** se da por la desprotección de la edificación.

✓ **Ensuciamiento por lavado diferencial:** Se presenta principalmente en vigas, las cuales se encuentran desprotegidas por encontrarse a la intemperie.

Estas lesiones se pueden observar con mayor detalle en el anexo 4 “tipificación de lesiones por proceso patológico o mecanismo de daño” y “planos generales de lesiones”

La figura 13, presenta el peso porcentual de cada lesión

Figura 13.
Tipificaciones de lesiones por proceso patológico



Nota: esta figura muestra las lesiones encontradas en el paciente y el porcentaje que representan. Elaboración propia

8.3.8 Clasificación y Origen de la Patología

Las lesiones que presenta el paciente se clasifican en físicas que pesan un 60%, mecánicas un 9% y químicas un 31%, en la figura 14 se puede observar este porcentaje.

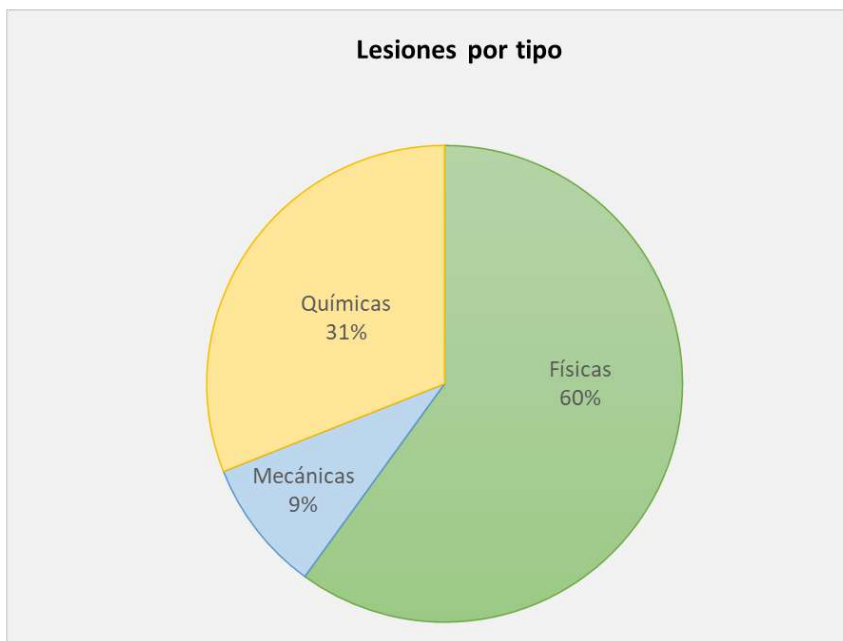
El origen patológico se clasificó teniendo en cuenta el tipo de lesión, donde el top 5, representa el 79% de las lesiones presentes en el paciente, y son:

Físicas: humedades, representan el 46%

Mecánicas: fisuras y desprendimientos representan el 9%

Químicas: La erosión química y los organismos, representan el 24%

Figura 14.
Lesiones por tipo

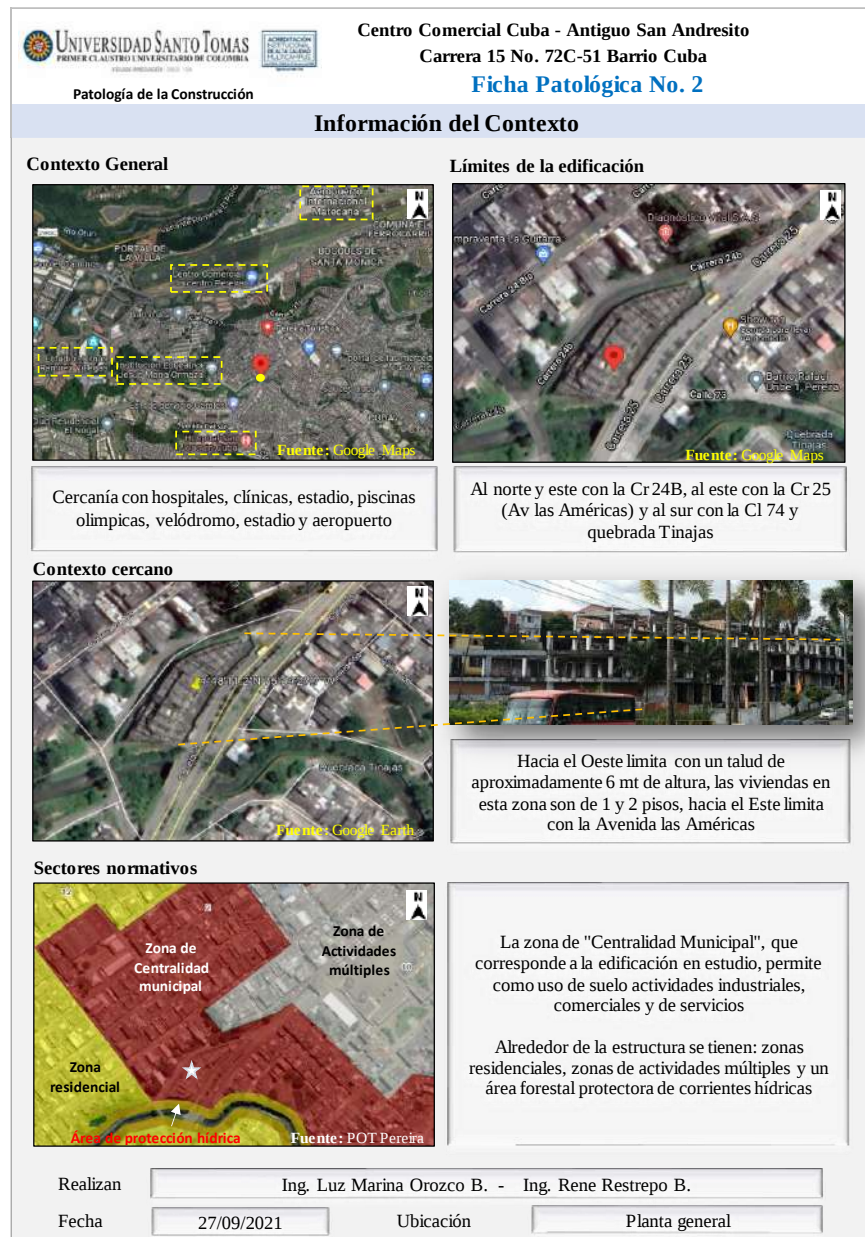


Nota: esta figura muestra el porcentaje de lesiones por tipo. Elaboración propia

8.3.9 Datos Generales del Entorno

✓ **Edificaciones u obras vecinas:** La edificación colinda hacia el norte, este, oeste y sur este con vías vehiculares y hacia el sur con una vía peatonal, las cuales no presentan afectaciones, en la figura 15 ficha patológica No. 2, se muestra el contexto del paciente.

Figura 15.
Información de contexto



Nota: esta ficha patológica presenta el contexto del paciente (Municipio de Pereira, 2017), (Google LLC, 2021a) (Google LLC, 2021b), elaboración propia .

✓ **Medio ambiente:** hacia el sur se tiene la quebrada tinajas y cerca de ella se evidencian residuos sólidos los cuales generan la presencia de aves e insectos en el sector.

Hacia el norte, este y sureste se encuentra la Avenida de Américas vía primaria que genera vibraciones permanentes y contaminación vehicular.

✓ **Temperatura:** varía entre 17 °C y 26 °C

✓ **Humedad relativa:** entre 73 y 79 %

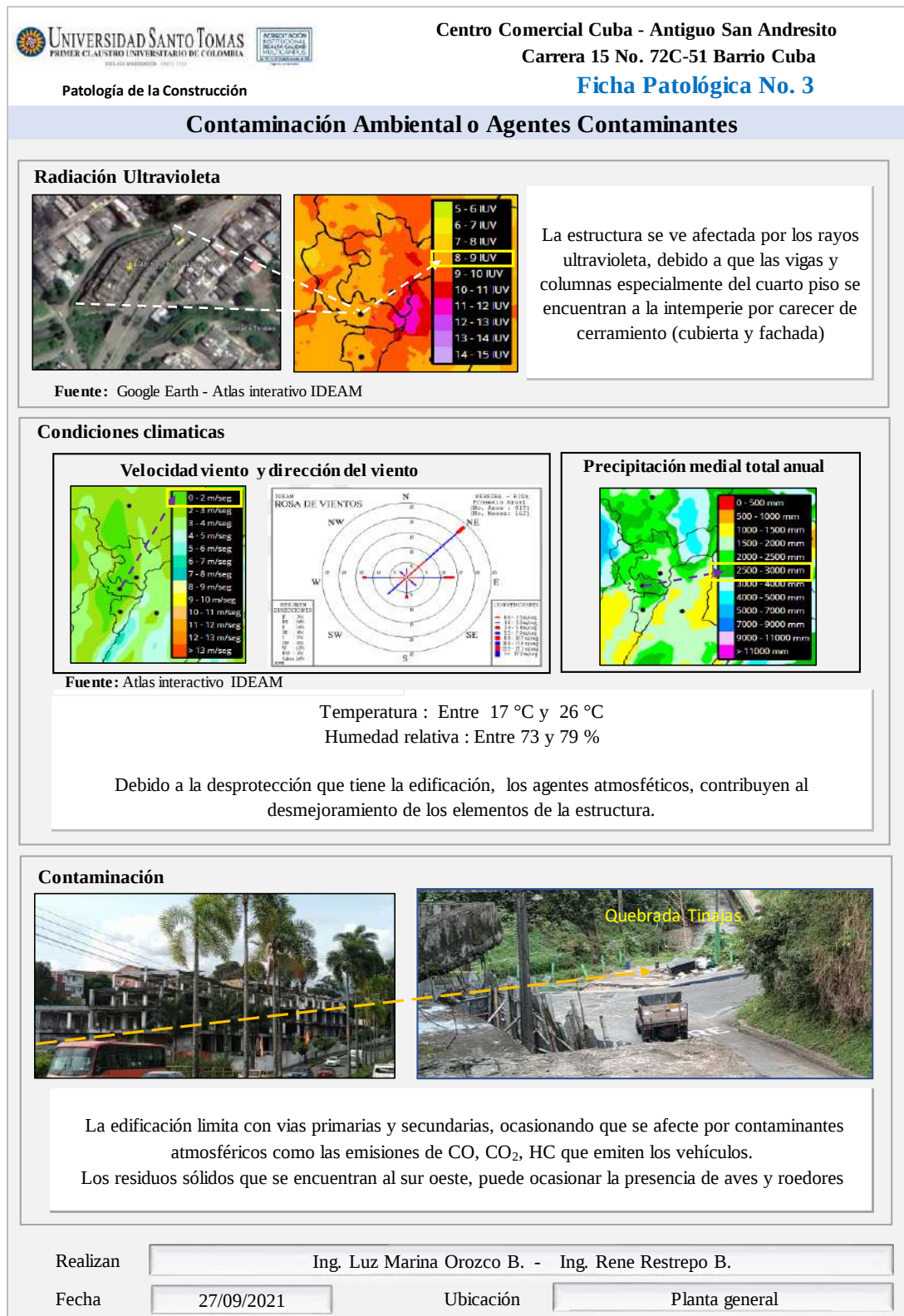
✓ **Precipitaciones:** Precipitación media total anual entre 2500 – 3000 mm (IDEAM, 2014)

✓ **Nivel freático y escorrentías:** De acuerdo a estudio geotécnico el nivel freático presenta variaciones entre 1.7 m y 3.7 m, para el caso de escorrentías y teniendo en cuenta la topografía que presenta la estructura estas desembocan en la quebrada tinajas que se encuentra hacia el sur de la edificación.

En la figura 16, ficha patológica No. 3, se detallan los agentes atmosféricos que influyen en la edificación.

Figura 16.

Ficha patológica Contaminación ambiental



Nota: esta ficha presenta radiación ultravioleta, condiciones climáticas y la contaminación ambiental que muestra el paciente en su entorno (IDEAM, 2014), (Google LLC, 2021a), elaboración propia .

8.3.10 Arquitectura

Se califica la edificación como regular

- ✓ **Estilo arquitectónico:** Edificación mixta entre estereotomía y tectónica
- ✓ **Contexto histórico**
 - **Social:** El centro comercial se encuentra en el barrio Cuba, uno de los más grandes de la ciudad.
 - **Económico:** Actualmente no deriva ingresos, pero la puesta en marcha del centro comercial, aportará en la reactivación económica del sector.
 - **Geográfico:** Presenta cercanía con hospitales, clínicas, centros recreativos como estadio, piscinas olímpicas, velódromo y aeropuerto.
- ✓ **Monumento de conservación:** No aplica
- ✓ **Materiales, sistema constructivo, proceso constructivo:**
 - **Sistema constructivo:** Sistema de cimentación con zapatas independientes, entrelazadas con vigas de cimentación y con placa aligerada con casetón de madera (esterilla).
 - **Técnica constructiva:** Se utilizaron concretos premezclados de 21 MPa.
 - **Sistema estructural y constructivo:** Sistema estructural de pórtico resistente a momentos.

En la figura 17, se detalla el sistema constructivo

Figura 17.
Ficha patológica sistema constructivo

 		Centro Comercial Cuba - Antiguo San Andresito Carrera 15 No. 72C-51 Barrio Cuba Ficha Patológica No.4	
Sistema Constructivo			
		Descripción	
Cimentación		Sistema de zapatas independientes conectadas con vigas de cimentación, utilizando concreto de 21 MPA	
Estructura	Columnas	Construidas en concreto reforzado de 21 MPA, con secciones en sótano (50*50 cm, 80*90 cm y 65*70 cm), primer piso (50*50 cm, 80*90 cm, 65*70 cm y 50*60cm), segundo piso (40*40 cm, 80*90 cm y 65*70 cm y 60*60 cm), tercer piso (60*70 cm y 40*40 cm), cuarto piso (40*40 cm)	
	Vigas	Construidas en concreto reforzado de 21 MPA y acero de alta resistencia, con secciones en vigas de cimentación (50*50 cm), primer piso (40*50 cm y 50*50 cm), segundo piso (40*50 cm y 50*50 cm), tercer piso (40*50 cm y 60*60 cm), cuarto piso (40*50 cm y 50*50 cm), vigas de cubierta (30 * 50 cm)	
	Placas	Placa aligerada en casetón de madera, espesor 50 cm, concreto de 21 MPA, las viguetas que conforman la placa utilizan acero de alta resistencia, la plaqueta superior fue construida con 5 cm de espesor y reforzada con malla electrosoldada de 4mm	
	Muros	Muros en concreto de 21 Mpa adosado al sistema estructural aporticado, espesor 30 cm	
Cubierta		No presenta	
Fachada		No presenta	
Acabados		No presenta	
Realizan		Ing. Luz Marina Orozco B. - Ing. Rene Restrepo B.	
Fecha		27/09/2021	Ubicación
		Planta general	

Nota: esta ficha el sistema constructivo del centro comercial Cuba, elaboración propia

8.3.11 Estructura

A continuación, se presenta la calificación que se le da a la estructura:

✓ **Por diseño y construcción** (A. 10.2.2.1-NSR10): **buena**. El centro comercial fue edificado cumpliendo las especificaciones técnicas de la norma vigente en el momento de la construcción.

✓ **Por estado de la estructura** (A. 10.2.2.1-NSR10): para la calificación se tuvieron en cuenta asentamientos diferenciales, sismos, deflexiones excesivas, el estado de los elementos de unión y estos obtienen una calificación, **buena**

Sin embargo, debido a que la estructura se encuentra expuesta a la intemperie, está presente problemas de humedad, oxidación, corrosión, pérdida de espesor y plaqueta en algunos lugares, esta parte se califica como **regular**

✓ **Evaluación de la estructura en general:** **Regular**

8.3.12 Suelos y Cimentaciones

✓ **Geología general del paciente**

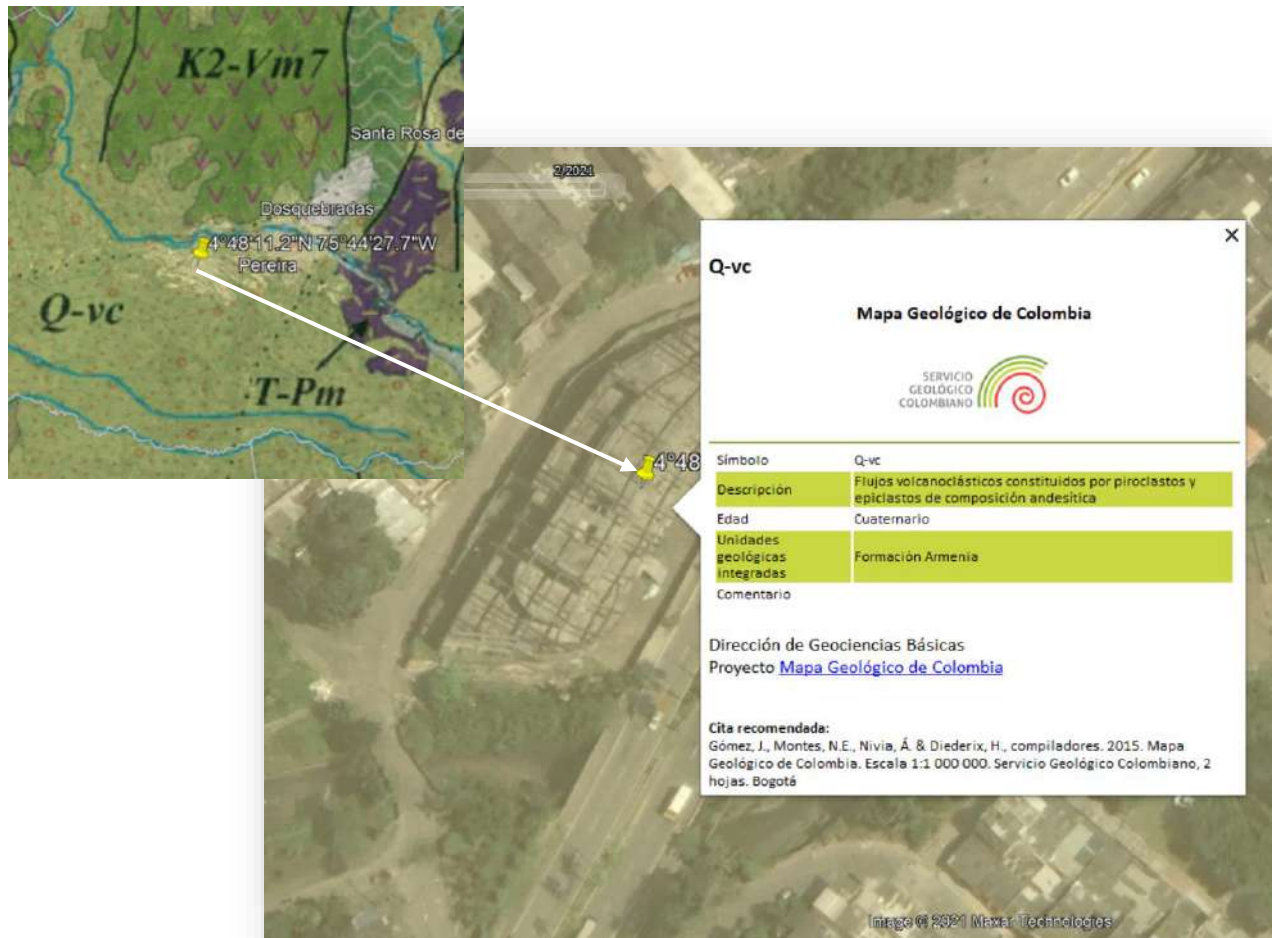
○ **Mapa Geológico:** de acuerdo al Mapa Geológico de Colombia del SGC (Servicio Geológico Colombiano - Google Earth Pro, 2015), el paciente se encuentra ubicado en un suelo que corresponde a la era Cenozoica del periodo cuaternario, constituido por rocas sedimentarias.

El símbolo Q-vc corresponde a flujos volcanoclásticos conformados por piroclastos y epiclastos de composición andesítica.

La unidad geológica corresponde a la formación Armenia, en la figura 18, se muestra la ubicación del paciente en el Mapa Geológico.

Figura 18.

Ubicación del paciente en el mapa Geológico



Nota: esta figura muestra la ubicación del paciente en el mapa Geológico de Colombia, al cual le corresponde el símbolo Q-vc escala 1:1.000.000 (Servicio Geológico Colombiano - Google Earth Pro, 2015)

○ **Mapa Geomorfológico:** en la figura 19, se presenta la ubicación del paciente en el mapa Geomorfológico (plancha 224 del SGC), el cual presenta las siguientes características:

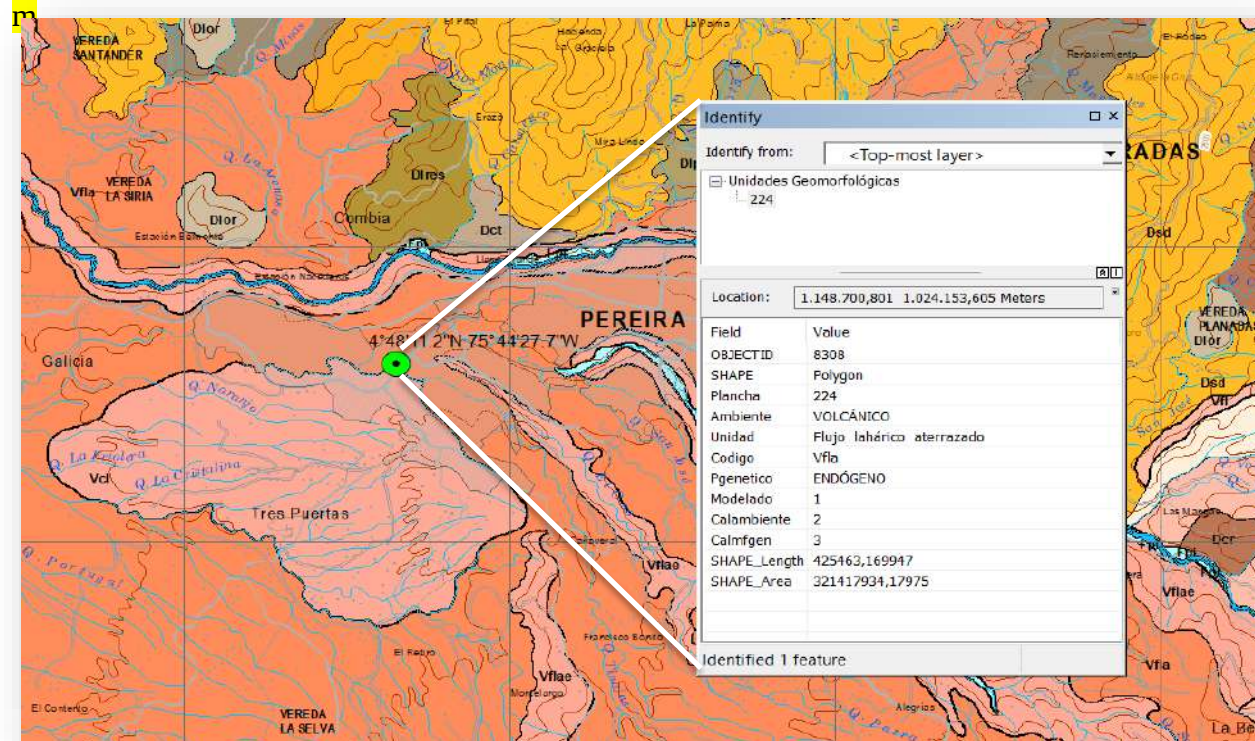
- **Símbolo:** Vfla
- **Ambiente:** Volcánico
- **Descripción del ambiente:** contiene geoformas originadas por procesos relacionados con actividades volcánicas, asociados a erupciones efusivas y/o

explosivas, acumulación y remoción de productos e intrusión submagmatica para los niveles superiores de la corteza.

- **Unidad o subunidad geomorfológica:** flujo lahárico aterrazado

- **Definición:** Se halla sobre cenizas recientes y un depósito de Flujos de Lodo, la génesis de la geoforma se asocia a la acumulación de productos volcánicos como cenizas, lavas, detritos y bloques, siendo mezclados, transportados y re trabajados por ríos como el Otún o en otros casos provenientes del derretimiento de la nieve durante las erupciones volcánicas. (Servicio Geológico Colombiano, 2014)

Figura 19.
Ubicación del paciente en el mapa Geomorfológico



Nota: La figura presenta la geomorfología donde se encuentra el paciente, escala 1:500.000 (Servicio Geológico Colombiano, 2014), (Qgis, 2021)

- **Fallas geológicas:** se encuentran las fallas de Quebrada Nueva, Cauca – Almaguer, Santa Rosa, Silvia Pijao, San Jerónimo y Palestina que atraviesan la ciudad de Pereira y presenta mayor cercanía con el Centro Comercial Cuba. Se describen en la tabla 4 y figura 20.

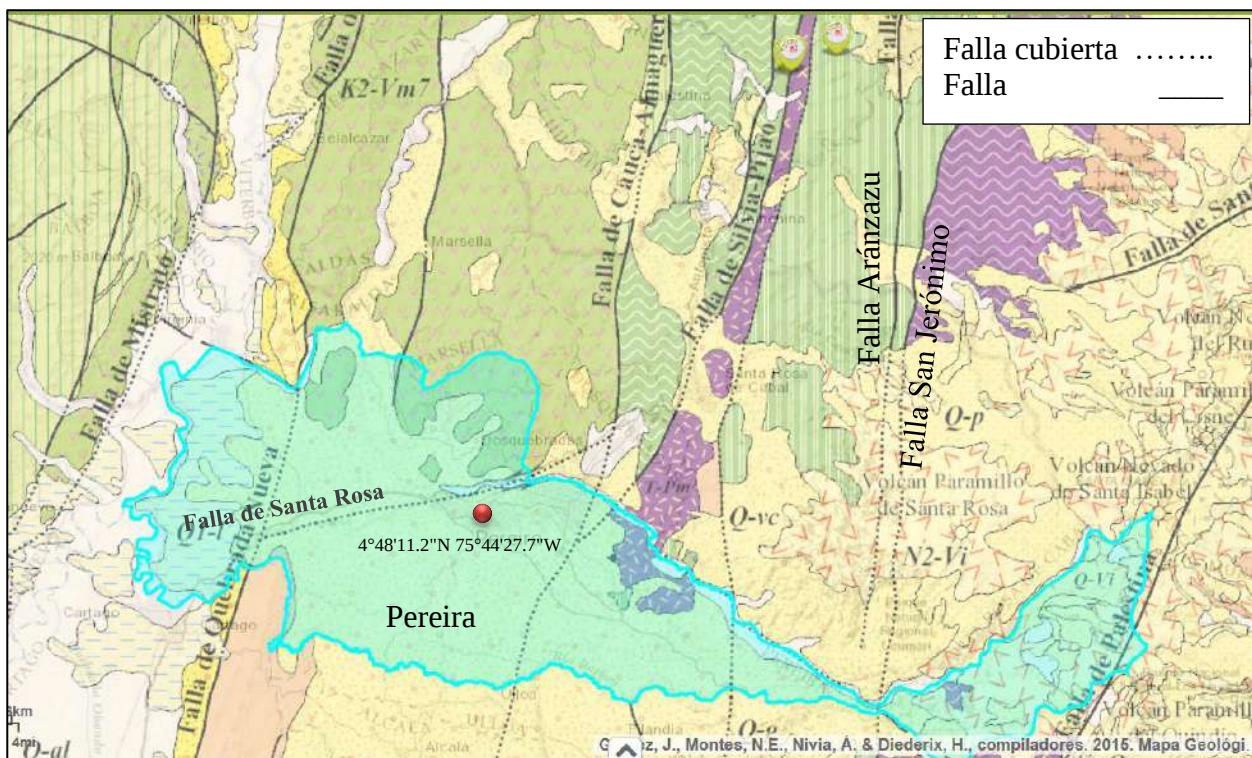
Tabla 4.
Descripción de fallas geológicas en Pereira

Falla	Descripción
Quebrada Nueva	Falla inversa sinistral con vergencia hacia el occidente, rumbo N°20E – S20°W, de actividad intermedia, magnitud máxima de 6.5 Mw, afecta la formación Armenia con evidencia de compresión NW -SE (Aguilar & Mendoza, 2002) .
Santa Rosa	Falla de rumbo sinistral cubierta, se reporta afloramiento en la cantera de Pereira (Servicio Geológico Colombiano, 2015), (Lalinde, 2004).
Cauca – Almaguer	Pertenece al sistema de falla de Romeral, falla de dirección noreste en la cordillera central, es una falla de rumbo dextral inversa con buzamiento vertical, presenta actividad neotectónica moderada, con una asignación de sismo de magnitud Mw 6.3, buzamiento 65° y 77° al SW (Lalinde, 2004).
Silvia Pijao	Es una de las más importantes del occidente de Colombia, coincide con el piedemonte de la cordillera central, tiene un rumbo N20°E, falla inversa de alto ángulo con componente rumbo dextral, es una falla activa con magnitud máxima probable entre Mw 6.1 y 6.9 (Lalinde, 2004).

San Jerónimo	Pertenece al sistema de fallas Romeral, con una disposición, estructural N15° E/80°E, al parecer esta falla tuvo gran influencia en la distribución de depósitos cuaternarios para el eje cafetero. (Lalinde, 2004)
Palestina:	Presenta una longitud de 250 km, dirección N 10°E con movimiento lateral izquierdo inverso, cabalgando al oriente, con una tasa de desplazamiento de baja a muy baja (Paris & Romero, 1993).

Nota: esta tabla describe las fallas que atraviesan la ciudad de Pereira. Elaboración propia

Figura 20.
Mapa geológico - Estructural Pereira



Nota: se presentan las fallas que atraviesan la ciudad de Pereira, evidenciándose que la falla de Santa Rosa es la más cercana a la edificación en estudio, escala 1:500.000 (Servicio Geológico Colombiano, 2007) y elaboración propia

✓ **Estudio de suelos 2009:**

La empresa Geotecnia Ingeniería Ltda, realiza estudio de suelos y concluye que teniendo en cuenta la magnitud del proyecto y los reducidos valores de resistencia de los suelos superficiales obtenidos en la exploración, recomienda cimentaciones profundas.

✓ **Estudio de suelos 2022:**

Se realiza estudio de suelos por parte de los autores al paciente, localizado en las coordenadas 4°48'11.2"N 75°44'27.7"W, el cual se encuentra en la zona 2 de la microzonificación de Pereira, que a su vez está constituida por cenizas volcánicas de 10 a 20 mt, (figura 28).

- **Caracterización del suelo:** Se encuentra un suelo tipo natural conformado por la meteorización de ceniza volcánica de textura limo arenosa, con una coloración que varía entre amarillos con óxidos de hierro, naranjas y grises, adicionalmente en el caso del sondeo 1 se encuentran suelos de depositación antrópica tipo llenos, con un espesor superficial de 0.3 m. El nivel freático varió entre 1.7 m y 3.7 m. Se realizaron 4 sondeos exploratorios hasta encontrar rechazo (anexo 3).

Ensayos: Se realizan ensayos de compresión, granulometría, límites líquido y plástico, obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 5

Tabla 5.
Resumen resultados ensayos, estudio de suelos

RESUMEN ENSAYOS													
Cr 25 No. 72C-51 Centro Comercial Cuba													
Sondeo Nro.	Prof	Compresión					Limites (%)			Granulometria (%)			Clasificación SUCS
		qu	Peso Unit Húmedo (gr/cm3)	Peso Unit Seco (gr/cm3)	e	Porosidad (%)	Líquido	Plástico	IP	Gravas	Arenas	Finos	
S1	1,5	0,8012	1,457	0,685	3,386	77,20	109,84	66,39	43,45	0,09	81,62	18,29	SM
S1	3	0,1379	1,578	0,937	1,785	64,09				3,83	74,99	21,19	
S1	5						55,44	35,57	19,86	1,72	79,99	18,30	SM
S2	1	0,5710	1,696	1,079	1,614	61,75	48,60	39,40	9,20	0,27	82,94	16,79	SM
S2	2	0,4919	1,511	0,760	3,008	75,05	56,22	44,67	11,55	0,48	78,38	21,13	SM
S2	4,4						58,10	42,69	15,41	21,55	69,57	8,88	SW - SM
S3	1	0,4737	1,668	1,043	1,669	62,53	71,77	54,69	17,07	1,70	84,61	13,69	SM
S3	2	1,5935	1,584	0,913	2,041	67,11	81,22	59,30	21,92	0,40	86,64	12,96	SM
S3	4	0,5394	1,508	0,732	3,465	77,60	70,88	42,56	28,31	1,56	81,64	16,80	SM
S4	1	0,5215	1,703	1,078	1,669	62,53	50,18	38,63	11,55	1,68	82,61	15,72	SM
S4	3						54,75	39,93	14,82	0,89	85,10	14,01	SM
S4	4						53,08	34,77	18,31	3,49	77,82	18,06	SM

Nota: Esta tabla muestra los resultados obtenidos en laboratorio para los ensayos de compresión, límites y granulometría. Elaboración propia.

Capacidad portante: A 1.5 mt de 7.5 ton/m²

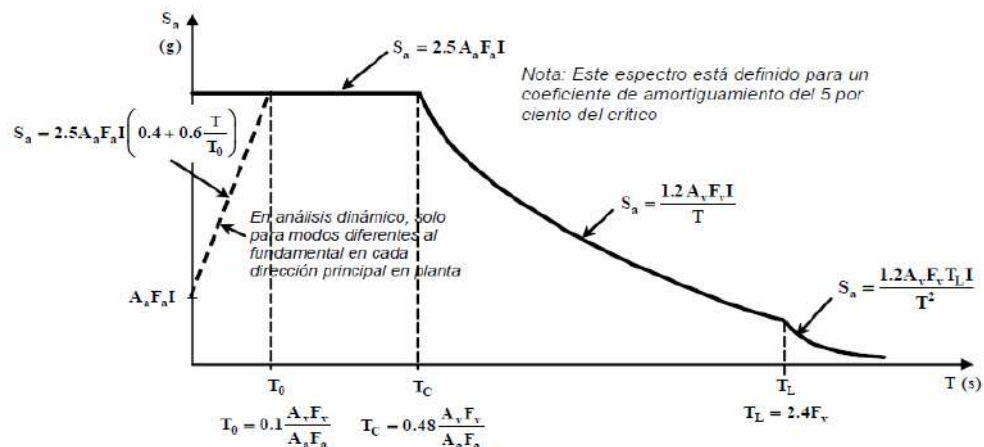
Profundidad de desplante: 1.0 mt

Espectro de diseño: se calcula teniendo en cuenta los parámetros establecidos en

la NSR-10 título A.2.6, como se muestra en la figura 21 y los parámetros establecidos por

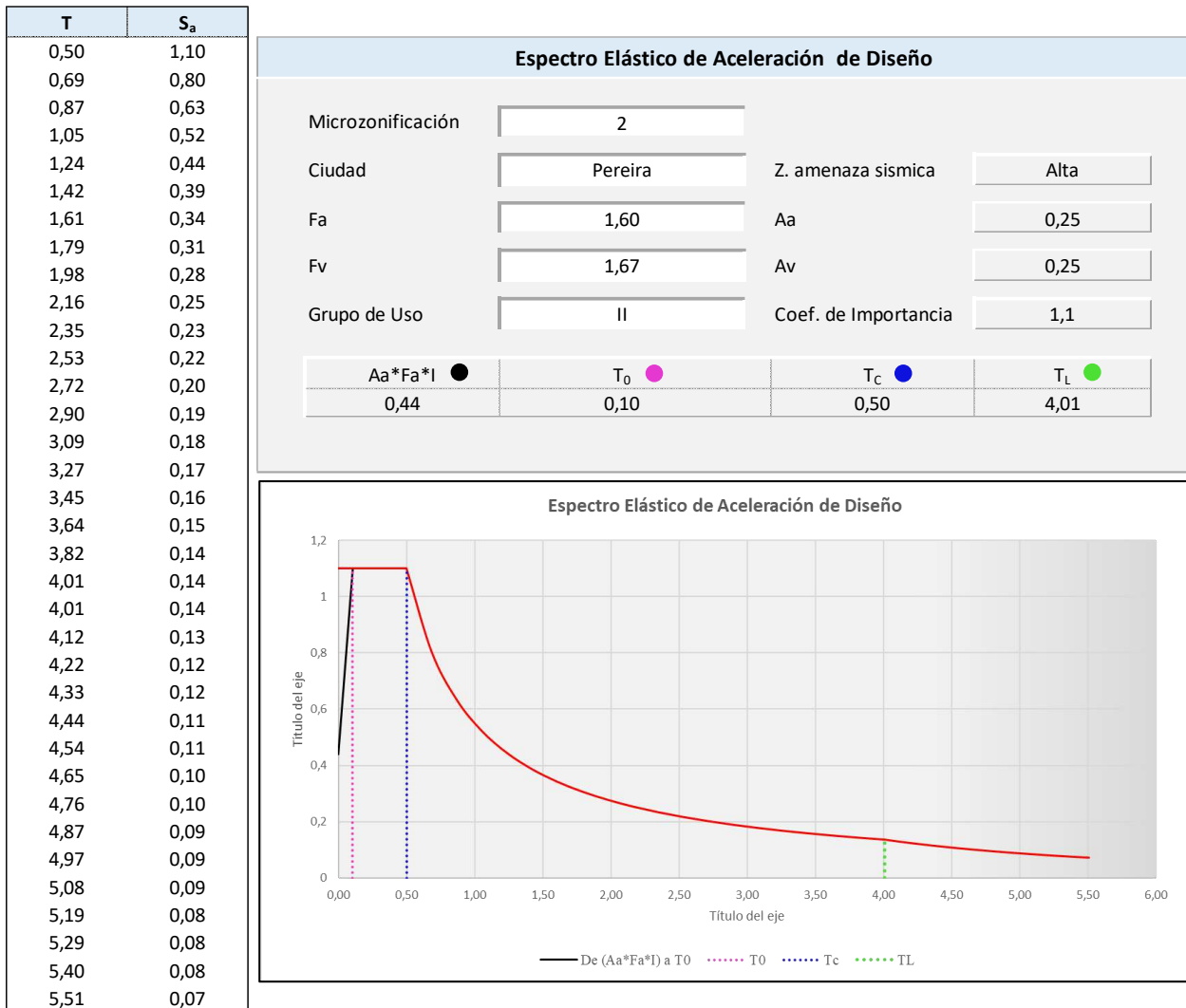
la microzonificación de Pereira para la zona 2 (tabla 6).

Figura 21.
Espectro de diseño NSR-10 A.2.6



Nota: esta figura muestra las fórmulas para calcular el espectro de diseño (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, p. A27)

Tabla 6.
Espectro de diseño paciente



Nota: en esta tabla se presenta los cálculos del espectro de diseño. Los coeficientes espectrales de diseño se toman de la microzonificación de Pereira, establecidos para la zona 2. (Área Metropolitana Centro Occidente, 2011, pp. 25-26), elaboración propia

✓ Tipo de cimentación realizada

La estructura fue diseñada con zapatas independientes con una capacidad portante según plano de cimentación existente de 13.5 ton/m², sin embargo, en el estudio de suelo realizado por la firma Geotecnia Ingeniería Ltda. en el año 2009, se plantea un sistema de cimentación en caisson.

8.4 Diagnóstico

8.4.1 Lesiones

De acuerdo a la información recolectada en la historia clínica del paciente se identifica que en 2004 el centro comercial entra en crisis y comienza a quedarse solo hasta quedar abandonado, trayendo como consecuencia su vandalización, lo que produjo la pérdida de cerramiento (cubierta y fachada).

En estas condiciones la patología encontrada es indirecta, identificada como abandono, pérdida de cerramiento y falta de mantenimiento que ha ocasionado que se presenten lesiones de tipo físicas (60%), mecánicas (9%) y químicas (31%), en elementos estructurales y no estructurales como fisuras por dilatación y contracción, pérdida de recubrimiento del concreto, oxidación, corrosión, erosión, humedades y pérdida de espesor de plaqueta.

8.4.2 Ensayos destructivos y no destructivos

De acuerdo a las lesiones que el paciente presenta, se hace necesario realizar ensayos destructivos y no destructivos, los cuales se presentan a continuación.

8.4.2.1 Ensayos destructivos

- **Núcleos de concreto:** este ensayo permite conocer la resistencia del concreto, para ello se aplicó la norma I.N.V. E-410-13 y I.N.V. E -418-13.

Se realizaron 3 núcleos en el 4 piso, lugar donde se evidencia mayor afectación de la estructura debido a que se encuentra expuesta a agentes atmosféricos (lluvia, viento y contaminación ambiental).

Se obtiene una densidad promedio de 2.35 gr/cm^3 , la resistencia promedio alcanzada para 3000 PSI fue del 39%, donde se evidencia que el concreto presenta una baja resistencia.

en la tabla 7 se detallan los resultados y en la figura 22, se presenta el registro fotográfico.

Tabla 7.
Resultados extracción de núcleos de concreto 4 piso

No. cilindro	Densidad Gr/cm³	Resistencia		% Alcanzado	Ubicación
		Kg/cm2	PSI		
1	2,44	60	859	29%	Columna 8D
2	2,26	68	969	32%	Columna 10B
3	2,35	116	1647	55%	Columna 11D
Promedio	2,35	81	1158	39%	

Nota: % alcanzado para una resistencia de 3000 PSI. Elaboración propia

Figura 22.
Extracción núcleos de concreto



Nota: Se realizar 3 extracciones en el 4 piso. Elaboración propia

En la tabla 8, se presentan los resultados obtenidos en 2018 por la empresa Ingeniería y Geotecnia SAS, donde las resistencias promedio variaron entre 3808.9 y 4401.4 PSI,

Tabla 8.
Densidad y resistencia

NIVEL	DENSIDAD PROMEDIO	RESISTENCIA PROMEDIO		RESISTENCIA MAX	RESISTENCIA MIN	DENSIDAD MINIMA
	(gr/cm3)	(kg/cm2)	PSI	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(gr/cm3)
1	2,283	276,0	3943,4	340,4	186,0	2,197
2	2,359	280,0	4000,6	332,6	229,8	2,254
3	2,285	266,6	3808,9	384,0	63,9	2,117
4	2,307	271,3	3875,5	323,0	226,5	2,240
5	2,374	308,1	4401,4	364,8	216,4	2,281
GENERAL	2,315	276,6	3951,4	384,0	63,9	2,117

Nota: Resultado cilindros de concreto 2018 (Geotecnia Ingeniería Ltda., 2018)

8.4.2.2 Ensayos no destructivos

- **Escáner tipo ferroskan:** este ensayo permite conocer la ubicación del acero y la separación de los estribos, se realizaron 15 lecturas, con escáner Bosh profesional Wallscanner D-tect 150, Tabla 9 y anexo 1.

Tabla 9.
Separación entre estribos

Piso	Ubicación	Separación entre estribos (cm)
4 piso	Eje 8D, 10B	10
4 piso	Eje 11D	18
3 piso	Eje 7D, 9B, 10D, 11B	15
2 piso	8D, 9B	15
2 piso	10D	18
1 piso	8D	17
1 piso	9A, 10D,	15
Sótano	10D, 8E, 7D	15

Nota: separación de estribos por piso y ubicación

- **Esclerometría:** se realizan 15 esclerometrías, 3 por cada piso, con el objeto de determinar la resistencia del concreto.

De acuerdo a la tabla 10, se evidencia que los resultados obtenidos, se encuentran en un alto porcentaje por debajo del concreto requerido de 3000 PSI. El registro fotográfico se encuentra en el anexo 1.

Tabla 10.
Resistencia del concreto, NTC 3692

Piso	Ubicación	Elemento	F'c prom (Kg / cm ²)	F'c prom PSI
4 piso	Eje 8D	Columna	120	1706.8
4 piso	Eje 10B	Columna	130	1849.0
4 piso	Eje 11D	Columna	190	2702.4
3 piso	Eje 7D	Columna	180	2560.2
3 piso	Eje 9B	Columna	180	2560.2
3 piso	Eje 10D	Columna	158	2247.3
3 piso	Eje 11B	Columna	190	2702.4
2 piso	Eje 8D	Columna	190	2702.4
2 piso	Eje 9B	Columna	180	2560.2
2 piso	Eje 10D	Columna	180	2560.2
1 piso	Eje 8D	Columna	180	2560.2
1 piso	Eje 9A	Columna	180	2560.2
1 piso	Eje 10D	Columna	165	2346.9
Sótano	Eje 10D	Columna	238	3385.16
Sótano	Eje 8E	Columna	238	3385.2
Sótano	Eje 7D	Columna	180	2560.2

Nota: esta tabla presenta la resistencia al concreto por piso y ubicación. elaboración propia

- **Carbonatación:** permite conocer hasta que profundidad se encuentra afectado el concreto, para ello se utiliza un compuesto químico inorgánico llamado fenolftaleína, el cual, al aplicarse a una superficie expuesta, puede determinar la fracción del concreto no afectado.

Teniendo en cuenta que la mayor afectación que presenta la estructura se encuentra en el cuarto piso, se realizan tres pruebas de carbonatación en columnas, las cuales presentan alto grado de carbonatación.

El estado avanzado de carbonatación, provoca la pérdida de capacidad para proteger la armadura y da inicio al proceso de oxidación y posterior corrosión (figura 23).

Figura 23.
Carbonatación



Nota: se realiza carbonatación a columnas en el 4 piso, ejes 8D, 10B, 11D.

- Ensayo para medir la humedad relativa:** Debido a las humedades que se presentan en la edificación, se hace necesario conocer el % de humedad, para ello se utilizó el medidor de humedad para concreto, marca Beetro ref BE0083, el cual presenta una escala entre 1.2% – 7.5%.

En la figura 24, se presenta las humedades más representativas por piso, las cuales variaron entre 2.2% y 7.1% y en la tabla 11, se relacionan todas las lecturas efectuadas.

Figura 24.
Medición humedad relativa

			
Piso	Sótano	Sótano	Sótano
Elemento	Piso	Muro	Columna
Ubicación	Eje 8 y 9 B'D	Eje 8 y 9 E	Eje 11E
% Humedad	7,1	5,8	5,8
			
Piso	1 piso	1 piso	1 piso
Elemento	Plaqueta entrepiso	Muro	Columna
Ubicación	Eje 8D	Eje 10 y 11 E	Eje 7E -
% Humedad	7,0	6,7	6,1
			
Piso	2 piso	2 piso	2 piso
Elemento	Columna	Columna	Muro
Ubicación	Eje 8E	Eje 7D	Eje 11A
% Humedad	7,0	5,6	4,7
			
Piso	2 piso	3 piso	4 piso
Elemento	Plaqueta entrepiso	Columna	Plaqueta entrepiso
Ubicación	11BD	Eje 10B	Eje 7 y 8 AB
% Humedad	4,5	2,2	4,3

Nota: se presenta las lecturas más representativas por cada piso. Elaboración propia

Tabla 11
Humedades relativas.

Piso	Ubicación	Elemento	% humedad relativa	°C
Sótano	8 y 9 B'D	Piso	7.1	23.7
Sótano	11E	Columna	5.8	23.5
Sótano	7 y 8 E	Muro	1.3	23.9
Sótano	7E	Muro	4.3	24.3
Sótano	8 y 9 E	Muro	5.8	23.7
Sótano	8 y 9 B'D	Muro	2.5	23.7
1 piso	8D	Entrepiso	7.0	24.2
1 piso	7E	Columna	6.1	23.0
1 piso	11A	Muro	4.7	26.1
1 piso	10 y 11 E	Muro	6.7	24.4
2 piso	11BD	Entrepiso	4.5	26.3
2 piso	7D	Entrepiso	2.8	24.9
2 piso	7D	Columna	5.6	25.0
2 piso	9E	Columna	2.2	25.6
2 piso	10D	Columna	3.8	26.2
2 piso	8E	Columna	7.0	25.6
2 piso	11A	Muro	4.7	26.1
2 piso	7A	Muro	1.7	26.4
2 piso	11A	Muro	4.7	26.1
3 piso	8A	Columna	1.0	26.7
3 piso	10E	Columna	1.7	27.1
3 piso	10B	Columna	2.2	26.8
4 piso	7 y 8 AB	Entrepiso	4.3	29.8

Nota: se presentan las humedades tomadas al paciente. Elaboración propia

9. Estudio de Vulnerabilidad Sísmica

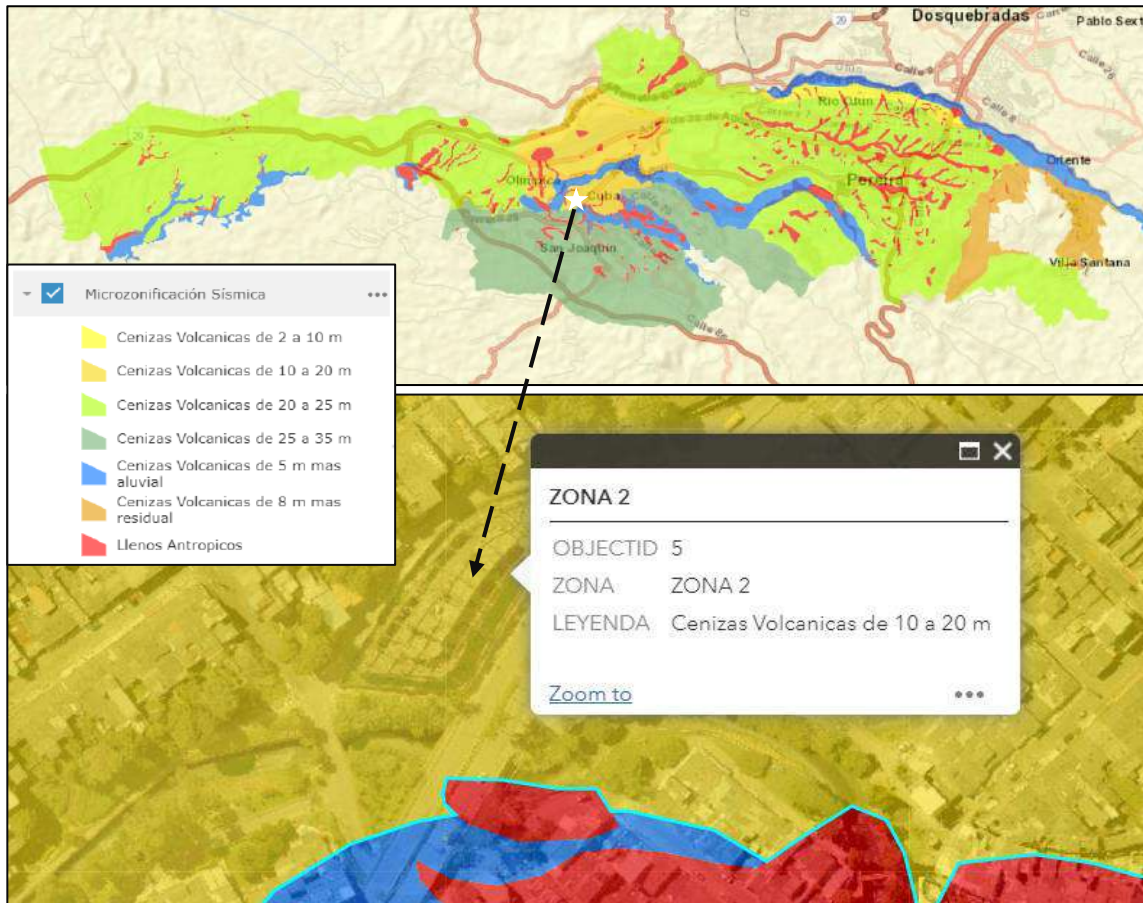
9.1 Ubicación del paciente en la microzonificación sísmica Pereira

La estructura se encuentra ubicada en la zona 2 de la microzonificación sísmica de Pereira, figura 25, caracterizándose por presentar una topografía plana y con muy baja disección. El subsuelo está constituido por depósitos de cenizas volcánicas, con un espesor entre 10 y 20 mt, reposando sobre terrazas aluviales semiconsolidadas que se encuentran entre 20 y 30 mt de profundidad. (Área Metropolitana Centro Occidente, 2011, pp. 25-26)

Las principales fallas que atraviesan la ciudad de Pereira son: Cauca Almaguer, Silvia Pijao, Palestina, Quebrada Nueva, San Jerónimo y Santa Rosa que sería la falla más cercana al

paciente, en la figura 20, se pueden observar detalladamente y en la tabla 4 se encuentra la descripción de cada una.

Figura 25.
Ubicación del paciente en la Microzonificación Sísmica



Nota: El paciente se ubica en la zona 2 de la microzonificación sísmica de Pereira (Alcaldía de Pereira, 2021b) y elaboración propia

9.2 Determinación de la zona sísmica, el valor de Aa y Av ó Ad:

Tabla 12.
Coeficientes espectrales de diseño microzonificación Pereira, zona 2

To	Tc	TL	Aa	Av	Fa	Fv
0.10	0.50	4.0	0.25	0.25	1.60	1.67

Nota: Esta tabla presenta los coeficientes espectrales de diseño para la zona 2 de la microzonificación de Pereira (Área Metropolitana Centro Occidente, 2011, pp. 25-26), elaboración propia

Tabla 13.
Grupo de uso e importancia

Grupo de Uso	I
II	1.10

Nota: La tabla corresponde a información tomada de la NSR-10 (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, pp. A25-A26), elaboración propia

Nomenclatura

Aa: Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.

Av: Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño

Fa: Coeficiente de amplificación de la aceleración en períodos cortos

Fv: Coeficiente de amplificación de la aceleración en períodos intermedios

I: Coeficiente de importancia

Grupo II: Estructuras de ocupación especial

9.3 Análisis de vulnerabilidad sísmica del paciente

9.3.1 Estudio de vulnerabilidad 2010

Realizado por ingeniero Julio Cesar González, quien toma como base para el estudio de vulnerabilidad, planos arquitectónicos, planos estructurales, copia del informe del estudio suelos actualizado y los resultados de la extracción de 10 núcleos realizados por la firma Geotecnia Ingeniería Ltda., y ensayos de esclerometría 4 columnas y 6 vigas escogidas al azar por la firma Tecnosuelos.

Los ensayos realizados a la estructura dan como resultado que el $f'c$ supera los 3000 psi.

Para la evaluación de la vulnerabilidad estructural, tuvieron en cuenta la metodología propuesta en la norma NSR-10 capítulo A-10 “Edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del reglamento de la norma NSR-98”.

En la tabla 14, se presentan los avalúos de carga.

Tabla 14.
Avalúos de carga

Carga muerta	Losas existentes	5.19 KN/m ²
	Losas adición	4.10 KN/m ²
Carga viva	Losas existentes	5.00 KN/m ²
	Losas adición	5.00 KN/m ²
Carga sísmica	Coeficiente de aceleración pico	Aa = 0.25
	Coeficiente de velocidad pico	Av = 0.25
	Coeficiente de importancia	I = 1.20
	Factores amplificación del suelo	Fa = 1.60
	Según microzonificación	Fv = 1.67

Nota: en la tabla se presenta los resultados obtenidos de carga muerta, carga viva y carga sísmica (González, 2010) y elaboración propia

El índice de flexibilidad (IFL) se calculó como la relación entre la deriva de piso y la deriva admisible, dando como resultado 1.1, dando cumplimiento a la norma NSR-10 artículo A-10.9.2.3 donde se permite un índice de flexibilidad inferior a 1.5.

El índice de sobre esfuerzo vario entre 0.73 y 1.02 y de acuerdo a NSR-10 este no debe ser mayor a 1.

Con los resultados obtenidos se califica el diseño y la construcción como buena y no se requiere que la edificación sea reforzada estructuralmente (González, 2010).

9.3.2 Análisis de riesgos estructurales

De acuerdo a la figura 12, “lesiones por elementos”, se realiza el análisis de los riesgos estructurales que presenta la edificación, figuras 26 a la 30.

Figura 26.
Análisis de riesgos estructurales - plaqueta superior entrepiso



Nota: lesiones evidenciadas en las plaquetas, elaboración propia

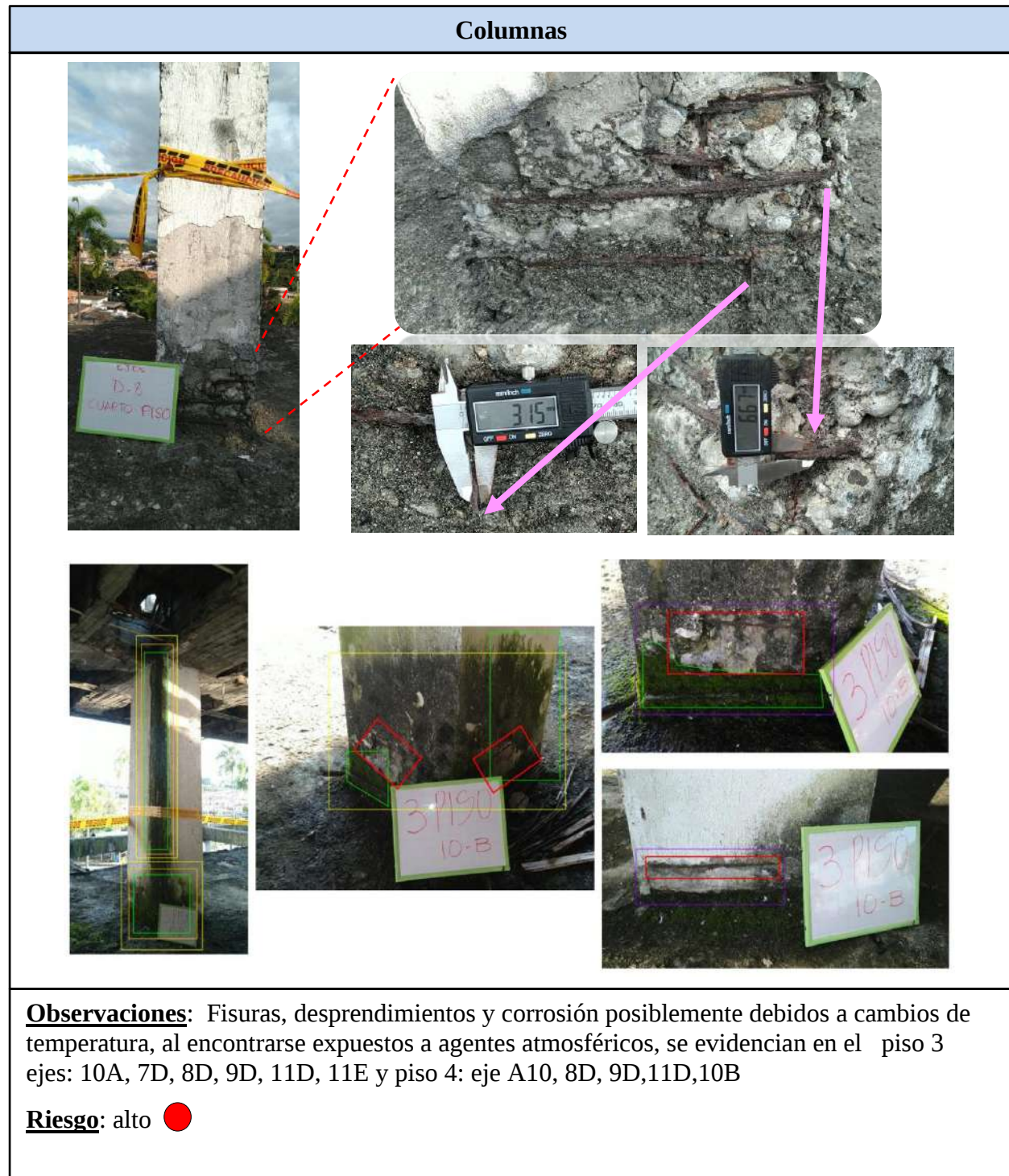
Figura 27.

Análisis de riesgos estructurales - Fachada

Fachada	
 Fachada principal	 Fachada posterior
 Fachada principal	 Fachada principal
Observaciones: la estructura no cuenta con fachada, ocasionando que en la edificación se presenten lesiones como humedad por filtración, presencia de organismos animales y vegetales, oxidación, erosión atmosférica, suciedad por lavado diferencial y depósito Riesgo: alto ●	

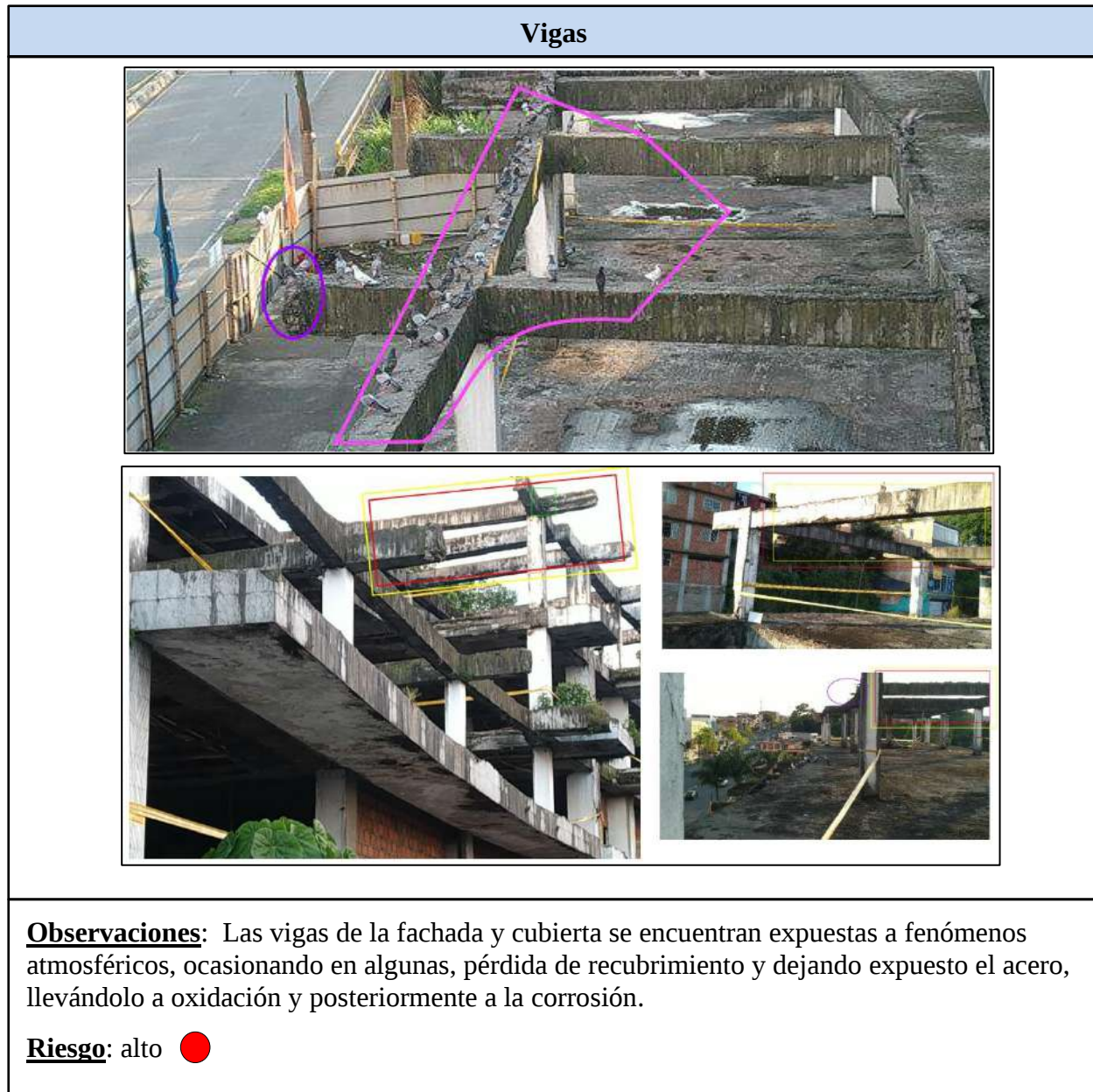
Nota: se presentan las lesiones evidenciadas en fachada, elaboración propia

Figura 28.
Análisis de riesgos estructurales en Columnas



Nota: en esta figura se muestran las lesiones presentadas en columnas. Elaboración propia

Figura 29.
Análisis de riesgos estructurales en vigas



Nota: se presenta lesiones en vigas. Elaboración propia

Figura 30.

Análisis de riesgos estructurales en Muros en concreto y mampostería

Muros en concreto

Observaciones: Estos muros se localizan a nivel del sótano y presentan humedad por filtración principalmente en el sector donde se encuentran las juntas de separación sísmica Riesgo: medio ●
Muros en mampostería

Observaciones: estos muros tienen humedad por filtración en los sectores donde se localizan las juntas de separación sísmica, presencia de organismos vegetales y suciedad por depósito Riesgo: medio ●

Nota: se presentan las lesiones en muros. Elaboración propia

9.3.3 Normatividad

Por tratarse de una edificación construida después 01/12/1984 y antes del 19/02/1998, dentro de la vigencia del decreto 1400 de 1984, se hace referencia a la norma NSR-10, numeral A.10.9.2.3

En la tabla 15, se presenta la variación de los índices de flexibilidad y sobreesfuerzo calculados en los años 2010 y 2022

a)

Tabla 15. Índices de flexibilidad y sobreesfuerzo 2010 y 2022

2010	Índice flexibilidad	$1.1 < 1.5$ (NSR-10) Cumple
	Índice de Sobreesfuerzo	entre 0.73 y $1.02 < 1$ (NSR-10) No cumple
2022	Índice flexibilidad	$2.2 < 1.5$ (NSR-10) No cumple
	Índice de Sobreesfuerzo	entre 1.048 y $3.163 < 1$ (NSR-10) No cumple Al no cumplir con las especificaciones de la norma, se debe reforzar la estructura

Nota: en esta tabla se presentan el resultado de los índices de flexibilidad y sobreesfuerzo realizados en 2010 por el ingeniero Julio Cesar González y en 2022 por los autores

b) $A_e \text{ Pereira} = 0.2$ (NSR-10)

c) Acabados y elementos arquitectónicos (NSR-10 A.9.5) **No se tienen**

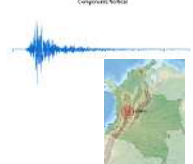
9.3.4 Matriz de Vulnerabilidad

En la figura 31 se presenta la matriz de vulnerabilidad del paciente

Figura 31.
Matriz de vulnerabilidad

MATRIZ DE VULNERABILIDAD
Estudio Patológico Centro Comercial Cuba, ubicado en Pereira (Risaralda)

	Estructura					Suelos
	Fachada	Placa	Columnas	Vigas	Muros	
Fotografía						
Ejes		1 piso: DE8 al 11 - 11D -7 y 8E 3 piso: 11B, 10A 4 piso: D10, BD 10-11	3 piso: 10B 4 piso: 10A, 7D, 8D, 9D, 11D, 11E	Cubierta y fachada	7 - 11 AE desde el sótano hasta el 3 piso	
Descripción	El centro comercial no cuenta con cubierta ni fachada, lo que causa que se presenten humedades, crecimiento de vegetación e ingreso y proliferación de aves (palomas)	Disminución en el espesor y pérdida de plaqueta en algunas áreas de la edificación, posiblemente se deba a agentes atmosféricos, humedades por filtración, crecimiento de vegetación y al excremento de aves	Presentan fisuras, desprendimientos y corrosión, causadas posiblemente por la exposición a agentes atmosféricos y cambios de temperatura	Exposición a agentes atmosféricos, principalmente las vigas que se encuentran en la cubierta y fachada, ocasionando en algunas, pérdida de recubrimiento y exposición del acero, lo que genera oxidación y corrosión	Humedades por filtración en los muros cercanos a las juntas de separación sísmica que se encuentran entre los módulos 1 y 3 También se evidencia en el 3 piso eje A10 rotura de mampostería por vandalismo	- Ceniza volcánica de textura limo arenosa de color amarillento - Nivel freático varía entre 1,7 y 3,5 mt

	Materiales	Sismo	Fisuras	Organismos		Cuerpos de agua
				Vegetales	Animales	
Fotografía						
Ejes						
Descripción	Concreto: Reforzado de 21 Mpa Fy= 420 Mpa	Sismo Eje Cafetero 25 enero de 1999 - Pereira se encuentra en zona de amenaza sísmica alta - En 1999 se tuvo un sismo de magnitud de 6.2 en la Escala de Richter La edificación presentó afectación en su fachada, que estaba conformada en vidrio	Se evidencian fisuras principalmente en la plaqueta inferior del entrepiso del primer piso	Presencia de vegetación en todos los pisos, atribuibles a humedades por filtración, cuerpos de agua, agentes atmosféricos y excremento de aves	Presencia de aves (palomas) a lo largo de toda la edificación	Presentes en toda la edificación, debidos a la desprotección de la cubierta, fachada y el ingreso de agua por la juntas de separación sísmica que llegan hasta el sótano

Calificación	B2
Color	Riesgos que necesitan MITIGACIÓN: planes de actuación correctivos

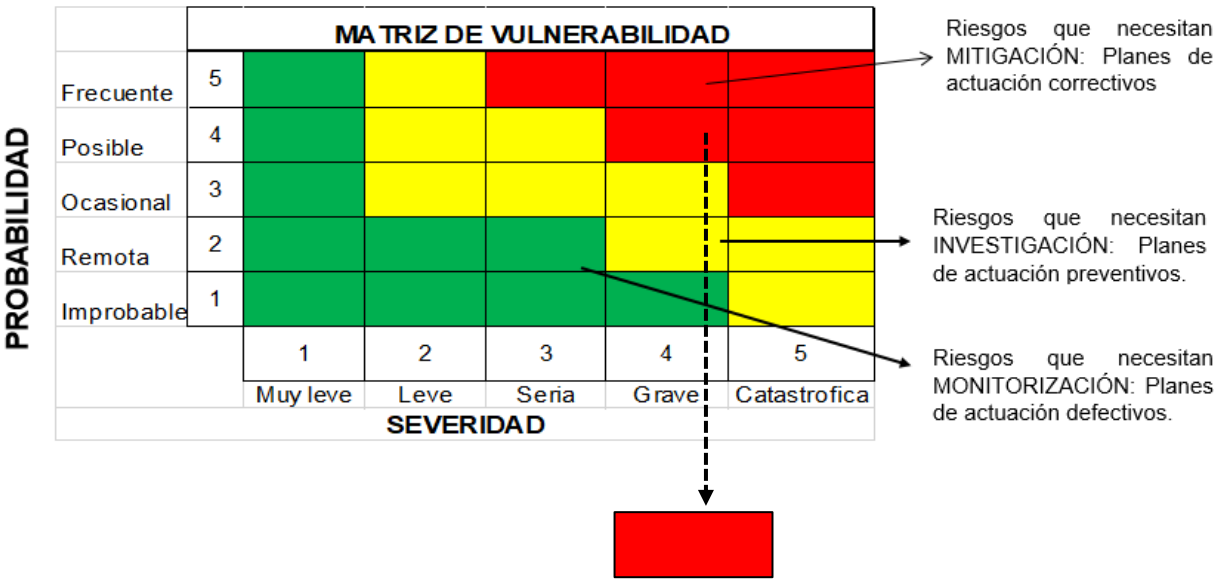
Nota: se presenta la matriz de vulnerabilidad con su calificación. Elaboración propia

Para la calificación se tuvo en cuenta la tabla 16

Tabla 16.
Etapas y matriz de vulnerabilidad

Etapas de Vulnerabilidad		
Probabilidad de ocurrencia	Definición	Categoría
Frecuente	Significativa probabilidad de ocurrencia	A
Moderado	Mediana probabilidad de ocurrencia	B
Remota	Baja probabilidad de ocurrencia	C
Extremadamente remota	Difícil que ocurra	D

Clasificación del Riesgo	
Categoría	Riesgo
1	Muy alto
2	Alto
3	Medio
4	Bajo



Nota: en esta tabla se muestran los parámetros utilizados para calificar el paciente (Vanegas, 2022), elaboración propia

9.3.5 Patología de los mecanismos de falla estructural

En las figuras 32 a la 36 se encuentran la patología por mecanismos de falla estructural

Figura 32.

Ficha 1 Patología de los mecanismos de falla estructural - Columnas

Localización		Daño		Descripción del daño	
Localización	Tipo	Estado	Criterio	Apariencia típica	
En toda la edificación	Por cortante	Ninguno / Muy leve	No se evidencian fisuras		
En toda la edificación	Por compresión	Ninguno / Muy leve	No se evidencian fisuras	Similar a la imagen anterior	
3 piso: eje 10D y 10B 4 piso: eje 8D, 9D y 11D	Exposición ambiental por cambios de humedad y temperatura	Severo	Concreto no permeable que al estar expuesto a cambios atmosféricos, generó pérdida de recubrimiento, viéndose afectado por procesos de difusión que generaron carbonatación, redujeron el pH de concreto y aceleraron la corrosión del acero.		
4 piso eje 8D, 9D y 11D	Exposición ambiental por corrosión galvánica	Severo	Presencia de corrosión	Similar a la imagen anterior	

Realizan Ing. Luz Marina Orozco B. - Ing. Rene Restrepo B.

Fecha 6/04/2022

Nota: en esta ficha se presentan los tipos de daño estructurales por columnas. Elaboración propia

Figura 33.

Ficha 2 Patología de los mecanismos de falla estructural - Vigas

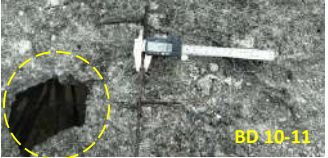
 		Centro Comercial Cuba Carrera 15 No. 72C-51 Barrio Cuba Patología de los mecanismos de falla estructural Ficha No. 02		
Patología de la Construcción				
VIGAS				
Localización	Daño		Descripción del daño	
	Tipo	Estado	Criterio	Apariencia típica
En toda la edificación	Por cortante	Ninguno / Muy leve	No se evidencian fisuras	
En toda la edificación	Por compresión	Ninguno / Muy leve	No se evidencian fisuras	Similar a la imagen anterior
3 Piso: eje 8E, 10E y 11E, 4 piso: eje 9D	Exposición ambiental por cambios de humedad y temperatura	Severo	Pérdida de sección de viga por acción vandálica, quedando en algunos casos los aceros expuestos a la intemperie, ocasionando oxidación y corrosión en el elemento	
4 piso	Exposición ambiental por corrosión galvanica	Severo	Presencia de corrosión en algunas vigas	Similar a la imagen anterior

Realizan	Ing. Luz Marina Orozco B. - Ing. Rene Restrepo B.	Fecha	6/04/2022
----------	---	-------	-----------

Nota: en esta ficha se presentan los tipos de daño estructurales por vigas. Elaboración propia

Figura 34.

Ficha 3 Patología de los mecanismos de falla estructural – Placa

 		Centro Comercial Cuba Carrera 15 No. 72C-51 Barrio Cuba Patología de los mecanismos de falla estructural Ficha No. 03		
Patología de la Construcción				
PLACA				
Localización	Daño		Descripción del daño	
	Tipo	Estado	Criterio	Apariencia típica
Sótano	A flexión	Ninguno / Muy leve	No se detectan fisuras, ni descascaramientos	
1 y 2 piso	A flexión	Moderado	- La plaqueta presenta pérdida de sección total y parcial, reduciendo la capacidad a flexión - El excremento de palomas y la humedad por filtración de aguas lluvias, ocasionan el crecimiento de microflora y microorganismos, lo que conlleva a producir ácidos que terminan deteriorando el concreto	
3 Piso	A flexión	Fuerte	Igual que el anterior	
4 piso	A flexión	Severo	Igual que el anterior	 

Realizan Ing. Luz Marina Orozco B. - Ing. Rene Restrepo B.

Fecha 6/04/2022

Nota: en esta ficha se presentan los tipos de daño estructurales por placa. Elaboración propia

Figura 35.

Ficha 4 Patología de los mecanismos de falla estructural - Muros en concreto

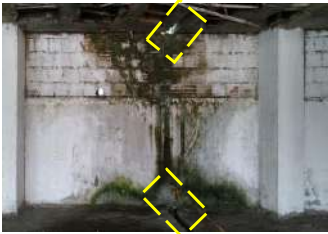
Localización		Daño		Descripción del daño	
	Tipo	Estado	Criterio	Apariencia típica	
Sótano	A flexión	Ninguno / Muy leve	No presenta fisuras de corte, fisuras verticales ni descascaramiento		
Sótano	A compresión	Ninguno / Muy leve	No se presentan fisuras		
Sótano	Por cortante	Ninguno / Muy leve	Igual que el anterior	Igual que la figura anterior	

Realizan Fecha

Nota: en esta ficha se presentan los tipos de daño estructurales de los muros en concreto. Elaboración propia

Figura 36.

Ficha 5 Patología de los mecanismos de falla estructural - Muros en mampostería

 		Centro Comercial Cuba Carrera 15 No. 72C-51 Barrio Cuba Patología de los mecanismos de falla estructural Ficha No. 05		
Patología de la Construcción		MUROS EN MAMPOSTERIA		
Localización	Daño		Descripción del daño	
	Tipo	Estado	Criterio	Apariencia típica
Desde el piso 1 hasta el 3	A flexión	Ninguno / Muy leve	No presenta fisuras	
Desde el piso 1 hasta el 3	A cortante	Ninguno / Muy leve	No presenta fisuras de corte, fisuras verticales ni descascaramiento	Similar a la imagen anterior
Desde el piso 1 hasta el 3	A flexión	Severo	Humedad que se presenta por la desprotección de las juntas de separación sísmica entre módulos 1 y 3	
3 piso Entre ejes A10 y A11	A flexión	Severo	Muro no confinado, con abertura no controlada	

Realizan Ing. Luz Marina Orozco B. - Ing. Rene Restrepo B.

Fecha 6/04/2022

Nota: en esta ficha se presentan los tipos de daño estructurales de los muros en mampostería. Elaboración propia

10. Propuestas de Intervención

De acuerdo al diagnóstico, el origen principal de las lesiones corresponde a la pérdida de cerramiento (cubierta y fachada) y falta de mantenimiento, lo que ha conllevado a que la edificación presente diferentes grados de deterioro tanto en el interior como el exterior, para ello se plantean dos alternativas que ayudaran a mejorar las condiciones y darle uso a la edificación.

10.1 Propuesta 1

Recalce de cimentación y elementos estructurales, construcción de pantallas, instalación de cubierta y fachada, cambio de plaquetas de entrepiso y mejoramiento de suelo a través de inyecciones de lechada

La edificación fue construida bajo la norma sismo-resistente CCCSR-84 y no cumple con los parámetros exigidos por la norma actual NSR-10, por esto se recomienda la construcción de pantallas y el recalce de elementos estructurales y la cimentación para que cumpla con la normatividad actual.

Adicionalmente como la estructura no cuenta con cerramiento (cubierta, fachada), se hace necesaria la instalación de las mismas, para evitar las humedades dentro de la edificación.

Debido a que las plaquetas de entrepiso presentan disminución de espesor y en algunos casos pérdida parcial de las misma, se recomienda el reemplazo de estas.

Para mejorar la capacidad portante del suelo se propone un sistema de inyección de lechada de agua cemento.

10.2 Propuesta 2

Demolición del cuarto piso, construcción de pantallas, instalación de cubierta y fachada, cambio de plaquetas de entrepiso

Se recomienda la demolición del último piso con el objeto de quitarle peso a la edificación, construir pantallas e instalar cubierta y fachada y reemplazar las plaquetas de entrepiso.

11. Diseño Metodológico

11.1 Enfoque metodológico

Para este proyecto se tiene un enfoque Cuantitativo, teniendo en cuenta que la información que se obtiene permite medir y conocer el estado actual de la edificación.

11.2 Tipo de Investigación

Se utiliza la “investigación descriptiva”, debido a que esta se fundamenta en realidades donde se describen, registran, analizan, interpretan y se informa los resultados obtenidos (Rodríguez, 2005).

En el caso del paciente esta información se va obtener a través de visitas de campo y ensayos de laboratorio, con estos resultados se procederá a analizar e interpretar la información obtenida.

11.3 Fases

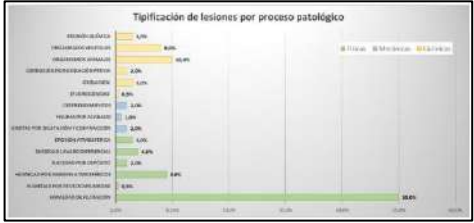
La metodología se basó en 4 fases, las cuales se presentan en las figuras 37 a 40.

Figura 37.
Fase 1

Fase 1		
Identificar en visita técnica la patología que el paciente presenta		
No.	Actividad	Registro fotográfico
1	Realización de visitas de inspección visual, donde se observa el entorno de la edificación, el sistema constructivo y se identifican las lesiones presentes en el paciente	
2	Recopilación de la información a través de fichas de patología en las cuales se registran los datos obtenidos durante las visitas.	

Nota: esta figura presenta la inspección visual y recopilación de información. Elaboración propia

Figura 38.
Fase 2

Fase 2 Realizar ensayos en campo		
No.	Actividad	Registro fotográfico
1	Tabulación de las fichas de patología, para determinar las lesiones que se presentan con mayor frecuencia	
2	Determinación de los ensayos que se deben realizar al paciente, teniendo en cuenta las lesiones evidenciadas durante las visitas	
3	Realización de los siguientes ensayos: - Estudio de suelos - Escáner tipo ferroskan - Esclerometría - Extracción de núcleos - Carbonatación - Medición de humedad relativa al concreto	

Nota: En esta etapa se determinan los ensayos que se deben realizar al paciente. Elaboración propia

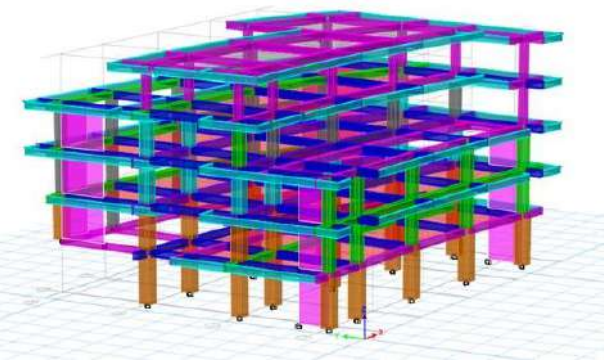
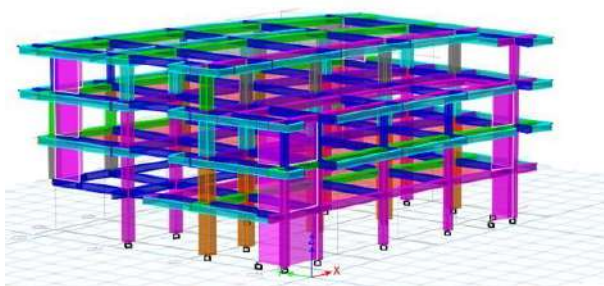
Figura 39.
Fase 3

Fase 3 Analizar resultados de laboratorio		
No.	Actividad	Registro fotográfico
1	Revisión de los resultados obtenidos en laboratorio: - Estudio de suelos: la capacidad portante obtenida a 1.5 mt fue de 7.5 ton/m², con una profundidad de desplante de 1 mt, nivel freático 1.7 mt y 3.7 mt, la relación de vacíos (e) vario entre 1.7 y 3.4, la porosidad vario entre el 61% y 77% - Ensayo núcleos de concreto: Densidad 2.35 gr/cm³, resistencia promedio alcanzada para 3000 PSI fue del 39% - Ensayo escáner tipo ferroskan: separación entre estribos varía entre 10 y 18 cm - Esclerometría: variaron entre 1706.8 PSI y 3385.16 PSI. - Carbonatación: Se realiza en el 4 piso y se obtiene una alta carbonatación en los elementos analizados - Humedad relativa: vario entre 1.2% y 7.1%. La escala del medidor de humedad para concreto se encuentra entre 1.2% y 7.5%	  

	Determinación del estado en que se encuentra la edificación 2 - Baja resistencia en la capacidad portante del suelo - Baja resistencia del concreto - Alta carbonatación - Humedades relativas, cercanas al límite superior del medidor de humedades para concreto	
--	--	--

Nota: En esta etapa se analiza la información obtenida. Elaboración propia

Figura 40.
Fase 4

Fase 4 Proponer soluciones de mejoramiento patológico del paciente		
No.	Actividad	Registro fotográfico
1	Propuesta 1: Recalce de cimentación y elementos estructurales, construcción de pantallas, instalación de cubierta y fachada, cambio de plaquetas de entrepiso y mejoramiento de suelo a través de inyecciones de lechada	 <i>Fuente</i> propia, Etabs V. 2016
2	Propuesta 2: Demolición del cuarto piso, construcción de pantallas, instalación de cubierta y fachada, cambio de plaquetas de entrepiso	 <i>Fuente</i> propia, Etabs V. 2016

Nota: En esta fase se realizan propuestas para mejorar las lesiones presentes en el centro comercial. Elaboración propia

12. Presupuesto

12.1 Propuesta 1

Tabla 17.

Presupuesto propuesta 1

PRESUPUESTO PROPUESTA 1 (en miles de \$)					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR UNITARIO	VR PARCIAL
1.00	PRELIMINARES				\$ 14.637,95
1.01	Campamento de obra	m ²	30,00	\$ 145,31	\$ 4.359,15
1.02	Instalación provisional de acueducto y saneamiento	Glb	1,00	\$ 1.978,64	\$ 1.978,64
1.03	Instalación provisional energía eléctrica	Mes	6,00	\$ 450,76	\$ 2.704,56
1.04	Valla de identificación de obra área mayor a 4 m2	m ²	1,00	\$ 290,78	\$ 290,78
1.05	Avisos de señalización	Und	12,00	\$ 348,74	\$ 4.184,82
1.06	Protección de edificios con polisombra de 80%	m ²	250,00	\$ 4,48	\$ 1.120,00
2.00	DESMONTES Y DEMOLICIONES				\$ 20.576,15
2.01	Demolición de muro de fachada, incluye alfajías revoque, sobreacarreos y retiro de escombros	m ²	150,00	\$ 18,13	\$ 2.719,95
2.02	Demolición plaqueta de entrepiso hasta e=0.05 m incluye retiro botadero	m ²	2.045,54	\$ 5,59	\$ 11.430,48
2.03	Demolición de vigas 4 piso y retiro de escombros	m ³	30,00	\$ 169,10	\$ 5.072,94
2.04	Demolición de columnas 4 piso y retiro de escombros	m ³	8,00	\$ 169,10	\$ 1.352,78
3.00	EXCAVACIONES Y RELLENOS				\$ 8.222,78
3.01	Excavación en material común seco de 0-2 m manual	m ³	70,00	\$ 32,45	\$ 2.271,50
3.02	Lleno compactado con afirmado manual	m ³	40,00	\$ 114,10	\$ 4.564,08
3.03	Retiro de escombros	m ³	30,00	\$ 46,24	\$ 1.387,20
4.00	CIMENTACION				\$ 140.866,97
4.01	Corte mecánico con disco piso hasta 5 cm	m	80,00	\$ 9,61	\$ 768,80
4.02	Inyección agua cemento	Bulto	480,00	\$ 55,00	\$ 26.400,00
4.03	Zapatas en concreto de 20.7 Mpa	m3	108,00	\$ 554,95	\$ 59.934,17
4.04	Placa de contrapiso en concreto de 20.7 Mpa e= 0.10 m	m ²	50,00	\$ 66,39	\$ 3.319,35
4.05	Acero Fy = 60.000 psi d>1/4" en refuerzo de cimentación	kg	6.433,00	\$ 6,80	\$ 43.770,13
4.06	Mortero de reparacion (incluye aplicación)	m ²	32,00	\$ 68,59	\$ 2.194,98
4.07	Anclaje epóxico de 5/8"	Und	120,00	\$ 22,65	\$ 2.718,36
4.08	Suministro y aplicación de aditivo epóxico	m ²	30,00	\$ 58,71	\$ 1.761,18
5.00	ESTRUCTURA EN CONCRETO Y METALICA				\$ 467.623,51
5.01	Escarificación de recubrimiento columnas y vigas	m ²	145,00	\$ 42,60	\$ 6.176,71
5.02	Corte mecánico con disco mampostería- concreto hasta 5 cm	m	40,00	\$ 3,78	\$ 151,36
5.03	Concreto recalce de columnas de 27.6 MPa incluye sistema de atraque	m ³	40,44	\$ 921,84	\$ 37.279,33
5.04	Concreto recalce de vigas de 27.6 MPa incluye sistema de atraque	m ³	10,00	\$ 921,84	\$ 9.218,43
5.05	Concreto pantallas de 28 MPa	m ³	54,00	\$ 1.193,57	\$ 64.452,62
5.06	Concreto columnas 4 piso de 27.6 MPa incluye sistema de atraque	m ³	7,00	\$ 921,84	\$ 6.452,90
5.07	Concreto vigas cubierta de 27.6 MPa incluye sistema de atraque	m ³	30,00	\$ 921,84	\$ 27.655,29
5.08	Plaqueta de entrepiso e=0,06 m	m ²	2.045,54	\$ 53,60	\$ 109.640,94
5.09	Malla electrosoldada 6mm x 2,35 m x 6 m	Und	150,00	\$ 293,00	\$ 43.950,00
5.10	Acero Fy = 60.000 psi para refuerzo de estructuras	kg	16.959,00	\$ 6,80	\$ 115.389,04
5.11	Acero Fy = 60.000 psi para pantallas	kg	4.500,00	\$ 6,80	\$ 30.618,00
5.12	Inyección de grietas con Sikadur 52 o similar	Kg	15,00	\$ 133,19	\$ 1.997,88
5.13	Anclaje epóxico de 3/8"	Und	50,00	\$ 19,75	\$ 987,45
5.14	Anclaje epóxico de 3/4"	Und	70,00	\$ 25,45	\$ 1.781,29
5.15	Anclaje epóxico de 7/8"	Und	70,00	\$ 35,22	\$ 2.465,05
5.16	Suministro y aplicación de aditivo epóxico	m ²	120,00	\$ 58,71	\$ 7.044,72
5.17	Sistema de apuntalamiento temporal (estructura metálica)	m ²	150,00	\$ 15,75	\$ 2.362,50
6.00	MAMPOSTERÍA				\$ 37.237,81
6.01	Muros en ladrillo farol e= 12 cm	m ²	367,00	\$ 50,40	\$ 18.496,80
6.02	Columna de amarre 0.15 m x 0.20 m de 20.7 MPa (incluye refuerzo)	m	106,00	\$ 67,27	\$ 7.130,62
6.03	Vigas de amarre 0.15 m x 0.20 m de 20.7 MPa (incluye refuerzo)	m	85,00	\$ 76,01	\$ 6.461,19
6.04	Viga Alfajía de Amarre muros cubierta	m	80,00	\$ 64,37	\$ 5.149,20

PRESUPUESTO PROPUESTA 1 (en miles de \$)					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR UNITARIO	VR PARCIAL
7.00	REVOQUES				\$ 10.290,00
7.01	Revoque de Muros interiores y exteriores - incluye filos	m ²	350,00	\$ 29,40	\$ 10.290,00
8.0	CUBIERTA				\$ 117.942,82
8.01	Suministro e instalación cubierta Standing seam, curva calibre 24 ancho 500 mm, color azul en sandwich con icopor	m ²	433,54	\$ 224,95	\$ 97.526,12
8.02	Flanche 500 mm en lamina para teja, con pintura en anticorrosivo y acabado en pintura de aceite color azul	m	80,00	\$ 23,61	\$ 1.888,56
8.03	Suministro e instalación estructura metálica cubierta fabricada en perlines de 150 x 50 mm y 305 x 80 mm anclados y apoyados sobre cuchillas de mampostería y concreto	kg	350,00	\$ 15,23	\$ 5.328,75
8.04	Suministro e instalación canal aguas lluvias en lámina calibre 22 desarrollo 1,0 m, pintura anticorrosivo corriente	m	90,00	\$ 141,75	\$ 12.757,50
8.05	Suministro e instalación soscas 4"	Und	12,00	\$ 36,82	\$ 441,89
9.00	CARPINTERIA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO, FACHADA				\$ 447.800,00
	Vidrio templado para locales	m ²	275,00	\$ 350,00	\$ 96.250,00
	Fachada Hunter Douglas	m ²	890,00	\$ 395,00	\$ 351.550,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS =					\$ 1.265.197,99
Admon (17%) =					\$ 215.083,66
Imprevistos (6%) =					\$ 75.911,88
VALOR TOTAL =					\$ 1.556.193,53

Nota: se presenta el presupuesto para la propuesta 1. Elaboración propia

12.2 Propuesta 2

Tabla 18.

Presupuesto propuesta 2

PRESUPUESTO PROPUESTA 2 (en miles de \$)					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR UNITARIO	VR PARCIAL
1.00	PRELIMINARES				\$ 14.637,95
1.01	Campamento de obra	m ²	30,00	\$ 145,31	\$ 4.359,15
1.02	Instalación provisional de acueducto y saneamiento	Glb	1,00	\$ 1.978,64	\$ 1.978,64
1.03	Instalación provisional energía eléctrica	Mes	6,00	\$ 450,76	\$ 2.704,56
1.04	Valla de identificación de obra área mayor a 4 m2	m ²	1,00	\$ 290,78	\$ 290,78
1.05	Avisos de señalización	Und	12,00	\$ 348,74	\$ 4.184,82
1.06	Protección de edificios con polisombra de 80%	m ²	250,00	\$ 4,48	\$ 1.120,00
2.00	DESMONTES Y DEMOLICIONES				\$ 24.803,60
2.01	Demolición de muro de fachada, incluye alfajías revoque, sobreacarreos y retiro de escombros	m ²	150,00	\$ 18,13	\$ 2.719,95
2.02	Demolición plaqueta de entepiso hasta e=0.05 m incluye retiro botadero	m ²	2.045,54	\$ 5,59	\$ 11.430,48
2.03	Demolicion de vigas 4 piso y retiro de escombros	m ³	30,00	\$ 169,10	\$ 5.072,94
2.04	Demolicion de columnas 4 piso y retiro de escombros	m ³	8,00	\$ 169,10	\$ 1.352,78
2.05	Demolición viguetas de entepiso y retiro de escombros	m ³	25,00	\$ 169,10	\$ 4.227,45
3.00	EXCAVACIONES Y RELLENOS				\$ 6.432,76
3.01	Excavación en material común seco de 0-2 m manual	m ³	50,00	\$ 32,45	\$ 1.622,50
3.02	Lleno compactado con afirmado manual	m ³	30,00	\$ 114,10	\$ 3.423,06
3.03	Retiro de escombros	m ³	30,00	\$ 46,24	\$ 1.387,20

PRESUPUESTO PROPUESTA 2 (en miles de \$)					
4.00	CIMENTACION				\$ 49.580,78
4.01	Corte mecánico con disco piso hasta 5 cm	m	40,00	\$ 9,61	\$ 384,40
4.02	Zapatas en concreto de 20.7 Mpa	m3	30,00	\$ 554,95	\$ 16.648,38
4.03	Placa de contrapiso en concreto de 20.7 Mpa e= 0.10 m	m ²	30,00	\$ 66,39	\$ 1.991,61
4.04	Acero Fy = 60.000 psi d>1/4" en refuerzo de cimentación	kg	3.800,00	\$ 6,80	\$ 25.855,20
4.05	Mortero de reparacion (incluye aplicación)	m ²	25,00	\$ 68,59	\$ 1.714,83
4.06	Anclaje epóxico de 5/8"	Und	80,00	\$ 22,65	\$ 1.812,24
4.07	Suministro y aplicación de aditivo epóxico	m ²	20,00	\$ 58,71	\$ 1.174,12
5.00	ESTRUCTURA EN CONCRETO Y METALICA				\$ 331.677,70
5.01	Escarificación de recubrimiento columnas y vigas	m ²	40,00	\$ 42,60	\$ 1.703,92
5.02	Corte mecánico con disco mampostería- concreto hasta 5 cm	m	30,00	\$ 3,78	\$ 113,52
5.03	Concreto recalce de columnas de 27.6 MPa incluye sistema de atraque	m ³	15,00	\$ 921,84	\$ 13.827,65
5.04	Concreto pantallas de 28 MPa	m ³	66,00	\$ 1.193,57	\$ 78.775,42
5.05	Plaqueta de entepiso e=0,06 m	m ²	2.045,54	\$ 53,60	\$ 109.640,94
5.06	Malla electrosoldada 6mm x 2,35 m x 6 m	Und	110,00	\$ 293,00	\$ 32.230,00
5.07	Acero Fy = 60.000 psi para refuerzo de estructuras	kg	5.500,00	\$ 6,80	\$ 37.422,00
5.08	Acero Fy = 60.000 psi para pantallas	kg	6.600,00	\$ 6,80	\$ 44.906,40
5.09	Inyección de grietas con Sikadur 52 o similar	Kg	15,00	\$ 133,19	\$ 1.997,88
5.10	Anclaje epóxico de 3/8"	Und	50,00	\$ 19,75	\$ 987,45
5.11	Anclaje epóxico de 3/4"	Und	40,00	\$ 25,45	\$ 1.017,88
5.12	Anclaje epóxico de 7/8"	Und	40,00	\$ 35,22	\$ 1.408,60
5.13	Suministro y aplicación de aditivo epóxico	m ²	90,00	\$ 58,71	\$ 5.283,54
5.14	Sistema de apuntalamiento temporal (estructura metálica)	m ²	150,00	\$ 15,75	\$ 2.362,50
6.00	MAMPOSTERÍA				\$ 29.920,06
6.01	Muros en ladrillo farol e= 12 cm	m ²	280,00	\$ 50,40	\$ 14.112,00
6.02	Columna de amarre 0.15 m x 0.20 m de 20.7 MPa (incluye refuerzo)	m	85,00	\$ 67,27	\$ 5.717,95
6.03	Vigas de amarre 0.15 m x 0.20 m de 20.7 MPa (incluye refuerzo)	m	65,00	\$ 76,01	\$ 4.940,91
6.04	Viga Alfajía de Amarre muros cubierta	m	80,00	\$ 64,37	\$ 5.149,20
7.00	REVOQUES				\$ 8.526,00
7.01	Revoque de Muros interiores y exteriores - incluye filos	m ²	290,00	\$ 29,40	\$ 8.526,00
8.00	CUBIERTA				\$ 117.942,82
8.01	Suministro e instalación cubierta Standing seam, curva calibre 24 ancho 500 mm, color azul en sandwich con icopor	m ²	433,54	\$ 224,95	\$ 97.526,12
8.02	Flanche 500 mm en lamina para teja, con pintura en anticorrosivo y acabado en pintura de aceite color azul	m	80,00	\$ 23,61	\$ 1.888,56
8.03	Suministro e instalación estructura metálica cubierta fabricada en perlines de 150 x 50 mm y 305 x 80 mm anclados y apoyados sobre cuchillas de mampostería y concreto	kg	350,00	\$ 15,23	\$ 5.328,75
8.04	Suministro e instalación canal aguas lluvias en lámina calibre 22 desarrollo 1,0 m, pintura anticorrosivo corriente	m	90,00	\$ 141,75	\$ 12.757,50
8.05	Suministro e instalación soscas 4"	Und	12,00	\$ 36,82	\$ 441,89
9.00	CARPINTERIA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO, FACHADA				\$ 330.250,00
9.01	Vidrio templado para locales	m ²	210,00	\$ 350,00	\$ 73.500,00
9.02	Fachada Hunter Douglas	m ²	650,00	\$ 395,00	\$ 256.750,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS = \$ 913.771,67

Admon (17%) = \$ 155.341,18

Imprevistos (6%) = \$ 54.826,30

VALOR TOTAL = \$ 1.123.939,15

Nota: se presenta el presupuesto para la propuesta 2. Elaboración propia

13. Programación

13.1 Propuesta 1

Tabla 19.
Programación propuesta 1

[illegible]

PROGRAMACIÓN DE OBRA - Cifras en miles de \$																														
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VR PARCIAL	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7			
			Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5.03	Concreto recalce de columnas de 27.6 MPa incluye sistema de atraque	37.279									9.320	9.320	9.320	9.320																
5.04	Concreto recalce de vigas de 27.6 MPa incluye sistema de atraque	9.218											2.305	2.305	2.305	2.305														
5.05	Concreto pantallas de 28 MPa	64.453												10.742	10.742	10.742	10.742	10.742	10.742											
5.06	Concreto columnas 4 piso de 27.6 MPa incluye sistema de atraque	6.453														1.291	1.291	1.291	1.291	1.291										
5.07	Concreto vigas cubierta de 27.6 MPa incluye sistema de atraque	27.655																4.609	4.609	4.609	4.609	4.609	4.609							
5.08	Plaqueta de entrepiso e=0,06 m	109.641										18.273	18.273	18.273	18.273	18.273	18.273													
5.09	Malla electrosoldada 6mm x 2,35 m x 6 m	43.950										7.325	7.325	7.325	7.325	7.325	7.325													
5.10	Acero Fy = 60.000 psi para refuerzo de estructuras	115.389										19.232	19.232	19.232	19.232	19.232	19.232													
5.11	Acero Fy = 60.000 psi para pantallas	30.618											5.103	5.103	5.103	5.103	5.103	5.103												
5.12	Inyección de grietas con Sikadur 52 o similar	1.998																999	999											
5.13	Anclaje epóxico de 3/8"	987										165	165	165	165	165	165													
5.14	Anclaje epóxico de 3/4"	1.781										297	297	297	297	297	297													
5.15	Anclaje epóxico de 7/8"	2.465										411	411	411	411	411	411													
5.16	Suministro y aplicación de aditivo epóxico	7.045										1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174													
5.17	Sistema de apuntalamiento temporal (estructura metálica)	2.363									295	295	295	295	295	295	295													
6.00	MAMPOSTERÍA	37.238																												
6.01	Muros en ladrillo farol e= 12 cm	18.497															4.624	4.624	4.624	4.624										
6.02	Columna de amarre 0.15 m x 0.20 m de 20.7 MPa (incluye refuerzo)	7.131																1.783	1.783	1.783	1.783									
6.03	Vigas de amarre 0.15 m x 0.20 m de 20.7 MPa (incluye refuerzo)	6.461																1.292	1.292	1.292	1.292	1.292								
6.04	Viga Alfaja de Amarre muros cubierta	5.149																		1.716	1.716	1.716								
7.00	REVOQUES	10.290																												
7.01	Revoque de Muros interiores y exteriores - incluye filos	10.290																	2.573	2.573	2.573	2.573								
8.0	CUBIERTA	117.943																												
8.01	Suministro e instalación cubierta Standing seam, curva calibre 24 ancho 500 mm, color azul en sandwich con icopor	97.526															24.382	24.382	24.382	24.382										
8.02	Flanche 500 mm en lamina para teja, con pintura en anticorrosivo y acabado en pintura de aceite color azul	1.889																630	630	630										
8.03	Suministro e instalación estructura metálica cubierta fabricada en perlines de 150 x 50 mm y 305 x 80 mm anclados y apoyados sobre cuchillas de mamposteria y concreto	5.329														1.332	1.332	1.332	1.332											
8.04	Suministro e instalación canal aguas lluvias en lámina calibre 22 desarrollo 1,0 m, pintura anticorrosivo corriente	12.758																4.253	4.253	4.253										
8.05	Suministro e instalación soscas 4"	442																147	147	147										

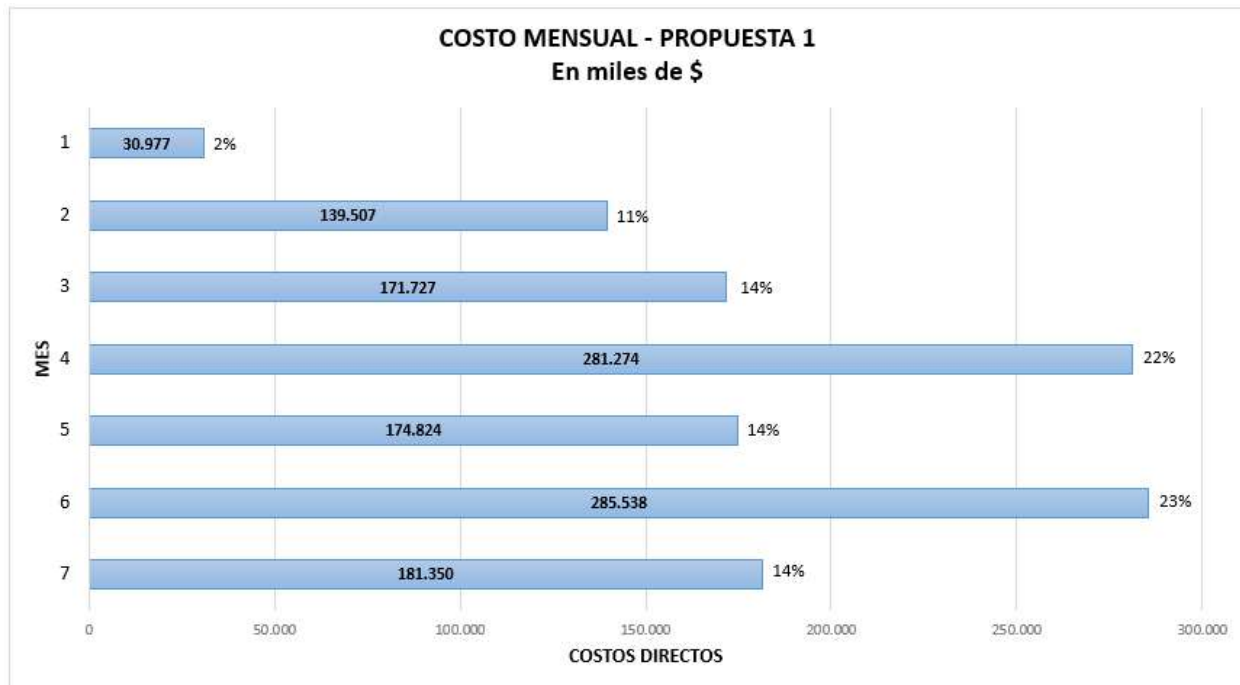
PROGRAMACIÓN DE OBRA - Cifras en miles de \$																															
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VR PARCIAL	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				
			Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
9.00	CARPINTERÍA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO, FACHADA	447.800																													
9.01	Vidrio templado para locales	96.250																							16.042	16.042	16.042	16.042	16.042	16.042	
9.02	Fachada en hunter douglas	351.550																					58.592	58.592	58.592	58.592	58.592	58.592			

COSTOS DIRECTOS - (Cifras en miles de \$)																														
			Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7			
			Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Costo directo semanal			14.638	1.360	4.153	10.826	23.620	40.842	41.191	33.854	16.182	33.610	58.036	63.899	74.641	65.321	67.944	73.367	56.157	56.083	45.582	17.002	68.782	67.490	74.633	74.633	74.633	16.042	16.042	
Costo directo semanal acumulado			14.638	15.998	20.151	30.977	54.597	95.439	136.631	170.484	186.666	220.276	278.312	342.211	416.852	482.174	550.118	623.485	679.642	735.725	781.307	798.310	867.092	934.581	#####	1.083.848	1.158.481	1.233.115	1.249.156	1.265.198
% costo directo acumulado			1,2%	1,3%	1,6%	2,4%	4,3%	7,5%	10,8%	13,5%	14,8%	17,4%	22,0%	27,0%	32,9%	38,1%	43,5%	49,3%	53,7%	58,2%	61,8%	63,1%	68,5%	73,9%	79,8%	85,7%	91,6%	97,5%	98,7%	100,0%

Nota: se presenta la programación de obra, incluyendo costos por ítem y mes. Elaboración propia

Teniendo en cuenta la programación de obra, se presentan los costos en que se incurren por mes, donde en el sexto mes se utiliza el 23% de presupuesto, seguido del cuarto mes con el 22% (figura 41).

Figura 41.
Costo mensual propuesta 1



Nota: la gráfica incluye los costos por mes en miles de \$ y el % que representan

13.2 Propuesta 2

Tabla 20.
Programación propuesta 2

[illegible]

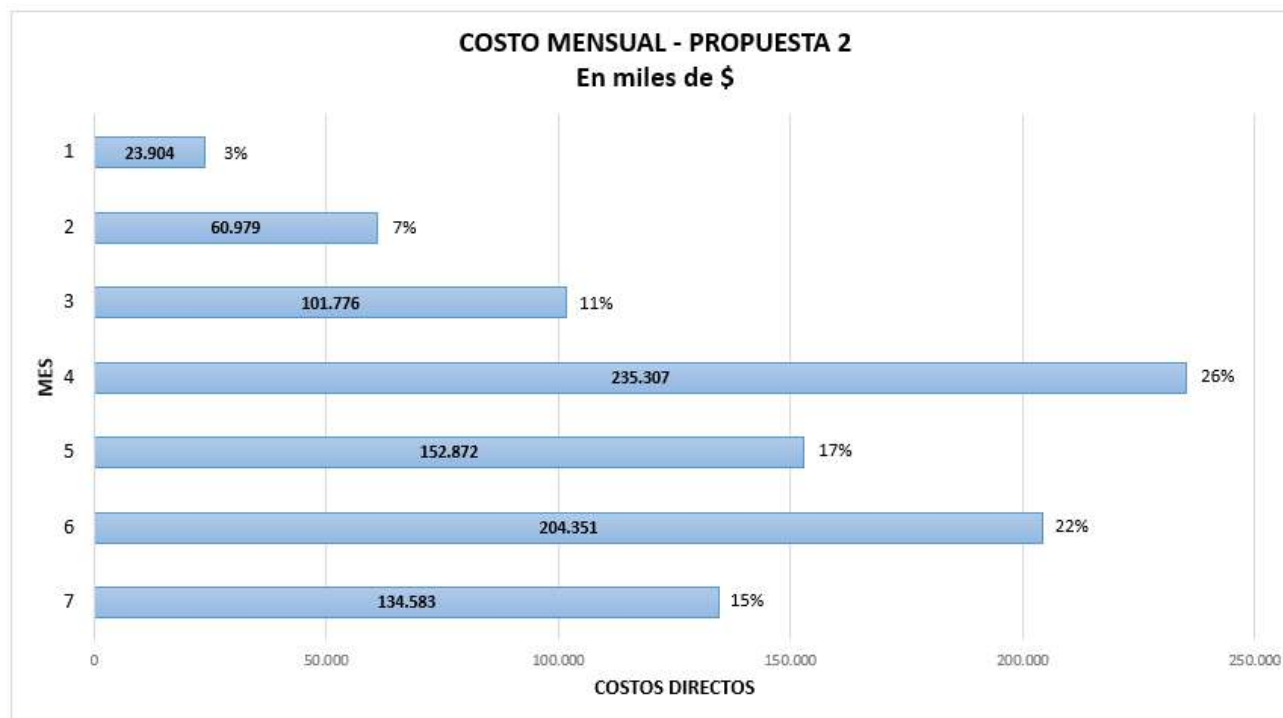
PROGRAMACIÓN DE OBRA PROPUESTA 2 - Cifras en miles de \$																														
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VR PARCIAL	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7			
			Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana							
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5.04	Concreto pantallas de 28 MPa	78.775												13.129	13.129	13.129	13.129	13.129	13.129											
5.05	Plaqueta de entrepiso e=0,06 m	109.641											18.273	18.273	18.273	18.273	18.273	18.273												
5.06	Malla electrosoldada 6mm x 2,35 m x 6 m	32.230											5.372	5.372	5.372	5.372	5.372	5.372												
5.07	Acero Fy = 60.000 psi para refuerzo de estructuras	37.422								6.237	6.237	6.237	6.237	6.237	6.237															
5.08	Acero Fy = 60.000 psi para pantallas	44.906											7.484	7.484	7.484	7.484	7.484	7.484												
5.09	Inyección de grietas con Sikadur 52 o similar	1.998																999	999											
5.10	Anclaje epóxico de 3/8"	987										165	165	165	165	165	165													
5.11	Anclaje epóxico de 3/4"	1.018										170	170	170	170	170	170													
5.12	Anclaje epóxico de 7/8"	1.409										235	235	235	235	235	235													
5.13	Suministro y aplicación de aditivo epóxico	5.284										881	881	881	881	881	881													
5.14	Sistema de apuntalamiento temporal (estructura metálica)	2.363									295	295	295	295	295	295	295													
6.00	MAMPOSTERÍA	29.920																												
6.01	Muros en ladrillo farol e= 12 cm	14.112																3.528	3.528	3.528	3.528									
6.02	Columna de amarre 0.15 m x 0.20 m de 20.7 MPa (incluye refuerzo)	5.718																	1.429	1.429	1.429	1.429								
6.03	Vigas de amarre 0.15 m x 0.20 m de 20.7 MPa (incluye refuerzo)	4.941																	988	988	988	988	988							
6.04	Viga Alfaja de Amarre muros cubierta	5.149																					1.716	1.716	1.716					
7.00	REVOQUES	8.526																												
7.01	Revoque de Muros interiores y exteriores - incluye filos	8.526																				2.132	2.132	2.132	2.132					
8.0	CUBIERTA	117.943																												
8.01	Suministro e instalación cubierta Standing seam, curva calibre 24 ancho 500 mm, color azul en sandwich con icopor	97.526																24.382	24.382	24.382	24.382									
8.02	Flanche 500 mm en lamina para teja, con pintura en anticorrosivo y acabado en pintura de aceite color azul	1.889																		630	630	630								
8.03	Suministro e instalación estructura metálica cubierta fabricada en perlines de 150 x 50 mm y 305 x 80 mm anclados y apoyados sobre cuchillas de mampostería y concreto	5.329															1.332	1.332	1.332	1.332										
8.04	Suministro e instalación canal aguas lluvias en lámina calibre 22 desarrollo 1,0 m, pintura anticorrosivo corriente	12.758																		4.253	4.253	4.253								
8.05	Suministro e instalación soscas 4"	442																		147	147	147								
9.00	CARPINTERÍA DE ALUMINIO Y VIDRIO TEMPLADO, FACHADA	330.250																												
9.01	Vidrio templado para locales	73.500																								12.250	12.250	12.250	12.250	12.250
9.02	Fachada en hunter douglas	256.750																							42.792	42.792	42.792	42.792	42.792	

COSTOS DIRECTOS - (Cifras en miles de \$)																												
	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7			
	Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Costo directo semanal	14.638	1.360	4.025	3.882	5.854	17.782	19.314	18.028	10.919	12.779	35.510	42.568	55.698	52.241	53.573	73.796	53.272	50.817	37.488	11.295	47.628	46.640	55.042	55.042	55.042	55.042	12.250	12.250
Costo directo semanal acumulado	14.638	15.998	20.023	23.904	29.759	47.540	66.854	84.883	95.802	108.581	144.091	186.659	242.357	294.597	348.170	421.966	475.238	526.055	563.543	574.838	622.465	669.105	724.147	779.188	834.230	889.272	901.522	913.772
% costo directo acumulado	1,6%	1,8%	2,2%	2,6%	3,3%	5,2%	7,3%	9,3%	10,5%	11,9%	15,8%	20,4%	26,5%	32,2%	38,1%	46,2%	52,0%	57,6%	61,7%	62,9%	68,1%	73,2%	79,2%	85,3%	91,3%	97,3%	98,7%	100,0%

Nota: se presenta la programación de obra de la propuesta 2, incluyendo costos por ítem y mes. Elaboración propia

Los costos más representativos se encuentran en el cuarto mes con el 26% y el sexto el 22%, como se puede observar en la figura 42

Figura 42.
Costo mensual propuesta 2



Nota: la gráfica incluye los costos por mes en miles de \$ y el % que representan. Elaboración propia

14. Análisis de resultados

Al revisar el estado original de la edificación, se encontró que el índice de flexibilidad máximo es de 2.2 y de acuerdo a la NSR-10 título A numeral A.10.9.3.2, este debe ser menor a 1.5, por lo cual no cumple con esta especificación.

El índice de sobreesfuerzo varió entre 1.048 y 3.163, de acuerdo a la norma NSR-10, este debe ser menor a 1, por lo tanto, no cumple. Estos cálculos se presentan en el anexo 2.

De acuerdo a lo anterior se realizan dos propuestas para que la edificación cumpla con la norma vigente y se le pueda dar uso.

14.1 Propuesta 1

Al modelar la estructura con las pantallas propuestas y recalce de columnas, se obtiene un índice de flexibilidad de 0.87 y de sobreesfuerzo máximo de 0.987, cumpliendo con la norma NSR-10, los cálculos se presentan en el anexo 2.

Al cumplir con estos índices, se calcula el acero de las columnas a recalzar, al igual que la cimentación.

Adicionalmente la plaqueta de los entresijos existentes, deberán ser demolidos y reemplazados por una nueva, que cumpla en espesor y en acero con la norma NSR-10

De acuerdo a los resultados obtenidos, las vigas y columnas del 4 piso, deberán ser demolidas.

14.2 Propuesta 2

Al modelar la estructura, eliminando el 4 piso y adicionando pantallas en concreto, se obtiene un índice de flexibilidad de 0.34 y de sobreesfuerzo máximo de 0.992, cumpliendo con la NSR-10 (anexo 2)

Al cumplir con estos índices, se calcula el acero de las pantallas de reforzamiento y se hace chequeo de la cimentación, con los resultados obtenidos en laboratorio.

15. Conclusiones y Recomendaciones

15.1 Conclusiones

La historia clínica del paciente y el diagnóstico permitieron identificar que la patología que este presenta es indirecta, siendo atribuible al abandono de la edificación, la pérdida de cerramiento y a la falta de mantenimiento.

La realización de los ensayos de campo como estudios suelos, extracción de núcleos de concreto, carbonatación, medición de humedad relativa, permitieron identificar que el suelo presenta una baja capacidad portante (7.5 Ton/m²), baja resistencia del concreto, alta carbonatación y humedades relativas cercanas al límite superior del medidor de humedades para concreto.

Se plantean dos propuestas de mejoramiento, en la primera se propone un recalce de columnas e instalación de pantallas de concreto con el objeto que la estructura pueda cumplir con los índices de flexibilidad y sobreesfuerzo de acuerdo a la NSR-10, además de acuerdo a las cargas obtenidas se revalúa la cimentación.

La segunda propuesta, comprende eliminar el 4 piso e instalar pantallas en concreto, con el fin de cumplir con la norma NSR-10. Al eliminar el último piso, se están disminuyendo las cargas que llegan a la cimentación, al igual que la carga sísmica que entra a la edificación será menor, esto permite cumplir con los índices de flexibilidad y sobreesfuerzo requeridos por la NSR-10.

15.2 Recomendaciones

Se debe reforzar la estructura para que cumpla con los parámetros indicados en la NSR-10, tomando una de las dos propuestas.

Se recomienda cubrir las juntas de separación sísmica, para que estas no sigan generando más humedades al interior de la edificación y por ende deteriorando elementos estructurales y no estructurales.

Al agua de escorrentía que se encuentra a nivel de sótano, se le debe dar un buen manejo, para que en época de alta pluviosidad, no sature los canales de recolección.

El realizar mantenimientos preventivos y correctivos permiten preservar en buen estado la edificación, para ello se recomienda seguir las instrucciones del calendario de mantenimiento y las recomendaciones de uso, que se encuentran en el anexo 5 “fichas de diagnóstico”.

16. Bibliografía

ABC. (2014, July 7). *El centro comercial que fue «okupado» por miles de peces.*

<https://acortar.link/RCdbaO>

Aguilar, V., & Mendoza, D. (2002). *Aproximación a un modelo de susceptibilidad a movimientos de masa en el eje cafetero, Colombia.* <https://acortar.link/RwU4As>

Alcaldía de Pereira. (2021a). *Geografía.* <https://acortar.link/CkuEAI>

Alcaldía de Pereira. (2021b, June 8). *POT Suelo urbano y de expansión de Pereira.* <https://acortar.link/FasmL>

Área Metropolitana Centro Occidente. (2011). *Gaceta Ordinaria Metropolitana No. 77.*

Broto, C. (2006). *Patología de los materiales de construcción.*

ColombiaNews. (2021, July 28). *Juzgado admitió demanda para que se intervenga el abandonado lote Marcas Mall en Cali.* <https://acortar.link/7ShX3A>

Concejo de Pereira. (n.d.). *Datos generales.* Retrieved April 15, 2022, from <https://acortar.link/SJnM3C>

Concejo de Pereira. (2011). *Acuerdo 35 de 2016.* <https://acortar.link/II7gy4>

Concejo Santiago de Cali. (2020, April 30). *Concejal exige a dueños de lote marcas mall evacuar agua de piscina.* <https://acortar.link/orDAes>

Ley 400 de 1997 por el cual se adoptan normas sobre construcción sismo resistente, Pub. L. No. 400 de 1997 (1997). <https://acortar.link/QuNEvv>

- Contraloría Municipal de Pereira. (2018, July 10). *Informe del estado de los recursos naturales y medio ambiente municipio de Pereira vigencia 2017*. <https://acortar.link/DiYwxd>
- Dememoria. (2019, September 6). *Acrópolis: el centro comercial que le hizo honor a su nombre y terminó en ruinas*. <https://acortar.link/o9A69r>
- Detechter. (n.d.). *Thousands of Fish take over Abandoned shopping mall after if flooded*. Retrieved April 15, 2022, from <https://acortar.link/BzJlQk>
- Dreamstime. (2022). *Ruinas Abandonadas del Antiguo Centro Comercial. La Acrópolis*. <https://acortar.link/D3cO0H>
- el Tiempo. (2014, December 3). *Movida Comercial en la Primera de Cali*. <https://acortar.link/T7NBi2>
- Geotecnia Ingeniería Ltda. (2009). *Estudio Suelos Centro Comercial Cuba - Pereira*.
- González, J. C. (2010). *Estudio vulnerabilidad estructural Centro Comercial Cuba - Pereira*.
- Google. (2021). *Google Earth Pro*.
- Google LLC. (2021a). *Google Earth*.
- Google LLC. (2021b). *Google Maps*. <https://acortar.link/GyzL1N>
- Idealista/news. (2019, March 15). *Un centro comercial abandonado en Tailandia, conquistado por los peces*. <https://acortar.link/OfMpW2>
- IDEAM. (2014). *Atlas interactivo IDEAM*. <https://acortar.link/GRQX8w>
- King, K. (2014, July 7). *New World Mall*. <https://acortar.link/fCOwzZ>

Lalinde, C. (2004). *Evidencias Paleosísmicas en la Región Pereira - Armenia, Colombia*.

<https://acortar.link/XE07Rl>

Local. (2019). *Acrópolis, el centro comercial abandonado en Lomas Verdes*.

<https://acortar.link/52Djk8>

Los Replicantes. (2018, July 8). *Walking Mall: las hipnóticas fotografías de centros comerciales abandonados y su historia*. <https://acortar.link/opXuSR>

México desconocido. (n.d.). *Acrópolis, de la gloria a la ruina* . Retrieved April 15, 2022, from <https://acortar.link/Zzfo28>

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Título A Requisitos Generales de Diseño y Construcción Sismo Resistente. In *NSR-10 Título A*.

Resolución 90902 de 2013 por el cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Internas de Gas y Combustible, Pub. L. No. 90902 de 2013 (2013). <https://acortar.link/TO4bsh>

Resolución número 0330 por el cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, Pub. L. No. 0330 de 2017 (2017).

<https://acortar.link/pnylvd>

Decreto número 1077 de 2015, modificaciones introducidas al decreto único Reglamento del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, Pub. L. No. 1077 de 2015 (2022).

<https://acortar.link/4DaceP>

MinMinas Ministerio de Minas y Energía. (2013). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE*. <https://acortar.link/d7xa59>

Municipio de Pereira. (2017). *Portal geográfico de Pereira (SIGPER)*.

<https://acortar.link/ZJzzXU>

Municipios de Colombia. (2021, April 8). *El municipio de Pereira*. <https://acortar.link/4zxFnD>

MXCITY. (n.d.). *La Belleza del Abandono: Un Recorrido por un Centro Comercial en Ruinas*.

Retrieved April 15, 2022, from <https://acortar.link/6b87WR>

Paris, G., & Romero, J. (1993). *Fallas activas en Colombia*. <https://acortar.link/fKIhcv>

Patiño, L. (2021). *Definición Patología*.

Decreto 2157 por el cual se adoptan las directrices para la elaboración del plan de gestión del

riesgo de desastres en entidades privadas y públicas, Pub. L. No. 2157 (2017).

<https://acortar.link/7CFef4>

Programa Euromed Heritage., & RehabiMed. (2007). *Método RehabiMed arquitectura*

tradicional mediterránea. Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona.

Qgis. (2021). *Qgis V. 3.2*.

Rodríguez, E. A. (2005). Metodología de la Investigación. In *Metodología de la Investigación*

(1st ed.). <https://acortar.link/Xzas7e>

Scielo. (2015, June). *Los servicios ecosistémicos en el ordenamiento ambiental del suelo*

suburbano del municipio de Pereira, estudio de caso. 40. <https://acortar.link/tWsRm6>

Semana. (2020, October 4). *¿Por qué fracasó Marcas Mall?* <https://acortar.link/8ykKL1>

Servicio Geológico Colombiano. (2007). *Atlas Geológico de Colombia 2007*.

<https://acortar.link/khqSFz>

Servicio Geológico Colombiano. (2014). *Mapa Geomorfológico plancha 224 de Pereira*.

<https://acortar.link/uDO0Pn>

Servicio Geológico Colombiano. (2015). *Atlas Geológico de Colombia 2015*.

Servicio Geológico Colombiano - Google Earth Pro. (2015). *Mapa geológico de Colombia*.

Tetra Diseños Estructurales. (1996). *Planos estructurales Centro Comercial San Andresito Cuba*.

Travesías. (2019). *Acrópolis, un templo del olvido en el Estado de México*.

<https://acortar.link/fA0a78>

Vanegas, O. (2022). *Matriz y etapas de vulnerabilidad*.

Xataca. (2018, October 27). *De centro comercial venido a menos a mega-almacén de Amazon en solo un año: ascenso, caída y resurgimiento del Randall Park Mall*.

<https://acortar.link/Egexav>

17. Anexos

Anexo 1. Ensayos realizados

Anexo 2. Análisis estructural

Anexo 3. Estudio de suelos

Anexo 4. Fichas historia Clínica

Anexo 5. Fichas de diagnóstico

Anexo 6. Registro fotográfico