

ESTUDIO PATOLÓGICO DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN EL BARRIO
SPRING-BOGOTÁ D.C

ESTUDIANTES:

DIEGO FERNANDO BOTERO SANCHEZ

DIEGO HERNANDO BUITRAGO PATIÑO

KAREN DANIELA HERNÁNDEZ JIMÉNEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

BOGOTÁ D.C

JUNIO, 2022

Resumen

El presente trabajo de grado, es una investigación que trata sobre el estudio realizado a la vivienda multifamiliar ubicada en la Calle 137 No 47-54 en el barrio Spring en la localidad de Suba, de la ciudad de Bogotá D.C, la cual presenta múltiples lesiones y fallas en su estructura, desde la construcción posterior del edificio vecino. Investigación que resulta significativa teniendo en cuenta el incremento de casas residenciales afectadas por la construcción de edificios adyacentes que producen afectaciones estructurales por sobrecargas en los inmuebles antiguos.

Por lo cual, se pretende proponer las actividades de mejoramiento e intervención de la edificación durante el desarrollo del estudio patológico, identificando y clasificando las causas y lesiones del paciente objeto de estudio, por medio de la inspección visual del lugar, y de esta manera plantear los posibles ensayos destructivos y no destructivos que se pueden efectuar en el paciente con el fin de proponer alguna alternativa de intervención que permitan mitigar las afectaciones y no lleven a la falla total de la estructura.

Palabras Clave

Patología, lesiones, ensayos, intervención, cimentación, reparaciones, inspección, mantenimiento, planos, normatividad.

Abstract

This research project is about the study performed to the multifamily household located at Calle 137 No 47-54, Spring neighborhood, Suba County, Bogota D.C. This household has several structure failures and damage on its structure, which has been occurring since the construction of the adjacent building. The relevance of the investigation is, taking into account, the increase on the affectation to the surrounding households due to the construction of various buildings next to these households, which impact on their structures due to the overloads applied on the old households.

The intention is to propose improvement activities and intervention of the construction (household) during the pathological study development, identifying and classifying the study object damage and its causes, performing visual inspection at the household, that way, outline the possible destructive and non-destructive trials which could be executed to the household, with the purpose of suggest an alternative intervention who might mitigate the damage and does not lead to the total structural failure

keywords

Pathology, damage, tests, intervention, foundations, repairs, inspection, maintenance, blueprints, regulations .

TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción.....	10
2	Justificación.....	11
3	Objetivos.....	11
3.1	Objetivo General.....	11
3.2	Objetivos Específicos.....	12
4	Marco Referencial.....	12
4.1	Teórico.....	12
4.1.1	Sistema de muros de carga.....	13
4.1.2	Sistema Combinado.....	13
4.1.3	Sistema de pórtico.....	14
4.1.4	Sistema dual.....	14
4.1.5	Lesiones físicas.....	16
4.1.6	Lesiones mecánicas.....	16
4.1.7	Lesiones químicas.....	17
4.1.8	Lesiones Directas.....	17
4.1.9	Lesiones Indirectas.....	18
4.2	Legal.....	19
4.3	Histórico.....	21
5	Alcance y limitaciones.....	23
6	Metodología.....	24
6.1	Descripción de selección del paciente.....	24
6.2	Preparación y planteamiento del estudio.....	25
6.2.1	Inspección preliminar del paciente.....	25
6.2.2	Recopilación de información necesaria para el estudio.....	26
6.2.3	Permisos y autorizaciones para abordar el estudio del paciente.....	26
6.2.4	Definición del equipo de trabajo que realizara el estudio.....	26
6.2.5	Definición de los medios para realizar el estudio.....	26
6.3	Historia clínica.....	27
6.3.1	Responsables del estudio.....	27
6.3.2	Fecha de inspección al paciente.....	27
6.3.3	Datos generales del paciente.....	28

6.4	Características Generales del paciente	28
6.5	Datos Generales del Entorno	31
6.5.1	Edificaciones u Obras Vecinas	31
6.5.2	Medio Ambiente	32
6.5.3	Temperatura y precipitaciones	32
6.5.4	Nivel Freático y escorrentías	33
6.6	Arquitectura	34
6.6.1	Clasificación	34
6.6.2	Estilo Arquitectónico	34
6.6.3	Contexto Histórico	35
6.7	Tipo de cimentación	36
6.8	Altura	36
6.9	Área (número de pisos)	36
6.10	Estado general de la construcción	36
6.11	Información existente	37
6.12	Fidelidad de los planos	37
6.13	Constatación del estado del paciente	40
6.14	Aplicación patológica	41
6.15	Lesiones	41
6.16	Datos específicos de las lesiones	42
6.17	Localización y levantamiento de daños	42
6.17.1	Lesión 1. Grietas en Placas de Entrepiso, como se evidencia en la figura 3 y 4. Para más detalle Ver anexo 4.	42
6.17.2	Lesión 2. Grietas en Tabiques. , como se evidencia en la figura 5 y 6. Para más detalle Ver anexo 5.	44
6.17.3	Lesión 3. Fisuras Internas y Externas en Muros de Mampostería. , como se evidencia en la figura 7 y 8. Para más detalle Ver anexo 1 y 2.	45
6.17.4	Lesión 4. Humedad. , como se evidencia en la figura 11 y 12. Para más detalle Ver anexo 5.	48
6.17.5	Lesión 5. Socavación por Filtración de Agua. , como se evidencia en la figura 13. Para más detalle Ver anexo 3.	49
6.18	Evaluación física y mecánica	50
6.19	Descripción de las patologías más relevantes del paciente	50
6.20	Clasificación y origen de las lesiones	51

7	Análisis de Vulnerabilidad	57
7.1	Topografía	57
7.2	Características del suelo	57
7.3	Geología	59
7.4	Estudios de vulnerabilidad sísmica	63
7.4.1	Falla conejera	63
7.4.2	Sinclinal- Anticlinal de suba	64
7.4.3	Análisis de riesgos estructurales	64
7.4.4	Fichas de vulnerabilidad	67
7.4.5	Matriz de vulnerabilidad.....	76
7.4.6	Normatividad NSR-10	78
7.4.7	Movimientos sísmicos de diseño	79
8	Alternativas de Intervención	80
8.1	Ensayos no destructivos	81
8.1.1	Medición de grietas y fisuras	81
8.1.2	Toma de niveles.....	81
8.1.3	Ensayos de detección de refuerzo mediante ferrosan	81
8.1.4	Ensayo de Esclerometría.....	81
8.2	Ensayos Destructivos	82
8.2.1	Regatas de exploración.....	82
8.2.2	Extracción de núcleos	83
8.2.3	Apiques.....	83
8.2.4	Ensayos de carbonatación	83
8.3	Cronograma.....	84
8.4	Presupuesto.....	84
8.5	Opciones de intervención.....	87
8.5.1	Opción 1	87
8.5.2	Opción 2	88
8.5.3	Opción 3	89
9	Conclusiones	97
	Bibliografía	98
	Anexos.....	100

Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Análisis de riesgos estructurales</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 2. Asentamiento diferencial.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 3. Grietas en losas de entre pis.</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 4. Socavación por Filtración de Agua.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 5. Grietas y fisuras en muros de mampostería portante.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 6. Grietas y Fisuras en Muros de Mampostería NO portantes por Flexión.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 7. Presupuesto</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 8. Presupuesto de actividades</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 9. Presupuesto de intervención</i>	<i>96</i>

Lista de Figuras

<i>Figura 1. Localización geográfica del paciente(Según Escala). Fuente Google Maps</i>	<i>28</i>
<i>Figura 2. Fachada del proyecto- vivienda multifamiliar barrio Spring. Fuente Propia.</i>	<i>30</i>
<i>Figura 3. Grieta en placa de entrepiso segundo piso. Fuente: Propia.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 4. Segundo piso, Grieta en placa de entrepiso tercer piso. Fuente: Propia.</i>	<i>43</i>
<i>Figura 5. Grieta en cortante presente en muro divisorio de segundo piso. Fuente: Propia.</i>	<i>44</i>
<i>Figura 6. Grieta en cortante presente en tabique de tercer piso. Fuente: Propia.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 7. Fisura presente en planta de segundo en muro divisorio. Fuente: Propia.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 8. Fisuras en antepecho interno. Fuente: Propia.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 9. Grieta interna de fachada posterior en segundo piso. Fuente: Propia.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 10. Fisuras presentes en muros de la planta de segundo piso. Fuente: Propia</i>	<i>47</i>
<i>Figura 11. Humedad por filtración. Fuente: Propia.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 12. Humedad por filtración tercer piso. Fuente: Propia.</i>	<i>49</i>
<i>Figura 13. Presencia de capa vegetal y socavación. Fuente: Propia.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 14. Mapa Zonas Geotécnicas Bogotá. Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá</i>	<i>58</i>
<i>Figura 15. Mapa microzonificación de Bogotá. Fuente: Ingeominas.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 16. Mapa Zonas Geotécnicas Bogotá. Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá</i>	<i>61</i>
<i>Figura 17. Mapa Geológico Ingeominas 1995.</i>	<i>62</i>
<i>Figura 18. Convenciones Matriz de vulnerabilidad.</i>	<i>76</i>
<i>Figura 19. Mapa de zonificación sísmica de Colombia (AIS, 2009) tomada de zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá para el diseño sismo resistente de edificaciones; octubre de 2010</i>	<i>78</i>
<i>Figura 20. Norma Sismo Resistente NSR-10, Título A.....</i>	<i>79</i>

Lista de Planos

<i>Plano 1. Localización del Inmueble. Elaboración propia.....</i>	<i>38</i>
<i>Plano 2. Planta Primer Piso. Elaboración propia.....</i>	<i>38</i>
<i>Plano 3. Planta Segundo Piso. Elaboración Propia.....</i>	<i>39</i>
<i>Plano 4. Planta Tercer Piso. Elaboración Propia.....</i>	<i>39</i>
<i>Plano 5. Fachada Principal. Elaboración Propia.....</i>	<i>40</i>

1 Introducción.

Las diferentes lesiones y fallas que se desarrollan en una estructura a lo largo del tiempo, se deben a múltiples factores como errores en los diseños, mala ejecución de la obra, deficiencia en la calidad de los materiales, errores constructivos, entre otros. La patología de la construcción es el área encargada de identificar y evaluar las causas que generan estas lesiones en los elementos de la estructura, que hacen que pierda funcionalidad; uno de sus objetivos es crear actividades de intervención que permitan mitigar el problema y no lleven a la falla total de la estructura.

En la ciudad de Bogotá se han desarrollado una gran variedad de proyectos de construcción en el sector vivienda, sin embargo, la construcción masiva de edificios residenciales que se componen de apartamentos, ha afectado estructuralmente a los inmuebles colindantes, en su mayoría viviendas multifamiliares que llevan más de 32 años de construcción. Las afectaciones en los inmuebles vienen desde asentamientos, grietas, levantamientos del piso, fallas en losas de entrepiso, entre otras. Por tanto, el objetivo del presente documento es hacer un estudio patológico de una vivienda multifamiliar ubicada en el barrio Spring (Calle 137 No 47-54), localidad de Suba, Bogotá D.C, la cual ha sido afectada después de la construcción del Edificio Las Marías II en el año 2009.

2 Justificación

El incremento de casas residenciales afectadas por la construcción de edificios adyacentes que producen afectaciones estructurales por sobrecargas en los inmuebles y los daños sociales generados a los propietarios, se ha convertido en una problemática muy común en diferentes sectores de la ciudad de Bogotá. Por tal motivo, resulta de especial relevancia evaluar las principales patologías que generan la falta de planeación, análisis geotécnicos, análisis estructurales y errores en etapas de construcción, cuando se construyen edificaciones con cargas mayores a las de sus edificaciones colindantes.

Lo mencionado anteriormente, hace objeto de estudio la vivienda multifamiliar de tres pisos, de la Calle 137 No 47-54 en el barrio Spring en la localidad de Suba, Bogotá D.C, la cual presenta múltiples lesiones y fallas en su estructura, desde la construcción del edificio Las Marías II.

3 Objetivos

3.1 Objetivo General

Proponer las actividades de mejoramiento e intervención de la edificación durante el desarrollo del estudio patológico de la vivienda multifamiliar ubicada en la calle 137 No 47-54, barrio Spring.

3.2 Objetivos Específicos

- Definir los aspectos generales del paciente, antecedentes, sistema constructivo, sistema estructural y normativa.
- Identificar las causas y lesiones del paciente objeto de estudio, por medio de la inspección visual del lugar.
- Clasificar las causas y orígenes de las diferentes lesiones según su tipología, mecanismo de daño y afectación, diligenciando las fichas de inspección e historia clínica.
- Plantear los posibles ensayos destructivos y no destructivos que se pueden efectuar en el paciente.

4 Marco Referencial

4.1 Teórico

La patología de la construcción es la ciencia que tiene por objeto dar una explicación al comportamiento de los materiales y de los sistemas constructivos, utilizando un estudio basado en la clasificación de las lesiones; analizando y determinando su causa principal, causas secundarias, la evolución más probable y la manera cómo inciden en la obra, para de esta manera determinar las medidas que permitan solucionar las lesiones, evaluando también así la factibilidad económica, determinando si es viable una intervención o si es más viable proceder a la demolición.

La palabra patología, etimológicamente, procede de las raíces griegas pathos y logos, que se traduce como el estudio de las enfermedades. Por extensión de la misma la patología constructiva de la edificación sería la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en alguna edificación posterior a la ejecución.

Según la NSR-10 — Capítulo A.3 — Requisitos generales de diseño sismo resistente, son cuatro tipos generales de sistemas estructurales de resistencia sísmica. Cada uno de ellos se subdivide según los tipos de elementos verticales utilizados para resistir las fuerzas sísmicas y el grado de capacidad de disipación de energía del material estructural empleado.

4.1.1 Sistema de muros de carga

Es un sistema estructural que no dispone de un pórtico esencialmente completo y en el cual las cargas verticales son resistidas por los muros de carga y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales.

4.1.2 Sistema Combinado

De acuerdo a la NSR-10, indica que para este sistema se debe cumplir con las siguientes características:

- *“Las cargas verticales son resistidas por un pórtico no resistente a momentos, esencialmente completo, y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales.”. (sismica, 2010)*
- *“Las cargas verticales y horizontales son resistidas por un pórtico resistente a momentos, esencialmente completo, combinado con muros estructurales o pórticos con diagonales, y que no cumple los requisitos de un sistema dual.” (sismica, 2010)*

4.1.3 Sistema de pórtico

“Es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial, resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales.” (sismica, 2010)

4.1.4 Sistema dual

“Es un sistema estructural que tiene un pórtico espacial resistente a momentos y sin diagonales, combinado con muros estructurales o pórticos con diagonales. Para que el sistema estructural se pueda clasificar como sistema dual se deben cumplir los siguientes requisitos:

- *El pórtico espacial resistente a momentos, sin diagonales, esencialmente completo, debe ser capaz de soportar las cargas verticales. (sismica, 2010)*
- *Las fuerzas horizontales son resistidas por la combinación de muros estructurales o pórticos con diagonales, con el pórtico resistente a momentos, el cual puede ser un pórtico de capacidad especial de disipación de energía (DES), cuando se trata de concreto reforzado o acero estructural, un pórtico con capacidad moderada de disipación de energía (DMO) de concreto reforzado, o un pórtico con capacidad mínima de disipación de energía (DMI) de acero estructural. El pórtico resistente a momentos, actuando independientemente, debe diseñarse para que sea capaz de resistir como mínimo el 25 por ciento del cortante sísmico en la base. (sismica, 2010)*
- *Los dos sistemas deben diseñarse de tal manera que en conjunto sean capaces de resistir la totalidad del cortante sísmico en la base, en proporción a sus rigideces relativas, considerando la interacción del sistema dual en todos los niveles de la edificación, pero en ningún caso la responsabilidad de los muros estructurales, o de los pórticos con diagonales, puede ser menor del 75 por ciento del cortante sísmico en la base. (sismica, 2010)*

Teniendo en cuenta la enciclopedia Broto de patologías de la construcción, la rehabilitación de un edificio involucra la recuperación de sus funciones principales mediante diferentes actuaciones sobre los elementos que han perdido su función de manera parcial o definitiva, sufrido un deterioro en su integridad o aspecto.

Para actuar sobre estos elementos constructivos, además de los estudios históricos previos, será fundamental considerar al edificio en cuestión como un objeto físico, compuesto por elementos con unas características geométricas, mecánicas, físicas y químicas determinadas y que pueden sufrir procesos lesivos o patológicos.

Las lesiones son cada una de las manifestaciones de un problema constructivo, es decir el indicador final del proceso patológico. Es fundamental conocer los tipos de lesiones ya que son el inicio de todo estudio patológico, y de la identificación de estas depende la propuesta final de tratamiento. Las lesiones que pueden aparecer en una edificación son demasiadas debido a la cantidad de materiales y sistemas constructivos que se suelen utilizar. Sin embargo, se pueden dividir en tres grandes grupos: Lesiones físicas, mecánicas y químicas.

4.1.5 Lesiones físicas

Son todas aquellas que se producen a causa de fenómenos físicos como heladas, condensaciones, entre otras. y casi siempre su evolución depende también de estos procesos físicos.

4.1.6 Lesiones mecánicas

Se define como lesión mecánica aquella lesión que predomina un factor mecánico que genera algún tipo de movimiento, desgaste, aberturas o separaciones de materiales.

4.1.7 Lesiones químicas

Son las lesiones que se producen a partir de un proceso químico, el origen de las lesiones químicas puede deberse a elementos externos a la construcción que no se pueden manejar, tales como la lluvia, el humo producido por vehículos, ambientes salinos u organismos vivos

Si la lesión origina el proceso patológico, la causa es el primer objeto de estudio porque es el verdadero ORIGEN de las lesiones. Las lesiones deben ser atacadas desde su origen, toda vez que cuando nos limitamos netamente a resolver la lesión, sin resolver la causa, la lesión acabará apareciendo de nuevo.

Una lesión puede tener varias causas las cuales se dividen en dos grandes grupos:

4.1.8 Lesiones Directas

Cuando son el origen inmediato del proceso patológico, como los esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, entre otros.

4.1.9 Lesiones Indirectas

Cuando se trata de errores y defectos de diseño o ejecución.

Se debe tener presente que las causas siempre serán distintas en cada uno de los estudios patológicos que se desarrollen, por lo cual se deberá realizar una clasificación de cada una de las lesiones para comprender su origen.

Las causas indirectas son todos los factores inherentes a las unidades constructivas, como la composición química, la forma o la disposición, y que se deben casi siempre a un diseño defectuoso o a una mala selección. Una causa indirecta no es suficiente para que se produzca un proceso patológico, en general se necesita la combinación de varias causas indirectas y de diferentes tipos.

Las causas directas suelen ser más difíciles de eliminar y más complejo actuar sobre ellas, sobre todo cuando se trata de agentes atmosféricos o contaminantes, por lo que su corrección se complica en parte.

- Fisura: este tipo de lesión es de carácter superficial la cual se puede presentar en los muros o en sus recubrimientos, se clasificarán de acuerdo a su longitud y dirección dependiendo del caso.

- Muro: Elemento laminar vertical que soporta los diafragmas horizontales y transfiere cargas a las cimentaciones
- Pendiente: Es el grado de inclinación de un terreno.
- Cimentación: Conjunto de elementos estructurales destinados a transmitir las cargas de una estructura al suelo o roca de apoyo.
- Reparación: Es un conjunto de actuaciones, como demoler, sanear, reemplazo de materiales, destinado a recuperar el estado constructivo y devolver a la unidad lesionada su funcionalidad original.
- Preservación: Proceso de mantener una estructura en su condición presente y contrarrestar posteriores deterioros (preventivo).
- Rehabilitación: Adquisición de los elementos de la capacidad para cumplir su función, que tenía antes de producirse el daño.

Prevención: El estudio de los procesos patológicos, nos permiten establecer un conjunto de medidas preventivas destinadas a evitar la aparición de nuevos procesos. En la prevención se tendrá que tener en cuenta, la eliminación de las causas indirectas, que afectan a la fase previa del proyecto y ejecución, así como al mantenimiento.

4.2 Legal

Las leyes y/o normas consultadas que hicieron parte para el desarrollo del trabajo profesional integrado fueron:

- Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. Norma Colombiana vigente de sismo resistencia. Aplicar la metodología del capítulo A.10, de la NSR-10: “Evaluación e Intervención de Edificaciones Construidas Antes de la Vigencia de esta Norma.”. Dado que la edificación fue realizada inclusive antes de la entrada en vigencia de la NSR-98. Se aplicarán los criterios y procedimientos que se deben seguir para evaluar la vulnerabilidad sísmica y remodelar el sistema estructural de la edificación en estudio.
- Decreto Ley 1400 de 1997. el cual establece las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes – NSR-98, que fijan los requisitos que deben cumplir las edificaciones nuevas y las edificaciones existentes que son intervenidas estructuralmente por modificaciones, cambio en su uso o por problemas patológicos dentro de su estructura.
- Decreto 926 del 19 de marzo de 2010. Establece los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10, actualización que contempla como prioridad salvaguardar la vida de las personas y como efecto indirecto la protección de las edificaciones.
- Decreto 523 de 2010 “por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C.”.

Guía técnica para la inspección después del sismo del Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE y Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

4.3 Histórico

En América Latina la construcción de las viviendas se caracterizaba según su ubicación geográfica, por ejemplo, en Colombia se caracterizó por la fabricación de casas en adobe con cubiertas de tejas, pero en búsqueda de la modernización le da paso a la construcción masiva de viviendas con sistemas constructivos de prefabricados. La capital del país, la ciudad de Bogotá, las viviendas construidas mezclaron las técnicas constructivas de los españoles y locales, una de las primeras técnicas aportadas por los aborígenes, fueron el bahareque y los techos de paja, que, sumadas a las técnicas españolas como el ladrillo y la teja, así como herramientas de trabajo como la madera y piedra, permitieron enriquecer las técnicas constructivas en la ciudad. La vivienda en la época de la colonia en la ciudad se determinaba de acuerdo al poder adquisitivo de los ocupantes, así los de niveles sociales más altos se alojaban en casas de uno y dos pisos construidas de tapia o adobe y con cubiertas de barro, mientras que el resto de la población se habitaban en chozas pajizas. En el siglo XIX, Bogotá tenía cinco formas básicas de vivienda: La casa de una planta, la casa de dos pisos, las tiendas de habitación, ranchos y quintas.

De acuerdo a lo mercado por Katherine Ospina en la columna de agosto de 2019 en el medio online “*El nuevo siglo*”, en 1921, la ciudad que alojaba a un poco más de 250.000 habitantes, vio cómo se construyó el primer rascacielos. Con su estilo republicano, fue el primero en reemplazar la tradicional estética colonial de las casas que no contaban con más de dos pisos, el edificio Peraza se impuso al presentar siete niveles en total. (Ospina, 2019), La obra fue planeada por Manuel Peraza, un importante comerciante de la

época cuya familia fue una de las primeras que vivió en la capital. La idea de construir el edificio nació por la alta demanda de pasajeros que llegaban a la ciudad en la Estación de Sabana, por lo cual Peraza decidió edificar un lugar que pudiera satisfacer las necesidades de los visitantes. En 1965 se construyó el conjunto Torres del Parque, el cual se compone de tres edificios con varios departamentos hechos en ladrillos y otros materiales constructivos usados en la época, sirvió para aliviar el problema de vivienda en la ciudad y desde ahí se siguen construyendo edificios multifamiliares hasta llegar al siglo XXI, el cual se caracteriza por la gran expansión de la ciudad guardando un poco la arquitectura tradicional de la colonia en algunas zonas, sin embargo, la modernización llegó con la implementación de nuevas técnicas de construcción y sistemas constructivos, que dirigieron a las nuevas construcciones a edificaciones de varios pisos en diferentes zonas de la ciudad, donde todavía se conservan viviendas con el estilo tradicional, la cuales en algunas ocasiones sufren afectaciones al colindar con estas grandes edificaciones, ya que se generan sobrecargas que se ven reflejadas en diferentes lesiones como grietas, fisuras, desniveles, levantamientos de piso y fracturas en las losas de entrepiso que generan asentamientos y fallas en las pequeñas viviendas.

En 2012 la construcción de un edificio residencial de 19 pisos en la zona norte de la ciudad de Bogotá, en el barrio chico, generó afectaciones a varias casas residenciales, generando sobrecargas que fueron deteriorando la edificación, las casas presentan grietas, levantamientos de pisos y rupturas en las placas. En el mismo año la construcción del hotel ART en la calle 95, en el barrio chico afectó seis viviendas que se encontraban contiguas al proyecto, las viviendas prestaban grandes grietas en sus muros y desniveles, generando que

las autoridades de gestión del riesgo ordenaron la evacuación de las edificaciones. En el año 2017, se construyó el nuevo edificio de la alcaldía de Teusaquillo afectando varios predios a su alrededor, de acuerdo a lo presentado por la Sociedad Colombiana de Ingenieros (SCI), la obra presentó varios problemas como deslizamientos en las excavaciones, provocando asentamientos diferenciales en los predios, de igual forma se generó una expansión en el volumen de concreto de los pilotes y pantallas.

5 Alcance y limitaciones

Este proyecto está delimitado a realizar un estudio patológico a la vivienda multifamiliar de la Calle 137 No. 47-54 en el barrio Spring, localidad de Suba, Bogotá D.C, con un área total de 409 m², para determinar las causas y los orígenes de las lesiones generadas en los elementos estructurales y no estructurales de la vivienda.

El presente estudio se desarrolla desde los conceptos aprendidos durante la Especialización en Patologías de la construcción, por lo cual en el presente estudio no se pudieron ejecutar los ensayos necesarios al paciente, sin embargo, se propusieron los diferentes ensayos destructivos y no destructivos que se podrían ejecutar, con el fin de conocer las propiedades mecánicas y físicas de los materiales.

Es importante resaltar que el presente estudio es de carácter académico; por lo tanto, dentro de las limitantes se tiene que el predio se encuentra en un proceso de reclamación por los daños ocasionados, los ensayos a realizar están sujetos a la aprobación por parte de los vinculados. Además, no se cuenta con la disponibilidad de estudios, diseños y planos, debido a que es una edificación construida hace más de 40 años.

Teniendo en cuenta, estas limitaciones el alcance se encuentra limitado a realizar una propuesta de ensayos destructivos y no destructivos para caracterizar profundamente y poder tomar una decisión con relación a las alternativas de intervención propuestas.

6 Metodología.

6.1 Descripción de selección del paciente

Para llevar a cabo este estudio patológico, se inició con la selección del paciente, el cual se determinó de acuerdo al nivel de afectación y lesiones presentes en el mismo. Este proyecto tendrá un enfoque cualitativo. La metodología que se tuvo en cuenta para el desarrollo del proyecto consisten en:

- Visita preliminar para confirmar los permisos de ingreso para iniciar el estudio patológico del paciente

- Identificación de la información preliminar del paciente antecedentes históricos, sistema constructivo, sistema estructural, información técnica y normativa.
- Inspección visual del paciente donde se identifiquen las lesiones y posibles causas de las lesiones, reconocimiento de la edificación y registro fotográfico para completar las fichas de inspección, para clasificar cada una de las lesiones según su tipología y nivel de afectación.
- Levantamiento arquitectónico del lugar.
- Definición de los posibles ensayos destructivos y no destructivos que se pueden realizar en el paciente, para conocer las características mecánicas y físicas de los materiales.
- Proponer las posibles actividades de intervención, mejoramiento y mantenimiento de acuerdo a la información recolectada de los preliminares y de la inspección visual realizada al paciente.

6.2 Preparación y planteamiento del estudio

6.2.1 Inspección preliminar del paciente

La inspección preliminar del paciente se realizó el día 12 de octubre del 2021, con el fin de solicitar los permisos de ingreso al propietario de la vivienda, identificar el estado actual de la edificación y la distribución de la zona, al igual que el día y el 23 de abril, con el propósito de evaluar y tomar datos respecto de la evolución de las lesiones.

6.2.2 Recopilación de información necesaria para el estudio

La única información que se conoce del paciente es la brindada por el dueño de la vivienda, no se contaba con estudios recientes en la propiedad.

6.2.3 Permisos y autorizaciones para abordar el estudio del paciente

Se obtiene permiso de ingreso, por parte del propietario de la vivienda, para lograr adelantar las labores necesarias para la presente investigación.

6.2.4 Definición del equipo de trabajo que realizara el estudio

El equipo de trabajo está conformado por la Ing. Karen Hernández, el Ing. Diego Fernando Botero y el Arq. Diego Buitrago; quienes conforman el grupo de trabajo TPI.

6.2.5 Definición de los medios para realizar el estudio

Los recursos para realizar la investigación serán financiados en su totalidad por los integrantes del equipo de trabajo, teniendo en cuenta que el estudio se desarrolla con fines académicos.

6.3 Historia clínica

6.3.1 Responsables del estudio

DIEGO FERNANDO BOTERO SANCHEZ, Ingeniero Civil egresado de la Universidad Agraria de Colombia, actual estudiante de la Especialización en Patología de la Construcción.

DIEGO HERNANDO BUITRAGO PATIÑO, Arquitecto de la Pontificia Universidad Javeriana – Bogotá, actual estudiante de la Especialización en Patología de la Construcción.

KAREN DANIELA HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, Aspirante al título de Ingeniera Civil de la Universidad Santo Tomás - Bogotá, actual estudiante de la Especialización en Patología de la Construcción.

Este estudio fue adelantado con fines académicos, en desarrollo del programa de Especialización en Patología de la Construcción.

6.3.2 Fecha de inspección al paciente

Se realizó inspección visual del paciente el día 15 de octubre del 2021, se hizo un reconocimiento preliminar de la edificación, registro fotográfico y levantamiento arquitectónico.

6.3.3 Datos generales del paciente

6.4 Características Generales del paciente

Nombre: Vivienda multifamiliar barrio Spring

Localización: El paciente objeto de estudio es una vivienda multifamiliar localizada en la Calle 137 No. 47-54, barrio Spring, Localidad de Suba, Bogotá D.C, Colombia.

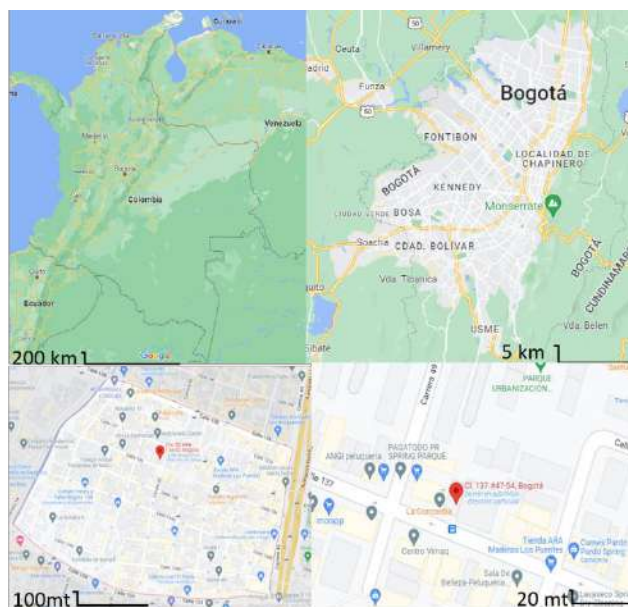


Figura 1. Localización geográfica del paciente(Según Escala). Fuente Google Maps

Uso: Mixto (Vivienda y comercio)

Fecha de construcción: La vivienda, de acuerdo a lo manifestado por el propietario, se construyó en el año 1980.

Sistema constructivo: El sistema constructivo de la vivienda, objeto de estudio, corresponde a uno tradicional, compuesto por losas de entepiso y muros portantes, columnas y vigas.

Técnica constructiva: La vivienda fue construida en el año 1980, de acuerdo a lo manifestado por el propietario del inmueble, no cuenta con planos o diseños arquitectónicos que permitan conocer la concepción de este inmueble, por lo tanto, no es posible identificar la técnica empleada; aun así, de acuerdo a la visita de campo realizada, es probable que la técnica empleada, de acuerdo al sistema constructivo mencionado con anterioridad se haya basado en:

- Mejoramiento del terreno mediante su utilización de piedra.
- Construcción de vigas de cimentación apoyadas sobre zapatas.
- Construcción de columnas o columnetas para la confinación de los muros.
- Levantamiento de muros en mampostería.
- Armado de formaletas para fundición de placa entepiso y posiblemente vigas en concreto.

Uso actual y previsto del sector: El uso actual de la edificación es mixto, es una vivienda multifamiliar y comercio, sin embargo, el costado nororiental de la vivienda colindante con el edificio de apartamentos Las Marías II, se encuentra desalojado a causa de la severidad de las lesiones.



Figura 2. Fachada del proyecto- vivienda multifamiliar barrio Spring. Fuente Propia.

Importancia del paciente: La presente construcción, tiene un valor relevante dentro del desarrollo del estudio de la Patología de la construcción, ya que tiene características que permiten un estudio integral donde se pueden identificar las diferentes lesiones, niveles de severidad y causas, hasta la afectación producida por el medio ambiente. Además, el objeto de estudio de este estudio patológico, representa una problemática que afecta varias edificaciones, las cuales se ven afectadas por las

construcciones contiguas que generan sobrecargas, asentamientos diferenciales que llevan a la pérdida de funcionalidad de la estructura.

Por lo anterior, es necesario una correcta recopilación de la información, que permita identificar el origen de la lesión principal, para así generar, a partir de un correcto diagnóstico y la realización de ensayos, un programa de rehabilitación para el inmueble.

Sistema estructural y constructivo: La vivienda multifamiliar tiene un sistema estructural combinado de pórticos en concreto y losas de entrepiso, con un sistema de columnas y vigas en concreto de diferentes dimensiones, con una altura por piso de 2.4 m.

Normativa actual que lo rige: Las normas que rigen la edificación son el Reglamento Colombiano de Construcción sismo resistente (NSR-10), haciendo énfasis en el Título A “Requisitos Generales de Diseño y Construcción Sismo Resistente” Capítulo A.10 “Evaluación e intervención de edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del reglamento” y el Decreto 523 de 2010, "Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C."

6.5 Datos Generales del Entorno

6.5.1 Edificaciones u Obras Vecinas

La edificación se encuentra ubicada en una zona residencial y comercial, colindando con la inmobiliaria La Concordia-Finca Raíz en la parte noroccidental y con el edificio de apartamentos Las Marías II, en la parte nororiental.

6.5.2 Medio Ambiente

El medio ambiente de la ciudad de Bogotá D.C, se mide con estaciones que calculan la calidad del aire, existen más de 20 estaciones que cuentan con sensores y analizadores automáticos (Ambiente, s.f.). La zona donde está ubicado el paciente objeto de estudio se encuentra en un nivel intermedio de calidad del aire, con un nivel de contaminación de 26.2ug/m³ PM_{2.5} (material particulado respirable). Los niveles de tránsito son bajos, lo que indica que los niveles de monóxido de carbono no son muy altos, de igual forma la zona no cuenta con grandes industrias en su entorno.

6.5.3 Temperatura y precipitaciones

La edificación objeto de estudio se encuentra en la ciudad de Bogotá, la cual hace parte de la región Andina de Colombia. El clima de Bogotá es de frío a muy seco, se caracteriza por tener temperaturas promedio de 14°C y precipitaciones promedio anuales de 480 mm, de acuerdo a las mediciones realizadas por el IDEAM. La distribución de precipitaciones en la ciudad tiene un comportamiento bimodal, es decir, durante el año las lluvias se distribuyen en dos temporadas secas y dos temporadas lluviosas. Los meses de enero, febrero, julio y agosto son predominantemente secos y las temporadas de lluvia se extienden desde finales de marzo hasta principios de junio y desde finales de septiembre hasta principios de diciembre.

En los meses secos de principios de año, llueve alrededor de 8 días/mes; en los meses de mayores lluvias puede llover alrededor de 18 días/mes. La temperatura promedio es de 13.1 °C. Al medio día la temperatura máxima media oscila entre 18 y 20°C. En la madrugada la temperatura mínima está entre 8 y 10°C, aunque en la temporada seca de inicio de año, las temperaturas pueden bajar a menos de 5°C, en las madrugadas. El sol brilla cerca de 4 horas diarias en los meses lluviosos, pero en los meses secos, la insolación llega a 6 horas diarias/día. La humedad relativa del aire oscila durante el año entre 77 y 83 %, siendo mayor en los meses de abril y noviembre y menor en julio y agosto.

6.5.4 Nivel Freático y escorrentías

Se cuentan con diferentes cuencas hidrográficas en la ciudad de Bogotá, en las cuales se destacan la cuenca del río Salitre, Jabque, Torca, Teusacá, Fucha, Soacha, Sumapaz, Tunjuelito, Tinta y Blanco, las cuales definen los niveles de escorrentía en la ciudad, ya que son drenajes naturales que permiten el abastecimiento de agua en diferentes zonas. Bogotá presenta niveles freáticos altos al ser una ciudad construida sobre depósitos lacustres, los cuales fueron formados por material depositado en agua de lagos, sedimentos de grano fino predominando los limos y arcillas, suelos que son capaces de absorber altos niveles de agua.

6.6 Arquitectura

6.6.1 Clasificación

El estado general de la vivienda multifamiliar estudiada no es óptimo, cuenta con varias lesiones en su fachada e interiores, principalmente en el costado nororiental de la vivienda colindante con el edificio de apartamentos Las Marías II, esta zona de la vivienda ya se encuentra desalojada a causa de la severidad de las lesiones.

6.6.2 Estilo Arquitectónico

La construcción está desarrollada dentro de un lote de aproximadamente 300 m², de los cuales tiene un índice de construcción del 50%. La vivienda está compuesta por un único bloque, dividido en tres plantas de las cuales la primera de ellas es destinada a un uso comercial, la segunda y la tercera planta son destinadas principalmente a vivienda.

El conjunto de la edificación está construido en un sistema tradicional, compuesto por zapatas aisladas, losas de contra piso, losas de entrepiso y mampostería, el nivel de acabados se encuentra al nivel de estuco y pintura.

Esta edificación no representa ningún valor arquitectónico especial, que la haga objeto de declaratoria patrimonial.

6.6.3 Contexto Histórico

El barrio Spring de la localidad de Suba en la ciudad de Bogotá D.C, comenzó como un barrio pirata en la Vereda Primavera, sin reconocimiento del distrito hasta su fundación en 1963, era una zona con grandes extensiones de prado, las calles eran con recebo y estaban cubiertas de hierbas. La zona contaba con servicios públicos de luz eléctrica y agua, pero no contaba con un sistema de alcantarillado. La edificación de estudio del proyecto fue construida en el año 1980 en el barrio Spring, una vivienda multifamiliar que se compone de tres pisos y un área de lote de 409 m², la cual comenzó a presentar daños en el año 2009, por la construcción del edificio de apartamentos La Marías II (Calle 137 No 47-34) ubicado al costado nororiental de la vivienda.

La estructura presentó un colapso en su sistema estructural, lo cual al producir este asentamiento tuvo que ser evacuado y desocupado en su totalidad, debido a las patologías descritas; sin embargo, teniendo en cuenta que se encuentran en proceso a causa de la demanda interpuesta por el propietario por los daños causados, no se ha realizado ninguna intervención hasta que no se conozca el fallo de la demanda.

6.7 Tipo de cimentación

El proyecto contempla en su cimentación un sistema tradicional de zapatas aisladas. A una profundidad aproximada de NE-1.5 m. con una base en rajón.

6.8 Altura

El paciente objeto de estudio tiene una altura de 7.66 m

6.9 Área (número de pisos)

Área: 409 m², tres (3) pisos.

6.10 Estado general de la construcción

Los edificios que se construyen en la actualidad están diseñados para durar entre 50 y 100 años de vida útil, con un mantenimiento continuo esta vida útil se puede alargar mucho más tiempo, manteniendo las buenas condiciones para sus ocupantes. Sin embargo, teniendo en cuenta que esta vivienda fue construida en 1980, y sumada a la afectación producto de la construcción vecina la edificación no se encuentra en un buen estado de conservación, se evidencia un gran deterioro en fachada e interiores.

6.11 Información existente

Actualmente no se cuenta con información relacionada a planos o estudios de suelos de la edificación.

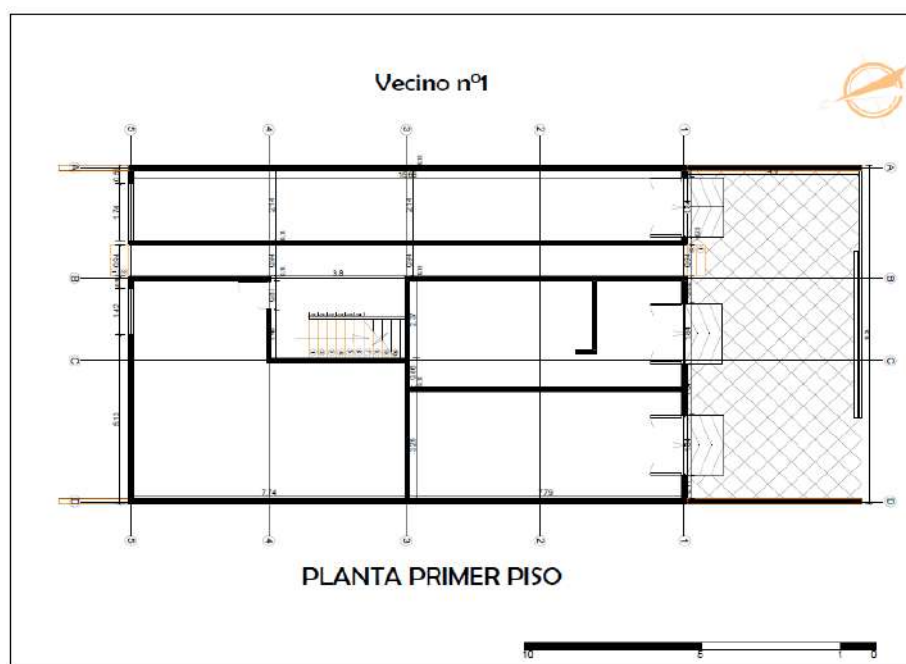
6.12 Fidelidad de los planos

Como se mencionó anteriormente, la construcción no cuenta con planos de diseño estructural, de cimentación o arquitectónicos, que permitan conocer a profundidad la concepción de este inmueble.

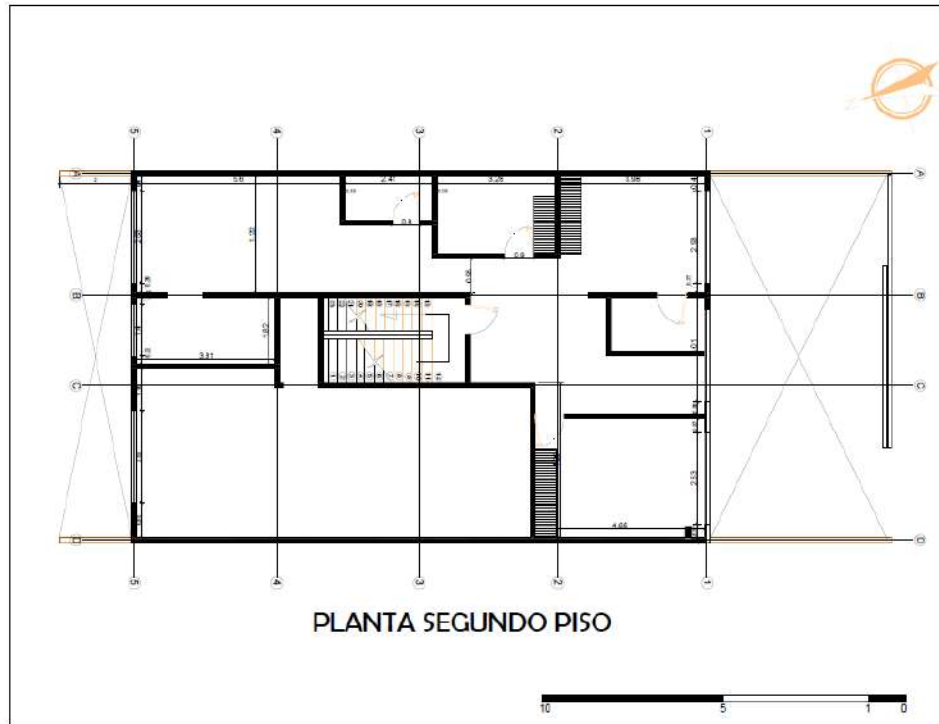
Por parte de quienes participan en este trabajo de grado, se realizó visita de inspección al inmueble, con el fin de evaluar el estado actual de la estructura y elaborar levantamiento arquitectónico de la vivienda, el cual permita conocer la distribución de la misma y hacer la identificación y ubicación de las lesiones presentes. A continuación, se presentan el levantamiento arquitectónico realizado:



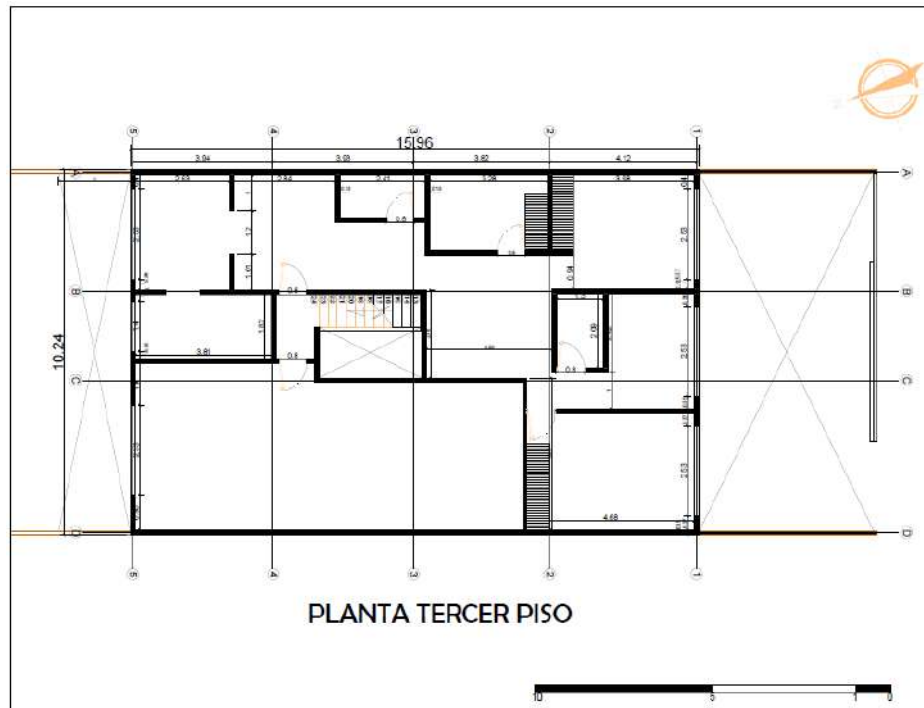
Plano 1. Localización del Inmueble. Elaboración propia.



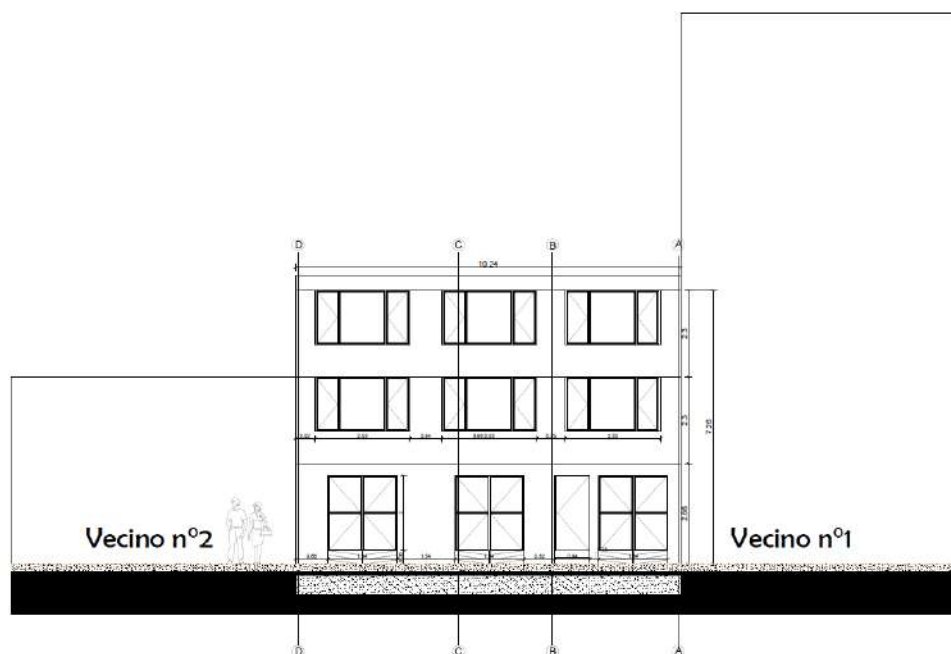
Plano 2. Planta Primer Piso. Elaboración propia.



Plano 3. Planta Segundo Piso. Elaboración Propia.



Plano 4. Planta Tercer Piso. Elaboración Propia.



Plano 5. Fachada Principal. Elaboración Propia.

6.13 Constatación del estado del paciente

Actualmente, el inmueble objeto de estudio presenta varias lesiones, tales como: Grietas en tabiques, fisuras internas y externas en muros de mampostería, causadas por los asentamientos diferenciales. De igual manera, se pudo constatar que el inmueble presentó el desplome de un muro divisorio en la planta de segundo piso, de acuerdo a lo manifestado por el propietario y la inspección visual realizada al inmueble. La edificación en el primer piso en la zona de atrás presenta socavación por filtración de agua.

Lo descrito anteriormente, aparentemente, fue ocasionado por la construcción del edificio Las Marías II, construido en el año 2009, con cinco (5) pisos de altura, el cual no cuenta con las juntas de dilatación sísmicas necesarias, generando una sobrecarga en la vivienda analizada.

6.14 Aplicación patológica

La aplicación patológica para el inmueble es de carácter geriátrico, ya que la vivienda actualmente tiene una edad de construcción de 41 años y sus elementos arquitectónicos y estructurales, presentan un gran desgaste y avance de deterioro.

Por lo anterior, la funcionalidad de la vivienda se está viendo afectada al no permitir el 100% de habitabilidad del inmueble. De igual manera, se presenta un riesgo alto de desplome al presentarse fallas en cortante en las placas de segundo y tercer piso, producidas, aparentemente, por un asentamiento diferencial y una transferencia de cargas proveniente de la edificación vecina.

Como primera opción en estudio patológico de esta edificación, se debe realizar una evaluación de vulnerabilidad a la estructura, para conocer e identificar la gravedad de las lesiones presentes y determinar el plan de intervención más acorde.

6.15 Lesiones

6.16 Datos específicos de las lesiones

Afectaciones: De acuerdo a la inspección visual realizada al paciente, se identificó que la vivienda multifamiliar presenta en su estructura fisuras y grietas de tipo mecánico por carga, además de zonas con humedad y socavación por filtraciones.

Localización y levantamiento de daños: Durante la inspección visual se identificaron las siguientes lesiones en el paciente objeto de estudio.

6.17 Localización y levantamiento de daños

6.17.1 Lesión 1. Grietas en Placas de Entrepiso, como se evidencia en la figura 3 y

4. Para más detalle Ver anexo 4.

Ubicación: Se encuentran en las losas de entrepiso de los niveles 2 y piso 3.

Descripción: Estas grietas y fisuras se presentan transversalmente en la unidad habitacional, causadas aparentemente, por el asentamiento diferencial que presenta la estructura a raíz, como se ha mencionado anteriormente producidas por una construcción vecina, de igual manera, a partir de la visita realizada, se observó que no se guardaron las dilataciones entre edificaciones adyacentes, al igual que, en el momento de la construcción y a partir de los diseños, no se guardó una altura similar entre los elementos estructurales, tales como, placas de entrepiso y nodos, lo cual generó nuevas cargas y vibraciones para las cuales la construcción objeto de estudio no estaba calculada.

Registro fotográfico:



Figura 3. Grieta en placa de entrepiso segundo piso. Fuente: Propia.



Figura 4. Segundo piso, Grieta en placa de entrepiso tercer piso. Fuente: Propia.

6.17.2 Lesión 2. Grietas en Tabiques. , como se evidencia en la figura 5 y 6. Para más detalle Ver anexo 5.

Ubicación: estas lesiones están presentes a partir del eje central de la vivienda hacia el costado oriental de la misma y en las plantas de primer, segundo y tercer piso; de igual manera, las grietas también se presentan en la fachada principal y posterior de la vivienda.

Descripción: A partir de la inspección visual realizada a la vivienda, se identifican distintas grietas; en la planta de segundo piso predominan grietas a 45° como se observa en la *figura 6*; de igual manera en la planta de tercer piso, *figura 7*, se observa como el arco divisorio de la sala presenta una grieta en sentido diagonal, 45° , indicando una falla en cortante.

Registro fotográfico:



Figura 5. Grieta en cortante presente en muro divisorio de segundo piso. Fuente: Propia.



Figura 6. Grieta en cortante presente en tabique de tercer piso. Fuente: Propia.

6.17.3 Lesión 3. Fisuras Internas y Externas en Muros de Mampostería. , como se evidencia en la figura 7 y 8. Para más detalle Ver anexo 1 y 2.

Ubicación Lesión: Presentes en las tres plantas de la vivienda, al igual que en la fachada principal y en la fachada posterior, en sus antepechos y muros divisorios. Ver Tabla N°2. Asentamiento diferencial.

Descripción: En fachada, se observan fisuras a la altura de las losas de entrepiso y los antepechos de las ventanas. En los muros internos que componen todo el costado oriental de la vivienda, al igual, los muros que colindan con la edificación vecina, se observan un sin número de fisuras, causadas aparentemente por el asentamiento diferencial.

Registro fotográfico:

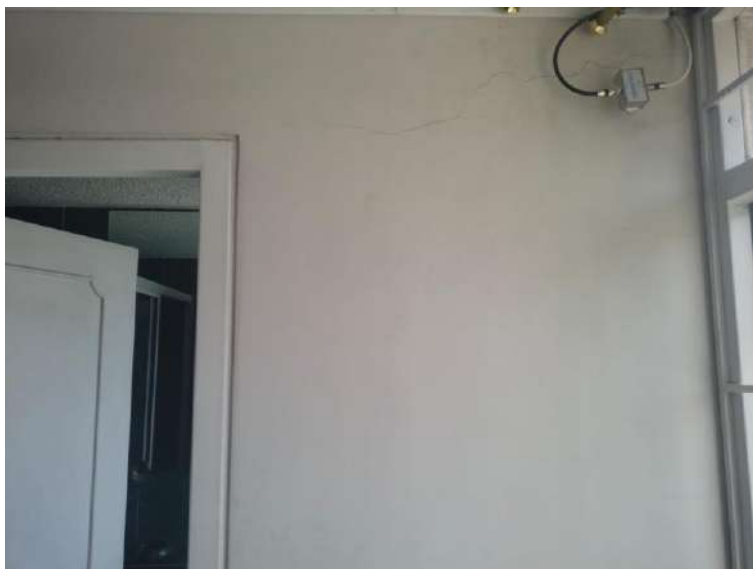


Figura 7. Fisura presente en planta de segundo en muro divisorio. Fuente: Propia.



Figura 8. Fisuras en antepecho interno. Fuente: Propia.



Figura 9. Grieta interna de fachada posterior en segundo piso. Fuente: Propia



Figura 10. Fisuras presentes en muros de la planta de segundo piso. Fuente: Propia

6.17.4 Lesión 4. Humedad. , como se evidencia en la figura 11 y 12. Para más detalle Ver anexo 5.

Ubicación: Planta de Tercer piso, muro de costado oriental.

Descripción: Se presenta filtración de agua, en la planta de tercer piso, proveniente de la cubierta, la cual, es una estructura a dos aguas soportada por cerchas y apoyada en los muros laterales, de acuerdo a lo que se puede observar, a raíz del movimiento que presenta la edificación por el asentamiento diferencial, provocado por la construcción vecina, esto produjo un movimiento de las tejas y seguramente una fisuración de la canal, causando la filtración de agua. Debido al estado actual de la vivienda, no se realiza inspección a la cubierta, dado que no es seguro para los suscritos.

Registro fotográfico:



Figura 11. Humedad por filtración. Fuente: Propia



Figura 12. Humedad por filtración tercer piso. Fuente: Propia.

6.17.5 Lesión 5. Socavación por Filtración de Agua. , como se evidencia en la figura 13. Para más detalle Ver anexo 3.

Ubicación: la lesión se presenta en la primera planta, en la parte posterior de la vivienda,

Descripción: Durante el recorrido, se observa un área la cual está presentando socavación por filtración de agua, al punto que ha quedado expuesta la viga de cimentación de la construcción, a su vez, por lo mencionado anteriormente, se ha generado una escorrentía, la cual genera, que cada vez que llueva el agua lluvia sea conducida directamente a la cimentación de la vivienda.

Registro fotográfico:



Figura 13. Presencia de capa vegetal y socavación. Fuente: Propia

6.18 Evaluación física y mecánica

Realizada la evaluación al inmueble, se identificó que una de las causas principales del deterioro de la estructura y en general de la vivienda es de tipo mecánico por sobrecargas generadas a raíz de la nueva construcción, el edificio Las Marías II, que corresponde a una torre de apartamentos con una altura de cinco (5) pisos, la cual, no guardó una separación entre las edificaciones, generando así, nuevas cargas a la edificación objeto de estudio. Además, la construcción presenta un asentamiento hacia el costado oriental, el cual ha afectado las tres plantas de las que se compone la vivienda.

6.19 Descripción de las patologías más relevantes del paciente

Se observa que la construcción presenta un asentamiento hacia el costado oriental, el cual ha afectado las tres plantas de las que se compone la vivienda. Dentro de la visita a la obra, se realizó un recorrido por las plantas de segundo y tercer nivel, en las cuales se observó un desnivel en las losas de entrepiso, producto del asentamiento diferencial, las losas de entrepiso tienen un porcentaje de inclinación entre 6.39% y 6.92% en las zonas más inclinadas. Este asentamiento se da debido a la construcción colindante que se ejecutó en el año 2009.

Al realizar el recorrido por el paciente, no se observaron las separaciones sísmicas mencionadas en la Norma de Sismo Resistencia 2010, específicamente la relacionada en la *Tabla A.6.5.1 Separación sísmica mínima en la cubierta entre edificaciones colindantes que no hagan parte de la misma construcción* y la *Figura A.6.5.1 - Medición de la separación sísmica*.

6.20 Clasificación y origen de las lesiones

A través de la elaboración de fichas de inspección técnica a obras civiles, se ha realizado un resumen de la historia clínica y la clasificación de cada una de las lesiones que presenta la construcción objeto de estudio a través de fotos y planos. Ver anexos 1, 2, 3, 4 ,

[illegible]

7 Análisis de Vulnerabilidad

7.1 Topografía

El paciente objeto de estudio se encuentra ubicado en la calle 137 No. 47-54, Barrio Spring, perteneciente a la localidad de Suba de la ciudad de Bogotá, la cual, ubicada a 2650 m de altitud sobre el eje de la cordillera oriental de Colombia. La ciudad se ubica en una extensión de tierra plana en el altiplano, situado en la parte centro-oriental del país, justo al lado occidental de la cordillera oriental de los Andes.

La cordillera Oriental a los 3° de latitud norte se expande formando la gran Sabana de Bogotá, la cual tiene 150 millas de ancho por 300 millas de longitud, se intercala con cerros y montañas que se extienden desde el sur de la ciudad de Bogotá hasta el corazón del Departamento de Boyacá, muy al norte de la capital, con una altura de 8.500 pies sobre el nivel del mar.

7.2 Características del suelo

De acuerdo con el Decreto 523 de 2010 “por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C.” se determinó que el predio donde se encuentra el paciente objeto de estudio se encuentra ubicado en un suelo LACUSTRE A, el cual se

caracteriza por ser un suelo lacustre muy blando, en el cual el comportamiento geotécnico general está relacionado a las arcillas limosas muy blanda, son suelos de muy baja a media capacidad portante y muy comprensible.

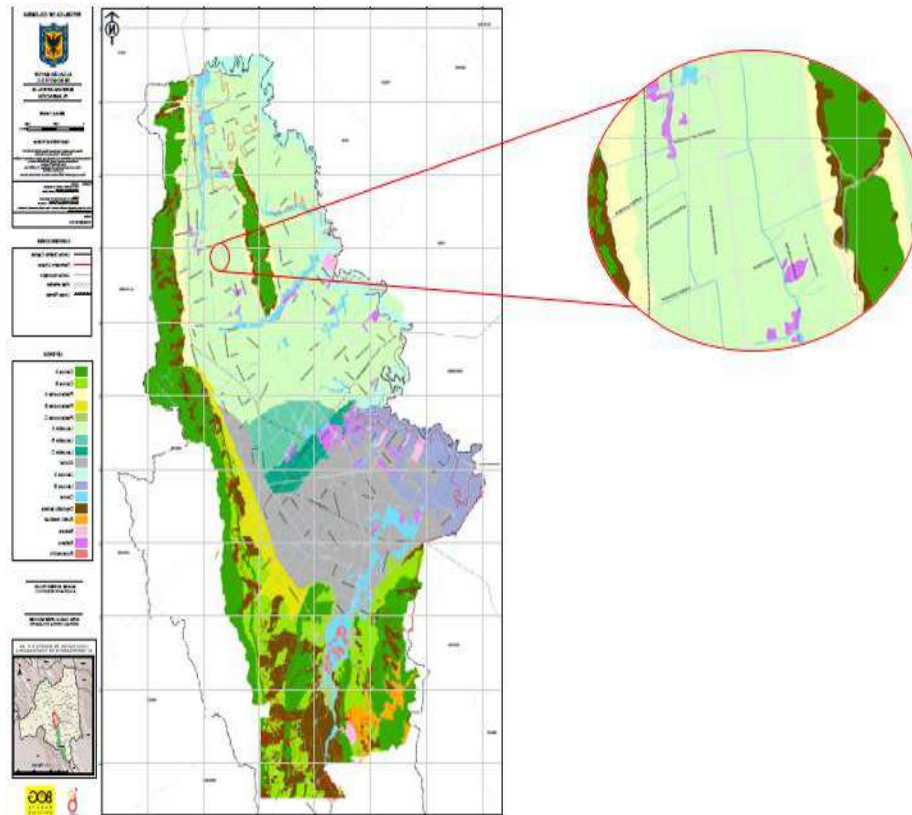


Figura 14. Mapa Zonas Geotécnicas Bogotá. Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá

De igual forma, si se toman los resultados del estudio realizado por el Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS) como guía para conocer mejor la distribución de los suelos en la ciudad de Bogotá, se logran identificar cinco zonas con características geo mecánicas homogéneas: Roca o zona montañosa, piedemonte o conos de deyección, suelos duros, suelos blandos y onda de ríos y humedales. De estas cinco

zonas el paciente se ubica en la tercera zona SUELOS BLANDOS, la cual se caracteriza por la presencia de arcillas blandas de alta compresibilidad y de origen lacustre.

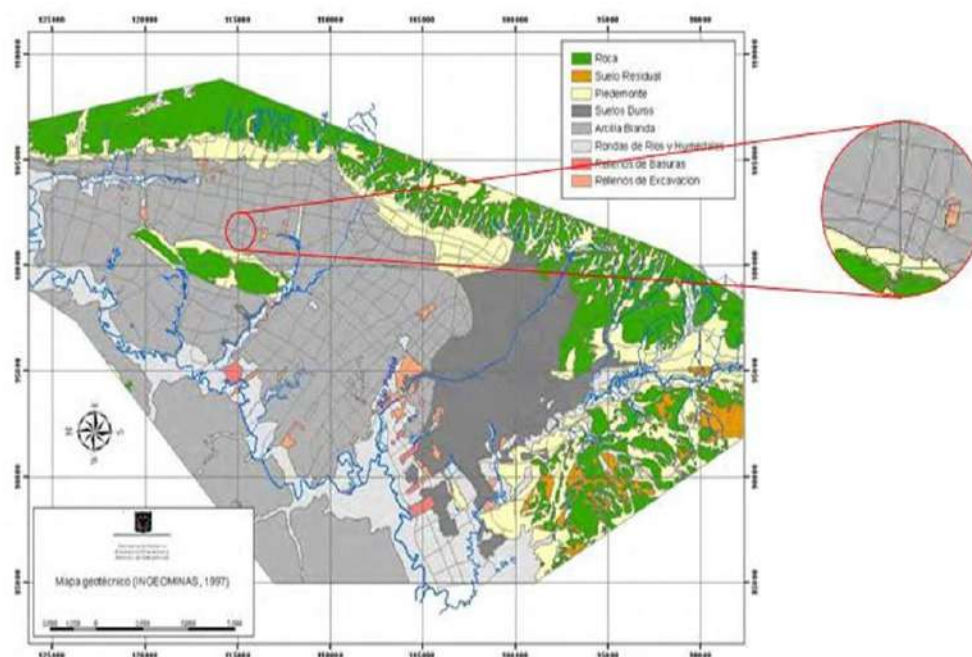


Figura 15. Mapa microzonificación de Bogotá. Fuente: Ingeominas.

Comparando los resultados obtenidos con el mapa geotécnico actual (2010) y el mapa de Ingeominas (1997), el proyecto se encuentra en una zona de suelo lacustre que se compone de sedimentos de grano fino donde las arcillas y limos predominan y en algunos de los casos se encuentran capas o lentes con porcentajes variables de materia orgánica.

7.3 Geología

Se entiende que la geología es la ciencia que se encarga del estudio de la composición y estructura de la tierra para así comprender su creación y poder identificar los procesos de cambio en los que se ha visto involucrada en cuanto a la formación rocosa y la capa terrestre. Con el propósito de conocer la geología del sector en el cual se realizó la construcción del paciente objeto de estudio, se tomó como referencia el documento realizado por el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER, el cual, realizó el *“PROYECTO ACTUALIZACIÓN COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA LA REVISIÓN ORDINARIA Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL para la actualización del mapa de amenaza por movimientos en masa para la zona urbana y de expansión”*.

Teniendo como referencia la información del documento descrito anteriormente, el paciente ubicado en la localidad de Suba en la parte norte de Bogotá, se encuentra en una zona donde se presentan depósitos LACUSTRE A. Se tomó la imagen N°7.15. *“geología de suba”* del documento, en la cual se realiza la clasificación de las unidades geológicas presentes en el Distrito Capital, ubicando al paciente en la unidad Qsa2.



Figura 16. Mapa Zonas Geotécnicas Bogotá. Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá

La unidad geológica Qsa2 hace parte de la formación Sabana, la cual corresponde al nivel de terraza alta y se caracteriza por contener depósitos lacustrinos transportados por agua, que constan de arcillas plásticas de color gris oscuro, arcillas orgánicas, turbas, arcillas arenosas y arenas arcillosas intercaladas. Este depósito es resultado de un antiguo lago que dejó planicies y deltas lacustres, los cuales son extensos, de aspecto aterrazado y con morfología ondulada suavemente inclinada y limitada hacia los cauces por los escarpes de estos. Está constituida por sedimentos finos y en los dos metros superiores son suelos constituidos por cenizas volcánicas; en general son arcillolitas grises con locales intercalaciones de arenas finas y niveles delgados de gravas y turbas. Algunos estudios recientes (geofísicos y perforaciones), señalan que en su parte de mayor espesor puede ser superior a los 660 m.

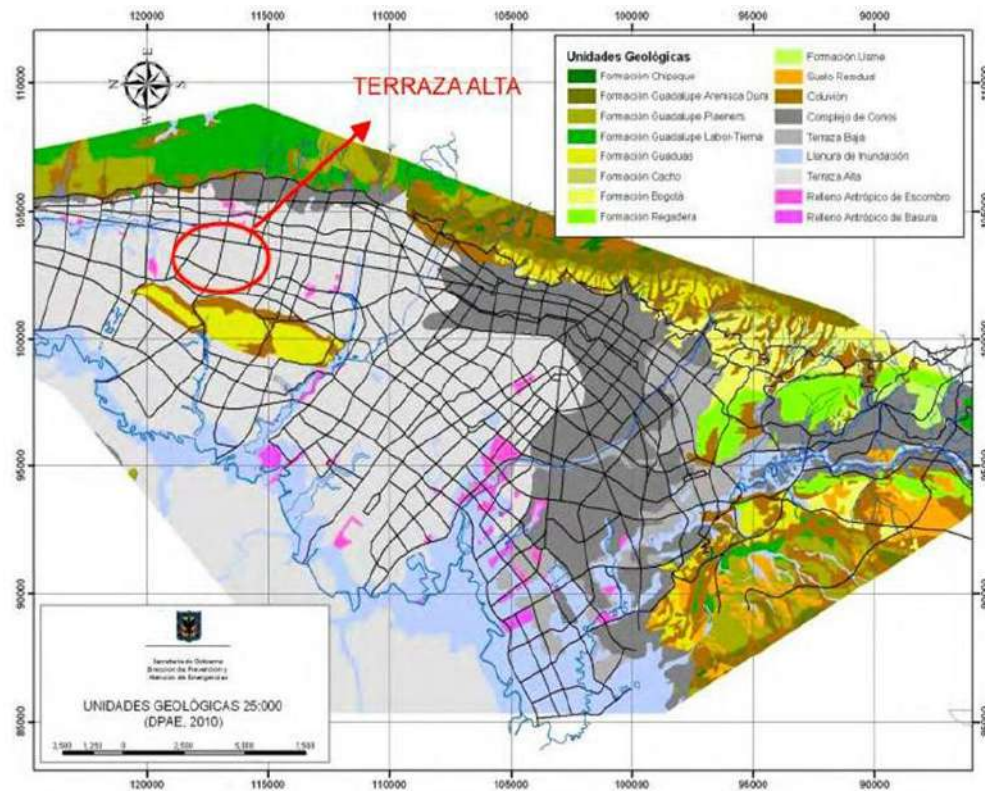


Figura 17. Mapa Geológico Ingeominas 1995.

De igual forma, teniendo en cuenta la información de la Microzonificación de Santa Fe de Bogotá (1997) se obtuvo que la vivienda multifamiliar se encuentra en una zona Fluvio – Lacustre (Terraza Alta, Qta) conocida también como Formación Sabana; este depósito es constituido por arcillas plásticas con lentes de arena suelta e intercalaciones de cenizas volcánicas, en algunos sectores se presentan varios niveles de turbas hasta de 1 m de espesor. Esta unidad constituye el relleno más importante de la Sabana, siendo su origen lacustre.

7.4 Estudios de vulnerabilidad sísmica

La ciudad de Bogotá ha sido afectada históricamente por la actividad sísmica de la región, registros del siglo XVI a la fecha ratifican que se han registrado por lo menos nueve sismos con in VIII en la escala de Mercalli Modificada (desde daños leves a daños moderados). En la Tabla 3 se resumen las intensidades percibidas y afectaciones reportadas por los principales sismos históricos. Los sismos que han afectado a la ciudad provienen principalmente del sistema de falla Frontal de la cordillera oriental. De acuerdo con los estudios más recientes de amenazas sísmicas en Colombia, la ciudad de Bogotá se encuentra en Amenaza Sísmica Intermedia en la zonificación sísmica de Colombia.

Para el estudio de la vulnerabilidad sísmica, se toma como referencia el documento *“ZONIFICACIÓN RESPUESTA SÍSMICA FOPAE 2010”* elaborado por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias en el año 2010. Teniendo en cuenta la ubicación de nuestro paciente y de acuerdo con las estructuras principales identificadas para el Mapa Geológico del Distrito Capital se logró evidenciar dos estructuras cercanas, las cuales se encuentran cerca a la ubicación del predio en estudio:

7.4.1 Falla conejera

(INGEOCIM, 1998), denomina a la Falla de la Conejera como una fractura de dirección general NNE-SSW que rompe el flanco occidental del Anticlinal de La Conejera, presuntamente se encuentra buzando hacia el Oriente, es una falla que posiblemente

continúa hacia el sur por el frente occidental de los Cerros de Suba, donde forma contacto abrupto entre los depósitos Cuaternarios y el Sinclinal - Anticlinal de Suba. Esta falla tiene el flanco occidental hundido.

7.4.2 Sinclinal- Anticlinal de suba

Corresponde a la principal estructura geológica que conforma la Serranía de Suba, compuesta por rocas sedimentarias cretácicas paleogenas. Presenta buzamientos suaves (entre $0 - 25^\circ$) a cada lado de la estructura. Es una estructura asimétrica que conforma un monoclinal al sur y un anticlinal al norte de la Serranía de Suba. Conformada por rocas sedimentarias de la Formación Guaduas, presenta una dirección preferencial Norte, con una ligera desviación en la parte media de la estructura hacia el oriente.

7.4.3 Análisis de riesgos estructurales

Dentro de la inspección realizada al paciente objeto de estudio, en la cual se realizó una evaluación del estado general de la estructura, se evidencio que esta NO cumple con los requisitos establecidos en la NSR-10.3.63

Imagen	Observación	Riesgo
	Lesión de tipo Mecánico, debido a los movimientos presentados por la construcción vecina, la cual no dejó separación sísmica entre construcciones, de igual manera se observa asentamiento diferencial	ALTO
	lesión de tipo mecánico y químico, se observa socavación por filtración de agua, dejando expuesto viga de cimentación del inmueble. al igual se observa el crecimiento de organismos en viga de cimentación y muro lateral	MEDIO
	lesión de tipo mecánico, se observan grietas en placas de entrepiso las cuales son mayores a 1cm.	ALTO



lesión de tipo mecánico, se
 observan grietas en tabiques
 cuales son mayores a 1cm ALTO



lesión de tipo mecánico, se
 observan grietas en tabiques en
 cortante las cuales son mayores ALTO
 a 1cm

Tabla 1. Análisis de riesgos estructurales

De acuerdo a lo anterior, la estructura presenta un riesgo alto de colapso, toda vez que a la fecha se han presentado desplome de muros internos de la vivienda y los que quedan en pie presentan fallas en cortate. De otra parte, el terreno presentó un asentamiento diferencial debido a la construcción vecina, lo cual generó inestabilidad de la zona aumentando la inestabilidad estructural de la vivienda.

7.4.4 Fichas de vulnerabilidad

FICHAS DE VULNERABILIDAD	
ELEMENTOS ESTRUCTURALES	
1	ASENTAMIENTO DIFERENCIAL EN FACHADA
2	GRIETAS EN LOSAS DE ENTREPISO
3	SOCAVACION POR FILTRACION
MUROS EN MAMPOSTERIA PORTANTES	
	LESIONES MECANICAS- GRIETAS Y
4	FISURAS
MUROS EN MAMPOSTERIA NO PORTANTES	
5	LESIONES MECANICAS - GRIETAS Y FISURAS

1. ASENTAMIENTO DIFERENCIAL	
DAÑO	DESCRIPCION DEL DAÑO

Criterios:

Fisuras con anchuras entre 2mm y 3 mm

Fisuras longitudinales seccionando muros de fachada

Fisuras transversales seccionando muros de fachada

Apariencia Típica:

Moderado



- Se identifica asentamiento diferencial, en el costado derecho de la estructura
- Se observa grietas >3mm
- Fisuras longitudinales y transversales.
- Fisuras en voladizos

Criterios:

Fisuras con anchuras hasta de 6mm
Fisuras longitudinales seccionando muros de fachada
Fisuras transversales seccionando muros de fachada

Apariencia Típica:

Severo



- Igual que la anterior, pero con fisuras $\Rightarrow$ 6mm.
- Desprendimiento de pintura y pañete.

Criterios:

Fisuras con anchuras mayores a 6mm
Fisuras longitudinales seccionando muros de fachada
Fisuras transversales seccionando muros de fachada
Sobrecarga imprevista

Grave

Apariencia típica:



- Grietas Transversales en voladizo.
- Fisuras por flexión.
- Desprendimiento de material

Tabla 2. Asentamiento diferencial.

2. GRIETAS EN LOSAS DE ENTRE PISO

DAÑO	DESCRIPCION DEL DAÑO
	Criterios: Fisuras en losas de entrepiso con anchuras de 0,5 mm Fisuras longitudinales a lo largo de la losa con extensión de aproximadamente de 2 mt Apariencia Típica:
MODERADO	 Se presentan fisuras en losa de entre piso del segundo nivel con longitud de 2 metros.
FUERTE	Criterios: Grietas en losas de entrepiso con anchuras mayor a 1 cm Grietas ubicadas longitudinalmente en la losa Grietas de esquina por asentamientos Sobrecargas imprevistas Apariencia Típica:



Se presenta desnivel pronunciado de la losa = 6cm, asumiendo su falla en cortante.

Tabla 3. Grietas en losas de entre pis.

3. SOCAVACIÓN POR FILTRACIÓN DE AGUA

DAÑO	DESCRIPCION DEL DAÑO
	Criterios: Empozamiento de agua Remoción de material por flujo de agua Apariencia Típica:
MODERADO	
	- Se observa lavado de material - Se presenta exposición de elementos estructurales

Tabla 4. Socavación por Filtración de Agua

4. GRIETAS Y FISURAS EN MUROS DE MAMPOSTERÍA PORTANTE

DAÑO	DESCRIPCION DEL DAÑO
	Criterios: Fisuras ligeras ≤ 2 mm Apariencia Típica:
Ligero	 - Fisuras en muros de mamposterías ≤ 2 mm
	Criterios: Fisuras moderado $\Rightarrow 2$ mm Grietas moderadas > 1 cm Grietas graves > 5 cm Apariencia Típica:
Moderado	 Similar a la anterior

Criterios:

Grietas moderadas > 1 cm

Grietas graves > 5 cm

Apariencia típica:

Moderado



- Grieta transversal a muro.

Criterios:

Grietas graves profundidad $\Rightarrow$ 5 cm

Apariencia típica:

Grave



Similar a la anterior

Tabla 5. Grietas y fisuras en muros de mampostería portante.

5. GRIETAS Y FISURAS EN MUROS DE MAMPOSTERÍA NO PORTANTE POR FLEXIÓN

DAÑO	DESCRIPCIÓN DEL DAÑO
	Criterios: Grieta en corte $\Rightarrow$ 5 mm presenta desprendimiento en fisuras
	Apariencia típica:
Moderado	
	
	Desprendimiento de material
	Criterios: Grieta en corte $\Rightarrow$ 5 mm presenta desprendimiento en fisuras
	Apariencia típica:
Severo	
	
	Similar a la anterior
	Criterios: Fisura en corte $\Rightarrow$ 2 Cm Presenta desprendimiento de material

Apariencia típica:

Grave



Similar al anterior

Tabla 6. Grietas y Fisuras en Muros de Mampostería NO portantes por Flexión.

7.4.5 Matriz de vulnerabilidad

A continuación, se mostrará la matriz de vulnerabilidad realizada al paciente objeto de estudio:

		MATRIZ DE VULNERABILIDAD					
PROBABILIDAD	Frecuente	5					Riesgos que necesitan MITIGACIÓN: Planes de actuación correctivos
	Posible	4					
	Ocasional	3					
	Remota	2					Riesgos que necesitan INVESTIGACIÓN: Planes de actuación preventivos.
	Improbable	1					
		1	2	3	4	5	Riesgos que necesitan MONITORIZACIÓN: Planes de actuación defectivos.
		Muy leve	Leve	Seria	Grave	Catastrofica	
		SEVERIDAD					

Figura 18. Convenciones Matriz de vulnerabilidad.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

registro fotográfico

7.4.6 Normatividad NSR-10

El comité AIS-300 de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica de Colombia realizó el “Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia 2009”. De igual manera INGEOMINAS en convenio con la Universidad Nacional adelantó el “Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia”. Como producto de estos dos estudios se adoptó en la NSR- 10 el Mapa de Zonificación Sísmica de Colombia que se muestra a continuación:

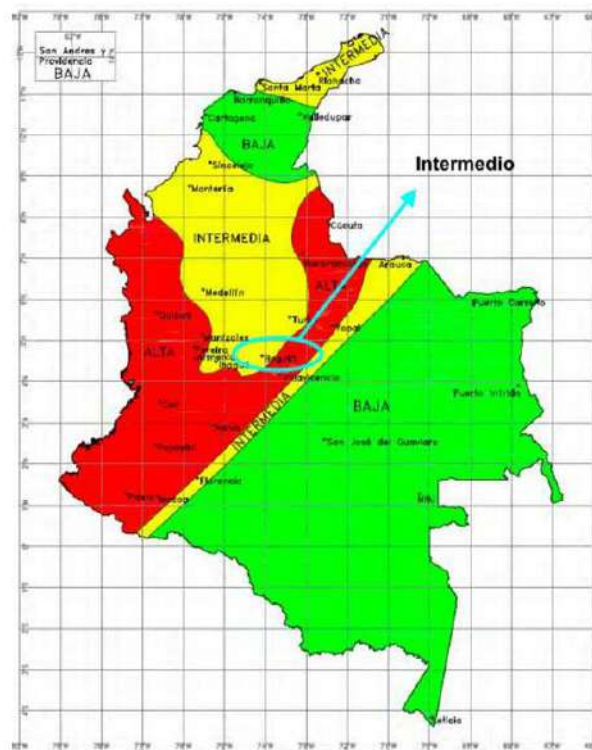


Figura 19. Mapa de zonificación sísmica de Colombia (AIS, 2009) tomada de zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá para el diseño sismo resistente de edificaciones; octubre de 2010

Según el título A.2.3 de la NSR-10 — ZONAS DE AMENAZA SÍSMICA La edificación debe localizarse dentro de una de las zonas de amenaza sísmica que se definen en esta sección y que están presentadas en el Mapa de la figura A.2.3-1; por lo cual teniendo en cuenta la ubicación de nuestro paciente como se indicó en la imagen anterior.

7.4.7 Movimientos sísmicos de diseño

Los movimientos sísmicos de diseño se definen en función de la aceleración pico efectiva, la cual es representada por la convención A_a , y de la velocidad pico efectiva, representada por la convención A_v , para una probabilidad del diez por ciento de ser excedidos en un lapso de cincuenta años. Los valores de estos coeficientes, para efectos de este Reglamento, teniendo en cuenta la ubicación de nuestro paciente se toman los valores de la Tabla A.2.3-2 del título A de la NSR-10.

Tabla A.2.3-2
Valor de A_a y de A_v para las ciudades capitales de departamento

Ciudad	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica
Arauca	0.15	0.15	Intermedia
Armenia	0.25	0.25	Alta
Barranquilla	0.10	0.10	Baja
Bogotá D. C.	0.15	0.20	Intermedia
Bucaramanga	0.25	0.25	Alta
Cali	0.25	0.25	Alta
Cartagena	0.10	0.10	Baja
Cúcuta	0.35	0.30	Alta
Florencia	0.20	0.15	Intermedia
Ibagué	0.20	0.20	Intermedia

Figura 20. Norma Sismo Resistente NSR-10, Título A

8 Alternativas de Intervención

De acuerdo con la inspección detallada que fue realizada durante la visita de inspección visual, se califica el estado de la estructura como REGULAR, teniendo en cuenta que se presenta alto riesgo de desplome en los elementos estructurales debido a las fallas en cortante en las placas de segundo y tercer piso, producidas por un asentamiento diferencial y una transferencia de cargas proveniente de la edificación vecina; esta inspección fue sometida al proceso de supervisión técnica especificada en el Título I de la NSR-10 y se siguió de acuerdo a los criterios técnicos establecidos en las normas para la construcción de vivienda: Ley 1796 de 2016 , Decreto 1077 de 2015.

Sin embargo, antes de tomar la decisión final de la alternativa de intervención y teniendo en cuenta que el predio no cuenta con ningún tipo de licencia de construcción, como tampoco con ningún estudio o ensayos realizados, surge la necesidad de realizar unos estudios de caracterización más profunda tanto del suelo como de la estructura que corresponde a ensayos destructivos y no destructivos; ensayos que no fueron posibles de realizar en este proceso académico debido a la limitación por parte del propietario teniendo en cuenta que el predio se encuentra en curso de una demanda por las afectaciones causadas por lo que no permitió la realización de los mismos.

Por lo anterior, determinamos y proponemos los siguientes estudios necesarios para esta intervención:

8.1 Ensayos no destructivos

8.1.1 Medición de grietas y fisuras

Determinar las dimensiones de las grietas con el fin de evaluar si es posible su intervención y elegir los materiales correctos para la intervención.

8.1.2 Toma de niveles

Con el fin de verificar los asentamientos presentados en la estructura determinado el porcentaje de inclinación

8.1.3 Ensayos de detección de refuerzo mediante ferroskan

Permite conocer en tiempo real la distribución, diámetros y recubrimientos del acero de refuerzo en una estructura de concreto, con el fin de evaluar si cumple con las condiciones mínimas normativas y de diseño.

8.1.4 Ensayo de Esclerometría

Se busca con este procedimiento determinar densidad y uniformidad del concreto constitutivo de los elementos estructurales además de que se puede conocer otras variables tales como la uniformidad del concreto in situ, delinear zonas o regiones de concreto pobre o deteriorado en las estructura, detectar cambios en el tiempo de las características del concreto, tales como velocidad de endurecimiento del cemento, acción de temperaturas, etc., con lo que se obtiene información útil para determinar tiempos de desencofrado y descimbrado

8.2 Ensayos Destructivos

Teniendo en cuenta que no se realizó ningún ensayo destructivo, se propone realizar los siguientes ensayos con el fin de tener una caracterización más completa del paciente:

8.2.1 Regatas de exploración

Se deben realizar en los muros que colindan con el edificio que afectó la estructura con el fin de evidenciar si existe alguna separación entre los muros de la casa y los del edificio y así mismo demoler a nivel local el concreto de recubrimiento de un elemento estructural de tal manera que el refuerzo que contiene quede expuesto para su respectiva identificación; y determinar si presenta algún estado de corrosión en barras de acero o deterioro de recubrimiento del hormigón.

8.2.2 Extracción de núcleos

Permite la evaluación de la resistencia del concreto a partir de especímenes representativos obtenidos por extracción de una muestra. Esta evaluación se debe realizar toda vez que se desea conocer la resistencia y la compresión del concreto de la estructura existente.

8.2.3 Apiques

Realizar excavaciones mediante métodos manuales, que permitan la observación directa del terreno para determinada profundidad, así como la toma de muestras alteradas o inalteradas. Con el objetivo de lograr caracterizar los materiales In-Situ. Por ejemplo, Ensayo de penetración estándar – SPT (ASTM D-1586). Además de Auscultación de la cimentación haciendo un corte de losa contra piso, para comprobar la profundidad de cimentación.

8.2.4 Ensayos de carbonatación

Se propone realizar este ensayo con el objetivo de medir las profundidades de carbonatación. Teniendo en cuenta que, cuando las profundidades de carbonatación alcanzan las zonas donde se encuentra el acero de refuerzo del elemento estructural, se presenta riesgo de corrosión en dicho elemento, lo cual significa que la capacidad

estructural podría verse afectada y que se irá deteriorando de manera considerable con el paso del tiempo, lo que se debe evaluar con relación al propósito de intervención.

8.3 Cronograma

Del mismo modo, se realiza un Cronograma de Ejecución como propuesta del tiempo aproximado para llevar a cabo las actividades de ensayos para la caracterización propuesta.

8.4 Presupuesto

Actividad	Mes 1					Mes 2			
	Seman	Seman	Seman	Seman	Seman	Seman	Seman	Seman	Seman
	a 1	a 2	a 3	a 4	a 5	a 6	a 7	a 8	
Levantamiento arquitectónico (Comisión Topográfica)									
Recopilación Historia Clínica del paciente									
Investigación y estudio de suelos									
Ensayos de Esclerometría									
Ensayos de ferrosacan									
Ensayos de carbonatación									

Extracción de núcleos	
Control de verticalidad	
Informe final con análisis de resultados y presupuesto	
Inventario de lesiones con propuestas sugeridas.	

Tabla 7. Presupuesto

Así mismo, presentamos el presupuesto de los ensayos y del análisis de resultados de las actividades propuestas:

PRESUPUESTO DE ACTIVIDADES						
N^a	ACTIVIDAD	UND	CAN T.	VALOR UNI.	VALOR TOTAL	
1	Levantamiento arquitectónico (Comisión Topográfica)	Global	1	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	
2	Recopilación Historia Clínica del paciente	Global	1	\$ 500.000	\$ 500.000	
3	Investigación y estudio de suelos	Global	1	\$ 1.600.000	\$ 1.600.000	
4	Ensayos de Esclerometría	Und	6	\$ 80.000	\$ 480.000	

5	Ensayos de ferroscañ	Und	6	\$	80.000	\$	480.000
6	Ensayos de carbonatación	Und	4	\$	20.000	\$	80.000
7	Extracción de núcleos	Und	6	\$	250.000	\$	1.500.000
8	Control de verticalidad	Und	2	\$	350.000	\$	700.000
10	Informe final con análisis de resultados y presupuesto	Global	1	\$	1.500.000	\$	1.500.000
11	Inventario de lesiones con propuestas sugeridas.	Global	1	\$	1.200.000	\$	1.200.000
				SUB TOTAL	\$	9.240.000	
				Administración (5%)	\$	462.000,00	
				Imprevistos (3%)	\$	277.200,00	
				Utilidad (4%)	\$	369.600,00	
				Iva (19%)	\$	70.224,00	
				TOTAL	\$	10.419.024	

Tabla 8. Presupuesto de actividades

8.5 Opciones de intervención

Por último, proponemos las siguientes alternativas de intervención, las cuales deben ser evaluadas una vez se realice el análisis de resultados de las actividades propuestas para tomar la decisión final.

En primer lugar se recomienda colocar unos testigos de yeso sobre las fisuras, para comprobar si sigue activa o si ya está estabilizada o controlada. para así de acuerdo a el resultado de esta y teniendo en cuenta lo descrito en anteriormente en este informe y una ver identificadas las lesiones y afectación del caso en estudio, específicamente de la cimentación, se propone realizar la intervención de la cimentación con alguna de las siguientes tres opciones:

8.5.1 Opción 1

La solución y opción 1 que se plantea para controlar el asentamiento diferencial es recalzar los muros para que los mismos se apoyan sobre una base firme, en esta alternativa se propone inyecciones de resina en el terreno de manera que estabilizan el suelo bajo los cimientos de nuestra casa estudio.

Lo cual consiste en consolidar el terreno sobre el que se apoya la cimentación del paciente por medio de unas resinas que son expansivas, las cuales tienen como objeto compactar el terreno y levantar la estructura de acuerdo al nivel deseado. Para su

ejecución se utilizan tubos de inyección con válvulas que se abren bajo unos valores de presión específicos y calculados que permitirán una compactación homogénea de todo el terreno objeto de intervención.

8.5.2 Opción 2

Recalces de cimentaciones superficiales con micro pilotes y aislando la estructura colindante que ocasiona sobrecargas mecánicas al paciente con una pantalla de tablestacado con el fin de realizar excavaciones de gran profundidad, para así delimitar y proteger de las estructuras colindantes, previniendo asentamientos futuros de la misma.

Acompañando la pantalla de tablestacado y con el fin de aumentar la capacidad portante y obtener los parámetros óptimos para absorber las cargas transmitidas por el paciente se procede a ejecutar perforaciones de diámetros pequeños, pero de gran profundidad con equipos maquinaria específica y colocando en su interior una armadura de acero, para posteriormente se rellena con mortero.

La instalación se realiza por hincamiento de elementos modulares metálicos mediante el empleo de un gato hidráulico y monitorizando de manera continua la presión aplicada sobre el micro pilote asegurándonos así de haber alcanzado el firme en cada punto. La unión a la cimentación existente se realiza mediante placas metálicas, siempre aplicando

previamente cargas próximas a las de trabajo para reducir el asentamiento primario a corto plazo.

8.5.3 Opción 3

Teniendo en cuenta la evaluación general de la estructura, en la cual se evidencia que la misma NO CUMPLE con los parámetros establecidos en la NSR-10, toda vez que es una edificación que fue construida hace más de 40 años, adicionalmente que a la fecha no se ha presentado un ajuste a esta normatividad y como se evidencia en el registro fotográfico y en concordancia con lo descrito en el diagnóstico, es necesario adelantar acciones en la estructura de manera urgente, dado que presenta riesgo de desplome; con el fin de actualizar a la normatividad estructural vigente.

Por lo anteriormente expuesto, se sugiere una demolición parcial del costado oriental de la vivienda, con el fin de intervenir y estabilizar el terreno para posterior construir una cimentación acorde a las exigencias del suelo y de la estructura a construir, guardando la separación sísmica indicada por la norma con el edificio colindante, evitando así afectaciones por movimientos sísmicos futuros o cargas excesivas sobre muros, posteriormente la construcción nueva de la parte demolida de acuerdo a diseño propuesto, lo cual nos va permitir evitar riesgos de lesiones personales a los residentes actuales del paciente al igual evitar actividades no previstas como las posibles afectaciones en instalaciones sanitarias hidráulicas que pueden surgir en los casos anteriores y que la intervención que se ajuste a la NSR-10 desde su cimentación.

Sumado a lo anterior y una vez analizadas las dos alternativas iniciales se determina que los costos de intervención son elevados, por lo cual, y teniendo en cuenta lo manifestado por el propietario de que no tiene ningún valor arquitectónico o sentimental para él, se sugiere que la opción más viable es la opción de intervención No. 3, por lo tanto, se presenta a consideración el siguiente presupuesto:

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS						
ESP. PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION				PRESUPUESTO DE INTERVENCION		
PACIENTE : VIVIENDA MULTIFAMILIAR				FECHA : 17-jun-22		
BARRIO SPRING BOGOTA						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNI	CANT	VR. UNITARIO	VR. TOTAL	
1	PRELIMINARES				\$	7.525.000
1.1	Localización y replanteo	m2	150	\$ 3.500	\$	525.000
1.2	Diseño Arquitectónico	Und	150	\$ 12.000	\$	1.800.000
1.3	Diseño estructural y memorias de calculo	Und	1	\$ 2.400.000	\$	2.400.000
1.4	Diseño Hidráulico, sanitario, aguas lluvias y eléctrico.	Und	1	\$ 2.800.000	\$	2.800.000
2	DEMOLICIÓN Y PREPARACIÓN TERRENO				\$	19.690.000
2.1	Demolición placa de contra piso	m2	75	\$ 130.000	\$	9.750.000
2.2	Excavación manual 0 - 2 MT	m3	50	\$ 35.000	\$	1.750.000
2.3	Capa de solado de limpieza e=5cm (arena cribada, agregado grueso 19 mm cemento gris, concretera)	m3	50	\$ 30.000	\$	1.500.000

2.4	Transporte material sobrante Exp. 1,3	m3	65	\$	55.000	\$	3.575.000
2.5	Demolición de muros divisorios en mampostería de tercer y segundo piso	m2	80	\$	15.000	\$	1.200.000
2.6	Demolición de placa de contra piso en concreto de tercer y segundo piso	m2	120	\$	12.000	\$	1.440.000
2.7	Concreto pobre	m3	5	\$	95.000	\$	475.000
3 DESMONTE CUBIERTA							\$ 2.444.000
3.1	Desmante tejas en fibrocemento	m2	64	\$	13.000	\$	832.000
3.2	Desmante estructura de cubierta en madera	ML	64	\$	13.000	\$	832.000
3.3	Desmante de machimbre de 3er piso	m2	52	\$	15.000	\$	780.000
4 REPARACIONES							\$ 14.345.000
4.1	Demolición muros para columnetas	ML	5,2	\$	12.500	\$	65.000
4.2	Columnetas en concreto de 20cm x 20cm (incluye refuerzo y colocación en obra)	m3	6	\$	920.000	\$	5.520.000
4.3	Reforzamiento de muros en mampostería perimetrales mediante malla electrosoldada de 4mm recubierta con mortero 1:4 a un espesor aproximado de 5cm	m2	210	\$	25.000	\$	5.250.000
4.3	Reparación de vigas de fachada	m2	5	\$	130.000	\$	650.000
4.5	Reparación de columnas de fachada	m2	22	\$	130.000	\$	2.860.000

5	ESCALERA EXTERIOR					\$	3.500.000
5.1	Escalera compuesta de elementos en acero.	Und	1	\$	3.500.000	\$	3.500.000
6	INSTALACIONES ELECTRICAS					\$	2.740.600
6.1	Alambre cobre desnudo #14 x 100m	Und	4	\$	49.900	\$	199.600
6.2	Alambre cobre desnudo #12 x 100m rojo	Und	3	\$	68.900	\$	206.700
6.3	Alambre cobre desnudo #12 x 100m blanco	Und	2	\$	68.900	\$	137.800
6.4	Cinta aislante súper 33	Und	8	\$	10.900	\$	87.200
6.5	Cinta autofundente	Und	7	\$	34.900	\$	244.300
6.6	Tomacorriente Doble P/tierra	Und	14	\$	12.000	\$	168.000
6.7	Interruptor sencillo cuatro vías	Und	28	\$	14.000	\$	392.000
6.8	Balas led luz blanca 6w	Und	18	\$	8.000	\$	144.000
6.8	Tablero Trifásico con puerta	Und	1	\$	321.000	\$	321.000
6.10	Luminarias led	Und	24	\$	35.000	\$	840.000
7	INSTALACIONES HIDRAULICAS					\$	5.072.000
7.1	tuberia presion PVC ½ " x 6m	Und	14	\$	15.800	\$	221.200
7.2	tubería presión PVC 1" x 6m	Und	12	\$	25.000	\$	300.000
7.3	codo 90° presión ½"	Und	14	\$	2.600	\$	36.400
7.4	buje soldado presión 1x½"	Und	13	\$	1.800	\$	23.400
7.5	tee presión ½"	Und	15	\$	1.200	\$	18.000

7.6	adaptador hembra presión ½"	Und	20	\$	500	\$	10.000
7.7	Sanitario Suministro e instalación	Und	6	\$	450.000	\$	2.700.000
7.8	Punto desagüe sanitario pvc 4"	Und	15	\$	45.000	\$	675.000
7.9	Caja de inspección y distribución	Und	4	\$	207.000	\$	828.000
7.10	tubería Pvc Sanitaria 4" x6m	Und	4	\$	65.000	\$	260.000

8	ENCHAPE PISOS					\$	4.741.000
8.1	En recebo arenoso e=30cm y Compactado	m2	4	\$	20.000	\$	80.000
8.2	Bulto de pegacor	Und	10	\$	36.300	\$	363.000
8.3	Boquilla	Und	5	\$	10.000	\$	50.000
8.4	Enchape (45.8*30) cm	m2	150	\$	28.000	\$	4.200.000
8.5	Guarda escoba formato (45.8x8)cm	ML	30	\$	1.600	\$	48.000

9	ESTRUCTURAS					\$	52.468.785
9.1	CONCRETO DE LIMPIEZA e = 0.05m 2500 Psi	m3	20	\$	270.667,22	\$	5.413.344
9.2	CONCRETO CICLOPEO 60% CONCRETO 3000 Psi, 40% RAJON	m3	20	\$	373.937,00	\$	7.478.740
9.3	CONCRETO DE ZAPATAS 3000 Psi	m3	10	\$	479.420,00	\$	4.794.200
9.4	CONCRETO DE VIGAS DE CIMENTACION 3000 Psi DIM 0,30X0,30	ML	50	\$	62.135,00	\$	3.106.750

9.5	CONCRETO VIGAS PLACA 3000 Psi DIM 0,30X0,35	ML	90	\$	75.117,00	\$	6.760.530
9.6	CONCRETO DE COLUMNAS 3000 Psi DIM 0,30X0,30	ML	60	\$	68.925,00	\$	4.135.500
9.7	VIGA CANAL T-1 Y T2 - 3.000 psi (0.30 x 0.40)	ML	40	\$	116.341,00	\$	4.653.640
9.8	VIGA CINTA SOBRE MURO 3.000 psi (0,10x0,15)	ML	300	\$	19.475,00	\$	5.842.500
9.9	ACERO DE REFUERZO DE 60000 PSI	KG	800	\$	4.274,43	\$	3.419.544
9.10	Muros panel doble cara	m2	250	\$	12.000,00	\$	3.000.000
9.11	ANTEPISO EN CONCRETO e= 0,08 m	m2	100	\$	38.640,37	\$	3.864.037
10	CIELO RASO Y CUBIERTA					\$	6.513.001
10.1	CIELO RASO EN DRYWALL	m2	20	\$	65.653,61	\$	1.313.072
10.2	MEDIA CAÑA PARED CIELO RASO	ML	20	\$	33.637,00	\$	672.740
10.3	CUBIERTA EN TEJA LIVIANA TIPO TERMOACUSTICA	m2	20	\$	44.028,94	\$	880.579
10.4	DOMO EN POLICARBONATO	m2	10	\$	364.660,97	\$	3.646.610
11	CARPINTERIA METALICA					\$	150.000
11.1	Desmante de marcos de ventanas 3er y 2do piso	Und	10	\$	15.000	\$	150.000
12	CARPINTERIA EN MADERA					\$	380.000

12.1	Desmante puertas en madera 0,90*2,00 mt de tercer y segundo piso	Und	10	\$	19.000	\$	190.000
12.2	Desmante marcos de puertas en madera de tercer y segundo piso	Und	10	\$	19.000	\$	190.000
13 PINTURA							\$ 5.586.432
13.1	ESTUCO SOBRE MUROS INTERIORES	m2	120	\$	10.385,55	\$	1.246.266
13.2	PINTURA VINILO TIPO I A TRES MANOS	m2	120	\$	10.352,22	\$	1.242.266
13.3	ESTUCO PARA EXTERIORES	m2	100	\$	12.583,00	\$	1.258.300
13.4	PINTURA PARA EXTERIORES TIPO KORAZA O SIMILAR	m2	100	\$	18.396,00	\$	1.839.600
14 ACABADOS							\$ 20.455.000
14.1	Porcelanato sellado beige	m2	150	\$	25.000,00	\$	3.750.000
14.2	Puerta en aluminio con vidrio templado	Und	8	\$	220.000,00	\$	1.760.000
14.3	Ventana aluminio corrediza	Und	12	\$	160.000,00	\$	1.920.000
14.4	Pintura Interior Vinilo	m2	150	\$	7.500,00	\$	1.125.000
14.5	Enchape Piso-pared-cerámica	m2	80	\$	21.000,00	\$	1.680.000
14.6	Cepillera attica	m2	20	\$	25.000,00	\$	500.000
14.7	División de baño	Und	6	\$	260.000,00	\$	1.560.000
14.8	Lavaplatos Sobreponer	Und	3	\$	120.000,00	\$	360.000
14.9	Puerta Triplex	Und	12	\$	150.000,00	\$	1.800.000
14.10	Cielo Raso Superboard	m2	150	\$	40.000,00	\$	6.000.000

15	ASEO					\$	2.500.000
15.1	Retiro de escombros y disposición final	GBL	1	\$	2.500.000	\$	2.500.000
Sub-Total						\$	148.110.819
Administración 5%						\$	7.405.541
Imprevistos 2%						\$	2.962.216
Utilidad 6%						\$	8.886.649
IVA Utilidad						\$	1.688.463
COSTO TOTAL						\$	169.053.688

Tabla 9. Presupuesto de intervención

9 Conclusiones

Teniendo en cuenta que no fue posible realizar los ensayos deseados, debido a que en la actualidad se está a la espera de un fallo de tercera instancia de la denuncia presentada por el propietario del paciente, por lo cual se dejan propuestos unos ensayos para obtener una caracterización completa del paciente. Así mismo se sugiere no adelantar acciones de modificación a la vivienda hasta no obtener un veredicto final por parte de las autoridades, y realizar los ensayos propuestos; sin embargo, se realizan las siguientes observaciones:

- Toda vez que, en cuenta que el grado de vulnerabilidad del paciente presenta un riesgo de desplome entre moderado y alto, se recomienda que esta vivienda no sea habitada hasta tanto no se realice una adecuación a la NSR-10 en toda la estructura.
- Se deberá realizar un estudio de vulnerabilidad el cual comprenda la realización de apiques en suelo, entre otros ensayos a fin de identificar con claridad la estructura del paciente.
- Se recomienda la demolición de la zona afectada, toda vez que sus elementos estructurales tales como losas de entrepiso y muros portantes, presentan fallas graves y representan un peligro para los habitantes.

Bibliografía

Alcaldía mayor de Bogotá D.C. (16 de diciembre de 2010). Decreto 523 de 2010
Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C. Bogotá D.C.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (sismica, 2010). REGLAMENTO
COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. Bogotá D.C.

Bell, P. L. (2012). Colombia: manual comercial e industrial. *Repositorio Banco de
la República*, P. 39.

(Ambiente, s.f.). Secretaria de Medio Ambiente Bogotá. Obtenido de

<https://ambientebogota.gov.co/calidad-del-aire>

IDEAM. (2014). *Características Climatológicas de Ciudades*. Obtenido de

[http://www.ideam.gov.co/documents/21021/418894/Caracter%C3%ADsticas+de+C
iudades+Principales+y+Municipios+Tur%C3%ADsticos.pdf/c3ca90c8-1072-434a-
a235-91baee8c73fc](http://www.ideam.gov.co/documents/21021/418894/Caracter%C3%ADsticas+de+Ciudades+Principales+y+Municipios+Tur%C3%ADsticos.pdf/c3ca90c8-1072-434a-a235-91baee8c73fc)

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. (25 de octubre de
2019). *Lluvias y temperatura en Bogotá desde 1979 a 2018*. Obtenido de

<https://www.idiger.gov.co/precipitacion-y-temperatura>

Peña, J. (22 de Agosto de 2017). *Barrio San Jose de Spring*. Obtenido de Prezi:

<https://prezi.com/hy3nucjgq-8j/barrio-san-jose-de-spring/>

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente, NSR-10. Bogotá. Capítulo 6.:

<https://www.scg.org.co/Titulo-A-NSR-10-Decreto%20Final-2010-01-13.pdf>

Secretaria de Ambiente. (octubre de 2021). Calidad del aire en Bogotá. Obtenido de <https://www.ambientebogota.gov.co/calidad-del-aire>

Zonificación de la Respuesta Sísmica de Bogotá para el Diseño Sismo Resistente de Edificaciones. (octubre de 2010)

Chacon Sierra, J. S., & Lopez Garcia, G. A. (2021). Patologías del concreto en estructuras años 80 a los 90.

(Broto, 2006). Patología de los Elementos Constructivos, Carles Broto.

Sánchez-López, N. M., & Benavides-Cadena, M. J. (2015). Caracterización de las condiciones estructurales en algunas viviendas residenciales del Barrio San Antonio en Bogotá según NSR-10.

ACI 224.1R-93 Causas, Evaluación y Reparación de Fisuras en Estructuras de Hormigón.

SALDARRIAGA, Alberto y FONSECA, Lorenzo (1986) El ladrillo en la arquitectura Bogotana. Revista.

(Ospina, 2019), EL Nuevo Siglo, El olvido del primer rascacielos de Bogotá, el Manuel M. Peraza. <https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/08-2019-el-olvido-del-primer-rascacielos-de-bogota-el-manuel-m-peraza>

Anexos

Anexo 1. ficha de inspección de obras civiles. Lesiones físicas en fachada principal.

Anexo 2. ficha de inspección de obras civiles. Lesiones mecánicas en fachada principal.

Anexo 3. ficha de inspección de obras civiles. Lesiones mecánicas y químicas en primer piso.

Anexo 4. ficha de inspección de obras civiles. Lesiones mecánicas en el segundo piso.

Anexo 5. ficha de inspección de obras civiles. Lesiones físicas y mecánicas en planta de tercer piso.

Anexo 6. Fichas de Asentamiento Diferencial.

Anexo 7. Ficha de Grietas en Losas de Entre Piso.

Anexo 8. Fichas de Socavación por Filtración de Agua.

Anexo 9. Fichas de Grietas Y Fisuras En Muros De Mampostería Portante.

Anexo 10. Fichas de Grietas Y Fisuras En Muros De Mampostería No Portante Por Flexión.

Anexo 11. Matriz de vulnerabilidad.

FICHA DE INSPECCION DE OBRAS CIVILES

PACIENTE	VIVIENDA FAMILIAR BARRIO SPRING				
UBICACION	CALLE 137 # 47-54. LOCALIDAD SUBA - BOGOTA DC				
USO	USO MIXTO (VIVIENDA Y COMERCIO)				
DESCRIPCION GENERAL DEL PACIENTE	vivienda multifamiliar estrato socioeconomico 3, fachada en estuco y pintura, frente de 10.24 mts. compuesta de 3 plantas,				
CIMENTACION	El proyecto contempla en su cimentación un sistemas tradicional de zapatas aisladas. A una profundidad aproximada de NE-1,5m. con una base en rajon				
ESTRUCTURA	La estructura es combina en un sistema de porticos en concreto y losa de entre piso, con un sistema de columnas y vigas en concreto de diferentes dimensiones y con una altura por piso de 2,4m La CUBIERTA es una estructura en cerchas en madera con diseño a dos aguas				
MAMPOSTERIA	la fachada principal esta compuesta de muros en bloque con pañete y pintura, interiormente se puede inferir un diseño de mampostería de muros de carga				
INTERVENCIONES PREVIAS	La estructura presento un colapso en su sistema estructural, lo cual al producir este asentamiento tuvo que ser evacuado y desocupado en su totalidad, debido a las patologías descritas; sin embargo, teniendo en cuenta que se encuentran en proceso a causa de la demanda interpuesta por el propietario por los daños causados, no se ha realizado ninguna intervención hasta que no se conozca el fallo de la demanda.				
FECHA DE CONSTRUCCIÓN	1980	Número de pisos	3	Área lote (mt2)	409mt2

PLANO



TIPIFICACIÓN DE LAS LESIONES

SELECCIONE CON UNA EQUIS (X) LAS PRINCIPALES CAUSAS DIRECTAS E INDIRECTAS DE LAS LESIONES

CAUSAS

DIRECTAS																			INDIRECTAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
FISICAS	MECANICAS											QUIMICAS BIOLOGICAS			LESIONES PREVIAS			PROYECTO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
AGENTES ATMOSFÉRICOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									</

SELECCIONE CON UNA EQUIS (X) SI LAS LESIONES SON PRIMARIAS O SECUNDARIAS

LESIONES		P	S	DESCRIPCION DE LA LESION	CLASIFICACION DE LA LESION			
					ESTADO		AFECTACIÓN	
FISICAS	HUMEDAD					MUY LEVE		0%-20%
	SUCIEDAD							
	EROSION					LEVE		21%-40%
MECANICAS	GRIETAS	X		Grietas de tamaño mayor a 1 cm, provocadas por los movimientos y asentamientos inmediatos de la edificación vecina al no tener separacion sismica				
	FISURAS	X				SEVERO	X	41%- 60%
	DESPRENDIMIENTOS	X		Separación incontrolada del material de la superficie que lo está soportando, es leve, produce aparición de fisuras y abombamientos.				
	EROSION				X	GRAVE		61% - 80%
QUIMICAS	EFLORESCENCIAS							
	OXIDACION Y CORROSION					MUY GRAVE		81% - 100%
	EROSION							

DIAGNOSTICO

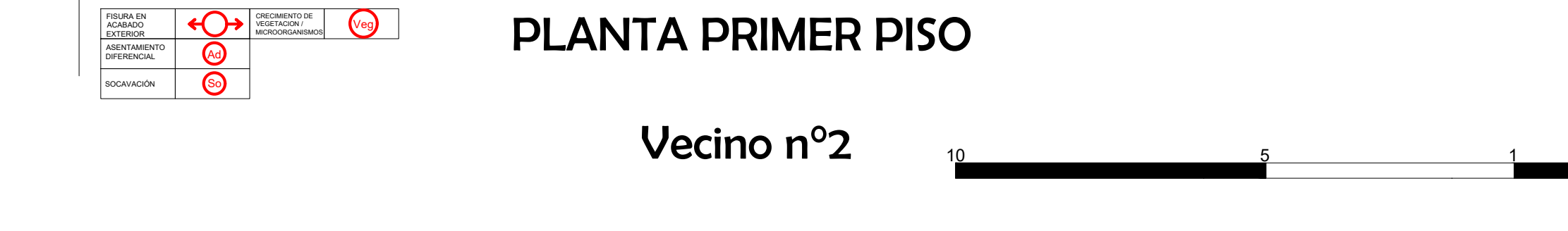
La lesión principal de esta estructura es mecánica debido al golpeo producto de los movimientos y asentamientos de la construcción vecina a la cual no respetó la separación sísmica mínima entre edificaciones colindantes que no hacen parte de la misma construcción. Son generadas por esfuerzos mecánicos que resultan de imprevisto que superan los que se habían calculado, sobrepasando la capacidad portante del material o del elemento constructivo en general. Sin embargo, consideramos importante realizar un análisis de cimentación tanto del edificio como del predio en estudio pues se pueden encontrar: -Falta de homogeneidad.-Calidad deficiente. -Ejecución defectuosa. -Modificación de las condiciones geológicas.

INTERVENCION

ELIMINACIÓN DE LA CAUSA	REPARACIÓN DEL EFECTO	PREVENCIÓN
Teniendo en cuenta que las grietas son de espesores considerables y ya se han presentado caída de muro en mampuesto se debe realizar una demolición parcial de la estructura, realizando el reforzamiento y separación sísmica normativa.	Teniendo en cuenta que las grietas son de espesores considerables y ya se han presentado caída de muro en mampuesto se debe realizar una demolición parcial de la estructura, realizando el reforzamiento y separación sísmica normativa y así estabilizar el movimiento de la estructura, independizar la estructura del cerramiento y se sugiere Disponer juntas de dilatación, para garantizar los movimientos por dilatación y contracción.	Tener en cuenta la separación sísmica normativa.

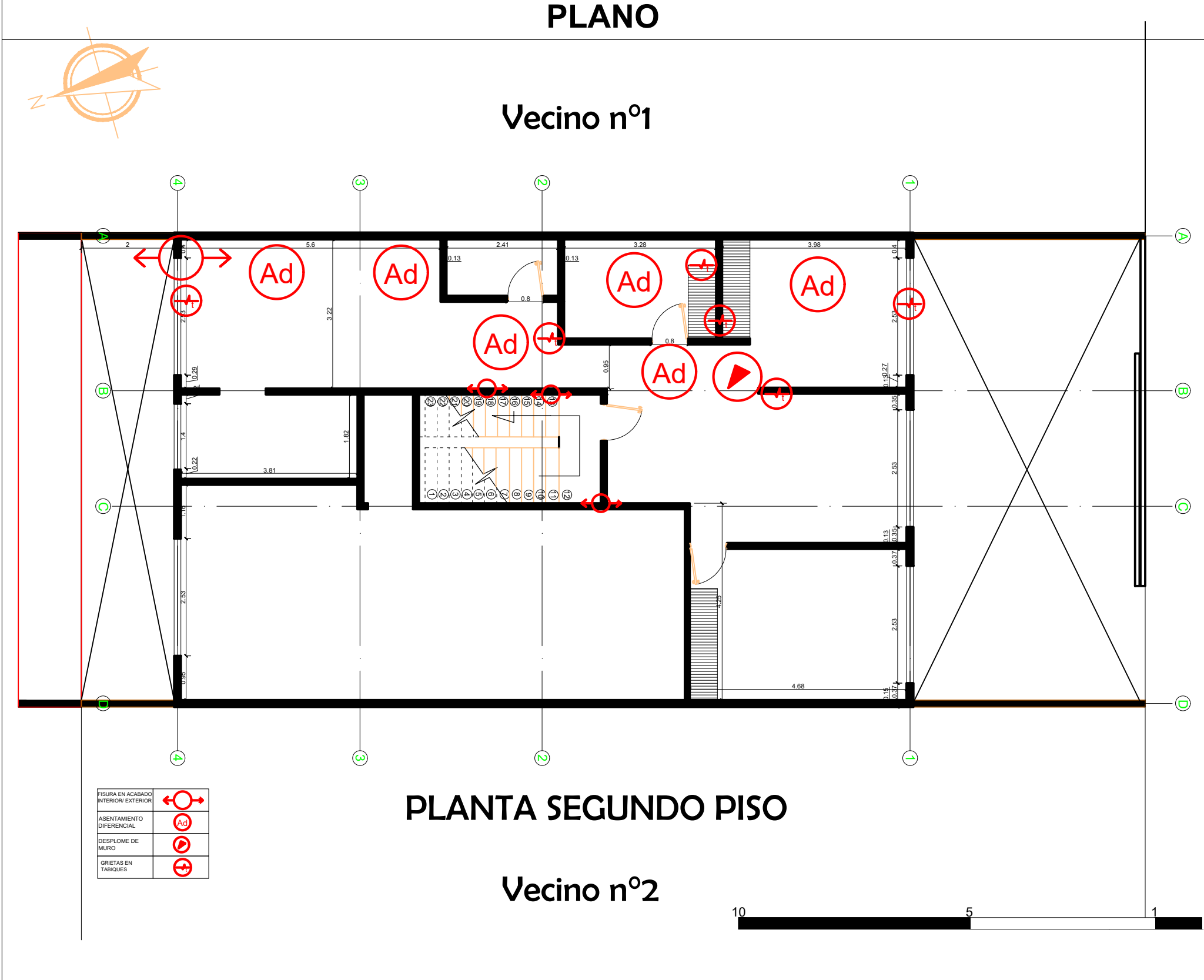


FICHA DE INSPECCION DE OBRAS CIVILES

PACIENTE	VIVIENDA FAMILIAR BARRIO SPRING	TIPIFICACIÓN DE LAS LESIONES							
UBICACION	CALLE 137 # 47-54. LOCALIDAD SUBA - BOGOTA DC	SELECCIONE CON UNA EQUIS (X) LAS PRINCIPALES CAUSAS DIRECTAS E INDIRECTAS DE LAS LESIONES							
USO	USO MIXTO (VIVIENDA Y COMERCIO)								
DESCRIPCION GENERAL DEL PACIENTE	vivienda multifamiliar estrato socioeconomico 3, fachada en estuco y pintura, frente de 10.24 mts. compuesta de 3 plantas,								
CIMENTACION	El proyecto contempla en su cimentación un sistemas tradicional de zapatas aisladas. A una profundidad aproximada de NE-1,5m. con una base en rajon								
ESTRUCTURA	La estructura es combina en un sistema de porticos en concreto y losa de entre piso, con un sistema de columnas y vigas en concreto de diferentes dimensiones y con una altura por piso de 2,4m La CUBIERTA es una estructura en cerchas en madera con diseño a dos aguas								
MAMPOSTERIA	la fachada principal esta compuesta de muros en bloque con pañete y pintura, interiormente se puede inferir un diseño de mampostería de muros de carga								
INTERVENCIONES PREVIAS	La estructura presento un colapso en su sistema estructural, lo cual al producir este asentamiento tuvo que ser evacuado y desocupado en su totalidad, debido a las patologias descritas; sin embargo, teniendo en cuenta que se encuentran en proceso a causa de la demanda interpuesta por el propietario por los daños causados, no se ha realizado ninguna intervención hasta que no se conozca el fallo de la demanda.								
FECHA DE CONSTRUCCIÓN	1980	Número de pisos	3	Área lote (mt2)	409mt2				
FOTOGRAFIAS PRIMER PISO									
									
PLANTA PRIMER PISO									
									



PACIENTE	VIVIENDA FAMILIAR BARRIO SPRING				
UBICACION	CALLE 137 # 47-54. LOCALIDAD SUBA - BOGOTA DC				
USO	USO MIXTO (VIVIENDA Y COMERCIO)				
DESCRIPCION GENERAL DEL PACIENTE	vivienda multifamiliar estrato socioeconomico 3, fachada en estuco y pintura, frente de 10.24 mts. compuesta de 3 plantas,				
CIMENTACION	El proyecto contempla en su cimentación un sistemas tradicional de zapatas aisladas. A una profundidad aproximada de NE-1,5m. con una base en rajon				
ESTRUCTURA	La estructura es combina en un sistema de porticos en concreto y losa de entre piso, con un sistema de columnas y vigas en concreto de diferentes dimensiones y con una altura por piso de 2,4m La CUBIERTA es una estructura en cerchas en madera con diseño a dos aguas				
MAMPOSTERIA	la fachada principal esta compuesta de muros en bloque con pañete y pintura, interiormente se puede inferir un diseño de mampostería de muros de carga				
INTERVENCIONES PREVIAS	La estructura presento un colapso en su sistema estructural, lo cual al producir este asentamiento tuvo que ser evacuado y desocupado en su totalidad, debido a las patologias descritas; sin embargo, teniendo en cuenta que se encuentran en proceso a causa de la demanda interpuesta por el propietario por los daños causados, no se ha realizado ninguna intervención hasta que no se conozca el fallo de la demanda.				
FECHA DE CONSTRUCCIÓN	1980	Número de pisos	3	Área lote (mt2)	409mt2



FICHA DE INSPECCION DE OBRAS CIVILES

TIPIFICACIÓN DE LAS LESIONES																																																																														
SELECCIONE CON UNA EQUIS (X) LAS PRINCIPALES CAUSAS DIRECTAS E INDIRECTAS DE LAS LESIONES																																																																														
CAUSAS																																																																														
DIRECTAS	INDIRECTAS																																																																													
<table><tr><td>FISICAS</td><td colspan="6">MECANICAS</td><td colspan="4">QUIMICAS BIOLOGICAS</td><td colspan="4">LESIONES PREVIAS</td></tr><tr><td>AGENTES ATMOSFÉRICOS</td><td>AGENTES ATMOSFÉRICOS</td><td>SISMOS</td><td>EMPUJES</td><td>IMPACTOS</td><td>ROSAMIENTOS</td><td>SOBRECARGAS</td><td>PERDIDA CAPACIDAD PORTANTE</td><td>ASENTAMIENTO DEL TERRENO</td><td>INCOMPATIBILIDAD DE LOS MATERIALES</td><td>PERDIDA DE ADHERENCIA</td><td>CONTAMINACIÓN AMBIENTAL</td><td>HUMEDAD</td><td>SALES SOLUBLES CONTENIDAS</td><td>AGRESIONES ANIMALES</td><td>ORGANISMOS</td><td>HUMEDADES</td><td>DEFORMACIONES</td><td>GRIETAS Y FISURAS</td><td>DESPRENDIMIENTOS</td><td>CORROSIONES</td><td>ORGANISMOS</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td></tr></table>	FISICAS	MECANICAS						QUIMICAS BIOLOGICAS				LESIONES PREVIAS				AGENTES ATMOSFÉRICOS	AGENTES ATMOSFÉRICOS	SISMOS	EMPUJES	IMPACTOS	ROSAMIENTOS	SOBRECARGAS	PERDIDA CAPACIDAD PORTANTE	ASENTAMIENTO DEL TERRENO	INCOMPATIBILIDAD DE LOS MATERIALES	PERDIDA DE ADHERENCIA	CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	HUMEDAD	SALES SOLUBLES CONTENIDAS	AGRESIONES ANIMALES	ORGANISMOS	HUMEDADES	DEFORMACIONES	GRIETAS Y FISURAS	DESPRENDIMIENTOS	CORROSIONES	ORGANISMOS				X					X										X	X			<table><tr><td>DEFICIENTE CONCEPCIÓN DEL PROYECTO</td><td>ELECCION DE LA TECNICA CONSTRUCTIVA</td><td>DISEÑOS CONSTRUCTIVOS</td><td>CAMBIO DE ESPECIFICACIONES</td><td>EJECUCION</td><td>DEFECTOS DE FABRICACION DE MATERIALES</td><td>MALA CALIDAD DEL MATERIAL</td><td>INTERVENCIONES INAPROPIADAS</td><td>FALTA DE MANTENIMIENTO</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td></tr></table>	DEFICIENTE CONCEPCIÓN DEL PROYECTO	ELECCION DE LA TECNICA CONSTRUCTIVA	DISEÑOS CONSTRUCTIVOS	CAMBIO DE ESPECIFICACIONES	EJECUCION	DEFECTOS DE FABRICACION DE MATERIALES	MALA CALIDAD DEL MATERIAL	INTERVENCIONES INAPROPIADAS	FALTA DE MANTENIMIENTO								X	
FISICAS	MECANICAS						QUIMICAS BIOLOGICAS				LESIONES PREVIAS																																																																			
AGENTES ATMOSFÉRICOS	AGENTES ATMOSFÉRICOS	SISMOS	EMPUJES	IMPACTOS	ROSAMIENTOS	SOBRECARGAS	PERDIDA CAPACIDAD PORTANTE	ASENTAMIENTO DEL TERRENO	INCOMPATIBILIDAD DE LOS MATERIALES	PERDIDA DE ADHERENCIA	CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	HUMEDAD	SALES SOLUBLES CONTENIDAS	AGRESIONES ANIMALES	ORGANISMOS	HUMEDADES	DEFORMACIONES	GRIETAS Y FISURAS	DESPRENDIMIENTOS	CORROSIONES	ORGANISMOS																																																									
			X					X										X	X																																																											
DEFICIENTE CONCEPCIÓN DEL PROYECTO	ELECCION DE LA TECNICA CONSTRUCTIVA	DISEÑOS CONSTRUCTIVOS	CAMBIO DE ESPECIFICACIONES	EJECUCION	DEFECTOS DE FABRICACION DE MATERIALES	MALA CALIDAD DEL MATERIAL	INTERVENCIONES INAPROPIADAS	FALTA DE MANTENIMIENTO																																																																						
							X																																																																							
SELECCIONE CON UNA EQUIS (X) SI LAS LESIONES SON PRIMARIAS O SECUNDARIAS																																																																														
LESIONES	P	S	DESCRIPCION DE LA LESION	CLASIFICACION DE LA LESION																																																																										
FISICAS			HUMEDAD	ESTADO	AFECTACIÓN																																																																									
			SUCIEDAD	MUY LEVE	0%-20%																																																																									
			EROSION	LEVE	21%-40%																																																																									
MECANICAS	X		GRIETAS	SEVERO	X	41%- 60%																																																																								
	X		FISURAS																																																																											
	X		DESPRENDIMIENTOS																																																																											
QUIMICAS			EROSION	X	GRAVE	61% - 80%																																																																								
			EFLORESCENCIAS																																																																											
			OXIDACION Y CORROSION		MUY GRAVE	81% - 100%																																																																								
			EROSION																																																																											
DIAGNOSTICO																																																																														
La lesion principal de esta estructura es mecanica debido al golpeteo producto de los movimintos y asentamientos de la construccion vecina la cual no respeto la separación sísmica mínima entre edificaciones colindantes que no hacen parte de la misma construcción. Son generadas por esfuerzos mecánicos que resultan de imprevisto que superan los que se habían calculado, sobrepasando la capacidad portante del material o del elemento constructivo en general. Sin embargo, consideramos importante realizar un análisis de cimentacion tanto del edificio como del predio en estudio pues se pueden encontrar: -Falta de homogeneidad.-Calidad deficiente. -Ejecución defectuosa. -Modificación de las condiciones geológicas.																																																																														
INTERVENCION																																																																														
ELIMINACIÓN DE LA CÁUSA		REPARACIÓN DEL EFECTO		PREVENCIÓN																																																																										
Teniendo en cuenta que las grietas son de espesores considerables y ya se han presentado caída de muro en mampuesto se debe realizar una demolición parcial de la estructura, realizando el reforzamiento y separación sísmica normativa.		Teniendo en cuenta que las grietas son de espesores considerables y ya se han presentado caída de muro en mampuesto se debe realizar una demolición parcial de la estructura, realizando el reforzamiento y separación sísmica normativa y así estabilizar el movimiento de la estructura, independizar la estructura del cerramiento y se sugiere Disponer juntas de dilatación, para garantizar los movimientos por dilatación y contracción.		Tener en cuenta la separación sísmica normativa.																																																																										



FICHAS DE VULNERABILIDAD	
N°	DESCRIPCION
	ELEMENTOS ESTRUCTURALES
1	ASENTAMIENTO DIFERENCIAL EN FACHADA
2	GRIETAS EN LOSAS DE ENTREPISO
3	SOCAVACION POR FILTRACION
	MUROS EN MAMPOSTERIA PORTANTES
4	LESIONES MECANICAS- GRIETAS Y FISURAS
	MUROS EN MAMPOSTERIA NO PORTANTES
5	LESIONES MECANICAS - GRIETAS Y FISURAS

1. ASENTAMIENTO DIFERENCIAL	
DAÑO	DESCRIPCION DEL DAÑO
MODERADO	Criterios: Fisuras con anchuras entre 2mm y 3 mm Fisuras longitudinales seccionando muros de fachada Fisuras transversales seccionando muros de fachada
	Apariencia Típica:  - Se identifica asentamiento diferencial, en el costado derecho de la estructura - Se observa grietas >3mm - Fisuras longitudinales y transversales. - Fisuras en voladizos

1. ASENTAMIENTO DIFERENCIAL

Criterios:

Fisuras con anchuras hasta de 6mm
Fisuras longitudinales seccionando muros de fachada
Fisuras transversales seccionando muros de fachada

Apariencia Típica:

SEVERO



- Igual que la anterior, pero con fisuras $\Rightarrow$ 6mm.
- Desprendimiento de pintura y pañete.

1. ASENTAMIENTO DIFERENCIAL	
GRAVE	Criterios: Fisuras con anchuras mayores a 6mm Fisuras longitudinales seccionando muros de fachada Fisuras transversales seccionando muros de fachada Sobrecarga imprevista
	Apariencia típica:
	 - Grietas Transversales en voladizo. - Fisuras por flexión. - Desprendimiento de material

2. GRIETAS EN LOSAS DE ENTRE PISO	
DAÑO	DESCRIPCION DEL DAÑO
MODERADO	Criterios: Fisuras en losas de entrepiso con anchuras de 0,5 mm Fisuras longitudinales a lo largo de la losa con extensión de aproximadamente de 2 mt
	Apariencia Típica:
	 Se presentan fisuras en losa de entre piso del segundo nivel con longitud de 2 metros.

2. GRIETAS EN LOSAS DE ENTRE PISO

Criterios:

- Grietas en losas de entrepiso con anchuras mayor a 1 cm
- Grietas ubicadas longitudinalmente en la losa
- Grietas de esquina por asentamientos
- Sobrecargas imprevistas

Apariencia Típica:



FUERTE



Se presenta desnivel pronunciado de la losa = 6cm, asumiendo su falla en cortante.

SOCAVACIÓN POR FILTRACIÓN DE AGUA	
DAÑO	DESCRIPCION DEL DAÑO
MODERADO	Criterios: Empozamiento de agua Remoción de material por flujo de agua
	Apariencia Típica: 
	- Se observa lavado de material - Se presenta exposición de elementos estructurales

4. GRIETAS Y FISURAS EN MUROS DE MAMPOSTERIA PORTANTE	
DAÑO	DESCRIPCION DEL DAÑO
LIGERO	Criterios: Fisuras ligeras ≤ 2 mm
	Apariencia Típica: 
	- Fisuras en muros de mamposterías ≤ 2 mm

4. GRIETAS Y FISURAS EN MUROS DE MAMPOSTERIA PORTANTE	
Moderado	Criterios: Fisuras moderado => 2 mm Grietas moderadas > 1 cm Grietas graves > 5 cm
	Apariencia Típica: 
	Similar a la anterior

GRIETAS Y FISURAS EN MUROS DE MAMPOSTERIA PORTANTE	
Moderado	Criterios: Grietas moderadas > 1 cm Grietas graves > 5 cm
	Apariencia típica: 
	- Grieta transversal a muro.

4. GRIETAS Y FISURAS EN MUROS DE MAMPOSTERIA PORTANTE

Criterios:

Grietas graves profundidad => 5 cm

Apariencia típica:

Grave



Similar a la anterior

GRIETAS Y FISURAS EN MUROS DE MAMPOSTERIA NO PORTANTE POR FLEXIÓN	
DAÑO	DESCRIPCION DEL DAÑO
MODERADO	Criterios: Grieta en corte => 5 mm presenta desprendimiento en fisuras
	Apariencia típica: 
	Desprendimiento de material

GRIETAS Y FISURAS EN MUROS DE MAMPOSTERIA NO PORTANTE POR FLEXIÓN	
SEVERO	Criterios: Grieta en corte => 5 mm presenta desprendimiento en fisuras
	Apariencia típica: 
	Similar a la anterior

5. GRIETAS Y FISURAS EN MUROS DE MAMPOSTERIA NO PORTANTE POR FLEXIÓN	
Grave	Criterios: Fisura en corte => 2 Cm Presenta desprendimiento de material
	Apariencia típica: 
	Similar al anterior

Matriz De Vulnerabilidad

 								
MATRIZ DE VULNERABILIDAD SISMICA								
Paciente: VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN EL BARRIO SPRING EN LA CIUDAD DE BOGOTA								
Localización: Calle 137 N° 47-54, barrio Spring, localidad de Suba, Bogotá.								
ELABORADO POR: DIEGO FERNANDO BOTERO S. DIEGO HERNANDO BUITRAGO P. KAREN DANIELA HERNANDEZ J.								
	ESTRUCTURA	SUELOS	SOCACVACION	MATERIALES	SISMO	AGRIETAMIENTO	DESPLOME MUROS INTERNOS	INUNDACION
Probabilidad	FRECUENTE	POSIBLE	POSIBLE	OCASIONAL	OCASIONAL	FRECUENTE	FRECUENTE	IMPROBABLE
Severidad	CATASTROFICA	GRAVE	SERIA	LEVE	SERIA	GRAVE	GRAVE	MUY LEVE
Riesgo	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MUY ALTO	ALTO	BAJO
Categoría	1	2	3	3	3	1	1	4
Nivel de vulnerabilidad (Color)								
Área de exposición de la estructura	100%	50%	40%	40%	50%	80%	50%	
Descripción	La vivienda multifamiliar tiene un sistema estructural combinado de pórticos en concreto y losas de entrepiso, con un sistema de columnas y vigas en concreto de diferentes dimensiones, con una altura por piso de 2.4 m. Actualmente, el inmueble objeto de estudio presenta varias lesiones, tales como: Grietas en tabiques, fisuras internas y externas en muros de mampostería, causados por los asentamientos diferenciales. De igual manera, se pudo constatar que el inmueble presentó el desplome de un muro divisorio en la planta de segundo piso, de acuerdo a lo manifestado por el propietario y la inspección visual realizada al inmueble.	El terreno en el cual se encuentra el paciente pertenece, según el Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS), al grupo de SUELOS BLANDOS, el cual se caracteriza por la presencia de arcillas blandas de alta compresibilidad y de origen lacustre, el cual se compone principalmente de sedimentos de grano fino donde las arcillas y limos predominan. De igual manera, y acuerdo a la investigación realizada dentro del TPI, se logró establecer, basandonos en el documento elaborado por el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio climático DIGER, que la unidad geológica es Qsaz la cual hace parte de la formación de Sabana, la cual corresponde al nivel Terzaia Alta y se caracteriza por contener depósitos lacustres transportados por agua, que constan de arcillas plásticas de color gris oscuro, arcillas orgánicas, turbas, arcillas arenosas y arenas arcillosas intercaladas, onocida también como Formación Sabana; este depósito es constituido por arcillas plásticas con lentes de arena suelta e intercalaciones de cenizas volcánicas, en algunos sectores se presentan varios niveles de turbas hasta de 1 m de espesor. Esta unidad constituye el relleno más importante de la Sabana, siendo su origen lacustre.	Se observa un área que presenta socavación por filtración de agua, la cual ha generado que la viga de cimentación de la construcción quede expuesta a la interperie, a su vez, por lo mencionado anteriormente, se ha generado una escorrentía, la cual genera, que cada vez que llueva el agua llueva sea conducida directamente a la cimentación de la vivienda. De igual forma, se evidencia malgaste en el material.	Se observa una construcción de tres niveles correspondiente a una vivienda multifamiliar que data del año 1980. A continuación se clasificaran los materiales empleados en esta vivienda: Materiales base: - Concreto. - Mortero. - Bloque. - Ladrillo. - Tejas onduladas de Eternit. - Cercas en metálicas Al momento de la visita no se logra observar vestigios del tipo de acero de refuerzo utilizado en la construcción de la vivienda. Materiales de acabado: - Pañete en muros interiores y exteriores (cemento) - Recubrimiento con Graniplast para fachada principal. - Estuco para muros interiores. - Piso en Granito lavado y piedras de mármol. - Pintura. Realizada la inspección al paciente objeto de estudio, se logra evidenciar el desgaste de los materiales base hablando específicamente de la mampostería utilizada, dichos materiales, debido a las cargas a las que se han visto sometidos, se encuentran fracturados, d igual manera las placas de entrepiso, construidas en concreto se encuentran con grietas que superan el 1cm de ancho, afectando directamente el acabado de piso elaborado en granito y mármol. Debido al asentamiento diferencial que presenta la vivienda, la cubierta elaborada en teja de eternit soportada sobre cercas metálicas presenta un movimiento el cual genera la filtración de agua, afectando los acabados de los muros internos de la vivienda, generando a su vez el desprendimiento de capas de pintura. Es necesario anotar que debido al tiempo en el cual se contruyó la vivienda hacia el año 1980, para esta época aun no se implementaban las Normas sísmo Resistentes, por lo cual, dicha construcción no cumple con ninguna norma.	Teriendo en cuenta que el paciente se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá D.C. donde existe estudio de microzonificación sísmica establecido en el decreto 523 de 2010, se procedió a localizar el paciente en el Mapa de Microzonificación Sísmica de la ciudad y se determina el Espectro de Aceleraciones a utilizar. De acuerdo al decreto 523 de 2010, el perfil del suelo clasifica como LACUSTRE A (Lacustre 200), en zona SUELOS BLANDOS, la cual se caracteriza por la presencia de arcillas blandas de alta compresibilidad y de origen lacustre. Según el título A.2.3 de la NSR-10 — ZONAS DE AMENAZA SISMICA la edificación se localiza dentro de una de las zonas de amenaza sísmica INTERMEDIA que están presentadas en el Mapa de la figura A.2.3-1 DE LA NSR10. Los movimientos sísmicos de diseño se definen en función de la aceleración pico efectiva, la cual es representada por la convención Aa , y de la velocidad pico efectiva, representada por la convención Av, para una probabilidad del diez por ciento de ser excedidos en un lapso de cincuenta años. Los valores de estos coeficientes, para efectos de este Reglamento, corresponden a: Aa=0,15 Av=0,20. La vulnerabilidad de este paciente es alta toda vez que la construcción no cuentan con los requerimientos del decreto 216 del 2010 y el decreto 340 del 2012 como reglamentarias de la construcción sísmo resistente para Colombia. El riesgo sísmico comprende las posibles consecuencias representadas en daños en las construcciones.	Los niveles de agrietamiento y fisuramiento del paciente objeto de estudio se distribuyen en los tres niveles de la vivienda y equivalen a más del 50% de las lesiones presentadas. La principal causa de estas lesiones es el asentamiento diferencial generado por la construcción del edificio de apartamentos Las Marías II, el cual colinda con la vivienda en la parte nororiental. De igual forma, se evidencia que el edificio no respetó la separación sísmica necesaria y requerida de acuerdo a la norma NSR-10, lo que genero una sobrecarga a la vivienda estudiada. La zona mas afectada es la parte nororiental la cual presenta grietas en las losas de entrepiso y muros, principalmente en el segundo y tercer nivel. De igual forma, se evidencia fisuras internas y externas en los muros de mampostería. En fachada, se observan fisuras a la altura de las losas de entrepiso y los antepechos de las ventanas. En los muros internos que componen todo el costado oriental de la vivienda, al igual, los muros que colindan con la edificación vecina, se observan un sin número de fisuras, causadas aparentemente por el asentamiento diferencial.	De acuerdo a lo manifestado por el propietario de la vivienda, a raíz de la construcción vecina, la cual consta de 5 pisos, se presentaron distintos daños en la vivienda, uno de ellos fue el desplome de uno de los muros divisorios en una de las habitaciones auxiliares del segundo piso. Donde se evidencio un porcentaje de inclinación de 6.92% en la losa de entrepiso, esto relacionado a los asentamientos diferenciales que ya atravesó la estructura, debido a la sobrecarga generada por el edificio colindante.	EN LA ZONA NO HAY RIERGO DE INUNDACIÓN, se evidencia que el sector cuenta con buen sistema de alcantarillado y alcantarillado pluvial
Registro fotográfico	"B_Estructura"IA1	"B_Suelos"IA1	"B_Socavación"IA1	"B_Materiales"IA1	"B_Sismo"IA1	"B_Agrietamiento"IA1	"B_Desplome"IA1	"B_Inundación"IA1