

ESTUDIO PATOLÓGICO PARA EL EDIFICIO 63 P.H.

LEIDY CAROLINA GONZÁLEZ GONZÁLEZ

BRIAN AUGUSTO RAMÍREZ JAQUE

JORGE IGNACIO SILVA ALVAREZ

**INFORME PRESENTADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE PATÓLOGOS DE
LA CONSTRUCCIÓN**

DIRECTORA

MSC. OLGA LUCÍA VANEGAS

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

BOGOTÁ D.C 29 DE NOVIEMBRE DE 2023

Tabla de contenido

Resumen.....	11
Palabras Clave	12
Abstract	13
Keywords:	13
Introducción	15
Justificación.....	16
Objetivos	18
_____Objetivo General.....	18
_____Objetivos específicos	18
Alcance y Limitaciones.....	19
Metodología	22
_____Inspección preliminar del paciente	23
_____Recopilación de información necesaria para el estudio.....	30
_____Permisos y autorizaciones	31
_____Definición de los medios instrumentales para realizar la exploración	31
_____Equipo humano encargado del trabajo	31
Historia Clínica	33

Fecha de Realización del Estudio.....	33
Datos Generales del Paciente	33
Fecha de Construcción	34
Uso	34
Datos Generales del Entorno:	35
Edificaciones u Obras Vecinas.....	35
Clima y Contaminación del Ambiente.....	35
Temperatura y Humedad Atmosférica	37
Precipitaciones Anuales	38
Escorrentías Aguas Superficiales.....	39
Suelos y Cimentaciones	41
Geología General del Paciente	41
Estilo Estructural en el Flanco Oriental de la Cordillera Oriental	41
Estilo Estructural en el Occidente	42
Estudio de Suelos Realizado	43
Respuesta sísmica Decreto 523 de 2010	44
Localización de Sondeos	44
Tipo de Cimentación	45
Nivel freático y Estratigrafía	46

Arquitectura.....	48
_____ Sistema constructivo.....	48
_____ Sistema estructural y constructivo.....	49
_____ Normativa actual que lo rige	49
Estructura	51
_____ Fidelidad de los planos	51
_____ Aplicación Patológica.....	52
Datos de Lesiones	53
Marco Referencial	55
_____ Marco Teórico	55
Análisis comparativo del edificio Space vs. Edificio 63 PH	56
_____ Marco Legal.....	57
_____ Marco Geográfico.....	62
Componente Experimental.....	65
_____ Información técnica de los estudios y laboratorios realizados	66
_____ Origen, causa, evolución y estado actual de la lesión más relevante	67
_____ Vulnerabilidad	68
Tipo de suelo y sus características ensayos.....	69
Estudio de suelos.....	71

Fallas geológicas	77
Fallas Longitudinales	79
Estudios de vulnerabilidad sísmica	81
Historia de sismos en la zona de estudio.....	82
Geografía de la zona.....	85
Zona de estudio	89
Matriz de Vulnerabilidad	91
Investigación normas de evaluación sísmicas.....	108
Estudio de vulnerabilidad.....	109
Registro fotográfico	111
Diagnóstico	116
<u>Ensayo destructivo.....</u>	119
Estudio de suelos.....	119
<u>Ensayos no destructivos.....</u>	119
Nivelación topográfica	119
Levantamiento topográfico	120
Testigos de yeso	121
Ensayo de humedad del concreto	121
Ensayo de esclerómetro.....	122

Ensayo RILEM	123
Alternativa y pronóstico	125
_____ Programación	125
_____ Presupuesto	126
_____ Obras de Mitigación	127
Conclusiones	128
Recomendaciones.....	130
Referencias Bibliográficas	133
_____ Fuentes Literarias	133
_____ Leyes Nacionales relacionadas	134

Lista de figuras

Figura 1 Ficha de localización del paciente	24
Figura 2 Ficha Lesiones de fachada.....	25
Figura 3 Lesiones de fachada.....	26
Figura 4 Lesiones del sótano.....	27
Figura 5 Afectación en acabados de piso.....	29
Figura 6 La estructura no coincide con planos aprobados.....	30
Figura 7 Localización	33
Figura 8 Datos históricos	37
Figura 9 Climograma	38
Figura 10 Perfil Geotécnico	41
Figura 11 Respuesta sísmica Decreto 523 de 2010	43
Figura 12 Tabla H.3.1-1 NSR 10.....	44
Figura 13 Localización de Sondeos	45
Figura 14 Planta de Cimentación.....	46
Figura 15 Diseño estructural.....	49
Figura 16 Ficha patológica No. 1.....	53
Figura 17 Ficha patológica No. 2.....	54
Figura 18 Ficha patológica No. 3.....	54
Figura 19 Mapa de Colombia	62
Figura 20 Mapa de Bogotá.....	63
Figura 21 Mapa Localidad de Chapinero.....	64

Figura 22 Fotografía de paciente en proceso de construcción	68
Figura 23 Microzonificación Bogotá	69
Figura 24 Sondeo 1	72
Figura 25 Sondeo 2	73
Figura 26 Sondeo 3	74
Figura 27 Sondeo 4 Hoja 1	75
Figura 28 Sondeo 4 Hoja 2	76
Figura 29 Placas tectónicas	77
Figura 30 Fallas geológicas cercanas a Bogotá	79
Figura 31 Falla la cajita, ubicada al sur de la ciudad	80
Figura 32 Fallas de Bogotá	81
Figura 33 Sismos que se han presentado en la zona de estudio	83
Figura 34 Resumen de sismos en la zona de estudio	84
Figura 35 Microzonificación 2010 ciudad de Bogotá	85
Figura 36 Mapa de Bogotá	86
Figura 37 Mapa geotécnico de Bogotá	87
Figura 38 Geología urbana	89
Figura 39 Estructura y cimentación de paciente	90
Figura 40 Matriz de vulnerabilidad	91
Figura 41 Ficha 1 errores de diseño	93
Figura 42 Ficha 2 errores de diseño	94
Figura 43 Ficha 3 errores de diseño	95

Figura 44 Ficha 4 errores de diseño.....	96
Figura 45 Ficha cambios en la construcción de la estructura	97
Figura 46 Ficha cambios en la construcción del edificio.....	98
Figura 47 Afectaciones en vigas	99
Figura 48 Patología en columnas fisuras por flexión.....	100
Figura 49 Patología en columnas.....	101
Figura 50 Patología en muros de concreto.....	102
Figura 51 Patología muros en concreto	103
Figura 52 Patología muros en mampostería.....	104
Figura 53 Patología en mampostería.....	105
Figura 54 Patología en placas de entre piso.....	106
Figura 55 Resumen de fichas de vulnerabilidad	107
Figura 56 Cronograma de Actividades	125
Figura 57 Presupuesto proyectado	126

Lista de tablas

Tabla 1 Datos generales del paciente.....	34
Tabla 2 Marco legal colombiano	59
Tabla 3 Valores de Aa, Av, Fa, Fv	70
Tabla 4 Número de Sismos de 2019 a 2023	84
Tabla 5 Tipo de arcillas en Bogotá	88

Resumen

En el presente documento, se ilustra el proceso y metodología que permite determinar las diferentes tipologías de lesiones presentes en el Edificio 63 P.H., sus causas, el estado actual de los materiales que lo componen a través de la ejecución de ensayos destructivos y no destructivos.

La investigación, fue realizada en cuatro etapas detalladas así; etapa documental, etapa de inspección de campo, ejecución de muestreo y materiales de prueba, etapa de análisis de los resultados y diagnóstico, y como etapa final conclusiones del estudio y recomendaciones.

En la fase de muestreo y material de prueba, se realizaron diferentes ensayos destructivos y no destructivos, como estudio de suelos, ensayo de humedad ascendente, Rilem, levantamiento y nivelación topográfica, ensayo esclerometría, y testigos de yeso para seguimiento de grietas y fisuras.

Se realizó una evaluación de resultados de los ensayos destructivos y no destructivos, con cual se logró obtener un diagnóstico frente a las lesiones que presenta el edificio. No obstante, es necesario realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica, para estudiar más a fondo el origen de la patología principal del edificio proveniente de deficiencias en el diseño y los cambios obtenidos durante su proceso constructivo, y la falta de supervisión técnica.

En virtud de los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio y la trazabilidad de la gestión documental, se formulan una serie de recomendaciones y medidas de actuación basadas en un minucioso análisis patológico. Este estudio ha puesto de manifiesto deficiencias críticas en la edificación que comprometen tanto su seguridad como su estabilidad. Para abordar estas problemáticas, se proponen acciones inmediatas que abarcan desde intervenciones estructurales hasta estudios de vulnerabilidad sísmica, todas ellas dirigidas a corregir las infracciones a los

códigos de construcción y garantizar la integridad del inmueble.

Palabras Clave

Ensayos destructivos y no destructivos, Inspección de campo, Análisis de resultados, Diagnóstico, Estudio de suelos, Ensayo de humedad ascendente, Rilem, Levantamiento topográfico, Nivelación topográfica, Ensayo esclerometría, Testigos de yeso, Vulnerabilidad sísmica, Deficiencias diseño estructural, Supervisión Técnica, Ensayos de laboratorio, NSR-10

Abstract

This document outlines the process and methodology employed to identify different types of lesions in Building 63 P.H., along with their causes and the current state of its constituent materials through the execution of both destructive and non-destructive tests. The research comprised four detailed stages: the documentary stage, field inspection stage, execution of sampling and material testing, analysis of results and diagnosis stage, and the final stage involving conclusions and recommendations.

During the sampling and material testing phase, various destructive and non-destructive tests were conducted, including soil analysis, upward moisture test, Rilem test, topographic survey and leveling, esclerometry test, and gypsum witnesses for monitoring cracks and fissures. An evaluation of the results from both destructive and non-destructive tests led to a diagnosis of the building's lesions. However, it is deemed necessary to conduct a seismic vulnerability study to delve deeper into the origin of the building's main pathology resulting from design deficiencies and changes during its construction process, along with a lack of technical supervision.

Based on the outcomes of laboratory tests and document management traceability, a set of recommendations and measures are proposed following a meticulous pathological analysis. This study has brought to light critical deficiencies in the structure compromising both its safety and stability. To address these issues, immediate actions are suggested, ranging from structural interventions to seismic vulnerability studies, all aimed at correcting code violations and ensuring the integrity of the property.

Keywords:

Destructive and Non-destructive Tests, Field Inspection, Results Analysis, Diagnosis, Soil

Study, Upward Moisture Test, Rilem, Topographic Survey, Topographic Leveling, Esclerometry Test, Gypsum Witnesses, Seismic Vulnerability, Structural Design Deficiencies, Technical Supervision, Laboratory Tests, NSR-10.

Introducción

El Edificio 63 P.H., construido en el año 2019, ha experimentado comportamientos inusuales en su estructura que han generado preocupación entre los usuarios. Estos han manifestado sentir vibraciones notorias en el edificio cuando pasan vehículos pesados, llegando incluso a pensar que se trata de un sismo y evacuando el edificio como medida de precaución.

El propósito de este informe es analizar las patologías que se presentan en el edificio, comparando los diseños aprobados por las entidades competentes con la obra ejecutada, con el fin de identificar las diferencias y su incidencia en los comportamientos y lesiones actuales de la edificación.

Cabe destacar, que la información contenida en este documento tiene fines académicos, y busca aplicar los conocimientos adquiridos en la especialización de patología de la construcción, con el objetivo de obtener el título de patólogos de la construcción.

Justificación

Para llevar a cabo este estudio patológico, es fundamental considerar tres aspectos clave: el ámbito social, económico y ambiental.

En el ámbito social, el objetivo principal es brindar seguridad y tranquilidad a los residentes, asegurándoles que su hogar cumple con los códigos de construcción vigentes y es seguro para su ocupación. La selección del Edificio 63 P.H. se realiza con el propósito de evaluar si cumple con la normativa sísmica establecida en la Ley 400 de 1997 y reglamentada en la norma NSR 2010, garantizando así el cumplimiento del artículo 2 de la Constitución Política de Colombia.

En el ámbito económico, es de vital importancia identificar tempranamente las deficiencias de construcción y patologías presentes en el edificio. Esto permitirá a la copropiedad prevenir daños graves, realizar mantenimientos preventivos y/o correctivos necesarios, evitando así un deterioro progresivo que podría generar un detrimento patrimonial.

Por último, en el ámbito ambiental, es crucial considerar las condiciones ambientales locales, como las precipitaciones, la humedad y la temperatura, ya que estas pueden influir significativamente en la degradación de los materiales de construcción y en la aparición de patologías en el edificio. Además, un edificio en mal estado o con deficiencias puede tener un impacto negativo en el entorno ambiental local si no se abordan adecuadamente sus problemas.

Es importante destacar que el edificio se encuentra en una zona de parques y zonas turísticas de la ciudad de Bogotá. Por lo tanto, se espera que la intervención realizada por los copropietarios mejore las condiciones del vecindario, aumentando el interés de los visitantes por visitar el sector y evitando así la inseguridad en la zona. Esto contribuirá a mejorar el ámbito

ambiental del edificio.

En resumen, este estudio patológico no solo busca garantizar la seguridad y funcionalidad de las estructuras, sino también minimizar cualquier impacto negativo en el medio ambiente circundante.

Objetivos

Objetivo General

Realizar el estudio patológico del Edificio 63 P.H., donde se identificarán los diferentes daños y lesiones patológicas que actualmente afectan la edificación.

Objetivos específicos

- Identificar los procesos de afectación patológica que puede tener el paciente, a partir de las visitas de campo desarrolladas y con levantamiento del paciente in situ.
- Realizar laboratorios no destructivos en el edificio, con el fin de evaluar el estado patológico y su cumplimiento con las normas
- Analizar los resultados de laboratorio obtenidos durante la práctica en campo
- Evaluar los resultados de laboratorio

Alcance y Limitaciones

El presente estudio patológico, tiene como alcance principal realizar un análisis exhaustivo de las condiciones estructurales y funcionales, única y exclusivamente para el Edificio 63 P.H., localizado en la ciudad de Bogotá. Se llevará a cabo una inspección detallada de todos los elementos relevantes, incluyendo la estructura y otros componentes importantes de la edificación. Se identificarán y describirán las deficiencias, daños o deterioros presentes en el edificio, así como las posibles causas subyacentes.

Es importante mencionar las limitaciones de este estudio. Si bien se realizará una inspección visual exhaustiva, no se llevarán a cabo todas las pruebas destructivas ni análisis de laboratorio en profundidad, debido a que estas deben cumplir lo detallado en la norma NSR 2.010, por tanto, los ensayos serán de muestras generales y solo son objeto de nuestros requerimientos académicos. Por lo tanto, es posible que algunas deficiencias o daños no sean detectados o identificados completamente. Además, este estudio abordará algunos aspectos relacionados con el cumplimiento de normativas específicas o requisitos legales, que deberán ser evaluados por expertos legales o consultores especializados.

Es importante tener en cuenta, que este estudio patológico se basa en la información y documentación proporcionada hasta la fecha de su realización, así como en las condiciones observadas durante la inspección. No se incluirán soluciones técnicas para abordar las deficiencias encontradas, ni se pronosticarán posibles problemas que puedan surgir después de la fecha del estudio.

En resumen, el informe patológico tiene un alcance para identificar, analizar y evaluar las condiciones del edificio, proporcionando recomendaciones para mejorar su estado. Sin embargo,

existen limitaciones en términos de pruebas destructivas, análisis de laboratorio y aspectos legales, lo que puede afectar la detección exhaustiva de todos los problemas y requisitos específicos.

El estudio desarrollado tiene fines netamente académicos, por lo cual el alcance del Estudio Patológico Edificio 63 P.H., es limitado al espacio académico, por lo cual, en caso de requerirse la información contenida, será necesario validar si cumple o no el alcance del objetivo para lo que se quiera usar, previa intervención y consentimiento y aprobación de los profesionales que realizaron el presente estudio.

Metodología

La metodología utilizada en este estudio patológico del Edificio 63 P.H. tiene como objetivo identificar las deficiencias de construcción y las patologías presentes en la estructura, así como determinar su origen y proponer soluciones adecuadas.

En primer lugar, se llevará a cabo una recopilación de la información técnica del edificio, incluyendo la licencia de construcción, los diseños aprobados por la curaduría y cualquier modificación realizada. Esta información será verificada en campo para asegurar que el proyecto construido cumple con las especificaciones aprobadas.

Posteriormente, se realizarán visitas técnicas al edificio para identificar y documentar las lesiones presentes. Durante estas visitas, se realizará un análisis exhaustivo de los documentos técnicos disponibles, como planos y especificaciones de construcción. Además, se consultará la normativa vigente relacionada con la construcción del proyecto para establecer los estándares y requisitos que el edificio debe cumplir.

Una vez recopilada toda la información necesaria, se procederá a analizar los datos y evaluar las deficiencias de construcción y las patologías presentes en el edificio. Se compararán los resultados obtenidos y requisitos establecidos en la normativa vigente para determinar si el edificio cumple con las normas de seguridad y funcionalidad mínimas establecidas en la licencia asignada.

Con base en los resultados obtenidos, se formularán recomendaciones y propuestas de intervención para abordar las deficiencias identificadas. Estas recomendaciones buscarán solucionar los comportamientos anómalos que presenta la edificación y garantizar la seguridad y funcionalidad del edificio.

En resumen, la metodología utilizada en este estudio patológico del Edificio 63 P.H. comprende la recopilación de información técnica, visitas técnicas al edificio, análisis de documentos y normativa, evaluación de deficiencias y patologías, y formulación de recomendaciones de intervención.

Inspección preliminar del paciente

El edificio es una construcción nueva que inicio proceso de licencia a comienzos del año 2.016, A continuación, se listan los datos técnicos generales del Edificio 63 P.H. detallados en su licencia de construcción ML 16-5-0107:

- Fecha de aprobación de la licencia: Diez (10) de febrero de 2016
- Marco normativo de la licencia: Norma NSR 2010
- Área del lote: 313.50 m²
- Área construida: 1,886.58 m²
- Altura sobre rasante: 28.71 m
- Uso característico/principal del edificio: Vivienda (Residencial)
- Número total de plantas sobre rasante: 10 niveles
- Número de plantas sobre rasante con uso igual al principal: Sí
- Uso de plantas bajo rasante: Estacionamientos
- Numero de estacionamientos: 26 Unidades
- Número total de viviendas: 22 unidades
- Cuenta con supervisión: No
- Número total de locales: No aplica

- Cuenta con certificado de ocupación: No

Estos datos son relevantes para tener una visión general del edificio y su distribución. Es importante tener en cuenta que el edificio no cuenta con supervisión y no posee certificado de ocupación.

Con esta información y los datos obtenidos en las visitas técnicas se realizan las fichas de patologías más relevantes encontradas en el edificio, información base para el diagnóstico técnico a ilustrar en el presente documento

Figura 1

Ficha de localización del paciente

Edificio 63 PH Ficha No. 1 Localización			
UBICACIÓN		PATOLOGIAS	DESCRIPCIÓN DEL DAÑO
LOCALIZACION		AFECTACIÓN	RECOMENDACIONES
		El edificio se ubica en la esquina de calle 63 con carrera 9ª, esta es una vía es clasificada por el IDU Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá, como una vía intermedia, lo anterior, debido a que la calle 63 es constituida por una serie de tramos viales que se conectan y dan una alternativa de circulación al oriente y centro de la ciudad. Esta situación hace que tenga un tráfico alto de carros particulares, pero debido a su ubicación, también tiene tráfico pesado como carros de recolección de basura, carros de bomberos y carros de carga como volquetas y camiones. Este tráfico puede ser una de las causas de los movimientos del edificio, situación que será analizada.	• Revisar el estudio de suelos

Nota: Elaboración propia

Figura 2

Ficha Lesiones de fachada

Edificio 63 PH Ficha No. 2 Fachadas			
FACHADAS	PATOLOGIA	CONCEPTO TECNICO	RECOMENDACIONES
 Fachada principal	 Fisuras presentes en la fachada principal que permiten el ingreso de agua  Desprendimiento del acabado de fachada, por	Fisuras causa principal de humedades y deterioro de la fachada	Sellar las fisuras
 Fachada sur			

Nota: las fachadas presentan deterioro progresivo por fisuras. Elaboración propia

Figura 3

Lesiones de fachada

 Fachada oriental	 Perdida de impermeabilización		
 Fachada norte	 Humedad presente por perdida de hidrofugo	Se deben realizar actividades de mantenimiento del hidrofugo del ladrillo	Se recomienda intervenir las fachadas con el fin de detener el deterioro progresivo del edificio

Nota. Las fachadas presentan deterioro progresivo por pérdida del hidrofugo del ladrillo. Elaboración propia

Figura 4

Edificio 63 PH Ficha No. 3 Sótanos			
SOTANOS	PATOLOGIA	CONCEPTO TECNICO	RECOMENDACIONES
	 	Las humedades que presenta el área de sótanos en los costado sur y oriente, son causadas por filtraciones que se generan en la separación de las ediciones vecinas, espacio que no fue tratado para evitar este tipo de humedades y quedo expuesto la intemperie 	Se recomienda intervenir las separaciones, mejorando el manejo de agua e impermeabilizando muros y canales

Nota. Humedades de sótanos generadas por omisión de protección de la junta sísmica. Elaboración propia

Figura 5

Afectación en acabados de piso

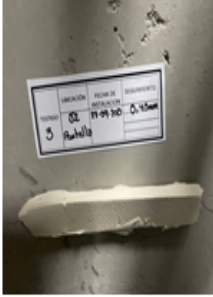
Edificio 63 PH Ficha No. 4 Corredores de acceso a los apartamentos			
DAÑO EN ACABADOS	PATOLOGIA	CONCEPTO TECNICO	RECOMENDACIONES
 Nivel 2, 3 y 4, el acabado de piso esta desprendido  Se evidencian desniveles en el acabado de piso por desprendimiento del acabado	 Desprendimiento de acabados de piso	Los acabados de piso de los niveles 2, 3 y 4 están desprendidos	Se deben reconstruir los acabados y generar las juntas de control de movimiento de las piezas de cerámica que lo conforman

Nota. Los acabados de piso de los niveles 2, 3 y 4 están desprendidos por falta de juntas de control de movimiento.

Elaboración propia.

Figura 6

La estructura no coincide con planos aprobados

Edificio 63 PH Ficha No. 5 Sótanos			
FISURAS	PATOLOGIA	CONCEPTO TECNICO	RECOMENDACIONES
 Columnas primer sótano fisuradas  Fisuras en columnas  Fisuras generadas por flexión en columnas	 Se cambio la distribución de los elementos estructurales del edificio	Los cambios estructurales y construcciones adicionales no diseñadas, pero si construidas, están generando fisuras en el edificio	Se sugiere realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica

Nota. Se encuentra que la estructura no coincide con los planos aprobados. Elaboración propia

Recopilación de información necesaria para el estudio

Como herramienta básica de elaboración del estudio patológico del edificio obtuvo la

30

siguiente información:

- Documentos de aprobación del proyecto: Planos arquitectónicos y estructurales
- Estudio suelos y estudios geotécnicos previos, Se revisaron los informes de estudios de suelos realizados en el terreno donde se encuentra el edificio.
- Licencias y modificaciones realizadas en el edificio
- Se obtuvieron fotografías antiguas del edificio y su proceso de construcción

Permisos y autorizaciones

Para el desarrollo del estudio se obtuvo el correspondiente permiso de los propietarios en asamblea y la administración del edificio año 2.023. Documento que hace parte del presente estudio y corresponde al Anexo 8. Documentos Legales.

Definición de los medios instrumentales para realizar la exploración

Se llevó a cabo un levantamiento topográfico completo del edificio utilizando una estación topográfica certificada, nivel y herramientas tecnológicas como Google Maps. Además, se realizaron pruebas de esclerómetro para evaluar la resistencia del concreto, pruebas de medición de humedad superficial y carbonatación en la estructura. También se realizaron pruebas de Rilem en las fachadas para evaluar la calidad de la impermeabilización del acabado de ladrillo. Los resultados de estos ensayos se encuentran en el Anexo 1. Resultado de Ensayos.

Equipo humano encargado del trabajo

Los responsables del estudio son profesionales en ingeniería civil y Arquitectura, los cuales se encuentran estudiando la especialización en patología de la construcción:

- Leidy Carolina González González, Ingeniera civil graduada de la Escuela de Ingenieros Militares, encargada de la recopilación de la información, realizar

análisis de ensayos de laboratorio no destructivos

- Brian Augusto Ramírez Jaque, Ingeniero Civil graduado de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, análisis y recopilación de información y propuestas de intervención
- Jorge Ignacio Silva Álvarez, Arquitecto graduado de la Pontificia Universidad Javeriana, encargado de la parte arquitectónica y propuestas de intervención de lesiones físicas

Historia Clínica

Fecha de Realización del Estudio

La Fase inicial del proyecto fue desarrollada entre marzo de 2023 y mayo del 2023, periodo en el que se desarrollaron las fases de levantamiento de información, visitas al predio, detección de lesiones, posibles causas, las cuales se desarrollan a lo largo del informe. La Fase final que contó con la realización de ensayos, diagnóstico patológico, recomendaciones y resultados (posibles intervenciones), se desarrolló en el segundo semestre del año 2023.

Datos Generales del Paciente

- ✓ Nombre: Edificio 63 P.H.
- ✓ Localización: El edificio 63 P.H. se encuentra localizado, en la ciudad de Bogotá D. C., localidad de Chapinero, UPZ 99 (Chapinero).

Figura 7

Localización



Nota. Tomado de González LC, Jaque BA & Silva JI (2023)

Fecha de Construcción

El proyecto fue construido en el año 2018, de acuerdo con la información recopilada y algunas fotografías obtenidas de Google Earth.

Uso

El Edificio 63 P.H., es de uso Residencial, Multifamiliar, el cual consta de 10 pisos habitables, 2 sótanos los cuales contienen 19 parqueaderos de uso exclusivo y 4 parqueaderos de visitantes, de los cuales 1 es para personas con movilidad reducida. Tiene áreas comunes como portería, gimnasio, baño, cocineta y terraza BBQ comunal en cuarto piso.

Tabla 1

Datos generales del paciente

Área total	313.50 mt ²
------------	------------------------

Área total construida	1.886.58 mt ²
Altura	28.77 mt
Índice de construcción	3.35
Número de pisos	10 pisos
Sótano	2 sótanos
Total, apartamentos	22 apartamentos
Bicicleteros vivienda	27 bicicleteros
Estacionamientos privados	19 estacionamientos Privados
Estacionamientos visitantes	4 estacionamientos visitantes
Estacionamientos PMR	1 PMR
Estacionamientos totales	23 estacionamientos

Nota. Elaboración propia

Datos Generales del Entorno:

Edificaciones u Obras Vecinas.

El Edificio 63 P.H. está ubicado en una zona comercial donde se encuentran varios edificios de relevancia arquitectónica e histórica. Uno de los más destacados es la Basílica Menor Nuestra Señora de Lourdes, que presenta una arquitectura neogótico-morisco, siendo el segundo templo mas grande de Bogotá, además de ser un importante centro de peregrinación. Tambien encontramos algunos centros educativos, como una sede de la Universidad Santo Tomas y la Fundacion Universitaria Konrad Lorenz, centros artisticos y culturales como el Teatro Libre Chapinero, el Club del Comercio y el Club de Oficiales de la Fuerza Aerea Colombiana y algunos espacios publicos como la Plaza Lourdes y el Parque de los Hippies.

Clima y Contaminación del Ambiente.

El clima de Bogotá, la capital de Colombia, se clasifica como clima subtropical de altitud

o clima de montaña, temperaturas moderadas a lo largo del año con un promedio anual de 12.85°C, dos temporadas de lluvias y una elevada altitud que influye en su clima particular. En la Localidad de Chapinero el clima en la zona se caracteriza por ser frío y subhúmedo. Entre mas cerca se encuentre a los cerros orientales, aumenta la probabilidad de lluvia, y es común experimentar vientos fuertes y heladas en la época de verano, lo que propicia fenómenos de inversión térmica. Adicionalmente la edificación por su ubicación tiene exposición a la contaminación por estar ubicada cerca a vías intermedias de alto tráfico vehicular.

La contaminación ambiental en la localidad de Chapinero, como en muchas zonas urbanas, es un problema importante que afecta la calidad de vida de sus habitantes. Algunos de los tipos de contaminación que se pueden encontrar en Chapinero incluyen:

- Contaminación del aire: Debido al tráfico vehicular intenso y la topografía montañosa de Bogotá, la calidad del aire en Chapinero puede verse afectada por altos niveles de emisiones de gases y partículas contaminantes, lo que afecta a los edificios de varias maneras, incluyendo el deterioro de la estructura, daños en la fachada, daño a ventanas y techos, mala calidad del aire interior y daño a instalaciones mecánicas, adicionalmente contribuye a problemas respiratorios y otros impactos en la salud de los residentes.
- Ruido: El tráfico vehicular y la densidad poblacional pueden dar lugar a niveles elevados de ruido en las calles de Chapinero, causando molestias a los residentes del edificio, interferir con la calidad de vida y el trabajo en el interior, y reducir el valor de la propiedad.
- Residuos sólidos: La generación de basura en áreas urbanas como Chapinero puede

superar la capacidad de gestión de residuos, lo que lleva a la acumulación de desechos en las calles y áreas públicas. Esto Puede causar acumulación de basura en las cercanías, lo que afecta negativamente el aspecto y la higiene del entorno. Además, los residuos pueden atraer plagas y roedores, lo que representa un riesgo para la salud y la seguridad de los ocupantes del edificio. Además, la mala gestión de los residuos puede resultar en la contaminación del suelo y del agua subterránea, lo que a largo plazo puede dañar la estructura y los cimientos del edificio.

Temperatura y Humedad Atmosférica

La temperatura promedio registrada en la ciudad de Bogotá, según el IDEAM y la pagina CLIME DATA entre los años 1991 y 2021 es de 12.85 °C.

Figura 8

Datos históricos

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	12.7	12.9	13	12.9	12.9	12.8	12.8	13.2	13.3	12.7	12.5	12.6
Temperatura mín. (°C)	9.4	9.8	10.1	10.2	10.3	10.1	9.9	9.9	9.7	9.5	9.4	9.5
Temperatura máx. (°C)	17.5	17.8	17.5	16.9	16.7	16.7	17	18	18.3	17.3	17	17.1
Precipitación (mm)	81	101	141	152	103	54	48	31	41	110	133	96
Humedad(%)	77%	78%	80%	83%	81%	75%	71%	67%	68%	79%	84%	81%
Días lluviosos (días)	15	15	18	17	15	11	11	7	9	15	17	15
Horas de sol (horas)	5.5	5.4	5.2	5.2	5.6	5.6	5.5	6.3	7.0	6.0	5.3	5.5

Nota. Adaptado de *Tabla Climática // Datos Históricos del Tiempo Bogotá*, por Climate Data, 2021, Climate Data (<https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/bogota/bogota-5115/>)

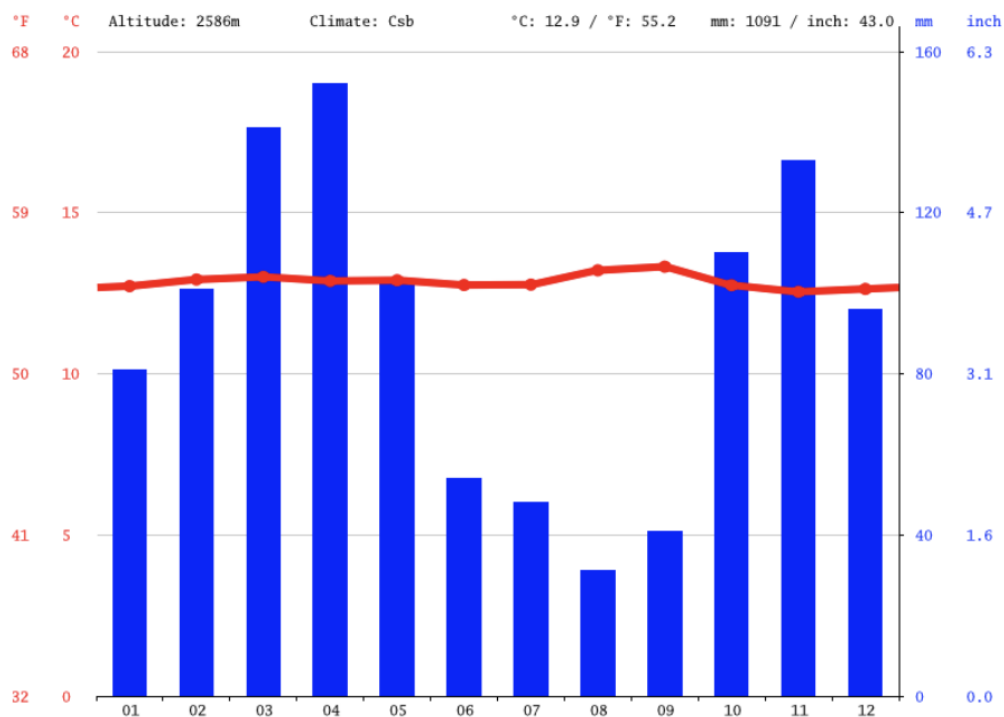
Durante los meses lluviosos, la humedad relativa oscila entre 74% y 77%, mientras que en los meses secos, varía entre 66% y 74%.

Precipitaciones Anuales

Bogotá experimenta dos temporadas de lluvias al año. La primera, la temporada de lluvias principales, se da de abril a noviembre, con un pico de precipitaciones en los meses de octubre y noviembre. La segunda temporada de lluvias, más suave, ocurre de marzo a abril. La precipitación anual esta entre los 1000mm y 1200mm.

Figura 9

Climograma



Nota. Adaptado de *Climograma Bogotá*, por Climate Data, 2021, Climate Data (<https://es.climate-data.org/americas-del-sur/colombia/bogota/bogota-5115/>)

Escorrentías Aguas Superficiales

Orografía:

En la localidad de Chapinero, se pueden identificar dos áreas claramente diferenciadas: una zona plana con suaves ondulaciones que se extiende desde la autopista norte en el costado occidental, y una región montañosa caracterizada por formaciones sedimentarias en el costado oriental. Esta área montañosa, comprende tanto rocas arenosas, que son duras y resistentes a la erosión, como rocas arcillosas más blandas. Se encuentra ubicada en la parte oriental de la localidad y es el punto de origen de las corrientes de agua que recorren la zona.

Hidrografía

En esta zona, se pueden encontrar diversos cuerpos de agua y cursos fluviales. Algunas de las

quebradas y ríos han sido objeto de canalización para facilitar la expansión urbana en las áreas circundantes. Se pueden identificar dos subcuencas con sus correspondientes corrientes de agua, las cuales son:

- Subcuenca del Rio Arzobispo
- Subcuenca del Rio Teusaca

Escorrentías Aguas Superficiales

Las escorrentías de aguas superficiales en Chapinero son manejadas principalmente a través de un sistema de alcantarillado y drenaje urbano que incluye canales y desagües pluviales

Suelos y Cimentaciones

Geología General del Paciente

La geología de Chapinero está influenciada por la geología regional de la Sabana de Bogotá, que a su vez es parte de la Cordillera Oriental de los Andes.

La geología de esta región incluye formaciones rocosas sedimentarias como areniscas, lutitas y calizas que datan de épocas geológicas pasadas. Además, se encuentra en una zona sísmica activa debido a su ubicación en el sistema de fallas de las Cordilleras de los Andes.

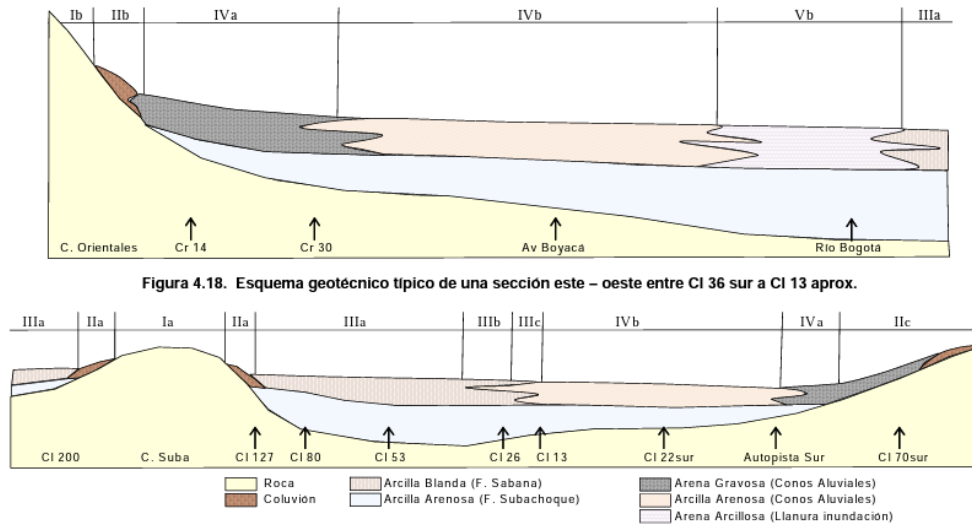
Dentro del área de la Sabana de Bogotá se pueden establecer dos estilos estructurales

Estilo Estructural en el Flanco Oriental de la Cordillera Oriental

En esta área, se observan fallas principales de cabalgamiento con una vergencia hacia el Oriente. Esto significa que las capas de roca se han desplazado, con una parte de las capas más jóvenes desplazándose por encima de las capas más antiguas. Las fallas de menor importancia se comportan como retro cabalgamiento, lo que significa que las capas más jóvenes están siendo empujadas hacia el Oeste por debajo de las capas más antiguas.

Figura 10

Perfil Geotécnico



Nota. Tomado de *ZONIFICACIÓN DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE BOGOTÁ PARA EL DISEÑO SISMO RESISTENTE DE EDIFICACIONES*
[https://www.idiger.gov.co/documents/20182/112614/Zonificacion_Respuesta_Sismica-FOPAE-\(2010\).pdf](https://www.idiger.gov.co/documents/20182/112614/Zonificacion_Respuesta_Sismica-FOPAE-(2010).pdf) (, octubre de 2010)

Estilo Estructural en el Occidente

En esta área, se caracteriza por fallas de cabalgamiento con una vergencia hacia el Occidente. Estas fallas forman un sistema imbricado y están influenciadas por fallas de dirección noroeste que funcionan como rampas laterales, incluyendo las fallas de Neura al Norte y Santa Barbara-Facatativá. Además, menciona la presencia de sinclinales amplios que han sido erosionados y rellenados por sedimentos cuaternarios, creando la planicie de la Sabana de Bogotá.

Estos dos estilos estructurales, son comunes en regiones montañosas y son el resultado de la actividad tectónica a lo largo del tiempo geológico. La interacción de estas estructuras ha tenido un impacto en la topografía y la geología de la Sabana de Bogotá, dando forma a la región tal como la conocemos hoy.

Estudio de Suelos Realizado

El estudio de suelos ejecutado para el Edificio 63 P.H. fue realizado por el Ing. Antonio Armando Charry Vasquez en el año 2015, el cual se encuentra en el Anexo 3. Estudio de Suelos.

De acuerdo con la ubicación del proyecto, y lo consagrado en el decreto 523 de 2010 de zonas de respuesta sísmica de Bogotá, se encuentra el predio en una zona de PIEDEMONTE B como se muestra a continuación:

Figura 11

Respuesta sísmica Decreto 523 de 2010

Respuesta Sismica Decreto 523 de 2010: Zonas de respuesta sísmica de Bogotá, FOPAE 2010

fecha_elab	10/24/2010 7:00 PM
descripcio	Zonas de respuesta sísmica de Bogotá, FOPAE 2010
ressis	Piedemonte B
id_zrs	3
ao_475	0.26
fa_475	1.95
fv_475	1.70
ao_225	0.23
fa_225	2.00
fv_225	1.95
ao_31	0.12
fa_31	2.20
fv_31	2.25
tl	3.00
responsabl	IDIGER

Nota. Tomado de Zonas de respuesta sísmica de Bogotá, FOPAE 2010.

Respuesta sísmica Decreto 523 de 2010

De acuerdo con el estudio de suelos presentado para la aprobación de la licencia de construcción se realizaron 4 sondeos de acuerdo a lo estipulado en el título “H.3.2.3 Número Mínimo de Sondeos” de la NSR 10, proporcionalmente la categoría de la edificación descrita en la tabla Tabla H.3.1-1 “Clasificación de las unidades de construcción por categorías” la cual se clasifica como Alta, para el proyecto Edificio 63 P.H.

Figura 12

Tabla H.3.1-1 NSR 10

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

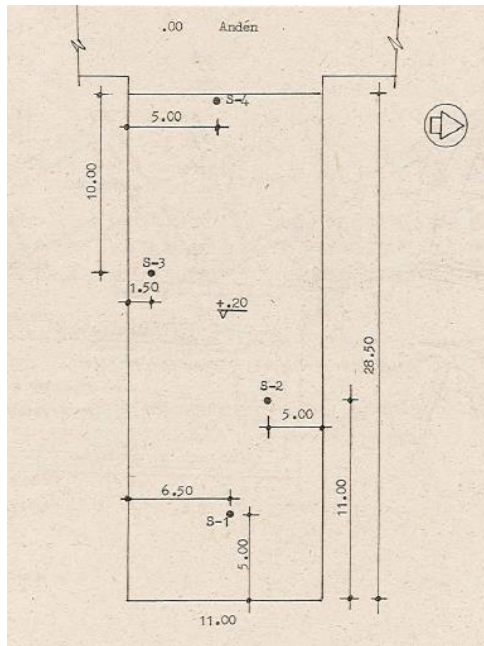
Nota. Tomado de la *Norma Sismo Resistente NSR – 10* , Asociación de Ingeniería Sísmica, 2010.

Localización de Sondeos

La localización de los sondeos de acuerdo con el estudio de suelos realizados es la siguiente:

Figura 13

Localización de Sondeos



Nota. Tomado del Estudio de suelos realizado por el Ing. Antonio A. Charry T

Tipo de Cimentación

El Ingeniero Antonio Charry Vásquez, recomienda una alternativa de cimentación, la cual consiste en una cimentación de pilotes pre-excavados y fundidos en sitio, dada la magnitud de las cargas y el perfil del suelo existente, el cual presenta baja capacidad portante de los estratos de suelos superficiales, por ende, es factible transmitir las cargas mediante pilotes de concreto.

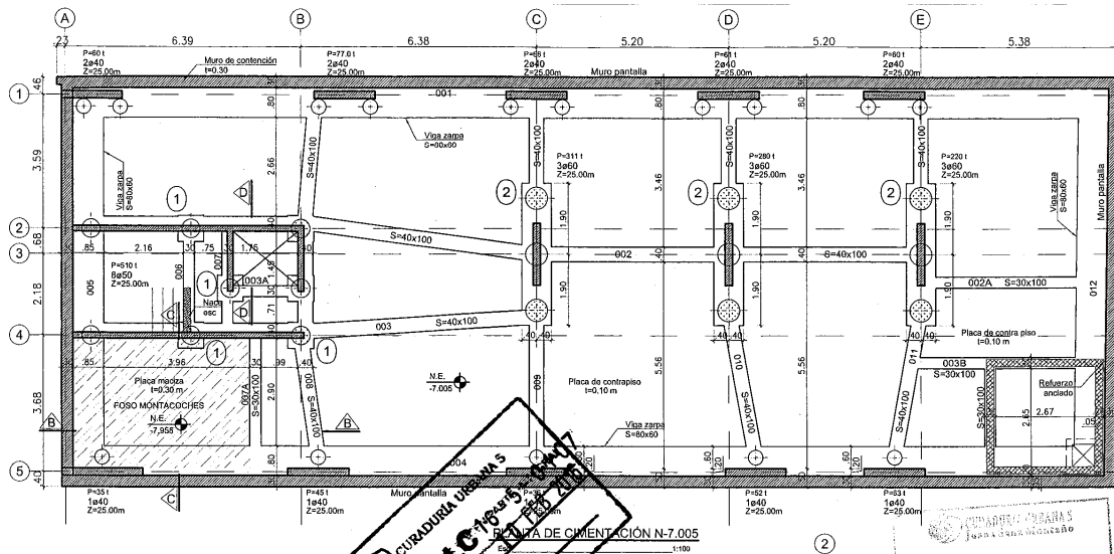
En este orden de ideas, se aconseja utilizar mínimo 2 o varios pilotes como soporte de cada columna unidos entre sí con dados estructurales del área y forma necesaria para obtener transmisión de cargas que sea vertical entre columnas y cimentación, los cuales al nivel de su corona deben ir unidos en todos los sentidos por vigas de rigidez con las dimensiones y refuerzos que determine el Ing. estructural.

La placa de contrapiso del sótano se recomienda ser construida en concreto y debe tener un

mínimo espesor de 10 centímetros, será calculada para resistir un empuje hacia arriba.

Figura 14

Planta de Cimentación



Nota. Plano Estructural 2 (Planta de cimentación).

Nivel freático y Estratigrafía

El nivel freático del Edificio 63 P.H., se encontró a 3 m de profundidad, de acuerdo con el perfil estratigráfico de los sondeos realizados para el estudio de suelos.

El perfil estratigráfico del subsuelo está compuesto principalmente por mantos arcillo-arenosos de consistencia media a blanda, que contienen incrustaciones o bolsas de arena y grava. Estos estratos se extienden hasta una profundidad de aproximadamente 27.00 metros. A partir de esta profundidad, se encuentra un estrato significativo de arcilla multicolor de alta resistencia, conocido como la "Formación Bogotá". Esta formación predomina en el subsuelo hasta una profundidad explorada de alrededor de 33.0 metros.

Este tipo de información sobre el perfil estratigráfico es fundamental en proyectos de construcción, ingeniería geotécnica y geología, ya que proporciona detalles sobre la composición

y la resistencia de las capas de suelo en una ubicación específica, lo que puede ser crucial para el diseño y la seguridad de las estructuras.

Arquitectura

El estilo arquitectónico del Edificio 63 P.H. tiene una tendencia hacia la arquitectura moderna o contemporánea.

La arquitectura moderna y contemporánea a menudo se caracteriza por líneas limpias, formas geométricas, la prominencia de materiales como el concreto y el vidrio, y una apariencia generalmente minimalista. En el caso específico, La fachada del edificio se destaca por la presencia del ladrillo a la vista, lo que le otorga una apariencia sólida y cálida. Por otro lado, la arquitectura del edificio suele seguir líneas limpias y simétricas, lo que contribuye a su aspecto equilibrado y ordenado. Los pisos son uniformes en altura y disposición, lo que brinda una sensación de cohesión y armonía.

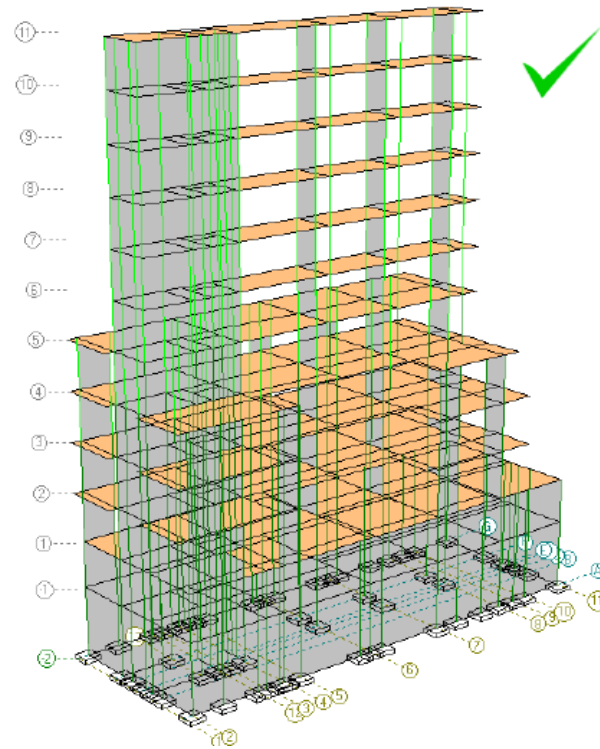
A pesar de la presencia del ladrillo a la vista, la arquitectura incorpora elementos contemporáneos, como barandas de vidrio, detalles metálicos en la fachada y algunos vacíos y llenos que le dan armonía a la lectura del edificio. En, con vistas panorámicas de la ciudad, buscando de esta forma su relación con el entorno. los primeros pisos encontramos terrazas y balcones que ofrecen áreas al aire libre para los residentes

Sistema constructivo

El Edificio 63 P.H. se erigió mediante un sistema constructivo que se caracterizó por la utilización de componentes prefabricados de concreto para los muros de pantalla y las placas, en tanto que los elementos no estructurales se confeccionaron empleando mampostería a la vista.

Figura 15

Diseño estructural



Nota. Tomado de Gonzales LC; Ramirez Jaque BA, Silva Álvarez JI, (2023)

Sistema estructural y constructivo

Al inicio del presente estudio, se han identificado incoherencias en la información contenida en la memoria y planos estructurales. Además, se ha observado que la estructura no fue construida de acuerdo con las especificaciones aprobadas. Esta situación ha dado lugar a problemas significativos en el edificio, manifestados en movimientos anómalos cuando se encuentra sometido al tránsito de vehículos pesados. Estos fenómenos impactan negativamente en la percepción de comodidad y estabilidad que un edificio como el Edificio 63 P.H. debería transmitir.

Normativa actual que lo rige

El Edificio 63 P.H., fue diseñado y construido bajo las siguientes normas:

- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10
- Plan de Ordenamiento Territorial, Decreto 190 de 2004
- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE
- Código Eléctrico Colombiano NTC 2050
- Reglamento de Propiedad Horizontal

Estructura

De acuerdo con la memoria de cálculo, el sistema estructural adoptado corresponde al de un sistema de MUROS DE CONCRETO REFORZADO con capacidad moderada de disipación de energía (DMO), con placas de entrepiso tipo aligeradas de 40cm de altura con torta superior de 5 cm de espesor e inferior de 3 cm.

La clasificación de una estructura, de acuerdo con la A. 10.2.2.1 de la NSR-10, se basa en la evaluación de las características de la estructura, incluyendo su comportamiento sísmico.

Es importante, tener en cuenta que cualquier modificación estructural considerable como es el caso del Edificio 63 P.H., debe llevarse a cabo bajo la supervisión de un ingeniero estructural calificado; y además, cumplir con las regulaciones y normas aplicables, como las establecidas en la NSR-10, para garantizar la seguridad de la estructura y de las personas que la utilizan.

Al haberse construido sin esos fundamentos, la clasificación dada a la estructura es Mala, dado que la estructura no cumple con los parámetros mínimos de diseño para este tipo de edificaciones.

Si una estructura ha experimentado modificaciones estructurales, que no se encuentran fundamentadas en un diseño aprobado por un ente de control, y estas modificaciones además son considerables durante su proceso constructivo o posterior a él, es importante llevar a cabo una revisión y evaluación de esas modificaciones para determinar su clasificación sísmica adecuada.

Para más detalles de este remitirse al anexo 2.

Fidelidad de los planos

Teniendo en cuenta, los diseños aprobados por la curaduría Urbana No. 5, y haciendo una comparación, con el ánimo de verificar la concordancia entre los diseños aprobados y la obra

construida, se evidencia que hay varios cambios estructurales significativos durante el proceso constructivos que no son acorde a los diseños, y no están soportados ni avalados bajo ningún ente de control.

Aplicación Patológica

El Edificio 63 P.H., para el desarrollo patológico juega un papel muy importante, debido a que este es un paciente pediátrico debido a que su construcción data del año 2018 y a tan solo 5 años de uso (año 2023), se han detectado varias lesiones tanto físicas, mecánicas, antropógenos, las cuales dejan al desnudo una realidad y una problemática que afecta directamente a los copropietarios, dado que la construcción no siguió los diseños aprobados para la construcción, por el contrario, se realizan cambios y obras en la construcción que no cuentan con la aprobación de ninguna curaduría urbana, la anterior argumentación, esto basados en la investigación realizada en las curadurías urbanas 3, 5 y el Archivo Distrital de Planeación.

Este es el origen de las mayores afectaciones de la edificación. Esta situación genera lesiones patológicas que, a corto, mediano y largo plazo se traducirán en un deterioro progresivo y acelerado no acorde para una edificación tan nueva como el Edificio 63 P.H.

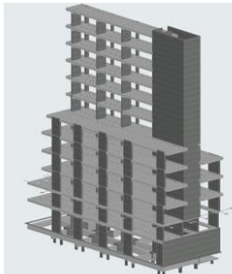
Datos de Lesiones

A continuación de muestran las fichas con las lesiones más relevantes del Edificio 63 P.H.

Para más detalles de este remitirse al anexo 4.

Figura 16

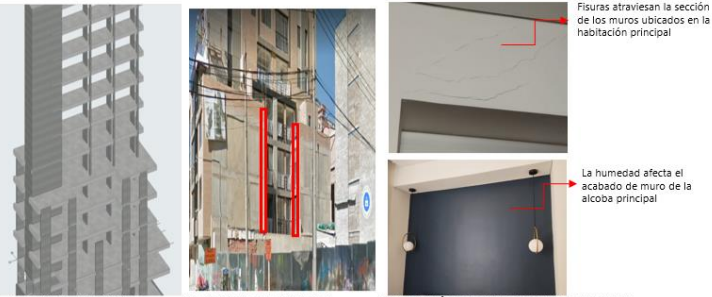
Ficha patológica No. 1

FICHA PAT N° 1		EDIFICIO 63 P.H. UBICADO EN LA LOCALIDAD CHAPINERO – BOGOTÁ PROPIETARIO. COPROPIEDAD DEL EDIFICIO		FECHA: 20 DE MAYO DE 2.023 UBICACIÓN DE LA PATOLOGÍA: ESTRUCTURA EN GENERAL DEL EDIFICIO ELEMENTO AFECTADO: ESTRUCTURA		TIPO DE EDIFICACIÓN: CASA ☐ EDIFICIO ☒ LOCAL ☐ BODEGA ☐ OTRO ☐ CUAL _____	
UBICACIÓN DE LA LESIÓN: ESTRUCTURA DEL EDIFICIO ELEMENTO AFECTADO: ESTRUCTURA EN GENERAL		TIPO DE LESION		FISICA: HUMEDAD ☐ SUCIEDAD ☐ EROSION ☐ MECÁNICA: DEFORMACIONES ☐ FISURAS ☐ QUIMICA: EFLORESCENCIA ☐ CORROSION ☐ ORGANISMOS ☐ EROSION ☐ ANTROPOGENICO. DISEÑO ☒ PROCESO CONSTRUCTIVO ☐		GRIETAS ☐ DESPRENDIMIENTOS ☐	
SISTEMA ESTRUCTURAL : PÓRTICOS ORTOGONALES Y MUROS EN CONCRETO DESCRIPCION BREVE DE ESTRUCTURA : DISEÑO NO CUMPLE NORMA NSR 10		EDAD DE LA EDIFICACIÓN : 5 AÑOS		NORMA DE CONTRUCCION DEL PACIENTE : NSR 2010		INTERVENCIONES: SI ☐ NO ☒ CUALES: _____	
GRADO DE AFECTACION DE LA LESION : LEVE ☐ GRAVE ☐ GRAVISIMA ☒		NIVEL DE AFECTACION DE LA LESION : SEGURIDAD ☒ FUNCIONALIDAD ☐ ASPECTO ☐		CAUSA DIRECTA: FISURAS Y DESPRENDIMIENTOS			
CAUSA INDIRECTA: DISEÑO Y PROCESO CONSTRUCTIVO							
DESCRIPCION DEL PROCESO PATOLOGICO: Se encuentran errores en el diseño en las memorias y planos estructurales, situación que va en contravía de la norma y se detalla a continuación.				REGISTRO FOTOGRAFICO :			
Extraído de la página 18 de la memoria de cálculo aprobada		Extraído de la página 32 de la memoria de cálculo aprobada					
Se evidencia que el diseño no tiene contemplado un segundo sótano, como se ilustra en la fotografía anterior, en el avalúo de cargas se tuvieron en cuenta vigas de 0.40 centímetros y en los planos estructurales se encuentran vigas diseñadas de .070 centímetros ubicadas en los pisos 7.8.9 y 10.				MODELO DE CONSTRUCCION ACTUAL NO CONCUERDA CON EL DISEÑO		SE VERIFICAN ANCHOS DE VIGAS Y LUCES ENTRE PLACAS, DETECTANDO QUE ESTAS NO CONCUERDAN CON LOS DISEÑOS	

Nota. Elaboración propia

Figura 17

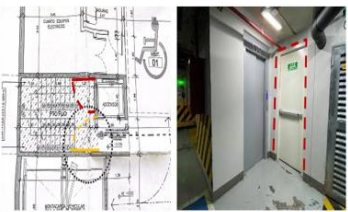
Ficha patológica No. 2

FICHA PAT N° 2	EDIFICIO 63 P.H. UBICADO EN LA LOCALIDAD CHAPINERO – BOGOTÁ PROPIETARIO. COPROPIEDAD DEL EDIFICIO	FECHA: 20 DE MAYO DE 2.023 UBICACIÓN DE LA PATOLOGÍA: ESTRUCTURA EN GENERAL DEL EDIFICIO ELEMENTO AFECTADO: ESTRUCTURA	TIPO DE EDIFICACIÓN: CASA ☐ EDIFICIO ☒ LOCAL ☐ BODEGA ☐ OTRO ☐ CUAL
UBICACIÓN DE LA LESIÓN: ESTRUCTURA DEL EDIFICIO ELEMENTO AFECTADO: ESTRUCTURA EN GENERAL	TIPO DE LESIÓN	FISICA: HUMEDAD ☐ SUCIEDAD ☐ EROSION ☐ QUIMICA: EFLORESCENCIA ☐ CORROSION ☐ MECÁNICA: DEFORMACIONES ☐ FISURAS ☐ GRIETAS ☐ DESPRENDIMIENTOS ☐ ANTROPOGENICO: DISEÑO ☐ PROCESO CONSTRUCTIVO ☒	
SISTEMA ESTRUCTURAL: PÓRTICOS ORTOGONALES Y MUROS EN CONCRETO DESCRIPCION BREVE DE ESTRUCTURA: NO CUMPLE NORMA NSR 10 SE OBSERVA CONSTRUCCION ADICIONAL A LA APROBADA		EDAD DE LA EDIFICACIÓN: 5 AÑOS	NORMA DE CONTRUCCION DEL PACIENTE: NSR 2010
GRADO DE AFECTACION DE LA LESION: LEVE ☐ GRAVE ☐ GRAVISIMA ☒		NIVEL DE AFECTACION DE LA LESION: SEGURIDAD ☒ FUNCIONALIDAD ☐ ASPECTO ☐	INTERVENCIONES: SI ☐ NO ☒ CAUSA DIRECTA: FISURAS Y HUMEDADES
CAUSA INDIRECTA: PROCESO CONSTRUCTIVO NO SIGUE EL DISEÑO APROBADO			
DESCRIPCION DEL PROCESO PATOLOGICO: La estructura del edificio no fue construida conforme a los diseños y se observan construcciones no existentes en el diseño, se observa una construcción de ampliación no contemplada en las memorias, ni planos estructurales. Esta situación no genera seguridad en la edificación e incumple códigos de construcción establecidos en la LEY 400 DE 1997.		REGISTRO FOTOGRAFICO:  Fisuras atraviesan la sección de los muros ubicados en la habitación principal La humedad afecta el acabado de muro de la alcoba principal	
		PROYECTO APROBADO PROYECTO CONSTRUIDO AFECTACIÓN A MUROS APARTAMENTO 101	

Nota. Elaboración propia

Figura 18

Ficha patológica No. 3

FICHA PAT N° 3	EDIFICIO 63 P.H. UBICADO EN LA LOCALIDAD CHAPINERO – BOGOTÁ PROPIETARIO. COPROPIEDAD DEL EDIFICIO	FECHA: 20 DE MAYO DE 2.023 UBICACIÓN DE LA PATOLOGÍA: ESTRUCTURA EN GENERAL DEL EDIFICIO ELEMENTO AFECTADO: ESTRUCTURA	TIPO DE EDIFICACIÓN: CASA ☐ EDIFICIO ☒ LOCAL ☐ BODEGA ☐ OTRO ☐ CUAL
UBICACIÓN DE LA LESIÓN: DUCTO DE EVACUACION ELEMENTO AFECTADO: MUROS DE CERRAMIENTO NO TIENE JUNTAS DE CONTROL DE MOVIMIENTO	TIPO DE LESIÓN	FISICA: HUMEDAD ☐ SUCIEDAD ☐ EROSION ☐ QUIMICA: EFLORESCENCIA ☐ CORROSION ☐ MECÁNICA: DEFORMACIONES ☐ FISURAS ☒ GRIETAS ☐ DESPRENDIMIENTOS ☐ ANTROPOGENICO: DISEÑO ☐ PROCESO CONSTRUCTIVO ☐	
SISTEMA ESTRUCTURAL: PÓRTICOS ORTOGONALES Y MUROS EN CONCRETO DESCRIPCION BREVE DE ESTRUCTURA: NO CUMPLE NORMA NSR 10 SE OBSERVAN CAMBIOS EN EL DISEÑO		EDAD DE LA EDIFICACIÓN: 5 AÑOS	NORMA DE CONTRUCCION DEL PACIENTE: NSR 2010
GRADO DE AFECTACION DE LA LESION: LEVE ☐ GRAVE ☒ GRAVISIMA ☐		NIVEL DE AFECTACION DE LA LESION: SEGURIDAD ☒ FUNCIONALIDAD ☐ ASPECTO ☐	INTERVENCIONES: SI ☐ NO ☒ CAUSA DIRECTA: FISURAS Y HUMEDADES
CAUSA INDIRECTA: DISEÑO, PROCESO CONSTRUCTIVO			
DESCRIPCION DEL PROCESO PATOLOGICO: La estructura del edificio no fue construida conforme a los diseños  Extraído del plano A-03 de 16 – Planta sótano 1 +2.72. Aprobado bajo la MLC 16-5-0107 con radicación No.17-3-1706 del 24 de enero de 2018 en Curaduría Urbana No. 3		REGISTRO FOTOGRAFICO:  El muro no fue construido en su totalidad en concreto MUROS FISURADOS POR FALTA DE JUNTAS DE CONTROL Y CONSTRUCCION SIN DISEÑO	
		PROYECTO APROBADO PROYECTO CONSTRUIDO MUROS FISURADOS POR FALTA DE JUNTAS DE CONTROL Y CONSTRUCCION SIN DISEÑO	

Nota. Elaboración propia

Marco Referencial

Marco Teórico

Para este apartado, se tomó como referencia el EDIFICIO SPACE.

El colapso de la Etapa 6 del edificio Space se atribuye principalmente a la falta de capacidad estructural de las columnas principales para soportar las cargas debidas al peso propio de la estructura y a las cargas de servicio. En particular, las columnas de los ejes R-3 y S-3 experimentaron cargas que superaron sus capacidades críticas, resultando en fallas estructurales por compresión, ocurridas los días 20 de febrero y 11 de octubre de 2013, esta última un día antes del colapso.

Este déficit de capacidad estructural, se vincula a deficiencias en el diseño y dimensionamiento de elementos estructurales clave, como columnas, vigas y placas. Se evidenció la existencia de problemas y patologías estructurales internas en los meses previos al colapso, incluyendo fisuras, grietas y deflexiones verticales excesivas.

Además, se registraron asentamientos diferenciales superiores a los valores permitidos durante la construcción de las pilas de cimentación, atribuidos a problemas constructivos, incluida la evidencia de que al menos una pila no cumplió con las especificaciones de diseño. Aunque los asentamientos fueron considerables, no son la causa principal del colapso. Esta afirmación, se evidencia en factores como; la existencia previa de condiciones críticas en algunas columnas, el alto riesgo de colapso incluso sin asentamientos y la capacidad teórica de las columnas para resistir las cargas asociadas a la situación, incluso considerando los asentamientos.

A su vez, se identifican posibles factores detonantes del colapso, como la redistribución progresiva de cargas debido a los asentamientos diferenciales y la falla de la columna S3, altos

niveles de esfuerzo en elementos estructurales, trabajos de intervención estructural y la eventual falla de vigas principales y muros de mampostería.

En conclusión, se argumenta que, de haberse cumplido con los requisitos de diseño y construcción establecidos por la normativa aplicable, la Etapa 6 del edificio Space no habría experimentado el colapso en las condiciones dadas. La estructura no cumplió con los estándares necesarios, lo que llevó a una serie de eventos que culminaron en su colapso.

Análisis comparativo del edificio Space vs. Edificio 63 PH

Ambos diagnósticos, tanto del edificio Space como del edificio 63 PH, revelan problemas significativos en la integridad estructural y cumplimiento de normativas de construcción. A continuación, se presenta una comparación de los dos casos:

Similitudes

Intervenciones No Reguladas: Ambos edificios experimentaron intervenciones y cambios estructurales sin un diseño regulado por un ente de control o un profesional responsable, ni con el diseño aprobado por la curaduría. En ambos casos, estas intervenciones contribuyeron a problemas estructurales y deterioro progresivo.

Movimientos Similares a Sismos: Tanto el edificio Space como el edificio 63 PH sufren movimientos que simulan sismos, generando fisuras en elementos estructurales y afectando acabados. Estos movimientos no controlados comprometen la estabilidad de ambas edificaciones.

Deterioro Progresivo: Ambos edificios muestran un deterioro progresivo de la construcción, evidenciado por fisuras en columnas, vigas, losas y otros elementos estructurales. Este deterioro se traduce en una disminución de la integridad y seguridad de las edificaciones.

Incumplimiento de Normativas: Tanto el edificio Space como el edificio 63 PH no cumplen

con los requisitos mínimos legales establecidos en las normativas correspondientes (NSR-98 para el edificio Space y NSR 2010 para el edificio 63 PH). Este incumplimiento está relacionado con la falta de redundancia en el diseño estructural y la falta de garantía de seguridad y estabilidad estructural.

Diferencias

Causa Primaria del Colapso: En el caso del edificio Space, la falta de capacidad estructural en las columnas principales se identificó como la causa principal del colapso. En cambio, en el edificio 63 PH, la patología principal se atribuye a intervenciones y cambios estructurales sin regulación, generando movimientos semejantes a sismos y deterioro progresivo.

Asentamientos Diferenciales: Mientras que en el edificio Space se registraron asentamientos diferenciales que contribuyeron al colapso, en el edificio 63 PH no se menciona específicamente la presencia de asentamientos diferenciales, sino más bien la falta de redundancia en el diseño estructural y los cambios en la carga y geometría durante la construcción.

En resumen, ambas edificaciones comparten la problemática de intervenciones no reguladas, movimientos sísmicos simulados y deterioro progresivo, señalando la importancia de la supervisión y el cumplimiento estricto de las normativas de construcción para garantizar la seguridad y estabilidad de las estructuras.

Marco Legal

El Congreso de la República de Colombia (1991) estableció en la Constitución en el Artículo 2, que las autoridades están instituidas para proteger a todas las personas, su vida, honra, bienes y para asegurar el cumplimiento de los deberes sociales del Estado y de los particulares, siguiendo esta línea argumentativa, el Artículo 51, consagró que todo colombiano tiene derecho a

una vivienda digna. Constitución Política de Colombia, arts. 2 y 51.

La ley 400 de 1997, tiene por objeto establecer criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así mismo los profesionales en construcción deben diseñar y construir edificaciones que salvaguarden vida y patrimonio.

Esta responsabilidad de los profesionales de construcción, se ve reforzada por la disposición establecida en el Título IX, Artículo 50 de esta Ley, la cual dicta, que los profesionales diseñadores y constructores de un proyecto son responsables del cumplimiento de códigos de construcción, así como se afirma que estos profesionales son solidarios y responsables de su actuar llegando al punto a retirárseles la tarjeta profesional y ser objeto de reclamaciones civiles y penales.

El artículo 49 de la ley en mención otorgó facultades al Gobierno Nacional, para que por medio de Decretos reglamentarios proceda a efectuar las actualizaciones en los aspectos técnicos y científicos que demande el desarrollo de la presente ley y sus reglamentos, y que resulten pertinentes para los propósitos en ella indicados y al alcance de la misma.

En uso de esas facultades, el Gobierno Nacional, implementó el Decreto 926 de marzo de 2010, en el cual se presentó el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 el cual, en su Título A, numeral A.1.5.2 cita que los planos aprobados para la obtención de la licencia de construcción deben ser iguales a los utilizados en la construcción de la obra y que es obligación que estos sean ejecutados a cabalidad. De la misma forma el numeral A.10.2, cita que las edificaciones que requieran estudios o investigaciones tendientes a determinar y clasificar su estado deben ser sometidas a un proceso investigativo, que tendrá como calificación “bueno, regular o malo.”

Es claro que el Edificio 63 P.H., carece del cumplimiento de las anteriores leyes y normas

de construcción establecidas en el marco normativo de la licencia del proyecto y siguiendo las solicitudes del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Título A, numeral A.10.2 se ejecuta el presente informe.

Las normas consultadas que sirvieron como base para la sustentación del desarrollo del proyecto son:

Tabla 2

Marco legal colombiano

Norma	Descripción	Vigencia
Constitución Política de Colombia	La Constitución Política de Colombia es la ley fundamental del país y establece las bases de su ordenamiento jurídico. Fue promulgada en 1991 y consta de un preámbulo y varios títulos que abordan temas como los derechos fundamentales, la organización del Estado, la división de poderes, la justicia, la descentralización, entre otros. La Constitución reconoce la diversidad cultural y étnica del país y busca promover la democracia, el Estado de derecho y la protección de los derechos humanos. Además, establece un sistema de control de constitucionalidad a través de la Corte Constitucional. En resumen, la Constitución Política de Colombia es la base legal que rige la vida política y social del país.	Vigente
Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10)	El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, abreviado como NSR-10, es un conjunto de normativas y estándares técnicos desarrollados en Colombia para garantizar la seguridad estructural de edificaciones ante sismos. La NSR-10 establece pautas y requisitos relacionados con el diseño, construcción y evaluación de estructuras sismo resistentes, teniendo en cuenta factores como la ubicación geográfica, la clasificación de sismicidad y las características de los suelos.	Vigente Título A, C, H NSR 10

Norma	Descripción	Vigencia
	Este reglamento proporciona directrices detalladas sobre cómo diseñar y construir edificios y estructuras que puedan resistir las fuerzas sísmicas de manera segura. Incluye especificaciones para elementos estructurales, como cimientos, columnas, vigas y muros, así como requisitos para materiales de construcción y métodos de construcción. La NSR-10 se basa en estándares internacionales y ha sido diseñada para adaptarse a las condiciones específicas de Colombia. El reglamento es esencial para garantizar la seguridad de las construcciones en el país, minimizar los riesgos sísmicos y proteger la vida de las personas en caso de terremotos. Los profesionales de la construcción, ingenieros y arquitectos deben cumplir con estas regulaciones al diseñar y construir edificios en Colombia para asegurar que sean sismos resistentes y cumplan con los estándares de seguridad establecidos.	
Ley 400 de 1997	La Ley 400 de 1997 en Colombia se refiere a la Ley de Construcción Sismo Resistente. Esta ley establece las regulaciones y pautas para la construcción de edificaciones resistentes a sismos en el país. Sus disposiciones se basan en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-98 en ese momento, ahora NSR-10), que se actualiza periódicamente para mejorar las prácticas de construcción sísmica en Colombia. La Ley 400 de 1997 tiene como objetivo principal promover la seguridad estructural de las edificaciones y la protección de la vida de las personas en	Vigente

Norma	Descripción	Vigencia
	caso de terremotos. Define las responsabilidades de las autoridades, profesionales de la construcción y propietarios de edificios en la implementación de estándares sísmicos adecuados. Esta ley y su reglamento asociado son fundamentales para garantizar que las edificaciones en Colombia cumplan con los estándares de construcción sismo resistente y, por lo tanto, estén mejor preparadas para resistir eventos sísmicos.	
Ley 675 de 2001	La Ley 675 de 2001 en Colombia, conocida como la "Ley de Propiedad Horizontal", establece las regulaciones y normas para la organización y funcionamiento de conjuntos residenciales, condominios y propiedades compartidas. Esta ley tiene como objetivo principal regular las relaciones entre los propietarios de unidades privadas y las áreas comunes de un edificio o conjunto residencial.	Vigente
Ley 1480 de 2011	La Ley 1480 de 2011 en Colombia, conocida como el "Estatuto del Consumidor", tiene como objetivo principal proteger los derechos de los consumidores en transacciones comerciales y establecer regulaciones para garantizar la transparencia y equidad en las relaciones entre proveedores y consumidores.	Vigente
Decreto 1469 de 2010	Compilado por el Decreto 1077 de 2015, regula los procedimientos para solicitud de licencias urbanísticas, reconocimiento de edificaciones, y los procesos que derivan de la función de los curadores urbanos de la ciudad de Bogotá D. C.	Vigente
Decreto Distrital 190 de 2004	El Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bogotá es regulado por el Decreto Distrital 190 de 2004, que establece las normas y disposiciones para la planificación urbana y el desarrollo de la ciudad. Este decreto es el	Vigente

Norma	Descripción	Vigencia
	marco legal que guía el crecimiento y la gestión del territorio en la capital colombiana y abarca aspectos como el uso del suelo, la zonificación, la construcción, el transporte, la vivienda, y la protección del medio ambiente, entre otros. El POT de Bogotá es una herramienta fundamental para la planificación y el desarrollo sostenible de la ciudad.	

Nota. Elaboración propia

Marco Geográfico

País: Colombia. Colombia es una nación situada en el extremo norte de América del Sur, limitando al norte con el mar Caribe, al este con Venezuela y Brasil, al sur con Perú y Ecuador, y al oeste con Panamá y el océano Pacífico. Es conocida por su diversidad geográfica que incluye selvas tropicales, montañas de la cordillera de los Andes y una extensa costa caribeña.

Figura 19

Mapa de Colombia



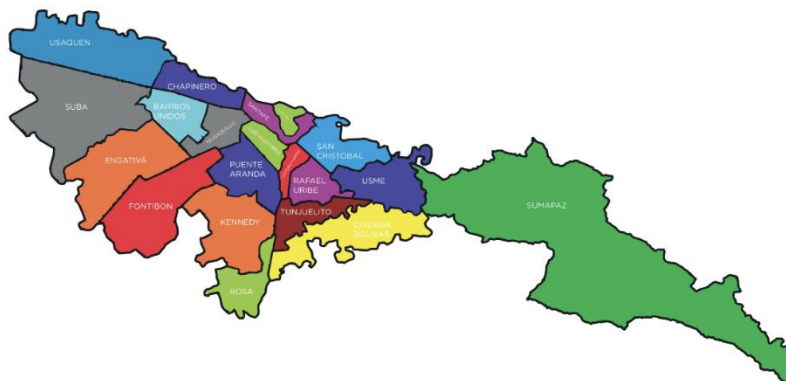
Nota. Adaptado de Mapa de Colombia, por Wikipedia, 2021, (https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Mapa_de_Colombia_%28departamentos%29.svg)

Ciudad: Bogotá, Distrito Capital. Bogotá, oficialmente conocida como Bogotá, Distrito Capital (D.C.), es la capital de Colombia y la ciudad más grande del país. Se ubica en el altiplano andino a una altitud promedio de 2,640 metros sobre el nivel del mar. Esta metrópolis se caracteriza por su diversidad geográfica y demográfica, así como por su rica historia y cultura.

Se divide en un total de 20 localidades. Cada una de estas localidades es una subdivisión administrativa que tiene su propia autonomía en términos de servicios y gobierno local. Cada localidad puede variar en tamaño, población y características, y ofrece una forma de organizar y gestionar la ciudad para satisfacer las necesidades de sus habitantes.

Figura 20

Mapa de Bogotá



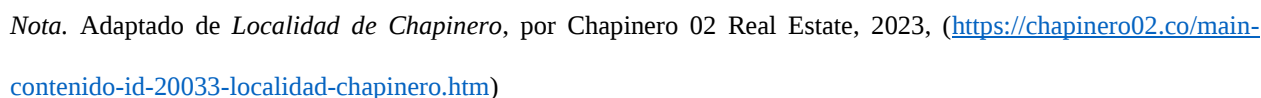
Nota. Adaptado de Mapa de Bogota por Localidades, por Alcaldía Local de Sumapaz, 2021, (<http://www.sumapaz.gov.co/mi-localidad/mapas>)

Localidad: Chapinero. Chapinero es una de las 20 localidades que conforman Bogotá, D.C., la capital de Colombia. Esta localidad se ubica en el norte de la ciudad y es conocida por su diversidad y vitalidad. A continuación, se proporciona una breve descripción geográfica de

Geografía: Chapinero se caracteriza por su topografía variada. Aunque parte de la localidad se encuentra en zonas planas, otras áreas presentan pendientes y laderas, lo que contribuye a la diversidad geográfica. La localidad se extiende desde el centro histórico de Bogotá hasta zonas más residenciales y comerciales.

Estructuras y Uso del Suelo: La localidad de Chapinero cuenta con una variedad de edificaciones que incluyen desde viviendas unifamiliares hasta rascacielos y edificios comerciales. La diversidad de usos del suelo incluye áreas residenciales, educativas, comerciales y culturales.

Mapa Localidad de Chapinero



Componente Experimental

En este capítulo, se abordará el objetivo número dos (2) de este documento, el cual consiste en realizar laboratorios no destructivos en el edificio con el fin de evaluar su estado patológico. Es importante destacar que, debido a que el edificio se encuentra en garantía estructural, se deben utilizar ensayos no destructivos para evitar daños que afecten esta condición en el edificio. Para llevar a cabo esta evaluación, se han seleccionado seis (6) ensayos específicos que permitirán obtener información detallada sobre el estado del edificio. A continuación, se describen cada uno de ellos:

Estudio de suelos: Se tomaron muestras de suelo en diferentes puntos del edificio para analizar su composición y características. Esto permitió identificar posibles problemas relacionados con la cimentación y la estabilidad del terreno.

Topografía de nivelación: Se utilizan equipos especializados para medir y registrar la elevación y pendiente del terreno en diferentes áreas del edificio. Esto ayudará a identificar posibles deformaciones o asentamientos que puedan afectar la estructura.

Seguimiento de fisuras por medio de testigos de yeso: Se colocarán testigos de yeso en las fisuras existentes en el edificio y se realizará un seguimiento periódico para evaluar su evolución. Esto permitirá determinar si las fisuras están activas o inactivas, y si existe algún riesgo de deterioro estructural.

Ensayo de humedad en el concreto: Se utilizarán equipos de medición para evaluar el contenido de humedad en el concreto de diferentes áreas del edificio. Esto ayudará a identificar posibles problemas de humedad que puedan afectar la durabilidad y resistencia de la estructura.

Esclerometría: Se utilizará un esclerómetro para medir la dureza superficial del concreto

en diferentes áreas del edificio. Esto permitirá evaluar la calidad del concreto y detectar posibles áreas de debilidad o deterioro.

Pruebas de RILEM o pipeta Karsten: Se realizarán pruebas para evaluar la permeabilidad del concreto y determinar si existen problemas de infiltración de agua. Esto ayudará a prevenir posibles daños causados por la humedad en la estructura.

La metodología para cada ensayo incluirá la participación de profesionales especializados en cada área, el uso de equipos y materiales adecuados, y la aplicación de procedimientos específicos. Los resultados de estos ensayos permitirán identificar las áreas del edificio que presentan mayor deterioro, determinar las posibles causas de este deterioro y tomar decisiones informadas en cuanto a la reparación o mantenimiento del edificio.

En conclusión, los laboratorios no destructivos son una herramienta fundamental para evaluar el estado patológico de un edificio. Los ensayos seleccionados proporcionarán información detallada sobre la estructura y permitirán tomar decisiones adecuadas para garantizar su integridad y durabilidad a largo plazo.

Información técnica de los estudios y laboratorios realizados

Los estudios realizados fueron elaborados por profesionales en cada área, los cuales se detallan a continuación:

El estudio de suelos fue realizado por la firma A Charry Vázquez y CIA Ltda, este documento se obtuvo directamente del Archivo Central de Planeación Distrital y cuenta con sello de aprobación de la curaduría urbana número cinco para la construcción del edificio.

El levantamiento y nivelación topográfica fue realizado por el topógrafo Diego Rodríguez, quien cuenta con el título de topógrafo y tiene experiencia en este tipo de estudios. Utilizó equipos

certificados de alta precisión, como estaciones totales y niveles láser, para obtener mediciones precisas de los asentamientos del edificio.

Seguimiento de fisuras y Tubos de RILEM, realizado por los ingenieros Brian Ramirez y Carolina González, profesionales con amplia experiencia en este tipo de pruebas.

El estudio de humedad y esclerometría fue realizado por el laboratorio Concrelab sas, el cual cuenta con la certificación del ICONTEC en la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017. Este laboratorio cuenta con personal capacitado y equipos especializados, así como certificados para realizar ensayos no destructivos en el concreto. Para el ensayo de humedad, se utilizaron equipos de medición de humedad relativa y contenido de humedad en el concreto. Para la esclerometría, se utilizó un esclerómetro, que mide la dureza superficial del concreto.

Ambos estudios y laboratorios fueron realizados siguiendo los estándares y procedimientos establecidos por los respectivos profesionales y laboratorios.

Origen, causa, evolución y estado actual de la lesión más relevante

Tras un minucioso proceso de inspección que incluyó visitas técnicas, revisión de documentación, verificación del modelo estructural y pruebas de laboratorio, se ha determinado que el edificio en cuestión presenta una patología estructural significativa como su principal problema. Se identificaron deficiencias en diseño, memoria de cálculo y construcción que resultaron en que la estructura no cumple con los requisitos de deriva establecidos en la norma NSR 2010.

Además, se hallaron modificaciones en la construcción que no estaban contempladas en el diseño original, lo que generó fisuras por carga y afectó la redundancia estructural, esencial para la resistencia y rigidez requeridas. Esto resultó en daños en columnas, vigas, muros y acabados, lo

que ha llevado a un deterioro continuo de la estructura y problemas de humedad. Los efectos ya son visibles en los sótanos, la fachada y la placa de entrepiso. Este diagnóstico se basa en la revisión del proceso de aprobación del proyecto, verificación de planos, comparación con el diseño estructural aprobado y análisis del proceso de construcción.

En resumen, las deficiencias en diseño y construcción obedecen a una falla en la estructura y modificación de la construcción, por lo cual se concluye, que el proyecto debe ser sometido a un estudio de vulnerabilidad sísmica, dado que estas irregularidades no cumplen con los estándares legales y de seguridad, lo que va en contra de los objetivos de la Ley 400 de 1997 para salvaguardar vidas y el patrimonio.

Vulnerabilidad

Figura 22

Fotografía de paciente en proceso de construcción



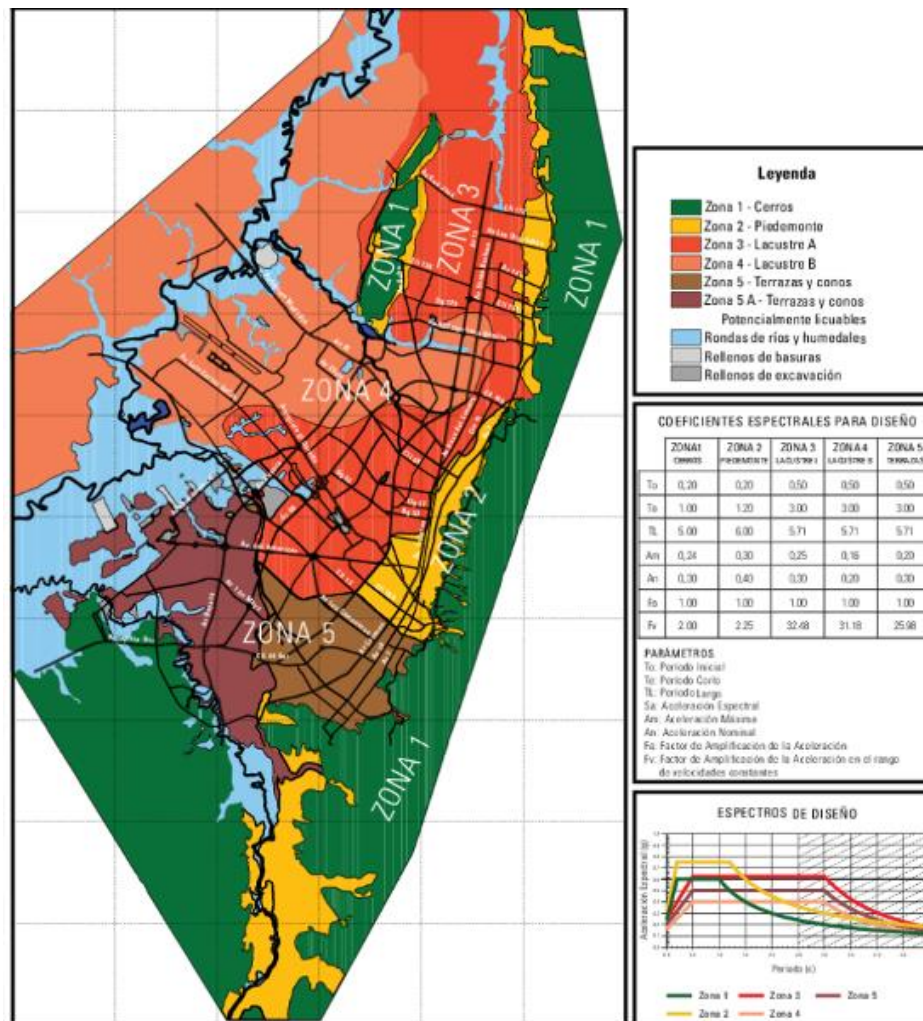
Nota. Tomado de Google Maps.

Tipo de suelo y sus características ensayos

El proyecto se ubica en la ciudad de Bogotá, más específicamente en la localidad de Chapinero, las características de esta localidad, es un suelo donde se encuentra la formación sabana, arcillas orgánicas, turbas, arcillas arenosas y arenas arcillosas intercaladas.

Figura 23

Microzonificación Bogotá



Nota. Tomado de *Norma Sismo Resistente*, Asociación de Ingeniería Sísmica, 2010.

La zona de ubicación del proyecto según el plano de microzonificación es una zona de

suelo pie de monte B.

Clasificación de la zona

Tipo de Suelo: D

Valores de A_a , A_v , F_a , F_v para el Edificio Lourdes 63.

Tabla 3

Valores de A_a , A_v , F_a , F_v

Índice	Valor
A	0.15
A_v	0.2
F_a	1.95
F_v	1.47

Nota. Valores tomados de los índices indicados en la *Norma Sismo Resistente NSR-10*, Asociación de Ingeniería Sísmica, 2010.

Nomenclatura de acuerdo con el capítulo A.2.0 Nomenclatura de la NSR-10

- A_a : coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño, dado en A.2.2.
- A_v : coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño, dado en A.2.2
- F_a : coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional.
- F_v : coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional

Se hace la verificación, consignada en el estudio de suelos con la información de la

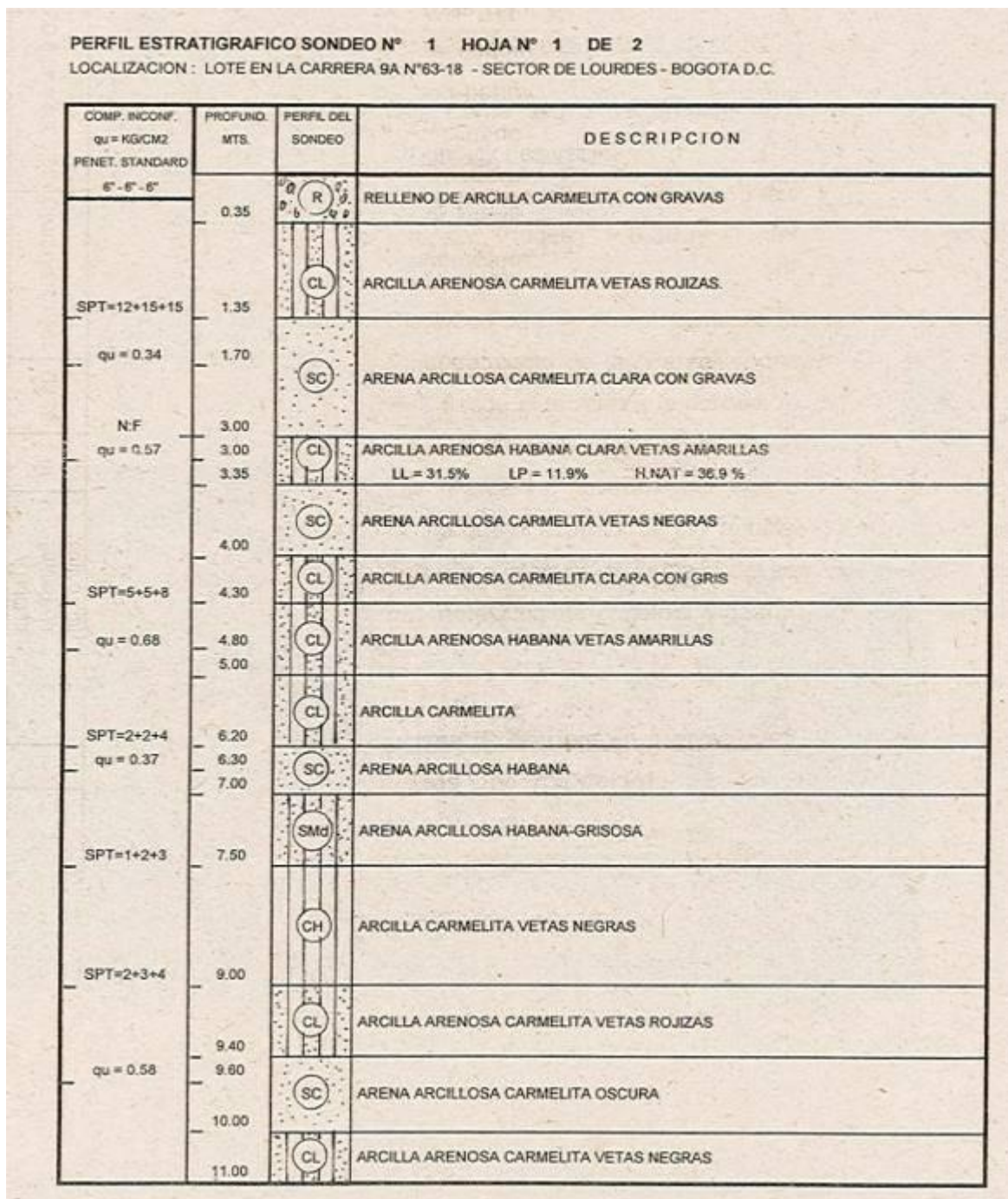
microzonificación sísmica, y se encuentra acorde

Estudio de suelos

De acuerdo con lo aprobado en planos y memorias por la curaduría urbana se encuentra que el edificio existente cuenta con un sistema combinado de muros y pórticos resistentes a momento, el edificio está conformado por 10 pisos aéreos y dos sótanos. De acuerdo con la ubicación (dirección) y el decreto 523 de 2010 de zonas de respuesta sísmica de Bogotá, se encuentra el predio en una zona de PIEDEMONTE B y se presenta el detalle de los cuatro (4) sondeos realizados al lote donde se ubica el proyecto y los cuales se ilustran a continuación.

Figura 24

Sondeo 1



Nota. Sondeo No. 1 del estudio de suelos realizado por el Ing. Antonio Charry Vásquez

Figura 25

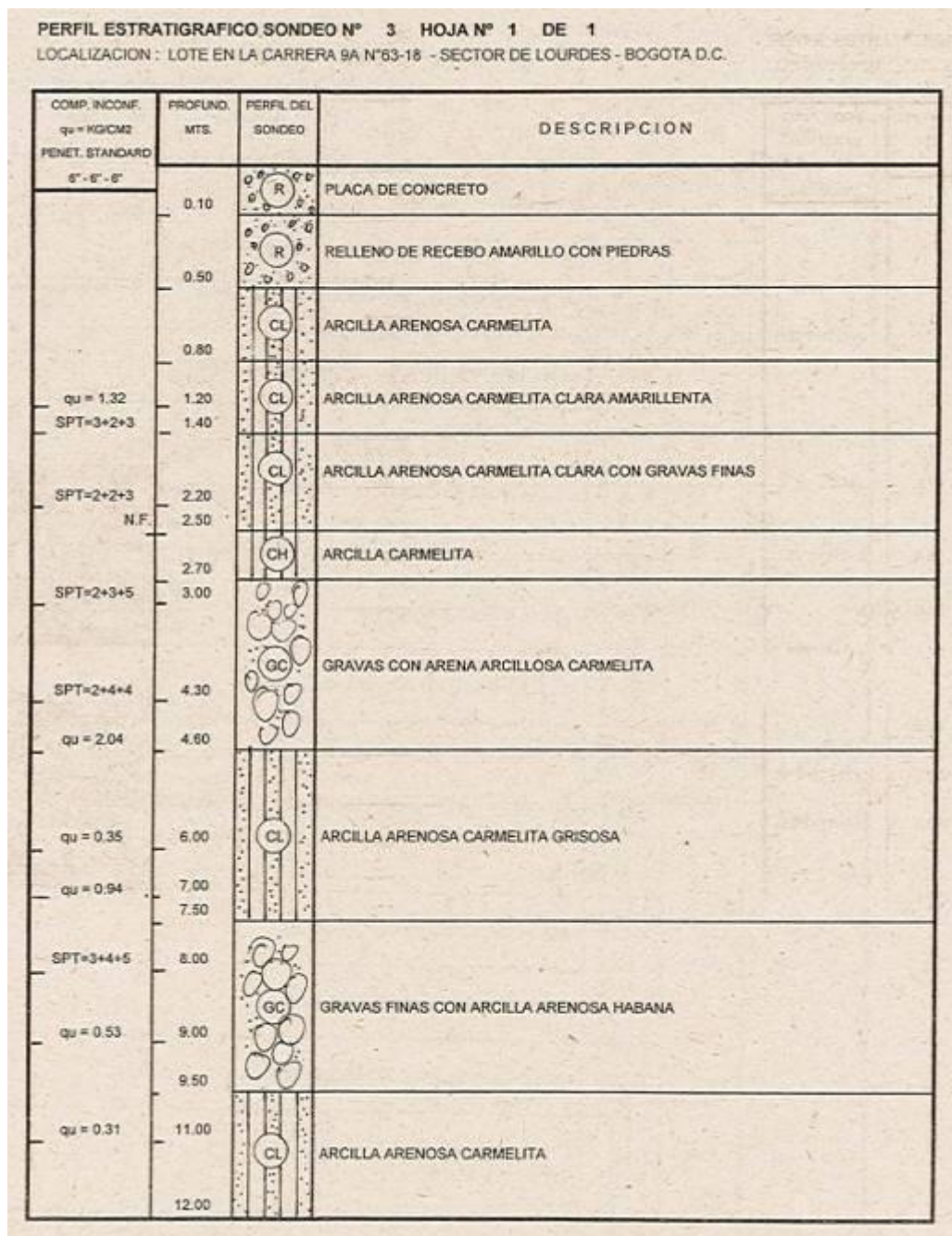
Sondeo 2

PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO N° 1 HOJA N° 2 DE 2			
LOCALIZACION : LOTE EN LA CARRERA 9A N°63-18 - SECTOR DE LOURDES - BOGOTA D.C.			
COMP. INCONF. qu = KG/CM2 PENET. STANDARD 6" - 6" - 8"	PROFUND. MTS.	PERFIL DEL SONDEO	DESCRIPCION
	11.00		ARCILLA ARENOSA CARMELITA VETAS NEGRAS
SPT=4+4+5	11.35	CH	ARCILLA CARMELITA CLARA VETAS NEGRAS
qu = 0.33	12.00	CH	ARCILLA CARMELITA OSCURA A NEGRA VETAS AMARILLAS
	12.50		
SPT=5+7+17	13.00	CL	ARCILLA ARENOSA CARMELITA CON GRAVAS FINAS
SPT=5+27+30	13.50	GC	GRAVAS GRUESAS Y FINAS CON ARENA ARCILLOSA CARMELITA
	13.80		
		CL	ARCILLA ARENOSA GRIS CON CARMELITO OSCURO Y GRAVAS FINAS
SPT=21+35+30	15.50	SC	ARENA ARCILLOSA HABANA-GRISOSA
	15.80		
SPT=20+25+30	16.50	SC	ARENA ARCILLOSA HABANA CON GRAVAS
qu = 0.26	17.50		
SPT=2+3+3	19.00	CL	ARCILLA ARENOSA CARMELITA
qu = 0.30	20.00		
	20.80	CL	ARCILLA ARENOSA HABANA-GRISOSA
SPT=3+4+5	23.00		
SPT=3+3+4	24.50	CL	ARCILLA ARENOSA CARMELITA OSCURA, RASTROS GRAVAS
	25.50		
		SC	ARENA GRUESA CARMELITA
qu = 0.57	26.00		
		CL	ARCILLA ROJIZA VETAS GRISES
SPT=30+30/1	27.00		
SPT=40/6+30/1	28.00	CL	ARCILLA ROJIZA VETAS GRISES, AMARILLAS, AZULES
qu = 4.71	28.20		(ARCILLOLITA O FORMACION BOGOTA)
	30.00		

Nota. Sondeo No. 2 del estudio de suelos realizado por el Ing. Antonio Charry Vásquez

Figura 26

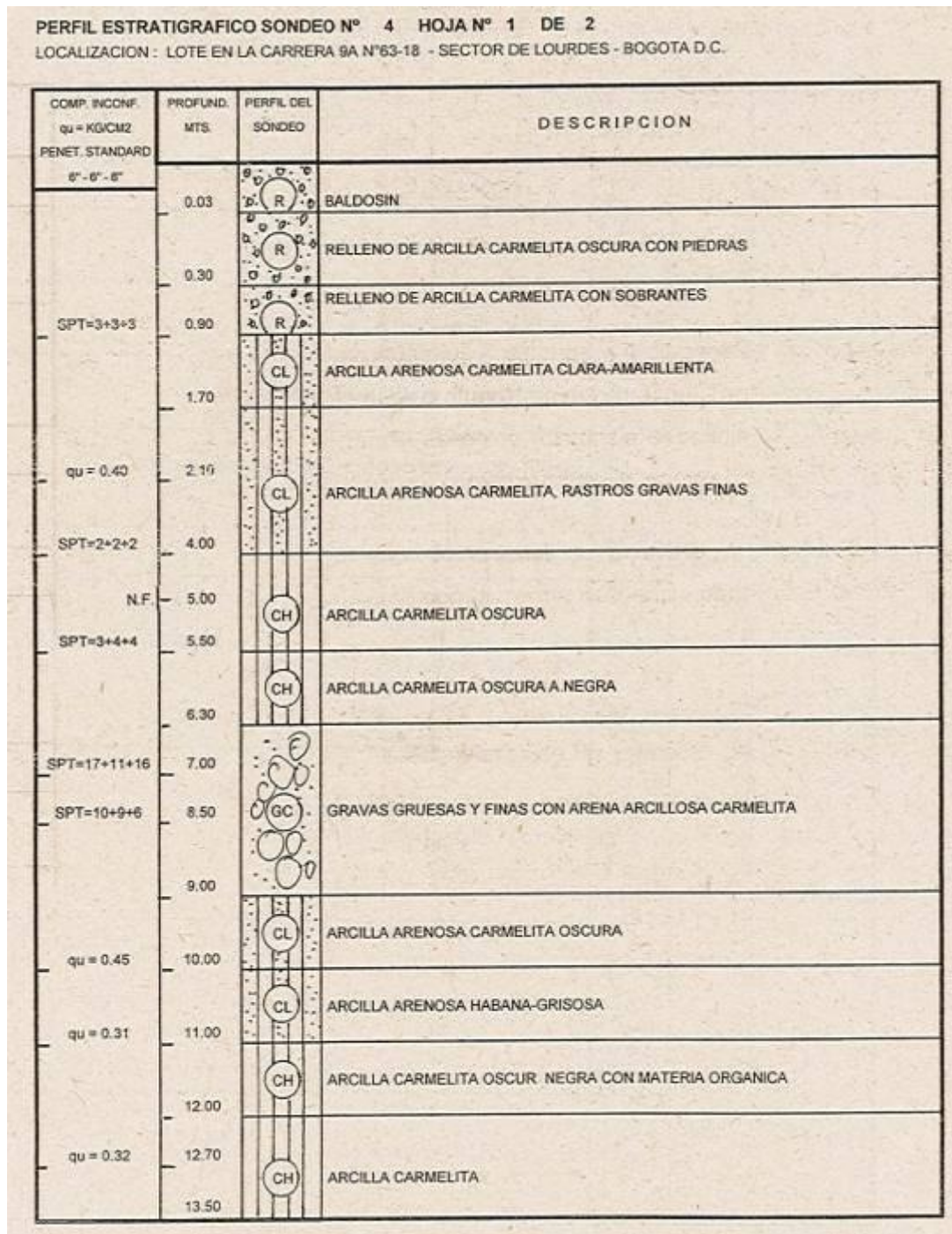
Sondeo 3



Nota. Sondeo No. 3 del estudio de suelos realizado por el Ing. Antonio Charry Vásquez

Figura 27

Sondeo 4 Hoja 1



Nota. Sondeo No. 4 del estudio de suelos realizado por el Ing. Antonio Charry Vásquez

Figura 28

Sondeo 4 Hoja 2

PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO N° 4 HOJA N° 2 DE 2			
LOCALIZACION : LOTE EN LA CARRERA 9A N°63-18 - SECTOR DE LOURDES - BOGOTA D.C.			
COMP. INCONF. qu = KG/CM2 PENET. STANDARD 6" - 6" - 6"	PROFUND. MTS.	PERFIL DEL SONDEO	DESCRIPCION
	13.50	CH	ARCILLA CARMELITA
SPT=8+20+23	14.00	SC	ARENA ARCILLOSA HABANA-GRISOSA
SPT=8+10+11	16.00	CL	ARCILLA ARENOSA CARMELITA - OSCURA CON GRAVAS
SPT=4+4+5	17.50	SC	ARENA ARCILLOSA HABANA - GRISOSA
	17.70		
qu = 0.47	18.80	CL	ARCILLA ARENOSA HABANA, GRISOSA
qu = 0.33	22.50	CL	ARCILLA ARENOSA CARMELITA-GRISOSA
	23.00		
qu = 0.50	24.00	CL	ARCILLA ARENOSA CARMELITA LL = 38.5 % LP = 12.2 % H.NAT = 32.0 %
qu = 0.45	26.00	CL	ARCILLA ARENOSA CARMELITA - ROJIZA
SPT=7+10+12	27.50	CL	ARCILLA ROJIZA VETAS GRISES
SPT=9+16+30/3	29.50	CL	ARCILLA ROJIZA VETAS GRISES, AMARILLAS, AZULES (ARCILLOLITA MULTICOLOR O FORMACION BOGOTA)
	29.80		
	33.00		

Nota. Sondeo No. 4 del estudio de suelos realizado por el Ing. Antonio Charry Vásquez

El perfil estratigráfico del subsuelo, lo conforman mantos arcillo-arenosos de consistencia media a blanda con incrustaciones o bolsas de arenas y gravas. Los cuales avanzan hasta los 27.00 m de profundidad, donde aparece el gran estrato de arcilla multicolor de alta resistencia, denominado “formación Bogotá” el cual predomina hasta los 33.0 m de profundidad explorada.

Por las altas condiciones de resistencia que presenta la “formación Bogotá” en el lote y en general en Bogotá, se cimentan los pilotes en este estrato, conforme a lo indicado en el aparte H.3.2.5 de la norma NSR 2010.

Los suelos arcillo -arenosos hasta los 27.0 m de profundidad, no poseen condiciones o empujes capaces de afectar a la cimentación propuesta.

Fallas geológicas

Colombia, es un país que se encuentra en una región geológicamente activa donde convergen tres placas tectónicas principales: la Placa de Nazca, la Placa del Caribe y la Placa de América del Sur (Placa Sudamericana).

Figura 29

Placas tectónicas



Nota. Tomado de United States Geological Survey, www.usgs.gov (2012)

La interacción de estas placas tectónicas es responsable de la actividad geológica en Colombia, incluyendo la formación de montañas, volcanes y la actividad sísmica.

Como resultado, de la interacción de estas placas, existen numerosas fallas geológicas en todo el país. Algunas de las fallas geológicas más importantes en Colombia son:

- Falla de Romeral
- Falla de Bucaramanga
- Falla de Pamplona
- Falla de Romeral-Ortega
- Falla de Neiva o Algeciras
- Falla de Murindó
- Falla de Ocaña
- Falla Honda
- Falla Usme
- Falla Ibagué
- Falla Guaicáramo

Fallas geológicas cercanas a Bogotá



Fallas Longitudinales

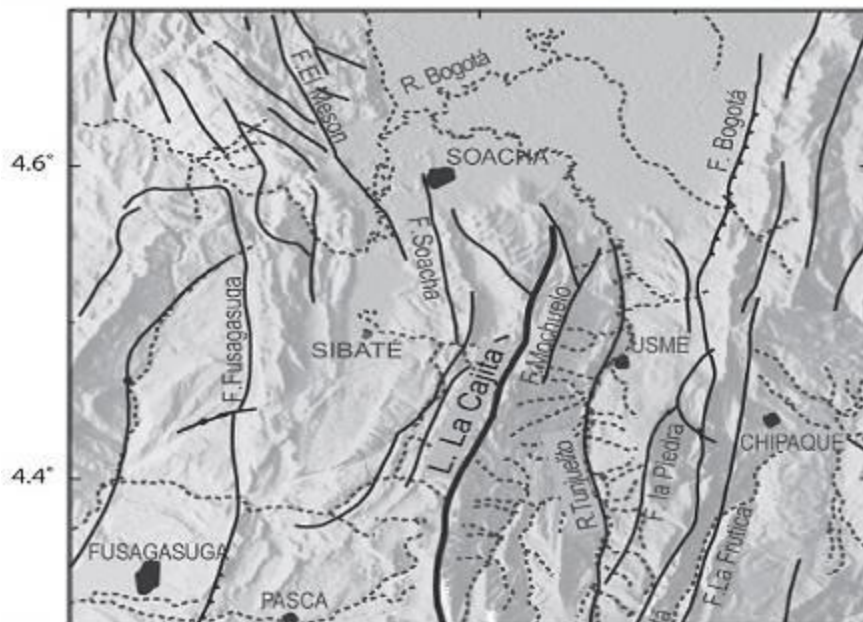
79

- Falla Bogotá
- Falla Usaquén
- Falla Rio Juan Amarillo
- Falla El Dorado
- Falla San Cristóbal
- Falla La Cajita

De las anteriores fallas, la única activa es la falla la Cajita, ubicada al sur de la ciudad de Bogotá.

Figura 31

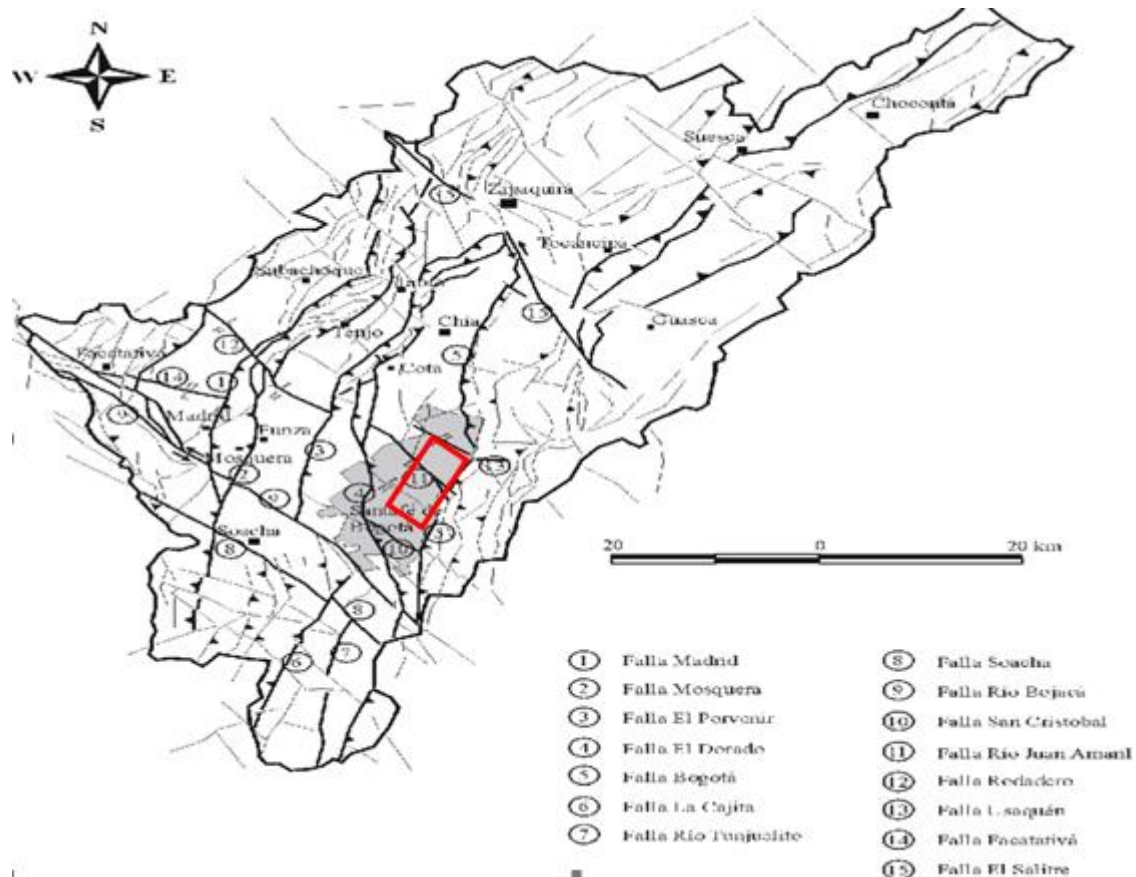
Falla la cajita, ubicada al sur de la ciudad



Nota. Tomado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/geocol/article/view/21721/36962>

Figura 32

Fallas de Bogotá



Nota. Tomado de https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Esquema-estructural-de-la-Sabana-de-Bogota_fig2_249315401

Se encuentra que las fallas más próximas al paciente en estudio, son las fallas denominadas falla Bogotá y Falla Rio Juan Amarillo.

Estudios de vulnerabilidad sísmica

El proyecto, es un edificio nuevo y no cuenta con estudios de vulnerabilidad sísmica, sin embargo, con la información recopilada del edificio Lourdes 63, se recomienda realizar este estudio, teniendo en cuenta varios factores como:

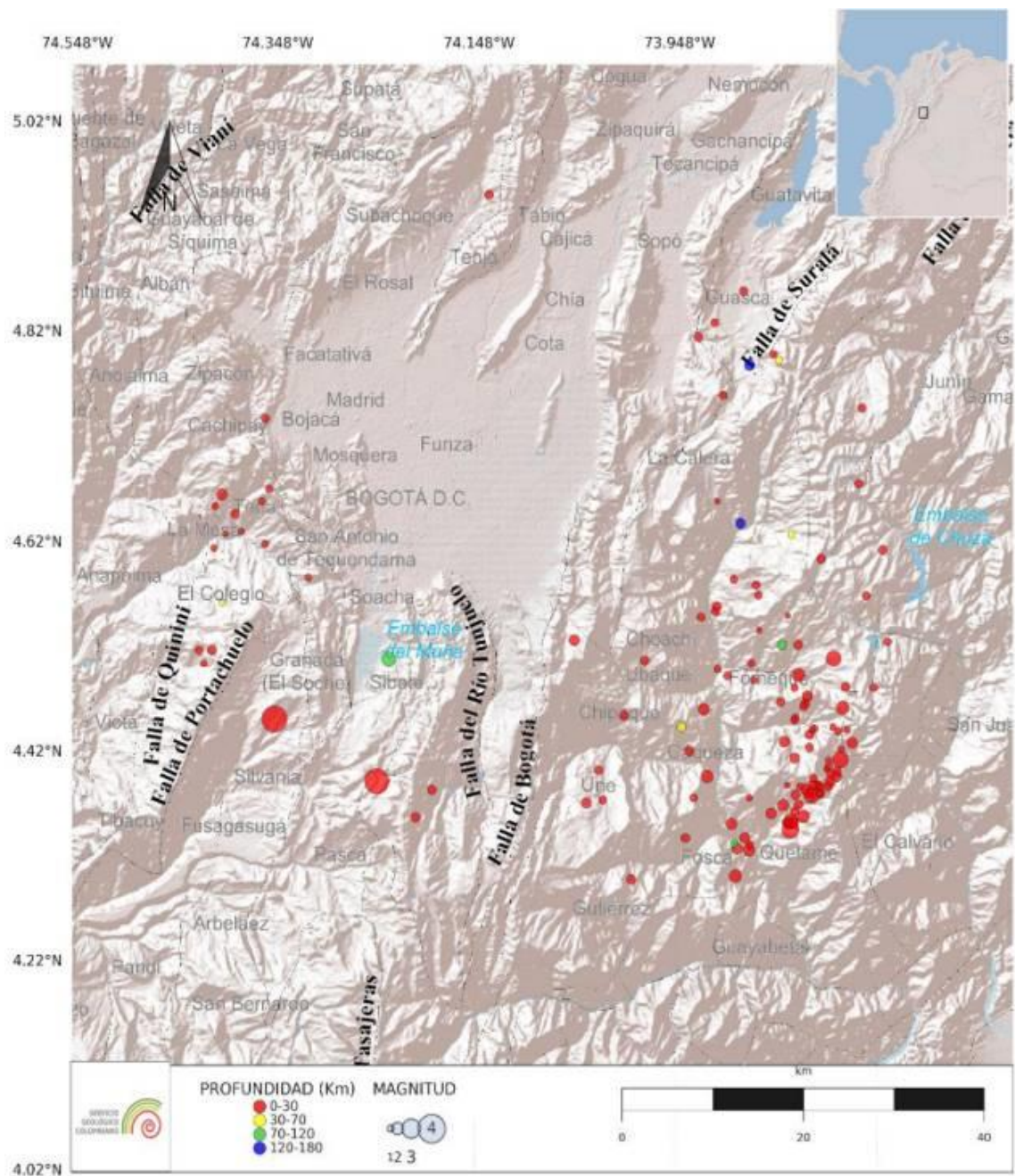
- No hay concordancia entre los planos y la obra construida
- Se debe determinar cualitativamente la calidad de la Construcción mediante ensayos de laboratorio.
- Dado que no hay concordancia, se debe realizar un levantamiento topográfico y realizar una evaluación del estado actual de la edificación.
- Se debe correr el modelo estructural con la información recopilada para validar los desplazamientos máximos de acuerdo con el título A de la NSR-10
- Es importante realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica, con el fin de evaluar la resistencia del concreto en los elementos horizontales y verticales. Además, se solicita realizar un escaneo de la estructura, con el cual se validara si los refuerzos suministrados cumplen con las solicitaciones del edificio

Historia de sismos en la zona de estudio.

Bogotá está ubicada en una zona sísmica media y su historia de sismos desde el año 2019 al 2023, estudios que se basan en los datos extraídos del Instituto Geológico Colombiano, que son base del estudio de este tipo de movimientos en la ciudad de Bogotá.

Figura 33

Sismos que se han presentado en la zona de estudio



Nota. Tomado de Respuesta entregada Servicio Geológico Colombiano respuesta Radicado SGC No.: 20236000094271

Figura 34

Resumen de sismos en la zona de estudio

Total de registros:		7	
Graficar:		Ver Mapa Sismicidad	
Generar KML:		Generar KML	
Generar Excel:		Generar Excel	
Tipo de consulta:		cuadrante	
Departamento:	Cundinamarca	Municipio:	Bogotá
Fecha inicial:	2018-03-01	Fecha final:	2023-09-09
Longitud mínima	-90 °	Longitud máxima:	-66 °
Latitud mínima:	-07 °	Latitud máxima:	15 °
Magnitud mínima:	0	Magnitud máxima:	9
Prof. min.:	0	Prof. máx.:	700
RMS min.:	0	RMS máx.o:	10
Gap min.:	0	Gap máx.:	360
Error prof. min.:	0	Error prof. máx.:	999
Error long. min.:	0	Error long. máx.:	999
Error lat. min.:	0	Error lati. máx.:	999

Nota. Tomado de <https://www.sgc.gov.co/catalogo-mapa>

Los anteriores datos son datos de sismos con epicentro en la ciudad de Bogotá.

Tabla 4

Número de Sismos de 2019 a 2023

Magnitud	Nº Sismos
3 a 4	431
4.1 a 5	174
5.1 a 6	41
6.1 a 7	10
7.1 a 8	2

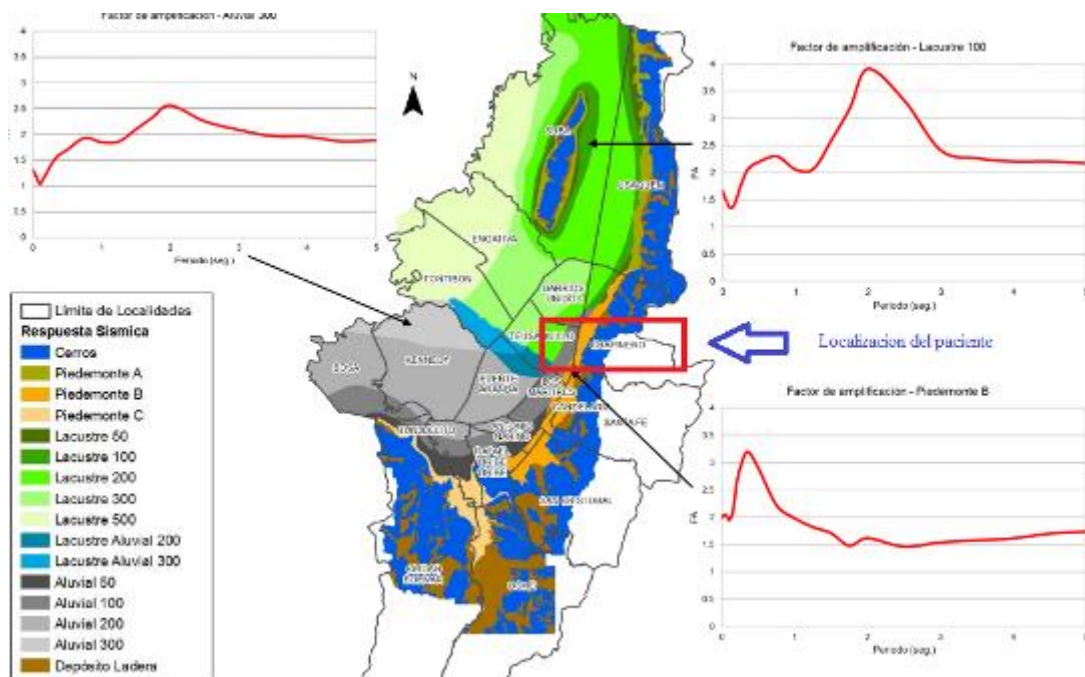
La amenaza sísmica está en gran medida la intensidad de movimiento esperado a nivel de roca para un sitio, No obstante, los movimientos se diferencian ante el tipo de suelo del que se

compone cada ciudad, para el caso que nos compete cada localidad. La ciudad de Bogotá tiene estudios de microzonificación

composición de micronificación realizada por el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático IDIGER para la ciudad de Bogotá en el año 2010 y el cual se ilustra en la siguiente fotografía:

Figura 35

Microzonificación 2010 ciudad de Bogotá



Nota. Tomado de https://www.idiger.gov.co/documents/20182/71946/Modelacion_Riesgo_Sismico.pdf/dd040360-b271-4350-bd4d-b4a70b73e41b

Según la anterior información de microzonificación el paciente se ubica entre los cerros y pie de monte B.

Geografía de la zona

Figura 36

Mapa de Bogotá



Nota. Tomado de <https://www.google.com/maps/place/Bogot%C3%A1/@4.6482783,-74.2729587,11z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x8e3f9bfd2da6cb29:0x239d635520a33914!8m2!3>

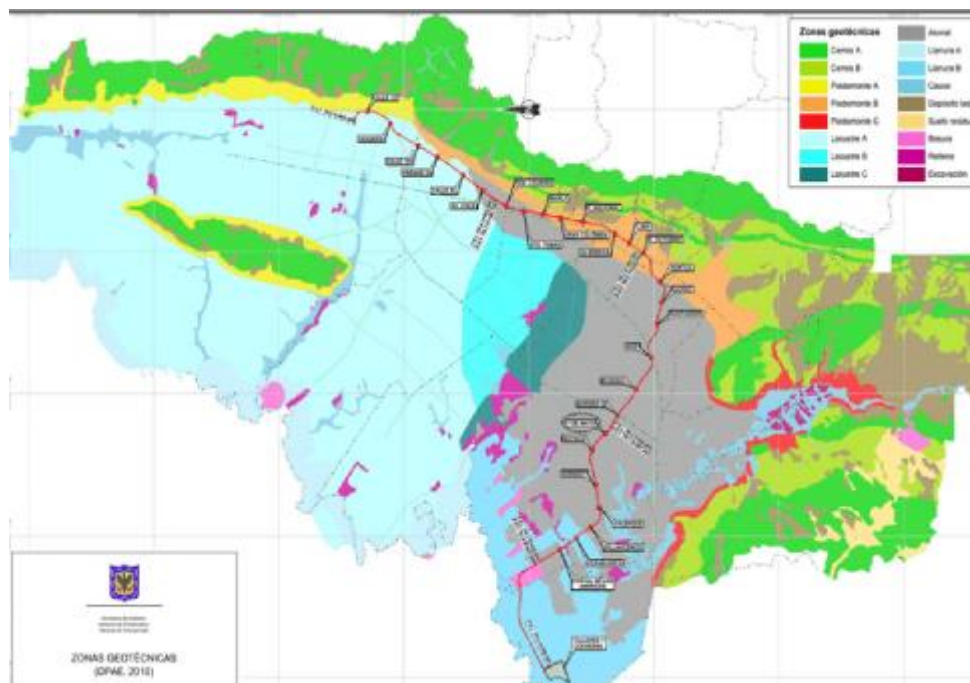
[d4.7109886!4d-74.072092!16zL20vMDFkenlj?entry=ttu](https://www.google.com/maps/@4.7109886,-74.072092,16z/data=!2m1!1e3!1m1!1s0x890314000000000000:0x890314000000000000?entry=ttu)

Bogotá se ubica en el altiplano más grande de la cordillera oriental a más de 2600 m sobre el nivel del mar con una superficie de 33 kilómetros de norte a sur, el suelo es reciente y corresponde a la edad cuaternaria caracterizado por tener una humedad media y densidad blanda, su subsuelo se conforma por distintas capas de arcilla, arenas, gravas y limos, este relleno sedimentario es llamado Sabana Bogotá. Por su composición los suelos de Bogotá son blandos y tienen un nivel freático muy alto, situación que dificulta los procesos de construcción en la ciudad.

La geología del suelo de Bogotá está compuesta por distintos tipos de rocas, suelo residual, conos de deyección, llanuras de inundación, depósitos fluviales y derrubios en ladera, cada una de estas capas presenta comportamientos mecánicos muy diferentes.

Figura 37

Mapa geotécnico de Bogotá



Nota. Tomado de https://geotecniafacil.com/geologia-bogota-sismicidad/#google_vignette

La geografía de la zona de estudio está ubicada en la zona cerros de Bogotá y Pie de Monte B.

Las arcillas ubicadas en la zona tienen las siguientes características geotécnicas y son típicas de Bogotá

Tabla 5

Tipo de arcillas en Bogotá

Propiedad	Valores
Peso unitario	1.1 A 1.8 g/ cm3
RCS	1.1 A 1.3
Angulo de resistencia al corte	28°
Relación de vacíos e_0	2.42
índice de compresión C_c	1.42 a 2.32
LP	30% A 50%
LL	100% al 180%

Zona de estudio

Figura 38

Geología urbana



Nota. Tomado de <https://mapas.bogota.gov.co/?l=7982&e=-74.24610388310855,4.423006988449713,-73.58692419560943,4.7436712599688295,4686&b=7256#>

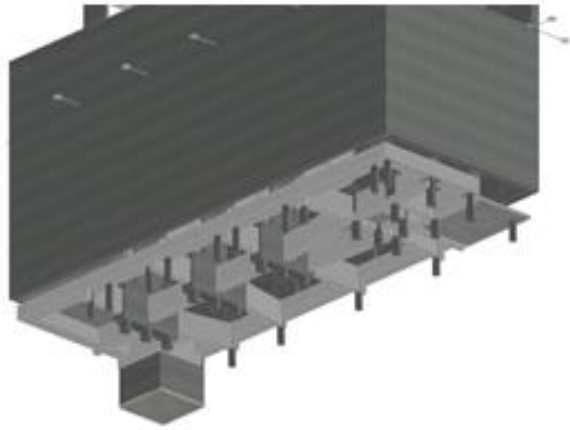
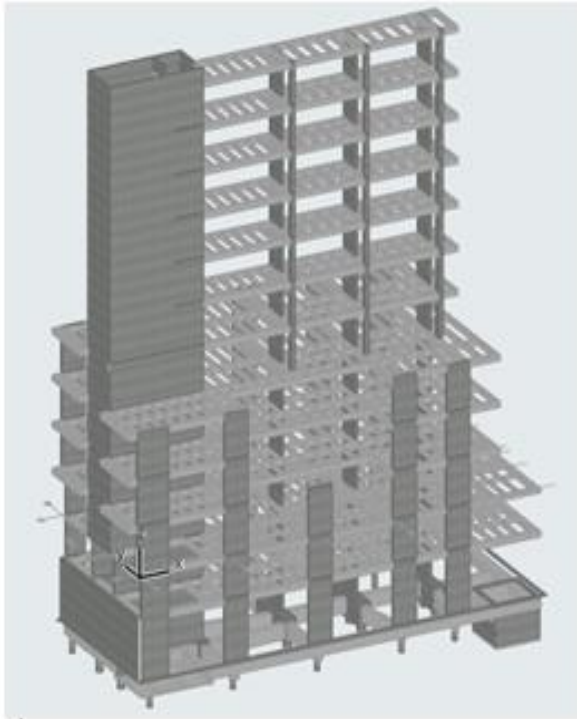
En la página del IDECA, se informa que la descripción de la geología urbana de Bogotá detalla que la localidad de Chapinero se ubica la formación sabana, arcillas orgánicas, turbas, arcillas arenosas y arenas arcillosas intercaladas.

Para este tipo de suelos se recomiendan cimentaciones profundas, debidamente diseñadas para transmitir en debida forma las cargas.

El paciente, cuenta con una cimentación de pilotes pre excavados y fundidos en sitio a una longitud de 24 a 25 metros.

Figura 39

Estructura y cimentación de paciente



Nota. Elaboración propia

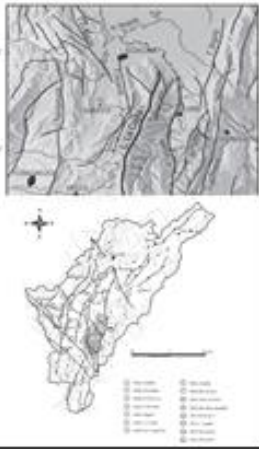
Matriz de Vulnerabilidad

Estudio Patológico: EDIFICIO 63 PH

Figura 40

Matriz de vulnerabilidad

	Estructura					Suelos
	Fachada	Placa	Columnas	Vigas	Muros	
Fotografía						
Ejes	Piso 5 a piso 10 de ejes A de 1 a 5, Detalle no estructural sin diseñar anclaje	Sótano 1, fisuras en placa ejes C2, y D2	Los planos aprobados no coinciden con los planos aprobados	Vigas con fisuras horizontales por carga	Muros de cerramiento de piso 1 a piso 3 entre ejes E de 1 A 5,	Estudio de suelo
Descripción	Fachada con humedades puntuales,	Placa aligerada, sin fallas a la vista,	Columnas con fisuras horizontales, no hay concordancia con lo diseñado vs lo construido	Vigas con fisuras horizontales con cambios respecto a los diseños	Muros en mampostería, con eflorescencia, humedades y ensuciamiento	Suelo Arcillo-Arenoso Nivel freático a 3 Metros

	Materiales	Sismo	Fisuras	Organismos	Cuerpos de agua
				Vegetales	Filtraciones de agua
Fotografía					
Descripción	Concreto Reforzado • $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 21 MPa • $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ 28 MPa Sin embargo, encuentran datos diferentes entre memorias de cálculo y las especificaciones de los planos estructurales	Se encuentra que las fallas más próximas al paciente en estudio, son las fallas denominadas falla Bogotá y Falla Rio Juan Amarillo	Fisuras principalmente en pantallas de sótanos y vigas punto Fijo del piso 5 al 10	Presencia de vegetación en los muros de cerramiento de los pisos 1, 2 y 3 en el asilamiento posterior de la edificación ejes E de 1 a 5	Las humedades se ubican en los muros de pantalla sur sótanos 1 y sótano 2, ejes 5 de A a E

A	Frecuente	5							
B	Posible	4							
C	Ocasional	3							
D	Remota	2							
E	Improbable	1							



A5



Edificio 63 PH, corresponde a un riesgo que necesita mitigación: Planes de actuación correctivos.
Se sugiere estudio de vulnerabilidad

Fichas de vulnerabilidad

Figura 41

Ficha 1 errores de diseño

Edificio 63 PH Ficha No. 1 PATOLOGÍA- ERRORES DE DISEÑO																																																																			
MODIFICACIÓN DE PROYECTO APROBADO																																																																			
UBICACIÓN	CAMBIOS DETECTADOS EN EL SISTEMA ESTRUCTURAL		DESCRIPCIÓN DEL DAÑO																																																																
ESTRUCTURA	MEMORIA	NOTAS DE DISEÑO PROYECTO CONSTRUIDO	CONCEPTO TECNICO																																																																
SISTEMA DE RESISTENCIA SISMICA	SISTEMA DE RESISTENCIA SISMICA: PÓRTICOS EN CONCRETO (DMO) Ro= 5.00 Según NSR-10 ZONA DE AMENAZA SISMICA: PIEDEMONTE B Aa=0.15 Av=0.20 Fa=1.95 Fv=1.70 CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA TIPO DE CIMENTACIÓN Placa aligerada H=1.00 PLACA ENTREPISO Placa aligerada H=0.40 PLACA CUBIERTA - SISTEMA ESTRUCTURAL Portico de concreto	Descripción: El proyecto arquitectónico contempla la Construcción de una estructura de Diez (10) pisos, Semi-Sótano y Sótano, destinados para Vivienda. El sistema estructural utilizado para resistir cargas verticales y laterales (sismicas) es el conformado por Muros de concreto reforzado (DMO), cuyo uso está definido en la Norma Colombiana de Diseño y construcción Sismo Resistentes NSR - 10 (Decreto 926 del 19 de Marzo de 2010) para zonas de riesgo sísmico Intermedio. El entrepiso Típico están constituido por una placa Aligerada de 0.40 m, de altura. La Cubierta está constituida por una placa Aligerada de 0.40 m de altura	La memoria tiene información que no coincide, se inicia diciendo que el sistema estructural a diseñar será pórticos en concreto, no obstante, más adelante se diseña un sistema estructura DMO muros en concreto reforzado con capacidad moderada de disipación																																																																
CONCRETOS	<table><thead><tr><th>MATERIAL</th><th>MATERIAL</th><th>DISEÑO</th><th>MATERIAL</th><th>MATERIAL</th><th>PROYECTO</th><th>MATERIAL</th><th>DISEÑO</th></tr><tr><th>IDENTIFICACION</th><th>TIPO</th><th>TIPO</th><th>IDENTIFICACION</th><th>IDENTIFICACION</th><th>IDENTIFICACION</th><th>IDENTIFICACION</th><th>IDENTIFICACION</th></tr></thead><tbody><tr><td>CONCRETO</td><td>Yeso</td><td>CONCRETO</td><td>A10</td><td>28000000.0</td><td>0.2000</td><td>5.1400E-04</td><td>11144444.1</td></tr><tr><td>CONCRETO</td><td>Yeso</td><td>CONCRETO</td><td>A11</td><td>21000000.0</td><td>0.2000</td><td>5.1400E-04</td><td>11144444.1</td></tr><tr><td>CONCRETO</td><td>Yeso</td><td>CONCRETO</td><td>A12</td><td>28000000.0</td><td>0.2000</td><td>5.1400E-04</td><td>11144444.1</td></tr><tr><td>CONCRETO</td><td>Yeso</td><td>CONCRETO</td><td>A13</td><td>21000000.0</td><td>0.2000</td><td>5.1400E-04</td><td>11144444.1</td></tr><tr><td>CONCRETO</td><td>Yeso</td><td>CONCRETO</td><td>A14</td><td>28000000.0</td><td>0.2000</td><td>5.1400E-04</td><td>11144444.1</td></tr><tr><td>CONCRETO</td><td>Yeso</td><td>CONCRETO</td><td>A15</td><td>21000000.0</td><td>0.2000</td><td>5.1400E-04</td><td>11144444.1</td></tr></tbody></table> Los concretos utilizados en la memoria de cálculo, tienen una resistencia de 21 MPa y 28 MPa	MATERIAL	MATERIAL	DISEÑO	MATERIAL	MATERIAL	PROYECTO	MATERIAL	DISEÑO	IDENTIFICACION	TIPO	TIPO	IDENTIFICACION	IDENTIFICACION	IDENTIFICACION	IDENTIFICACION	IDENTIFICACION	CONCRETO	Yeso	CONCRETO	A10	28000000.0	0.2000	5.1400E-04	11144444.1	CONCRETO	Yeso	CONCRETO	A11	21000000.0	0.2000	5.1400E-04	11144444.1	CONCRETO	Yeso	CONCRETO	A12	28000000.0	0.2000	5.1400E-04	11144444.1	CONCRETO	Yeso	CONCRETO	A13	21000000.0	0.2000	5.1400E-04	11144444.1	CONCRETO	Yeso	CONCRETO	A14	28000000.0	0.2000	5.1400E-04	11144444.1	CONCRETO	Yeso	CONCRETO	A15	21000000.0	0.2000	5.1400E-04	11144444.1	MATERIALES: f_c = 210 Kg/cm² 21 MPa Enrepisos f_c = 350 Kg/cm² 35 MPa Cim a P4 f_c = 280 Kg/cm² 28 MPa P4 a Terraza f_y = 4200 Kg/cm² 420 MPa e > 3/8" f_y = 2400 Kg/cm² 240 MPa e = 1/2" f_y = 100 Kg/cm² 10 MPa Muros Concretos indicados en el plano No. 0. Los concretos de los planos corresponden a concretos de 350 MPa	Existen inconsistencias en los concretos de planos y memoria del proyecto aprobado
MATERIAL	MATERIAL	DISEÑO	MATERIAL	MATERIAL	PROYECTO	MATERIAL	DISEÑO																																																												
IDENTIFICACION	TIPO	TIPO	IDENTIFICACION	IDENTIFICACION	IDENTIFICACION	IDENTIFICACION	IDENTIFICACION																																																												
CONCRETO	Yeso	CONCRETO	A10	28000000.0	0.2000	5.1400E-04	11144444.1																																																												
CONCRETO	Yeso	CONCRETO	A11	21000000.0	0.2000	5.1400E-04	11144444.1																																																												
CONCRETO	Yeso	CONCRETO	A12	28000000.0	0.2000	5.1400E-04	11144444.1																																																												
CONCRETO	Yeso	CONCRETO	A13	21000000.0	0.2000	5.1400E-04	11144444.1																																																												
CONCRETO	Yeso	CONCRETO	A14	28000000.0	0.2000	5.1400E-04	11144444.1																																																												
CONCRETO	Yeso	CONCRETO	A15	21000000.0	0.2000	5.1400E-04	11144444.1																																																												

Figura 42

Ficha 2 errores de diseño

PARAMETROS SÍSMICOS (DISEÑADOR)	PARAMETROS SÍSMICOS (REVISOR)
A_h : 0.15 A_v : 0.20	A_h : 0.15 A_v : 0.20
F_v : 1.95 F_h : 1.70	F_v : 1.95 F_h : 1.70
I: 1.00	I: 1.00
Suelo PIEDEMONTES B	Suelo PIEDEMONTES B
$S_d(x)$: 0.73 $S_d(y)$: 0.73	$S_d(x)$: 0.712 $S_d(y)$: 0.50
Φ_y : 0.80 Φ_x : 0.80 Φ_v : 0.75	Φ_y : 0.80 Φ_x : 1.00 Φ_v : 0.75
W/peso de la estructura: 1200.3 Ton	W/peso de la estructura: 1426.83 Ton
Método de análisis: FHE	Método de análisis: FHE
T_x : 0.71 seg T_y : 0.78 seg	T_x : 0.573 seg T_y : 1.047 seg
V_{ux} : 725.6 Ton V_{uy} : 558.4 Ton	V_{ux} : 812.77 Ton V_{uy} : 642.22 Ton

Se ingresan los datos del diseñador al programa y se evidencia que los pesos obtenidos en los dos modelos son similares, sin embargo, se encuentra que en el modelo de revisión se presenta una irregularidad, y con la información de la memoria el comportamiento del edificio es diferente al mostrado por el diseñador

El modelo realizado para la verificación del paciente, muestra en naranja los elementos estructurales que no cumplen norma NSR 2010

El diseño estructural tiene deficiencias de fondo, no cumple norma NSR 2010

LINEAR ANALYSIS - SUMMARY MAXIMUM STORY DRIFT RATIO, Δ/h	Axis							
Drift-Ratio at CENTER OF MASS	DriftX	DriftY	DriftZ	MAXIMUM Corner Story-Drift-Ratio	DriftX	DriftY	DriftZ	
Story	DriftX	DriftY	DriftZ	DriftX	DriftY	DriftZ	DriftZ	
10	0.0040	0.0022	0.0022	0.0041	0.0054	0.0056	0-0	
9	0.0042	0.0014	0.0014	0.0044	0.0077	0.0077	0-0	
8	0.0042	0.0015	0.0015	0.0042	0.0039	0.0039	0-0	
7	0.0040	0.0014	0.0014	0.0041	0.0039	0.0039	0-0	
6	0.0039	0.0010	0.0010	0.0040	0.0032	0.0033	0-0	
5	0.0037	0.0011	0.0011	0.0037	0.0019	0.0040	0-0	
4	0.0032	0.0005	0.0005	0.0033	0.0014	0.0019	0-0	
3	0.0029	0.0004	0.0004	0.0029	0.0010	0.0019	A-0	
2	0.0024	0.0010	0.0010	0.0025	0.0010	0.0010	A-0	
1	0.0014	0.0046	0.0061	0.0015	0.0084	0.0088	A-0	
*1	0.0001	0.0024	0.0004	0.0003	0.0015	0.0005	AxZa	
*2	0.0001	0.0018	0.0001	0.0001	0.0010	0.0001	0-0	
Roofline	0.0001	0.0018	0.0018	0.0010	0.0010	0.0010		

Reporte de derivas

En el diseño las derivas no cumplen norma NSR 2.010

La deriva en el sentido Y, cuenta con el 1.56 %, Cuando la deriva máxima permitida para las edificaciones es del 1 %

No se cumple el título A, artículo a.6.3 evaluación de la deriva máxima

PARÁMETROS SÍSMICOS

VERIFICACIÓN DE DERIVAS

Figura 44

Ficha 4 errores de diseño

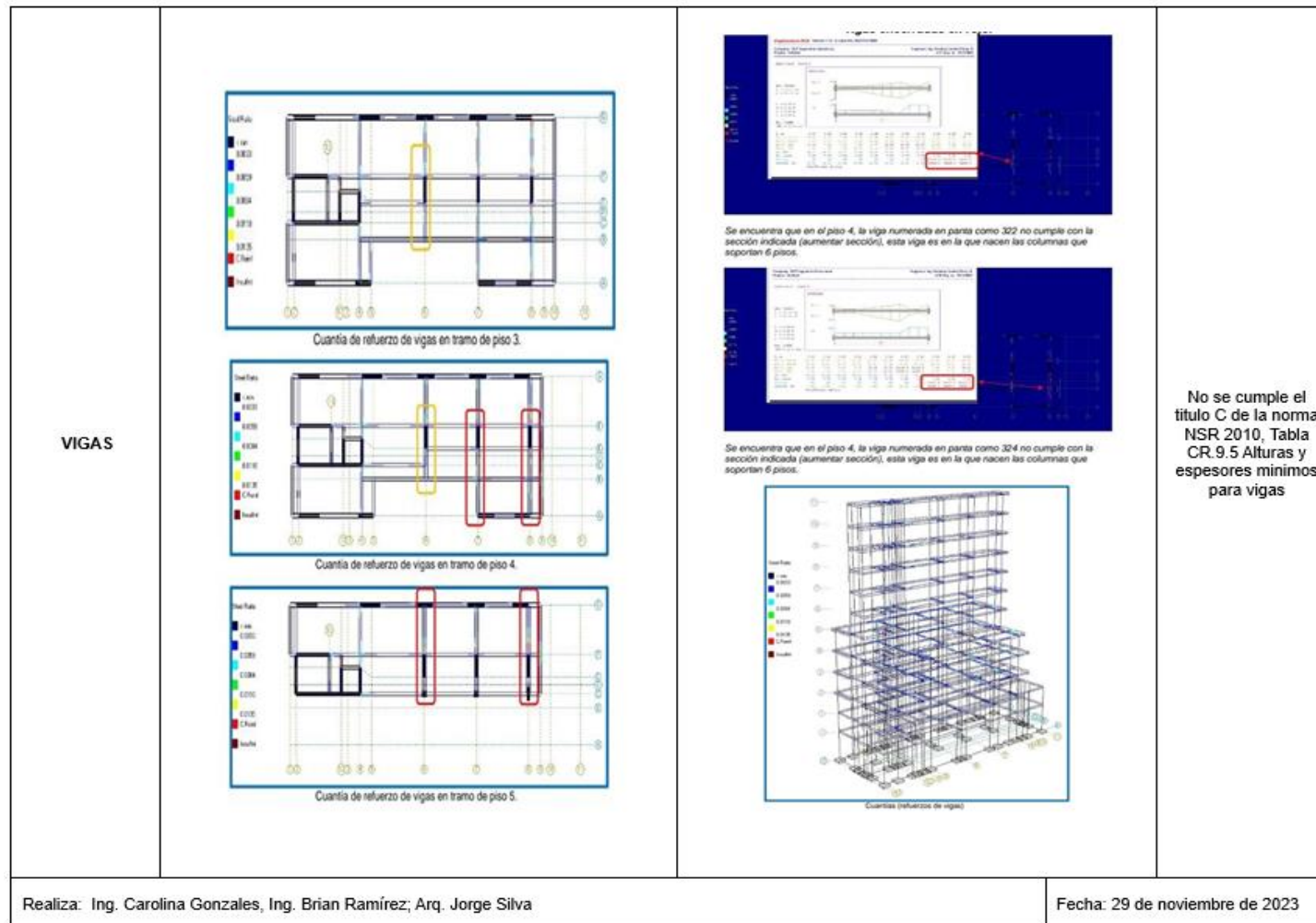


Figura 45

Ficha cambios en la construcción de la estructura

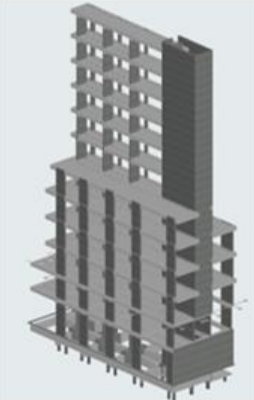
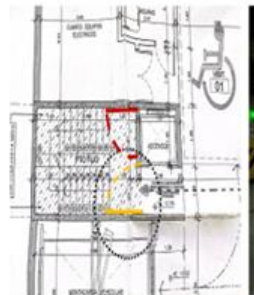
Edificio 63 PH Ficha No. 2 PATOLOGÍA- ERRORES DE CONSTRUCCION			
PROYECTO CONSTRUIDO			
UBICACIÓN	CAMBIOS DETECTADOS EN EL SISTEMA ESTRUCTURAL		DESCRIPCIÓN DEL DAÑO
CONSTRUCCION DE PANTALLAS	 PROYECTO APROBADO  PROYECTO CONSTRUIDO   Extraído del plano A-03 de 16 - Planta sótano 1 +2.72, Aprobado bajo la MLC 16-5-0107 con radicación No.17-3-1706 del 24 de enero de 2018 en Curaduría Urbana No. 3 Se cambio la ubicación las pantallas del edificio	 Los cambios realizados no cuentan con planos aprobados y generan afectaciones a la edificación	La construcción del edificio no se realizó conforme a los planos aprobados. No se cumple el artículo 2 de la ley 400 de 1997 Donde se cita: La construcción deberá sujetarse estrictamente al correspondiente proyecto o planos aprobados

Figura 46

Ficha cambios en la construcción del edificio

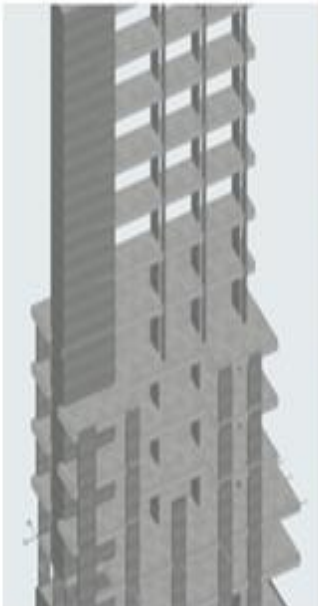
CONSTRUCCIÓN ADICIONAL AL DISEÑO INICIAL	 PROYECTO APROBADO  PROYECTO CONSTRUIDO Por el costado sur del edificio, el constructor adiciono un área de 1.20 por 1.50, área que va desde el piso 1 al 4 piso, esta modificación no cuneta con planos ni diseños para su construcción.	Fisuras atraviesan la sección de los muros ubicados en la habitación principal 	La construcción sin diseño, esta generando cargas adicionales al edificio y con ellas afectaciones a elementos que compone el edificio como muros y dinteles
Realiza: Ing. Carolina Gonzales, Ing. Brian Ramírez; Arq. Jorge Silva			Fecha: 29 de noviembre de 2023

Figura 47

Afectaciones en vigas

Edificio 63 PH Ficha No. 3 Patología de los mecanismos de falla estructural - Vigas				
VIGAS				
LOCALIZACIÓN	DAÑO		DESCRIPCIÓN DEL DAÑO	
	TIPO	ESTADO	CRITERIO	APARIENCIA TÍPICA
Viga Occidental del piso 5 al 10 punto fijo entre ejes 3 y 4	Cortante	Moderado	Se evidencian fisuras en las vigas perimetrales del punto fijo del piso 5 al 10	
Viga aérea perimetral, costado norte entre ejes C y D	Constructivo	Moderado	Existe cambio de geometría y sección de las vigas con respecto al diseño aprobado, generando sobre cargas a la estructura	
Viga aérea perimetral costado Sur entre ejes B y D	Constructivo	Moderado	Viga aérea perimetral donde nacen las columnas en el piso 4, las cuales tendrán una carga importante debido a que soportaran las columnas que suben 6 pisos, sin un diseño adecuado para esa transición de cargas	
Realiza: Ing. Carolina Gonzales, Ing. Brian Ramirez, Arq. Jorge Silva			Fecha: 28 de septiembre de 2023	

Figura 48

Patología en columnas fisuras por flexión

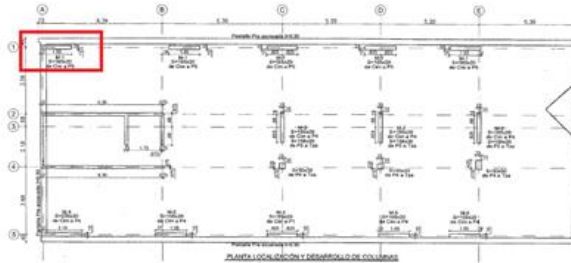
Edificio 63 PH Ficha No. 4 Patología de los mecanismos de falla estructural		
PROYECTO CONSTRUIDO – COLUMNAS		
UBICACIÓN	CAMBIOS DETECTADOS EN EL SISTEMA ESTRUCTURAL	DESCRIPCIÓN DEL DAÑO
Columna sótano 1 eje A	  27-sep.-2023 16:02:19 Carrera 9A 63-14 Edificio 63 PH	Se observan fisuras horizontales que van a mitad del elemento y atraviesan su sección, estas fisuras tiene seguimiento con testigo de yeso y fisurómetro

Figura 49

Patología en columnas

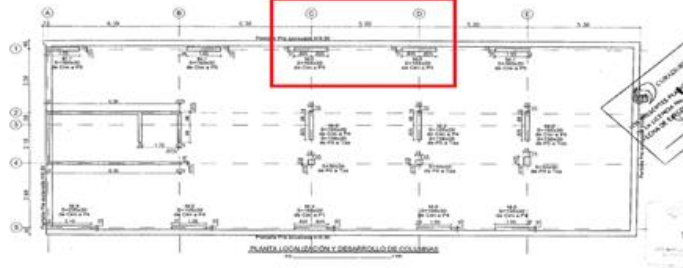
	 Plano estructural ubicación de columnas y muros	
Columnas ejes C 1 Y D 1 SÓTANO 2	 Fisuras presentes en el sótano 2 a media columna por flexión	Se observan fisuras horizontales que van a mitad del elemento y atraviesan su sección
Realiza: Ing. Carolina Gonzales, Ing. Brian Ramírez; Arq. Jorge Silva		Fecha: 29 de noviembre de 2023

Figura 50

Patología en muros de concreto

Edificio 63 PH Ficha No. 5 Patología de los mecanismos de falla estructural				
MUROS EN CONCRETO				
LOCALIZACIÓN	DAÑO		DESCRIPCIÓN DEL DAÑO	
	TIPO	ESTADO	CRITERIO	APARIENCIA TÍPICA
SOTANOS 1	CONSTRUCTIVA	MODERADO	Humedad en muro de contención sótano 1, esto obedece a errores en el proceso de diseño y proceso constructivo ya que el muro no cuenta con lloraderos, el agua se ha filtrado hasta encontrar salidas	
SOTANO 2	FLEXION	MODERADO	Humedad en muro de contención en el sótano 2 del edificio, esto obedece a errores en el proceso de diseño y proceso constructivo ya que el muro no cuenta con lloraderos, el agua se ha filtrado hasta encontrar salidas y se evidencia ya que existe pérdida del mortero de recubrimiento del muro dejando expuestos unos aceros no estructurales.	

Figura 51

Patología en muros de concreto

Edificio 63 PH Ficha No. 5 Patología de los mecanismos de falla estructural				
MUROS EN CONCRETO				
LOCALIZACIÓN	DAÑO		DESCRIPCIÓN DEL DAÑO	
	TIPO	ESTADO	CRITERIO	APARIENCIA TÍPICA
MURO PANTALLA – SOTANO 2	FALLA POR DESLIZAMIENTO	MODERADO	Fisura Horizontal, la cual puede ser indicativa de diferentes problemas, como asentamiento diferencial del suelo, presión hidrostática excesiva o esfuerzos estructurales.	
Realiza: Ing. Carolina Gonzales, Ing. Brian Ramírez; Arq. Jorge Silva			Fecha: 29 de septiembre de 2023	

Figura 52

Patología muros en mampostería

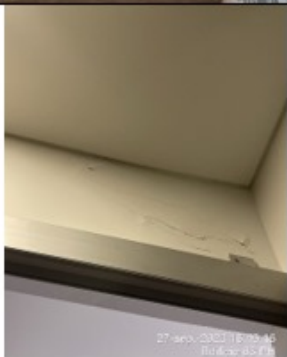
Edificio 63 PH Ficha No. 6 Patología de los mecanismos de falla estructural				
MUROS EN MAMPOSTERIA				
LOCALIZACIÓN	DAÑO		DESCRIPCIÓN DEL DAÑO	
	TIPO	ESTADO	CRITERIO	APARIENCIA TÍPICA
MURO PERIMETRAL	CONSTRUCTIVA	LEVE	Eflorescencia en la cara interna del muro perimetral	
Interior Apartamentos Dintel Puertas	FLEXION	MODERADO	Fisura Horizontal debido a problemas estructurales, como asentamiento desigual, carga excesiva o deficiencias en el diseño o la construcción del dintel.	
Realiza: Ing. Carolina Gonzales, Ing. Brian Ramírez; Arq. Jorge Silva			Fecha: 29 de septiembre de 2023	

Figura 53

Patología en mampostería

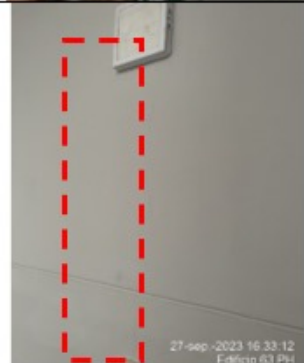
Edificio 63 PH Ficha No. 6 Patología de los mecanismos de falla estructural				
MUROS EN MAMPOSTERIA				
LOCALIZACIÓN	DAÑO		DESCRIPCIÓN DEL DAÑO	
	TIPO	ESTADO	CRITERIO	APARIENCIA TÍPICA
PISO 10 / VENTANA SUR	FLEXION	LEVE	Muros fisurados por falta de juntas de control	
PUNTO FIJO	FLEXION	MUY LEVE	Presenta Fisuras Verticales, su aparición puede deberse a diferentes factores, como asentamiento del terreno, asentamiento diferencial, contracción del material de construcción o cargas estructurales.	

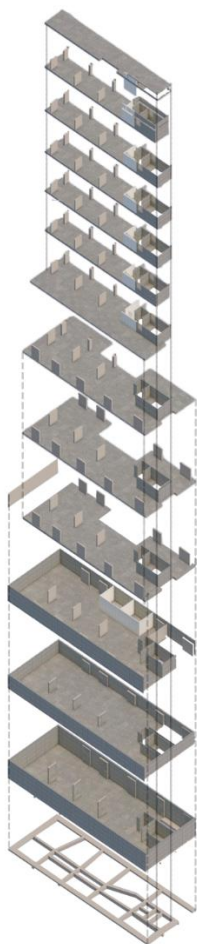
Figura 54

Patología en placas de entre piso

Edificio 63 PH Ficha No. 7 Patología de los mecanismos de falla estructural - Placa				
PLACA				
LOCALIZACIÓN	DAÑO		DESCRIPCIÓN DEL DAÑO	
	TIPO	ESTADO	CRITERIO	APARIENCIA TÍPICA
Placa Sótano 2 entre ejes C y D	Cortante	Moderado	Se evidencian fisuras en la placa del sótano 2 que se calcan en el piso del sótano 1, 1.4 mm espesor de fisura de la placa	

Figura 55

Resumen de fichas de vulnerabilidad



RESUMEN DE LAS FICHAS		
Estructura	La estructura del Edificio 63 PH, no cumple los requisitos mínimos establecidos en la ley 400 de 1997	Errores de diseño Errores de construcción Construcción sin diseño
Construcción	La construcción del edificio se realizó sin cumplir norma y sin aprobación de una licencia de construcción	Cambios de carga Cambios en la ubicación de elementos estructurales Cambios de pantalla a muro en bloque Construcciones adicionales
Patologías en estructura	Fisuras por carga y flexión	Fisuras horizontales en columnas a mitad de elemento Fisuras en vigas a mitad de elemento verticales Fisuras en muros y placas en los ejes C Y D
Patologías en acabados	Los movimientos que presenta la construcción son por torsión	Desprendimiento de acabado de pisos Fisuras en juntas en cambio de elementos no tratadas como cambio de concreto a bloque sin dilatar ni sellar Fisuras en muros
CONCLUSIÓN	Los errores de diseño sumados a los cambios en el proceso constructivo del edificio, están generando torsión en la edificación y se comprobó esta situación debido a que la deriva máxima de la edificación esta en el 1.56 %, cuando la máxima permitida en 1 %. Así mismo las modificaciones de carga sumadas a las vibraciones generadas por la calle 63 y su aumento de tráfico generan que el edificio presente movimientos horizontales mayores a los permitidos por norma.	
Realiza: Ing. Carolina Gonzales, Ing. Brian Ramírez; Arq. Jorge Silva		Fecha: 29 de noviembre de 2023

Investigación normas de evaluación sísmicas

Las normas ATC 40, FEMA-273 y la NSR-10 Título A (A.10) son valiosas herramientas de ingeniería sísmica diseñadas principalmente para evaluar y mejorar la sismo resistencia de edificios existentes. Sin embargo, en el caso específico, el edificio 63PH construido entre los años 2018 - 2019, es importante señalar que estas normas se aplican principalmente a estructuras más antiguas que pueden no cumplir con los estándares de diseño sísmico actuales.

En el caso de un edificio construido en 2018, se espera que ya cumpla con los códigos y estándares de diseño sísmico contemporáneos. Aun así, se puede realizar una evaluación de sismo resistencia por precaución o por requisitos específicos, siguiendo algunas pautas generales sobre cómo aplicar estas normas a un edificio relativamente nuevo:

- Familiarizarse con los códigos locales y la normativa de construcción: Antes de realizar cualquier evaluación, debes revisar y entender los códigos de construcción y las regulaciones sísmicas locales que estaban vigentes en el año 2018 para asegurarte de que el edificio fue construido cumpliendo con dichas normativas.
- Evaluar el diseño original del edificio: Examina los planos y especificaciones originales del edificio para verificar que se siguieron las recomendaciones de diseño sísmico y que se utilizaron los materiales adecuados.
- Realizar inspecciones visuales: Se puede utilizar la norma ATC 40 para realizar inspecciones visuales del edificio. Aunque esta norma está diseñada para edificios más antiguos, aún puede proporcionar una guía general para evaluar la apariencia visual y los posibles daños en el edificio.
- Realizar un análisis estructural: se puede utilizar la FEMA-273 para realizar un análisis estructural más detallado. Esto puede incluir análisis no lineales para

comprender mejor el comportamiento de la estructura ante cargas sísmicas.

- Verificar los registros de construcción y la calidad de los materiales: Revisar los registros de construcción para confirmar que se utilizaron los materiales especificados y que se llevaron a cabo los procesos constructivos adecuados.
- Concepto de un ingeniero estructural: Consultar con un ingeniero estructural con experiencia en diseño y análisis sísmico. El ingeniero podrá utilizar las normas apropiadas y técnicas de evaluación para determinar si se necesita algún refuerzo o mejora.

En resumen, aunque las normas ATC 40 y FEMA-273 están destinadas principalmente a edificios más antiguos, se pueden utilizar principios de evaluación estructural para verificar el sismo resistencia de un edificio construido en 2018. Sin embargo, es fundamental comprender que los edificios modernos deberían cumplir con los estándares de diseño sísmico actuales y, en teoría, ser sismos resistentes.

Estudio de vulnerabilidad

El edificio 63 PH es una construcción que cumple los requisitos para ser sometida a un estudio de vulnerabilidad sísmica, debido a que su diseño estructural tiene deficiencias de fondo y durante la construcción de la estructura se realizaron cambios que no fueron aprobados ni diseñados conforme a los requerimientos mínimos de la norma sismorresistente.

Adicionalmente, se encuentran fisuras por carga en elementos como vigas, columnas y placas, situación que no es normal para este tipo de construcciones en concreto.

Según Bonnet (2003), la vulnerabilidad sísmica de una estructura se define como la predisposición intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada

directamente con sus características físicas y estructurales de diseño. En el contexto de la NSR-10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente), esta definición cobra una relevancia particular.

Dada la modelación realizada que evidencia que el diseño no cumple con las normativas técnicas en la NSR-10, y teniendo en cuenta los significativos cambios realizados durante el proceso constructivo, establecidas donde no se asegura la estabilidad y el funcionamiento de la construcción después de que ocurra un movimiento sísmico, surge una preocupación significativa en relación con la vulnerabilidad sísmica de la estructura.

La NSR-10 tiene como objetivo fundamental establecer los requisitos y estándares para garantizar la sismo resistencia de las construcciones en Colombia. Cuando una estructura no cumple con estos requisitos, su vulnerabilidad sísmica aumenta considerablemente, lo que significa que es más propensa a sufrir daños severos en caso de un terremoto.

En este contexto, es esencial llevar a cabo un estudio de vulnerabilidad sísmica detallado para evaluar la capacidad de la estructura para resistir sismos y determinar el nivel de riesgo asociado. Este estudio debe considerar no solo las deficiencias en el diseño, sino también los cambios realizados durante la construcción, ya que pueden tener un impacto significativo en la sismo resistencia de la estructura.

Una vez completado el estudio de vulnerabilidad sísmica, se pueden proponer acciones de intervención necesarias para mitigar el riesgo. Estas acciones pueden incluir reparaciones, refuerzos estructurales u otras medidas correctivas destinadas a mejorar la capacidad de la estructura para resistir sismos y reducir su vulnerabilidad.

En resumen, la NSR-10 proporciona un marco normativo esencial para garantizar la sismo

resistencia de las estructuras en Colombia, y cualquier desviación significativa de estas normativas puede aumentar la vulnerabilidad sísmica de una construcción. Un estudio de vulnerabilidad y las acciones de intervención correspondientes son pasos críticos para abordar este problema y garantizar la seguridad de la estructura y sus ocupantes.

Registro fotográfico



Apto 101 Borde Externo con fracturade elemento



Apto 101 Borde Interno con fractura de elemento



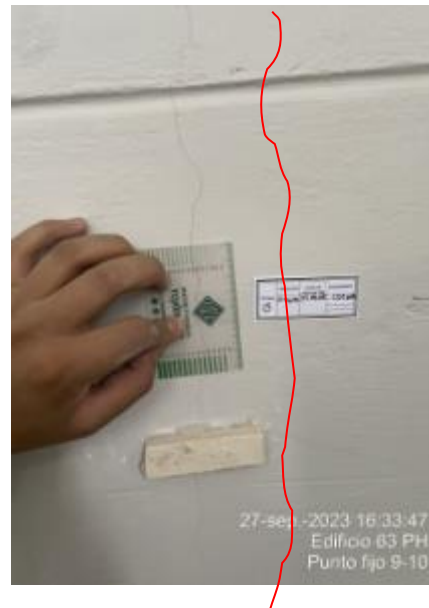
Baldosa fracturada pasillo piso 4



Fisura en viga punto fijo del piso 9 al 10



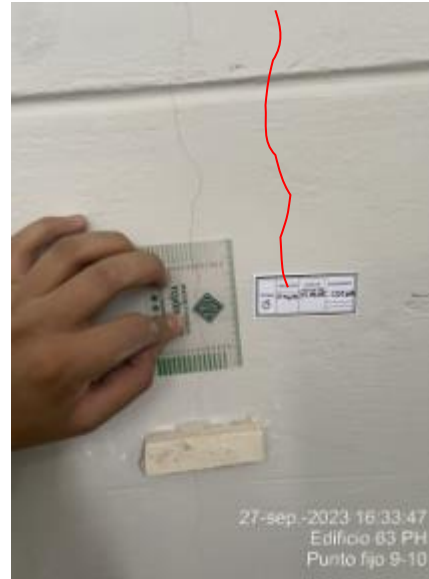
Fisura en viga punto fijo del piso 8 al 9



Fisura en viga punto fijo del piso 9 al 10



Fisura en viga punto fijo del piso 8 al 9



Fisura en viga punto fijo del piso 9 al 10



Filtración de agua muro sótano 1



Humedades Sótano 1



Fisuras y Desprendimiento del mortero de recubrimiento sótano 1



Fisura de placa a piso sótano 1



Sótano 2



Humedades sótano 2



Presencia de Moho en Sótano 2



Fisuras en pantalla sótano 2

Diagnóstico

La patología principal del edificio se debe a intervenciones y cambios estructurales realizados sin un diseño regulado por un ente de control o un profesional responsable, ni con el diseño aprobado por curaduría. Esto ha dado como resultado que el edificio genere movimientos que simulan sismos y produzca un deterioro progresivo de la construcción.

Este deterioro se traduce en fisuras presentes en elementos estructurales como columnas, vigas, pantallas, losas y escaleras de evacuación, lesiones que se presentan por el aumento de carga de la construcción y cambios en la geometría de la estructura durante el proceso constructivo. Además, estos movimientos que genera la estructura afectan los acabados de muros y techos, lo que provoca daños en los materiales de fachadas y cubiertas, generando filtraciones de agua al interior de la edificación.

Este diagnóstico del paciente, se llevó a cabo mediante la revisión exhaustiva de licencias de construcción, planos, documentos técnicos e inspecciones. Los resultados de este análisis concluyen que el edificio no cumple con los requisitos mínimos legales exigidos, lo cual implica que no se garantiza la seguridad y estabilidad estructural de la edificación. Además, se identificó falta de redundancia en el diseño estructural del edificio y posterior construcción del proyecto. Este incumplimiento de requisitos mínimos legales está establecido en la norma NSR 2010, específicamente en el título A de este reglamento técnico. La falta de cumplimiento de estos requisitos ha generado movimientos que simulan sismos en la construcción, propician la generación de fisuras en elementos estructurales y daños en acabados. Además, se identificó un aumento de carga y cambios en la geometría de la estructura durante el proceso constructivo. Estas deficiencias han causado lesiones en columnas, vigas, pantallas, muros, losas y acabados.

Este diagnóstico se llevó a cabo tras surtir las siguientes etapas:

Realizadas las visitas técnicas, revisar la documentación técnica pertinente, verificar el modelo estructural y llevar a cabo los laboratorios correspondientes, se ha llegado a la conclusión de que el edificio presenta una patología de carácter estructural como principal problema. Se han identificado deficiencias en el diseño, la memoria y la construcción de la estructura, lo cual ha llevado a que el edificio no cumpla con los requisitos de deriva establecidos en la norma NSR 2.010, título A, capítulo A6. La deriva se refiere al desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos ubicados en la misma línea vertical, en dos pisos o niveles consecutivos de la edificación.

Además, se han encontrado construcciones adicionales al edificio que no fueron contempladas en los cálculos ni en el diseño original. Estos cambios han generado fisuras por carga y han afectado la redundancia estructural, es decir, la capacidad de resistencia y rigidez mínima requerida por la normativa. Como resultado, se han producido daños en elementos estructurales como columnas, vigas, pantallas, muros, losas y acabados. Esto ha causado un deterioro progresivo de la estructura, así como humedades y daños generales en los acabados.

Es crucial abordar estas lesiones derivadas de la patología, ya que de lo contrario podrían surgir otros problemas en el edificio. Actualmente, se han comenzado a observar efectos en los sótanos, la fachada y la placa de entrepiso ubicada en el cuarto y quinto nivel del proyecto.

El diagnóstico anterior se obtuvo mediante la verificación del proceso de aprobación del proyecto, incluyendo las licencias de construcción y sus modificaciones, así como la investigación del proceso de aprobación de las licencias en las curadurías 5 y 3. También se consultó el archivo de planeación distrital, que es la entidad encargada de recopilar y archivar toda la información

relacionada con las edificaciones en Bogotá, donde se encuentra ubicado el edificio en cuestión.

En segundo lugar, se llevó a cabo una verificación de los planos, donde se evidenció que la geometría y el diseño estructural no concuerdan con los planos aprobados. Además, los planos arquitectónicos presentan la misma deficiencia. Durante este proceso de verificación, se encontraron construcciones que no estaban detalladas en los planos ni en las memorias estructurales, es decir, construcciones que no cumplen con los requisitos legales para su desarrollo.

Con base en los resultados anteriores, se procedió a realizar un modelo del diseño estructural presentado para su aprobación en la curaduría urbana 5. Se encontró que el proyecto presenta un desplazamiento horizontal relativo o deriva en el sentido Y del 1.6%, superando el límite máximo permitido por la norma (1%). En cuanto al sentido X, cumple con los requisitos mínimos. Además, se identificaron columnas y vigas que no fueron diseñadas o que no tienen la capacidad para soportar un sismo. Este estudio se detalla más adelante en el documento

Finalmente, se verificó el proceso de construcción del edificio, encontrando que la estructura fue modificada y no se construyó de acuerdo con el diseño estructural aprobado. Esta situación se considera una patología grave.

En conclusión, el movimiento que experimenta el edificio debido al tránsito de vehículos de carga de eje tándem, simulando un sismo, es el resultado de un deficiente proceso de diseño estructural y posterior construcción. Esto va en contra del propósito de la ley 400 de 1997, que busca salvaguardar vidas y el patrimonio.

En el siguiente punto se da respuesta a los objetivos 3 y 4, donde se analizan y evalúan los resultados de laboratorio de los ensayos realizados.

Para más detalles de este remitirse al anexo 5.

Ensayo destructivo

Estudio de suelos

El estudio de suelos fue realizado por la firma A Charry Vázquez y CIA Ltda, este documento detalla que se realizaron cuatro sondeos, dos (2) sondeos con una profundidad de treinta (30) metros y dos (2) sondeos restantes a una profundidad de 12 metros, lo anterior cumple el título H de la norma NSR 2.010, artículo H.3.2.5.

Se revisa el estudio de suelos y se evidencia que el ingeniero geotecnista tuvo en cuenta todos los parámetros técnicos para las recomendaciones de construcción de la cimentación, estructura y manejo de agua del proyecto.

Se concluye que no existen patologías derivadas del suelo en el proyecto

Para más detalles de este ensayo remitirse al Anexo 1.

Ensayos no destructivos

Nivelación topográfica

Se realiza nivelación y materialización de niveletas en las fachadas y sótanos del edificio, herramientas esenciales para monitorear el comportamiento de la estructura y detectar cualquier movimiento vertical de asentamiento o rebote que pueda indicar problemas de estabilidad en la construcción. Como resultado de estos controles realizados en las fechas, 6 de marzo de 2023 y 6 de octubre de 2023, se determinó que la estructura no ha experimentado ningún movimiento durante este período de verificación.

Esto sugiere que la estructura se mantiene estable y no ha sufrido asentamientos o rebotes significativos en ese lapso de tiempo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos resultados se basan en la información recopilada en esos dos momentos específicos. Para obtener

una imagen más completa y precisa del comportamiento estructural, se recomienda a la copropiedad realizar controles periódicos y seguir monitoreando la evolución de la estructura a lo largo del tiempo.

Además, es importante tener en cuenta que la ausencia de movimiento no garantiza la ausencia de otros problemas potenciales en la construcción.

Para más detalles de este ensayo remitirse al anexo 1

Levantamiento topográfico

Durante el estudio patológico realizado al edificio, se ha encontrado una grave violación a los códigos de construcción detallados en la ley 400 de 1997 y normatizados en la norma NSR 2.010. Se ha constatado que la construcción no coincide con los planos aprobados del proyecto, correspondientes a la última modificación presentada en la curaduría urbana tres. Por esta razón, se ha realizado un levantamiento topográfico para determinar las discrepancias.

En este levantamiento se ha descubierto que existe más área construida al costado sur del edificio en los niveles 4 a 1, estos metros corresponden a terrazas de los pisos cuartos y más área de apartamentos que corresponde a 4,20 metros cuadrados por piso. Además, se ha determinado que la arquitectura en general del proyecto no es la misma a la presentada en la curaduría urbana 3.

Estas violaciones son una grave infracción a la ley nacional que tiene por objeto salvaguardar la vida y el patrimonio de los colombianos. Es importante tomar medidas inmediatas para corregir estas irregularidades y garantizar la seguridad y estabilidad del edificio.

Para más detalles de este ensayo remitirse al anexo 1

Testigos de yeso

Se llevaron a cabo ensayos de testigos de yeso con el propósito de identificar si las fisuras y movimientos tipo sismo del edificio están activos. Para ello, se instalaron testigos de yeso en 14 puntos de la construcción, incluyendo vigas, pantallas, muros y columnas. Esta actividad se inició el 27 de septiembre de 2023 y culminó el 28 de octubre de 2023. Durante este período, las fisuras estuvieron inactivas desde el sótano 2 hasta el piso 4. Sin embargo, los testigos instalados en los pisos 5, 6 y 7 mostraron roturas el 28 de octubre debido a las vibraciones generadas por el tráfico en la calle 63. Esta situación corresponde al modelo de la edificación, donde se evidencia una falta de rigidez en el sentido Y de la construcción, y se hace más evidente con el tráfico de la calle 63.

Con este ensayo, se demuestra la urgente necesidad de la copropiedad en realizar el estudio de vulnerabilidad sísmica al edificio de manera urgente, debido a que esta situación debe ser atendida para garantizar la estabilidad de la estructura del edificio, si n también cumplir el objetivo de la norma el cual es salvaguardar vida y patrimonio.

Para más detalles de este ensayo remitirse al anexo 1.

Ensayo de humedad del concreto

El ensayo de humedad del concreto se llevó a cabo mediante la realización de diez (10) ensayos en los muros pantalla de los sótanos 1 y 2 del edificio, específicamente entre los ejes E del costado occidental de los sótanos y los ejes A, B, C, D y E del costado sur. Los resultados de estos ensayos de laboratorio revelaron la presencia de humedad que atraviesa la sección de los muros, obteniéndose un promedio de humedad media en las pantallas y vigas de los muros. Estos resultados indican que el concreto instalado no fue diseñado para enfrentar esta situación y que la humedad actualmente esta activa afectando el concreto y acero de refuerzo de los elementos

estructurales sometidos a pruebas, en este caso las pantallas. Además, se observó corrosión en los refuerzos de los muros identificadas con eflorescencias marrón que sobre salen en la superficie de concreto de las pantallas.

Ante el panorama descrito, resulta evidente que las pantallas afectadas por humedad requieren un tratamiento diligente por parte del edificio. Es fundamental realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica para definir los pasos a seguir en cuanto al direccionamiento del agua y determinar si es necesario realizar recalces en dichas pantallas. La combinación de la presencia de humedad y la necesidad de abordar la vulnerabilidad sísmica subraya la importancia de tomar medidas correctivas para garantizar la integridad estructural del edificio. Es crucial que se realice una evaluación detallada de las pantallas afectadas y se implementen las soluciones necesarias para mitigar los efectos de la humedad y reforzar la estructura en caso de vulnerabilidad sísmica así lo defina.

Para más detalles de este ensayo remitirse al anexo 1.

Ensayo de esclerómetro

El ensayo de esclerometría, también conocido como ensayo de dureza de esclerómetro, es una prueba no destructiva utilizada para evaluar la dureza superficial de materiales como el concreto, el mortero o el hormigón. La dureza es una medida de la resistencia de un material a la deformación plástica o la penetración, y en el caso del concreto, se utiliza para estimar la resistencia y la calidad de este.

El ensayo de esclerometría se llevó a cabo utilizando un dispositivo llamado esclerómetro, que consiste en un martillo con una punta de diamante que se suelta desde una altura determinada y rebota en la superficie del material. La velocidad de rebote del martillo se registra y se utiliza

para calcular la dureza superficial del material, expresada en unidades de esclerodureza.

El principio básico del ensayo es que la velocidad de rebote del martillo está relacionada con la dureza superficial del material. Un material más duro proporcionará un rebote más rápido, mientras que un material más blando dará como resultado un rebote más lento. El valor de esclerodureza se utiliza como una indicación de la calidad del concreto y su resistencia, aunque no proporciona una medida directa de la resistencia a la compresión del concreto, que se determina mediante ensayos específicos de resistencia.

El ensayo de esclerometría es útil en la evaluación de la resistencia del concreto en estructuras existentes, la identificación de áreas potencialmente dañadas o debilitadas, y la monitorización de la evolución de la dureza de la superficie con el tiempo. Sin embargo, es importante destacar que el ensayo de esclerometría es una técnica de evaluación superficial y no proporciona información sobre la calidad del concreto en su interior. Para obtener una evaluación más completa de la calidad del concreto, su resistencia y otras propiedades, se requieren ensayos adicionales, como los ensayos de compresión.

Para más detalles de este ensayo remitirse al Anexo 1.

Ensayo RILEM

Las pruebas de RILEM o pipeta en L, fueron realizadas a las fachadas del edificio, los resultados de este ensayo muestran que la humedad de las fachadas, corresponde a una permeabilidad muy alta, situación que hace ver que el ladrillo del edificio no cuenta con protección alguna de un hidrofugo que repela el agua y en cambio el ladrillo está atrapando toda la humedad que genera el exterior y es transportada al interior del edificio y afectando unidades privadas y comunes.

Ninguna de las 5 muestras realizadas pasa la prueba y se observa deficiente proceso de lavado del ladrillo, así como su posterior aplicación de barrera protectora en este caso el hidrófugo.

Se concluye que la copropiedad debe hacer un lavado e impermeabilizado las fachadas en ladrillo del edificio, una vez se hallan concluido las obras que defina el estudio de vulnerabilidad sísmica

Para más detalles de este ensayo remitirse al anexo 1.

Alternativa y pronóstico

Después de identificar la patología principal del edificio, se determina que es necesario realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica. Este estudio permitirá generar propuestas de intervención o, en su defecto, considerar la demolición del edificio. Por lo tanto, no es recomendable llevar a cabo cualquier tipo de obra sin haber realizado previamente el estudio de vulnerabilidad sísmica.

Programación

Figura 56

Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																
ESTUDIO DE VULNERABILIDAD	AÑO 2.023								AÑO 2.024							
	NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
HISTORIA CLINICA																
LABORATORIOS																
MODELO																
INFORME FINAL																

Se fija un plazo de cuatro meses para la ejecución del estudio de vulnerabilidad sísmica y para la presentación de las posibles soluciones para intervenir en el edificio, de modo que cumpla con los requisitos de la norma NSR 2010 y pueda ser ocupado de manera segura.

Además, se sugiere que se realicen inspecciones periódicas durante este tiempo para monitorear cualquier cambio en la estructura del edificio y se tomen medidas preventivas para garantizar la seguridad de los ocupantes. Es importante contar con el apoyo de profesionales especializados en ingeniería sísmica para llevar a cabo este tipo de estudios y tomar decisiones

informadas sobre la intervención necesaria en el edificio.

Presupuesto

Se presenta el siguiente presupuesto para desarrollar las actividades del estudio de vulnerabilidad sísmica y poder establecer con información veraz la intervención del paciente Edificio 63 PH

El presupuesto proyectado a continuación tiene un valor de treinta y ocho millones seiscientos once mil seiscientos cuarenta y ocho pesos moneda corriente (\$ 38.611.648,76).

El detalle de los ítems a realizar se ilustra en el siguiente cuadro:

Figura 57

Presupuesto proyectado

EDIFICIO 63 P.H. ESTUDIO DE VULNERABILIDAD						
PRESUPUESTO EJECUCIÓN DIRECTA						
ÍTEM	CAPÍTULOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
2	ENSAYOS					
2.1	NTC 3658-2018	Extracción de núcleos de concreto de 3" pulgadas de diametro y 12 cm de longitud para ensayo de compresion, con reparación.	UN	10	\$ 670.000,00	\$ 6.700.000,00
2.3	NTC 3658-1994	Detección de estructuras de acero.	UN	10	\$ 250.000,00	\$ 2.500.000,00
2.5	NTC 3658-2018	Ensayo de núcleos modulo de elasticidad.	UN	10	\$ 24.636,02	\$ 246.360,15
2.7	NTC 3764	Ensayo petrografico del concreto.	UN	10	\$ 350.000,00	\$ 3.500.000,00
2.9	ASTM F 2659	Esayos de humedad.	ML	60	\$ 18.466,50	\$ 1.107.990,20
3	TOPOGRAFIA					
3.1	Topografia	Topgrafia de nivelación y verticalidad.	UN	5	\$ 750.000,00	\$ 3.750.000,00
4	VULNERABILIDAD					
4.1	Informe	Informe de patologia.	UN	1	\$ 5.600.000,00	\$ 5.600.000,00
4.2	Diseño	Diseño de reforzamiento y presupuesto de ejecución.	UN	1	\$ 8.000.000,00	\$ 8.000.000,00
TOTAL ESTUDIO						\$ 31.404.350,35
		Administración		12,00%		\$ 3.768.522,04
		Imprevistos		5,00%		\$ 1.570.217,52
		Utilidades		5,00%		\$ 1.570.217,52
		IVA sobre utilidad		19,00%		\$ 298.341,33
TOTAL AIU						\$ 7.207.298,41
TOTAL PRESUPUESTO						\$ 38.611.648,76

Obras de Mitigación

Ante las deficiencias estructurales y patológicas identificadas en el Edificio 63 P.H., se propone la implementación de obras de mitigación como medida fundamental para salvaguardar la integridad del inmueble y la seguridad de sus ocupantes. Estas obras, diseñadas con base en el diagnóstico detallado y las recomendaciones derivadas del estudio patológico, tienen como objetivo reducir los impactos que se están generando de acuerdo a la patología que presenta el edificio. Se contempla la utilización de técnicas avanzadas y materiales especializados para abordar las áreas afectadas, asegurando una intervención precisa y duradera. Además, se establecerán protocolos de supervisión técnica rigurosos para garantizar la correcta ejecución de las obras.

Para más detalles de este remitirse al anexo 9.

Conclusiones

El diagnóstico se orientó a analizar las causas de los comportamientos inusuales en la estructura, centrándose en un análisis exhaustivo de las lesiones y comportamientos actuales del edificio. El equipo de expertos en patología de la construcción llevó a cabo una inspección detallada para identificar y documentar todas las lesiones, deformaciones y comportamientos anómalos presentes. A partir de esta inspección, se realizó un estudio de las posibles causas, considerando factores como el diseño estructural, la calidad de los materiales y la ejecución de la obra. Se emplearon técnicas avanzadas de diagnóstico, como pruebas no destructivas y análisis de muestras, para obtener una comprensión completa de la situación.

Con base en las visitas de campo realizadas y en el levantamiento del paciente in situ, hemos logrado identificar de manera precisa los procesos de afectación patológica que inciden en el Edificio 63 P.H. Este enfoque ha proporcionado una visión detallada de las lesiones y comportamientos anómalos presentes en la estructura, permitiéndonos comprender la complejidad de los desafíos que enfrenta el edificio.

Se llevaron a cabo exhaustivos laboratorios no destructivos en el edificio, con el objetivo de evaluar su estado patológico y verificar su cumplimiento con las normas vigentes. Estas pruebas proporcionaron datos valiosos sobre la integridad estructural y la calidad de los materiales utilizados en la construcción, sirviendo como base fundamental para el diagnóstico de las deficiencias identificadas.

Los resultados obtenidos de los laboratorios no destructivos fueron sometidos a un análisis detallado durante la práctica en campo. Este análisis nos permitió comprender a fondo las características patológicas presentes en el edificio, identificando las posibles causas subyacentes

de los comportamientos inusuales y las lesiones observadas.

La evaluación completa de los resultados de laboratorio, combinada con la información recopilada durante las visitas de campo, ha proporcionado una visión integral del estado de salud estructural del Edificio 63 P.H. Este enfoque holístico nos ha permitido no solo identificar los problemas superficiales, sino también comprender las causas subyacentes y proponer soluciones efectivas y sostenibles.

En conjunto, estos objetivos contribuyeron de manera significativa a la formulación de un diagnóstico integral, fundamentado en datos concretos y análisis detallados. Las conclusiones obtenidas orientaron las recomendaciones y las medidas de intervención necesarias para abordar de manera efectiva las deficiencias estructurales y patológicas del Edificio 63 P.H., asegurando su restauración y la seguridad de sus ocupantes.

Recomendaciones

Ante la complejidad de los desafíos estructurales identificados en el Edificio 63 P.H., construido en 2019, resulta imperativo formular recomendaciones concretas dirigidas al propietario, a los residentes y a las autoridades competentes. El presente informe, sustentado en un exhaustivo estudio patológico, revela deficiencias críticas en la construcción que comprometen la seguridad y estabilidad del edificio. Para abordar estas problemáticas, se proponen acciones inmediatas, desde intervenciones estructurales hasta estudios de vulnerabilidad sísmica, enfocadas en corregir las violaciones a los códigos de construcción y asegurar la integridad del inmueble. La transparencia en la comunicación con los residentes, la coordinación estrecha con las autoridades y la supervisión profesional continua son elementos esenciales para implementar con éxito las recomendaciones, preservando así la seguridad de los habitantes y el patrimonio edificado.

Intervención Inmediata:

Dada la gravedad de las deficiencias identificadas en el edificio, se recomienda una intervención inmediata para corregir las violaciones a los códigos de construcción, especialmente las relacionadas con la falta de redundancia en el diseño estructural y la presencia de áreas construidas no autorizadas. Esto debe hacerse con la supervisión y aprobación de un ingeniero estructural y las autoridades competentes.

Estudio de Vulnerabilidad Sísmica:

Se sugiere realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica para evaluar la capacidad del edificio para resistir movimientos sísmicos. Este estudio debe incluir recomendaciones específicas para fortalecer la estructura, especialmente en el sentido Y, donde se ha identificado una falta de redundancia.

Corrección de Fallas en los Testigos de Yeso:

Dado que las fallas en los testigos de yeso se deben a la falta de redundancia y a las vibraciones generadas por el tráfico pesado, se recomienda tomar medidas para mejorar la rigidez del edificio en el sentido Y. Esto podría incluir la incorporación de refuerzos estructurales o cambios en el diseño para hacer frente a las vibraciones del tráfico.

Control Periódico de Movimientos Estructurales:

Aunque los controles realizados hasta la fecha no han identificado movimientos significativos, se insta a la copropiedad a llevar a cabo controles periódicos para monitorear la evolución de la estructura a lo largo del tiempo. Esto es especialmente importante dado que la ausencia de movimiento en un momento específico no garantiza la ausencia de problemas potenciales.

Control y Mitigación de Humedad:

Dada la presencia de humedad en los muros de los sótanos, se recomienda tomar medidas para controlar y mitigar la humedad. Esto puede incluir la aplicación de técnicas de impermeabilización, el diseño de sistemas de drenaje adecuados y la realización de inspecciones regulares para prevenir problemas futuros relacionados con la humedad.

Cumplimiento de Requisitos Legales:

Es fundamental, que el propietario tome medidas inmediatas para cumplir con los requisitos legales establecidos en la norma NSR 2010 y la Ley 400 de 1997. La falta de cumplimiento de estos requisitos no solo pone en riesgo la seguridad estructural, sino que también constituye una grave infracción legal.

Supervisión Profesional Continua:

Se recomienda que cualquier intervención o modificación en la estructura del edificio sea supervisada y aprobada por profesionales especializados, como ingenieros estructurales y arquitectos. Esto garantizará que las acciones correctivas sean adecuadas y cumplan con los estándares de seguridad.

Comunicación Transparente con Residentes:

Es crucial, establecer una comunicación transparente con los residentes para informarles sobre la situación, las medidas tomadas y cualquier impacto potencial en su seguridad. Esto ayudará a mitigar la preocupación y a construir la confianza de los residentes en las acciones tomadas.

Coordinación con Autoridades Competentes:

Se debe coordinar con las autoridades competentes, como la curaduría urbana y otras entidades regulatorias, para obtener las aprobaciones necesarias antes de cualquier intervención o modificación en la estructura del edificio.

Capacitación en Medidas de Evacuación:

Dado que los residentes han experimentado evacuaciones debido a las vibraciones, se recomienda proporcionar capacitación regular sobre medidas de evacuación adecuadas. Esto ayudará a los residentes a responder de manera segura en situaciones de emergencia.

Referencias Bibliográficas

Fuentes Literarias

- A Charry Vázquez y CIA Ltda (2023). *Estudio de suelos*
- Arancibia, F. (2010). *Mantenimiento y rehabilitación. Evaluación de las obras civiles. Ingeniería y Construcción*.<http://facingyconst.blogspot.com/2010/12/mantenimiento-yrehabilitacion.html>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
- Delgado, J. M. P. Q. (Ed.). (2021). *Case Studies of Building Rehabilitation and Design*. Building Pathology and Rehabilitation Series. Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-71237-2>
- Geotecnia Fácil (2023). *Introducción a la Geología de Bogotá*.
https://geotecniafacil.com/geologia-bogota-sismicidad/#google_vignette
- Hernández J.J. (1997). *La torsión dinámica en planta bajo excitación sísmica*. Trabajo de Grado, Magister Scientiarum en Ingeniería Sismo-Resistente, Universidad Central de Venezuela, 1997.
- Ibid. Hernández J.J. (1997). *Desempeño estructural y espectros de diseño*. Tema 9, pp. 133-161. Diseño Sismorresistente. Volumen XXXIII. Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales.
- IDIGER (2010). *Composición de microzonificación realizada por el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático IDIGER para la ciudad de Bogotá en el año 2010*

López Rodríguez, F., Rodríguez Rodríguez, V, Cruz Astorqui, J. S., Torreño Gómez, I., Ubeda de Mingo, P., Rodríguez, V. (2006) (Tomo 1). (201-). *Manual de Patología de la Edificación: El Lenguaje de las Grietas, Patología y Recalces de las Cimentaciones*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Tecnología de la Edificación (E.U.A.T.M).

Peixoto de Freitas, V. (2013). *A State of the Art Report on Building Pathology*. CIB-W086 Building Pathology.

Research gate (2023). *Esquema Estructural de la Sabana de Bogotá*.
https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Esquema-estructural-de-la-Sabana-de-Bogota_fig2_249315401

Universidad de los Andes. (2014). *Proyecto: Contrato No. 4600051633 DE 2013 Consultoría y Asesoría Técnica a la Alcaldía de Medellín en el Caso del Colapso del Edificio Space en Medellín y sobre el Estado y Seguridad de Otras Edificaciones en la Ciudad. Informe Final - Fase III. Concepto Técnico en Relación a las Causas Más Probables del Colapso del Edificio Space*. Bogotá, Colombia.

Leyes Nacionales relacionadas

Alcaldía Mayor de Bogotá (2004). *Decreto Distrital 190 de 2004*

Congreso de la República de Colombia (1991). *Constitución Política de Colombia*

Congreso de la República de Colombia (1997). *Ley 400 de 1997 Por la cual se adoptan normas sobre construcciones sismoresistentes*

Congreso de la República de Colombia (2011). *Ley 1480 de 2011 Estatuto del Consumidor*

Congreso de la República de Colombia (2001). *Ley 675 de 2001 Ley de Propiedad Horizontal*

Presidencia de la República de Colombia; Álvaro Uribe Vélez (2010). *Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, por el cual se implementa el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*