

**ESTUDIO DE APLASTAMIENTO EN COLUMNAS Y EFECTOS EN LA LOSA
SUPERIOR EN EL PARQUEADERO DE DOS NIVELES DEL CONJUNTO
RESIDENCIAL AGRUPACIÓN SAN MARCOS UBICADO EN LA LOCALIDAD DE
SUBA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN - OPCION DE GRADO

PRESENTADO POR:

ING. DANIEL FERNANDO MORA NUÑEZ

ING. WILSON JAVIER BUSTOS ROJAS

ING. JUAN SEBASTIÁN RICO RODRÍGUEZ

DIRECTORA ASIGNADA:

ARQ. DIANA PATRICIA GARAVITO ALMONACID

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ENERO 2025

NOTA DE ACEPTACIÓN

Director

Jurado 1

Jurado 2

Bogotá D.C., enero 2025

CONTENIDO

RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
2. OBJETIVOS	11
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. JUSTIFICACIÓN	12
4. MARCO DE REFERENCIA	13
4.1. MARCO HISTORICO	13
4.1.1. Contextualización	13
4.1.2. Localización y datos generales del proyecto	16
4.1.3. Condiciones medio ambientales y de contexto	17
4.1.4. Datos generales del entorno	18
4.1.5. Antecedentes	18
4.1.6. Fichas de inspección.....	24
4.1.7. Normatividad	29
4.1.8. Información existente	29
4.2. CONCEPTOS LESIONES PATOLÓGICAS	31
4.2.1. Fisuramientos en elementos de concreto.....	31
4.2.2. Pandeos en losas y encharcamientos	31
4.2.3. Humedades y filtraciones	32
4.2.4. Aplastamientos en elementos de concreto	32
4.3. CONCEPTOS ENSAYOS PATOLÓGICOS	33
4.3.1. Ensayos destructivos	33
4.3.2. Ensayos no destructivos	34
4.4. CONCEPTOS DE INTERVENCIÓN	34
4.4.1. Correctivas	34
4.4.2. Preventivas.....	35
4.4.3. Rehabilitadoras.....	35
4.4.4. Reparación	35
4.4.5. Intervención	35
4.4.6. Reforzamiento estructural	36
4.5. MARCO LEGAL	37
5. DISEÑO METODOLÓGICO	38
5.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	38
5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	38
5.3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	39
5.4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	39
5.5. ANÁLISIS DE DATOS DE LA INVESTIGACIÓN	40
6. DESARROLLO.....	41
6.1. ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO	41

6.2.	ENSAYOS PARA DETERMINAR LA PROFUNDIDAD DE FISURAS	42
6.3.	ESTUDIO CONFIGURACIÓN ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS	42
7.	RESULTADOS	43
7.1.	ENSAYOS DE EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS.....	43
7.2.	ENSAYOS DE ULTRASONIDO (OBTENCIÓN RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO) 44	
7.3.	ENSAYOS DE ESCÁNER (DISTRIBUCIÓN DE REFUERZO Y DIÁMETRO DE ACERO EN LA CONSTRUCCIÓN DE COLUMNAS)	47
8.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
8.1.	ENSAYOS DE EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS.....	56
8.2.	ENSAYOS DE ULTRASONIDO (OBTENCIÓN RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO) 58	
8.3.	ENSAYOS DE ESCÁNER (DISTRIBUCIÓN DE REFUERZO Y DIÁMETRO DE ACERO EN LA CONSTRUCCIÓN DE COLUMNAS)	60
9.	CONCLUSIONES	61
10.	BIBLIOGRAFÍA	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Área de parqueaderos de nivel de sótano 1	14
Figura 2 Área de parqueaderos de nivel piso 1	15
Figura 3 Imagen satelital – zona de parqueaderos paciente estudio	16
Figura 4 Mapa topográfico Localidad Suba.....	17
Figura 5 Imagen satelital - Entorno urbano del paciente en estudio	18
Figura 6 Ejemplo losa maciza unidireccional.....	20
Figura 7 Registro fotográfico fisuras y grietas en losa – piso 1.....	21
Figura 8 Registro fotográfico fisuras en columnas	22
Figura 9 Registro fotográfico pandeo losa.....	23
Figura 10 Resultados ensayos ultrasonido - resistencia concreto	45
Figura 11 Resultados escáner ubicación en planta del acero refuerzo columna 5C	47
Figura 12 Ubicación acero de refuerzo columna 5C – cara 1	48
Figura 13 Ubicación acero de refuerzo columna 5C – cara 2.....	49
Figura 14 Resultados escáner ubicación en planta del acero refuerzo columna 2C	50
Figura 15 Ubicación acero de refuerzo columna 2D – cara 1.....	51
Figura 16 Ubicación acero de refuerzo columna 2D – cara 2.....	52
Figura 17 Resultados escáner ubicación en planta del acero refuerzo columna 4F.....	53
Figura 18 Ubicación acero de refuerzo columna 4F- cara 1	54
Figura 19 Ubicación acero de refuerzo columna 4F- cara 2.....	55
Figura 20 Grafica de resistencia a la compresión de cilindros de concreto.....	57
Figura 21 Grafica resultados de resistencia a la compresión del concreto a través del ensayo de ultrasonido.....	60
Figura 22 Despiece acero de refuerzo columnas de sótano 1 (nivel -3.00 m)	61

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 <i>Parámetros sísmicos del proyecto</i>	29
Tabla 2 <i>Tabla de información existente</i>	30
Tabla 3 <i>Consolidado de resultados ensayos de extracción de núcleos</i>	43
Tabla 4 <i>Consolidado resultados ensayos de compresión de cilindros de concreto</i>	56
Tabla 5	59

RESUMEN

El presente informe tiene como objetivo investigar y analizar las patologías presentes en el parqueadero de dos niveles del Conjunto San Marcos, ubicado en la localidad de Suba, Bogotá. Este parqueadero consta de un nivel subterráneo y otro a nivel, y se encuentra afectado por problemas estructurales significativos que comprometen su estabilidad y funcionalidad.

La patología principal identificada es el aplastamiento de las columnas de soporte, lo que ha generado pandeo en la losa superior del nivel a nivel y ha dado lugar a fisuras en la misma. Estos daños, probablemente causados por deficiencias en el diseño estructural, sobrecargas o problemas de construcción, han alterado las características de la infraestructura, poniendo en riesgo la seguridad de los usuarios y la durabilidad de la estructura.

A lo largo de esta investigación, se realizarán pruebas de evaluación estructural para determinar la magnitud de los daños, así como un análisis de las causas que contribuyeron al deterioro observado. Se explorarán, además, posibles soluciones de refuerzo estructural y medidas preventivas para evitar mayores deterioros en el futuro. El estudio tiene como fin proporcionar recomendaciones que garanticen la reparación efectiva de las patologías y la rehabilitación de la estructura, con el fin de restaurar su seguridad y funcionalidad a largo plazo.

Palabras clave: Patología, aplastamiento, pandeo, fisuras, deficiencias diseño estructural, sobrecargas estructurales.

ABSTRACT

This report aims to investigate and analyze the pathologies present in the two-level parking facility of Conjunto San Marcos, located in the Suba locality of Bogotá. The parking structure consists of an underground level and a ground-level section, both of which are affected by significant structural issues that compromise their stability and functionality.

The primary pathology identified is the crushing of the support columns, which has caused buckling in the upper slab of the ground-level section and resulted in cracks in the same slab. These damages, likely caused by deficiencies in structural design, overloading, or construction flaws, have altered the integrity of the infrastructure, posing a safety risk to users and impacting the long-term durability of the structure.

Throughout this investigation, structural assessment tests will be conducted to determine the extent of the damage, as well as an analysis of the underlying causes contributing to the observed deterioration. Additionally, potential structural reinforcement solutions and preventive measures will be explored to prevent further damage in the future. The study aims to provide recommendations for the effective repair of the pathologies and the rehabilitation of the structure, ensuring its safety and functionality in the long term.

Keywords: Pathology, Crushing, Buckling, Cracks, Deficiencies in structural design, Structural overloads.

INTRODUCCIÓN

El presente informe busca plantear los métodos de ensayos de los diferentes fenómenos patológicos presentes en el área de parqueaderos del conjunto residencial agrupación San Marcos ubicado en la localidad de suba en la ciudad de Bogotá, D.C. Para ello se tiene que identificar, clasificar, y diagnosticar problemas presentes en este objeto en estudio.

Para obtener esta planificación de ensayos se debe tener en cuenta los métodos y aplicaciones de acuerdo con las patologías establecidas en el proyecto, como también las normas y especificaciones para los procesos de calidad de materiales, como procesos constructivos y con ello obtener los resultados que se llegan a esperar de estas muestras.

Para este proceso primeramente se realizó una inspección visual directa en el sitio, y también una recolección de información preliminar a partir de planos estudio de suelos e información del proceso constructivo para poder implementar los exámenes llegar a obtener un diagnóstico al estado actual de los elementos que componen dicha estructura y de esta manera establecer alternativas de intervención del paciente de estudio.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proyecto busca investigar las patologías estructurales en el parqueadero de dos niveles del Conjunto San Marcos, en Bogotá, específicamente el aplastamiento de las columnas de soporte que ha causado pandeos y fisuras en la losa superior. Esta condición compromete la estabilidad y seguridad de la estructura, aumentando los riesgos de colapso y los costos de mantenimiento.

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo afectan las fisuras en placas y columnas de concreto al desempeño estructural y funcional de la zona de parqueaderos del conjunto residencial San Marcos, en Bogotá D.C.?

2. OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GENERAL

Determinar las causas, características y consecuencias del aplastamiento de las columnas y los daños derivados, como el pandeo de la losa superior y las fisuras en el parqueadero del Conjunto San Marcos, Bogotá, mediante el uso de herramientas de diagnóstico y ensayos técnicos, y proponer posibles soluciones estructurales para su reparación y prevención.

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico visual y técnico de las patologías presentes en el parqueadero, identificando y documentando las columnas aplastadas, los pandeos en la losa superior y las fisuras, mediante la inspección directa y el análisis de planos, estudios de suelos y registros constructivos.
- Analizar las posibles causas subyacentes que han originado el aplastamiento de las columnas y los daños en la losa, mediante la aplicación de ensayos estructurales, revisión de los materiales utilizados y evaluación de las condiciones de carga y diseño, utilizando fichas técnicas y herramientas de diagnóstico específicas.
- Proponer soluciones estructurales eficaces para reparar las patologías detectadas y prevenir su recurrencia, incluyendo posibles refuerzos o modificaciones en las columnas y la losa, y recomendar un plan de mantenimiento basado en los resultados obtenidos durante la investigación.

3. JUSTIFICACIÓN

El estudio patológico a la estructural correspondiente al área de parqueaderos del conjunto residencial agrupación San Marcos localidad de Suba en la ciudad de Bogotá, D.C., corresponde a la identificación de un proyecto en el cual se evidencian diversas lesiones en su estructura física, es por este motivo la importancia de establecer un estudio en donde se identifiquen las causas que llevan a la formación de estas lesiones, y a partir de exámenes complementarios establecer un diagnóstico favorable o no favorable, y determinar el tratamiento efectivo que este pueda requerir para garantizar el correcto funcionamiento de la estructura y cumplir de esta manera con la seguridad de los usuarios que hacen uso de esta.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1.MARCO HISTORICO

A continuación, se presenta el contexto teórico que delimitara el planteamiento específico del problema, abordado en la presente investigación

4.1.1. Contextualización

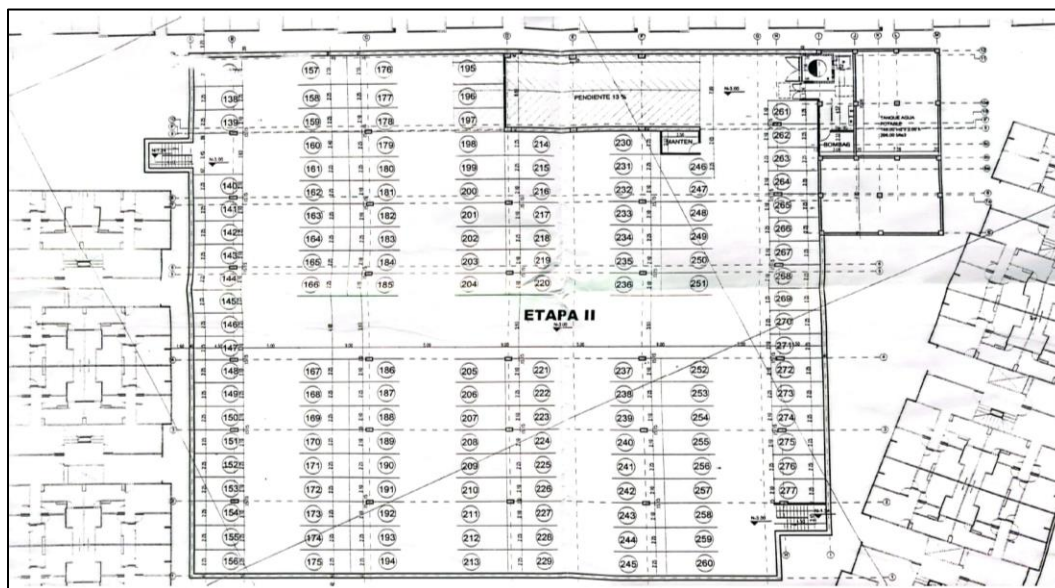
La patología en la construcción se define como el estudio de los daños, fallas o deterioros que afectan las edificaciones a lo largo de su vida útil. Este campo interdisciplinario combina principios de ingeniería, arquitectura y ciencia de materiales para identificar las causas de las patologías, diagnosticar su estado y proponer soluciones eficaces.

Las patologías constructivas pueden originarse por diversos factores, como defectos en el diseño, errores en la construcción, empleo de materiales inadecuados o exposición a condiciones ambientales adversas.

En el caso del conjunto residencial Agrupación San Marcos, ubicado en la localidad de Suba, Bogotá D.C., el estudio patológico se enfoca en el área de parqueaderos (ver figuras 1, 2, y 3). En esta zona se han detectado múltiples problemas en las placas de concreto correspondientes a la losa a nivel del piso (nivel +0.00 m), como fisuras, pandeos, encharcamientos y filtraciones de agua. Asimismo, se han identificado fisuramientos en elementos estructurales, como las columnas en el sótano 1 (nivel -3.00). Estas patologías comprometen tanto la funcionalidad de la estructura como la seguridad de las personas que hacen uso de esta.

Figura 1

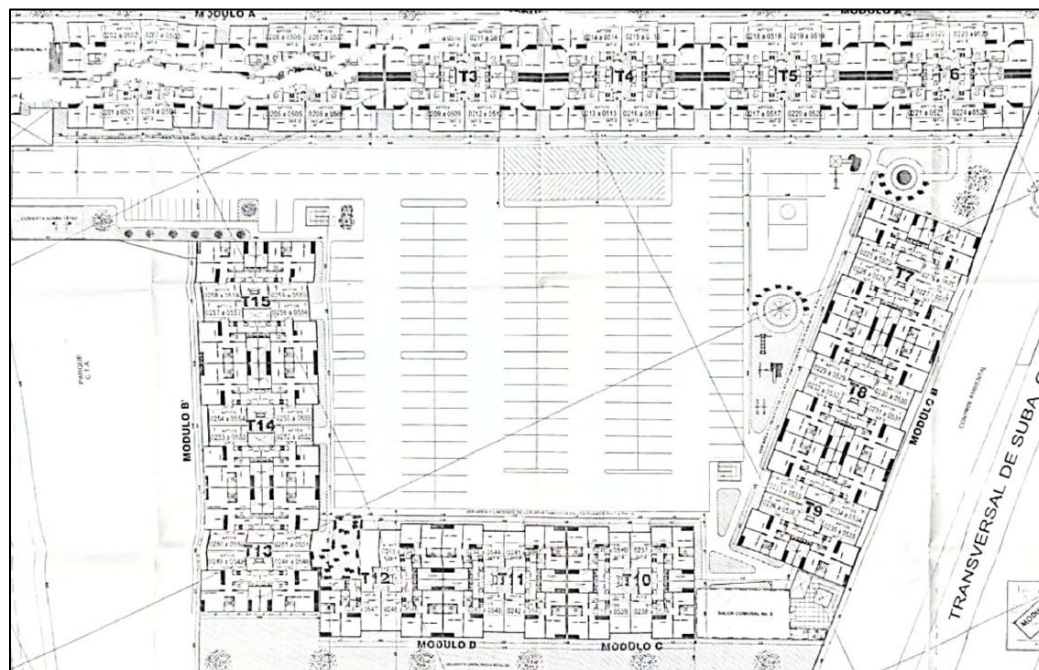
Área de parqueaderos de nivel de sótano 1



Nota. Reproducida de los planos arquitectónicos del Conjunto Residencial Agrupación San Marcos, Localidad de Suba en la ciudad de Bogotá D.C., Constructora MARVAL S.A., 2007.

Figura 2

Área de parqueaderos de nivel piso 1



Nota. Reproducida de los planos arquitectónicos del Conjunto Residencial Agrupación San Marcos, Localidad de Suba en la ciudad de Bogotá D.C., Constructora MARVAL S.A., 2007.

Figura 3

Imagen satelital – zona de parqueaderos paciente estudio



Nota. Imagen extraída de Google Maps, 2025, <https://www.google.com/maps>, en el dominio público

4.1.2. Localización y datos generales del proyecto

- Nombre: La agrupación de viviendas San Marcos
- Ubicación: Calle 139 #94-90 en Bogotá. UPZ 27 Localidad de Suba
- Fecha de construcción: Año 2008
- Uso: Vivienda multifamiliar compuesto por 15 torres cada una de 6 pisos, como también comprende de portería, shut de basura, una cancha, un parque y zonas de parqueaderos en el nivel 1 y sótano

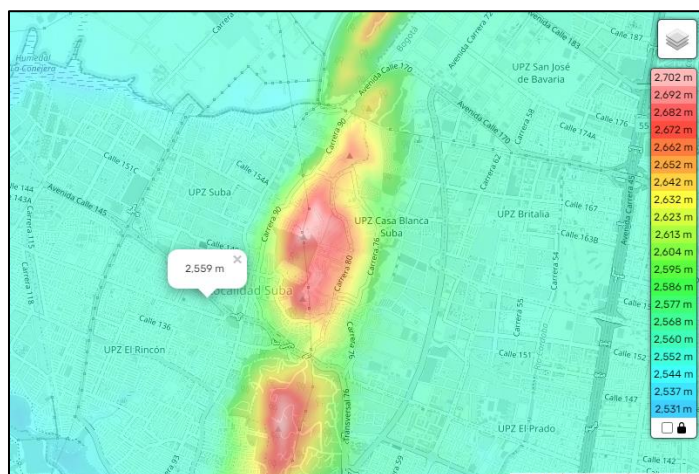
- Área parqueadero (paciente estudio): Sótanos y planta nivel 1 comprende en 2.708 m²

4.1.3. Condiciones medio ambientales y de contexto

En la ciudad de Bogotá DC específicamente en la localidad de suba cuenta con aproximadamente 101,72 Km de extensión ubicada en la parte noroccidental de la ciudad teniendo una geomorfología de cadenas montañosas conocidas como la conejera o cerros de suba con una altitud de 2700 m.s.n.m. de acuerdo con el IDECA. Esta zona maneja unas temperaturas que oscilan entre 20°C máx. y 14°C min y sensación térmica de 21°C, como también maneja humedades del 75% y vientos de hasta 10km/h según datos del IDEAM.

Figura 4

Mapa topográfico Localidad Suba



Nota. Imagen extraída de opographic-map.com, mapa topográfico Localidad de Suba, altitud, relieve. 2024, <https://pt-br.topographic-map.com/map-p22z4/Localidad-Suba/?center=4.48907%2C-74.70978&zoom=9>, en el dominio público

4.1.4. Datos generales del entorno

El paciente en estudio está en la zona noroccidental de Bogotá con vías principales como la Av. Suba y la Calle 139, y está junto a zonas comerciales, zonas de parques y corredores verdes, como también conjuntos residenciales de 3 a 4 pisos de altura

Figura 5

Imagen satelital - Entorno urbano del paciente en estudio



Nota. Imagen extraída de Google Maps, 2025, <https://www.google.com/maps>, en el dominio público

4.1.5. Antecedentes

Para el conjunto residencial Agrupación San Marcos, ubicado en la localidad de Suba, Bogotá D.C paciente objeto de estudio, previamente se elaboró un documento en el que se desarrolló su historia clínica. En dicho informe se describieron y catalogaron diversas lesiones observadas en la estructura, así como sus posibles causas. Además, se propusieron diferentes

ensayos para determinar, o corroborar a través de ellos, la magnitud de los daños. De igual forma, se formularon hipótesis para explicar los daños presentes. Este informe abarcó distintos elementos estructurales, como muros de contención, placas de entrepiso y contrapiso, rampas de acceso, tanques de agua y el área de parqueaderos. Esta última es el foco principal del presente documento.

Para el desarrollo de este informe, se realizaron ensayos y estudios para evaluar las posibles deficiencias de la estructura, basándose en análisis de laboratorio. El objetivo principal es determinar si las deficiencias identificadas son concluyentes o si, por el contrario, se requiere profundizar en el análisis de las patologías abordadas

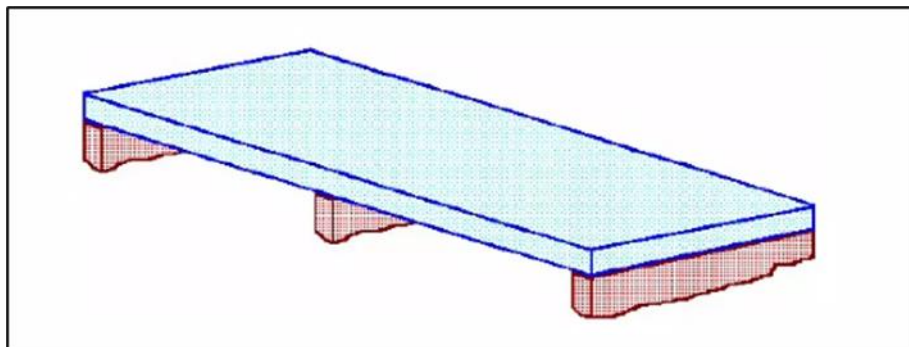
Es importante resaltar que el alcance de este documento no pretende abarcar todas las lesiones descritas en el informe previo de historia clínica. En su lugar, se centrará en aspectos críticos, como la resistencia del concreto, la distribución de los aceros de refuerzo en elementos verticales y el impacto de las fisuras observadas en los elementos estructurales (placa de concreto a nivel de piso 1 nivel +0.00 m, y columnas a nivel -3.00 m las cuales soportan la placa a nivel de piso 1

A nivel de piso 1 (nivel 0.00), no se presentan estructuras en concreto o elementos no estructurales que generen algún tipo de carga muerta a la placa de piso 1 (losa de 18 cm de espesor)

A nivel de sótano, la estructura se compone de pórticos en concreto reforzado aislados en una sola dirección (vigas longitudinales de 40x120 cm y columnas de 60x32 cm), y sobre estos pórticos se apoya una losa de 18 cm (loza maciza unidireccional) sin torta inferior ni dilataciones

Figura 6

Ejemplo losa maciza unidireccional



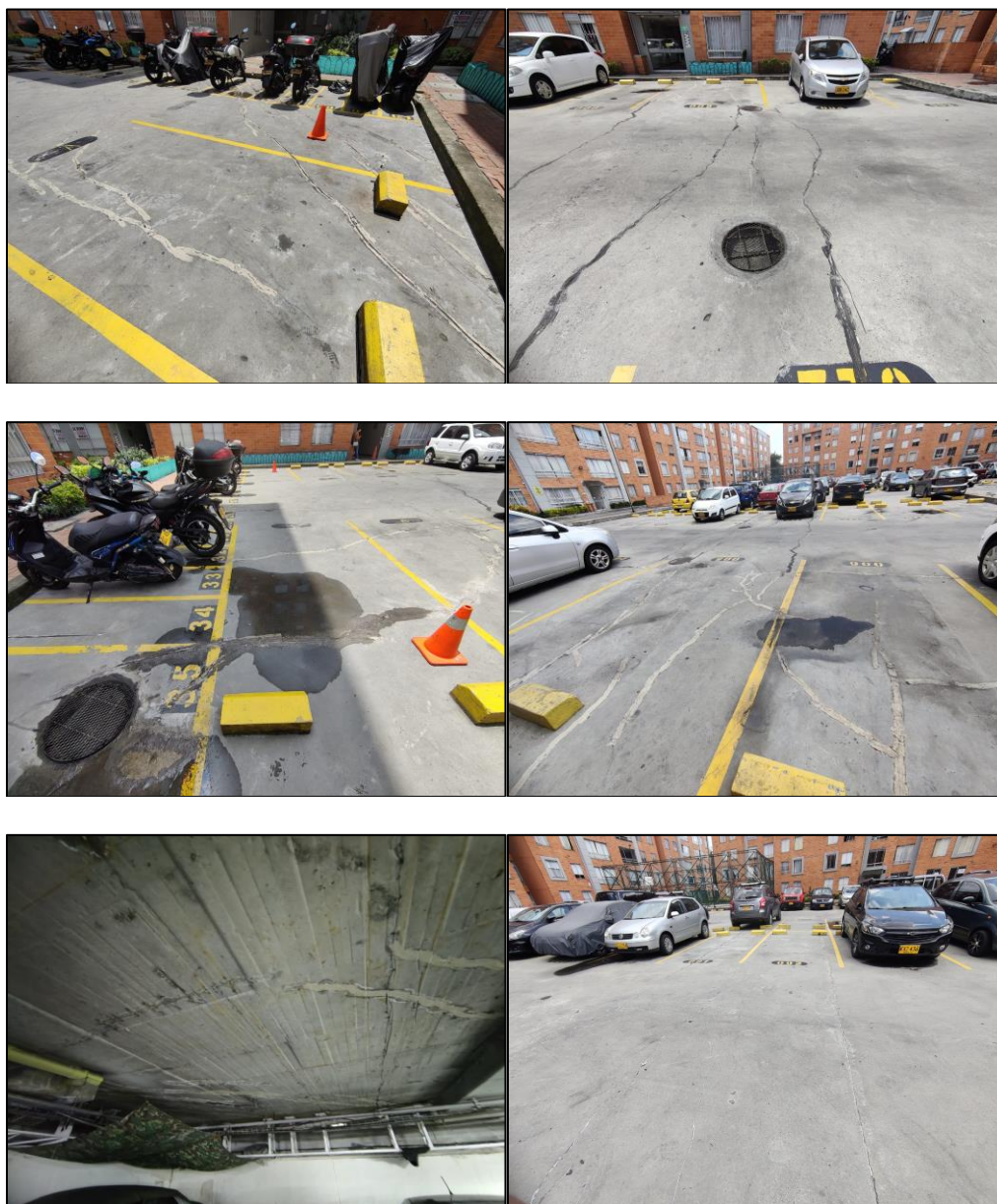
Nota. Elaboración propia, 2025

- **Fisuras y grietas en losa nivel 1**

Las lesiones de la figura 7, hacen referencia a fisuras y grietas presentes en la placa de piso 1, las cuales se encuentran en determinadas zonas como esquinas y donde está presente la causa de pandeo, en gran medida son profundas causando que el agua se filtre y afecte de alguna manera la superficie.

Figura 7

Registro fotográfico fisuras y grietas en losa – piso 1



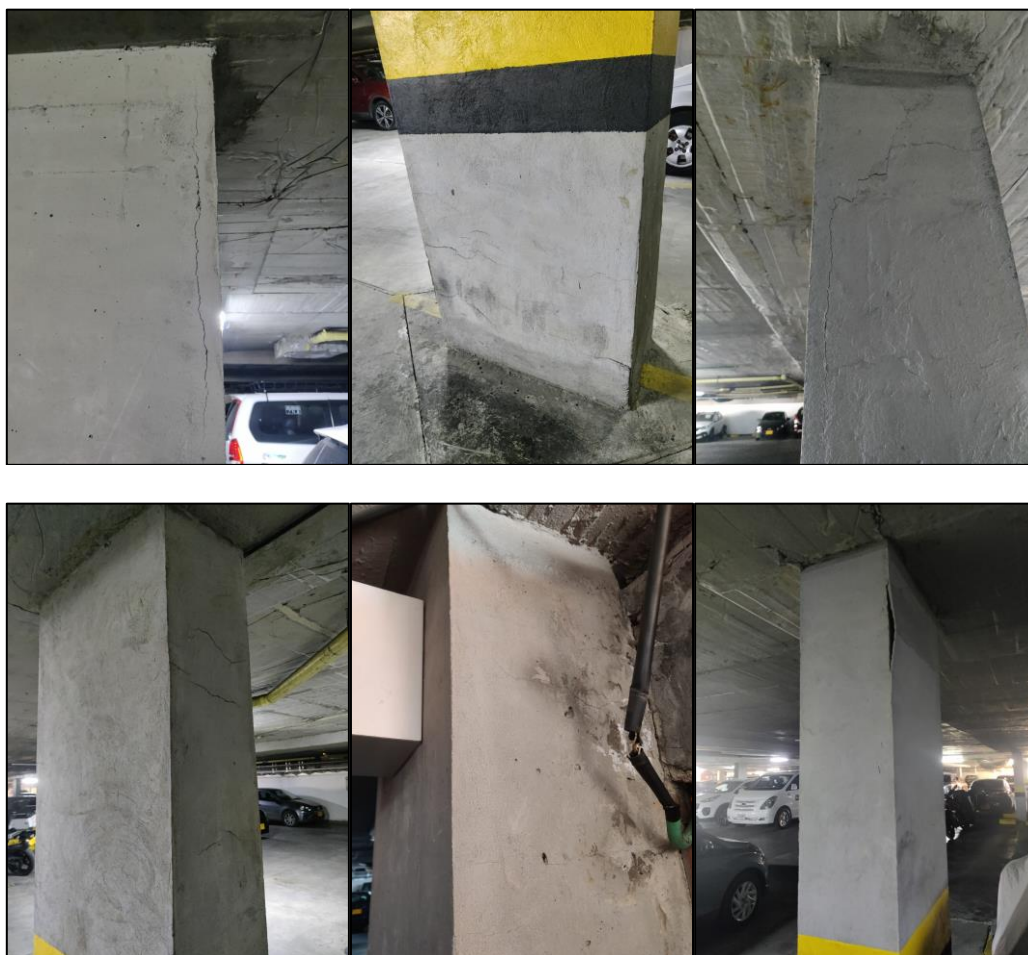
Nota. Elaboración propia, 2025

- **Fisuras en columnas de sótano**

Esta lesión está presente en alguno de los elementos verticales de la zona de sótano, las fisuras se focalizan especialmente en la parte superior y en menor medida en la parte inferior, provocando que el revoque que recubren estas se desprenda.

Figura 8

Registro fotográfico fisuras en columnas



Nota. Elaboración propia, 2025

- **Pandeo en losa**

El pandeo presente en la losa del nivel 1 del parqueadero esta sectorizada en 3 zonas específicas, las cuales es perceptible a la vista, como también están presentes las lesiones de fisuras y grietas donde se ubica esta patología.

Figura 9

Registro fotográfico pandeo losa



Nota. Elaboración propia, 2025

4.1.6. Fichas de inspección

- **Ficha General**



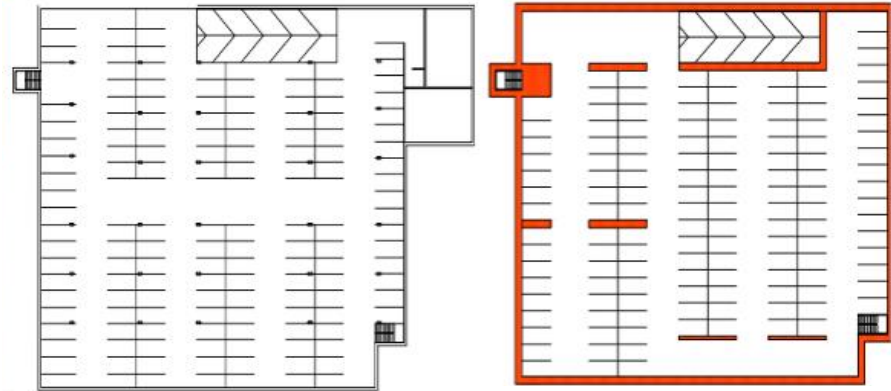
ESPECIALIZACION EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
ZONAS COMUNES CONJUNTO RESIDENCIAL SAN MARCOS

AFECTACION

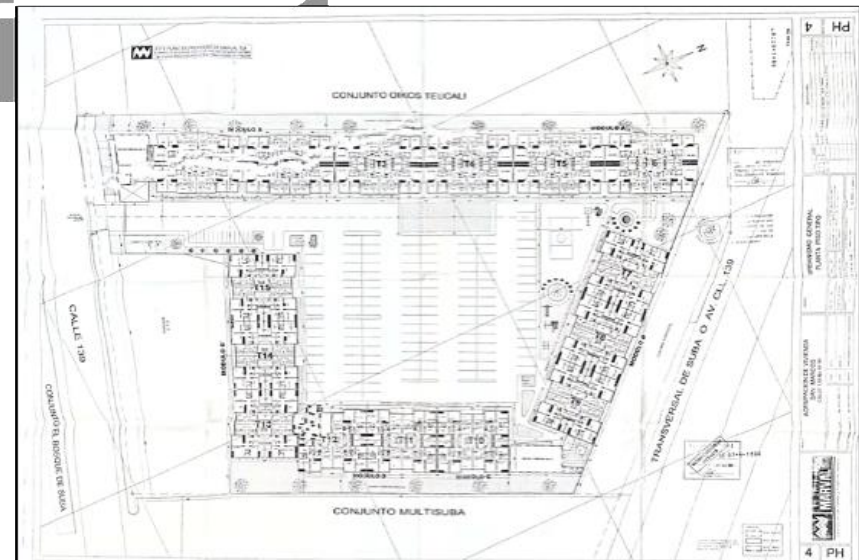
PROYECTO: INFORME PATOLÓGICO ÁREA DE PARQUEADEROS DEL CONJUNTO
RESIDENCIAL AGRUPACIÓN SAN MARCOS LOCALIDAD DE SUBA EN LA CIUDAD
DE BOGOTÁ, D.C.

FECHA: 10-06-2024

LOCALIZACIÓN: CALLE 139 #94-90



INFORMACION GENERAL	DEPARTAMENTO	Bogotá D.C.
	MUNICIPIO	Distrito Capital
	LOCALIDAD	Suba
	UPZ	28 - El rincón
	BARRIO	Las Flores
	GRUPO PATRIMONIAL	Material
	SUBGRUPO PATRIMONIAL	Inmueble
	GRUPO	Arquitectónico
	MODALIDAD	Vivienda Multifamiliar
	CATEGORIA	Vivienda Urbana
CLASIFICACION TIPOLOGICA	DIRECCION	Calle 139 # 94-90
	MANZANA	Manzana 009210086
	MATRICULA INMOBILIARIA	Varios
	SUBGRUPO	Arquitectura Habitacional
	CATEGORIA	Vivienda Urbana
	USO ORIGINAL	Vivienda
	CLASE DE USO	Vivienda Multifamiliar
	FECHA DE CONSTRUCCION	2008
	PERIODO HISTORICO	
	AUTOR	Constructora Marval
LINDEROS		Noroeste: Av. Calle 145
		Suroccidente: Calle 139
		Sureste: Carrera 94



CATEGORIA:

CONCRETO

DOCENTE:

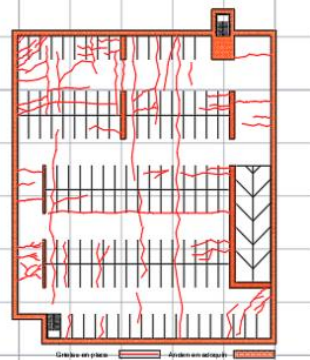
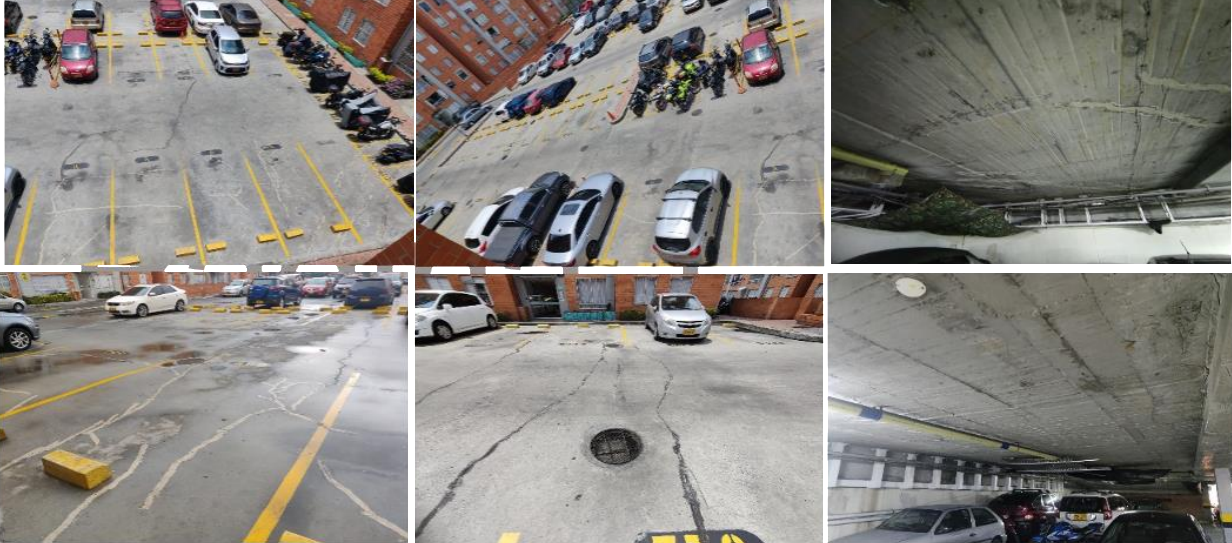
ING. OLGA VANEGAS

ELABORADO:

Ing. Wilson Javier Bustos Rojas
Ing. Daniel Fernando Mora Núñez
Ing. Juan Sebastián Rico Rodríguez
Ing. Oscar Andrés Sarmiento González

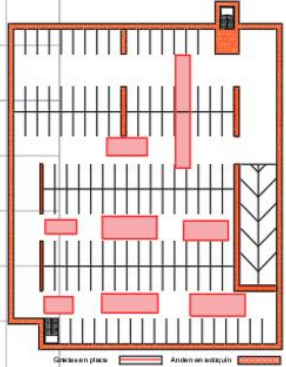
001 DE 005

- Ficha grietas y fisuras

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	LESIÓN DE GRIETAS Y FISURAS		FICHA NO. 01				
	PROYECTO: INFORME PATOLÓGICO ÁREA DE PARQUEADEROS DEL CONJUNTO RESIDENCIAL AGRUPACIÓN SAN MARCOS LOCALIDAD DE SUBA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C.		LOCALIZACIÓN: CALLE 139 #94-90	FECHA: 10-06-2024			
LOCALIZACIÓN	IMAGEN DE LA LESIÓN						
 PLANTA NIVEL 1 PARQUEADEROS GRIETAS PIANTA ZONA DE PARQUEADEROS NIVEL 1 TIPO DE LESIÓN: GRIETAS Y FISURAS ZONA DE PARQUEADEROS COMUNALES NIVEL 1 AREA DE 2.700 M2							
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	CLASIFICACIÓN CAUSA						
LESIÓN CONTRAÍDOS: Grietas en elemento estructural, placa de entrepiso; Se evidencia que algunas de estas se realizó intervención de aplicación de resina epoxica, pero se calcan en la parte inferior de la placa, es decir que se encuentra activa TIPO DE LESIÓN: GRIETAS Y FISURAS Origen de la lesión: mecánicas - Por dilatación y contracción Distinción de la lesión: Primaria Clasificación de la lesión: Moderada	DIRECTA Mecánicas por sobrecargas de los vehículos	INDIRECTA Errores de diseño: No se contempló vigas o riostras transversales para rigidizar la losa de entrepiso	PREDIAGNOSTICO Se evidencian grietas principales transversales como longitudinales a lo largo de la placa de las cuales se derivan grietas de menor espesor, como también aparición de grietas en zonas perimetrales	ELIMINACIÓN CAUSA	PREVENCIÓN - INTERVENCIÓN <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1577 1063 1738 1219"> REPARACIÓN EFECTO - Realizar ensayos destructivos y no destructivos y determinar los análisis de resultados - inyección de aplicación de resina epoxica </td> <td data-bbox="1738 1063 1900 1219"> PREVENCIÓN - Inspección periódica para revisar la presencia de mas fisuras - Instalar testigos para determinar si las grietas presentes están activas </td> </tr> </table>	REPARACIÓN EFECTO - Realizar ensayos destructivos y no destructivos y determinar los análisis de resultados - inyección de aplicación de resina epoxica	PREVENCIÓN - Inspección periódica para revisar la presencia de mas fisuras - Instalar testigos para determinar si las grietas presentes están activas
REPARACIÓN EFECTO - Realizar ensayos destructivos y no destructivos y determinar los análisis de resultados - inyección de aplicación de resina epoxica	PREVENCIÓN - Inspección periódica para revisar la presencia de mas fisuras - Instalar testigos para determinar si las grietas presentes están activas						

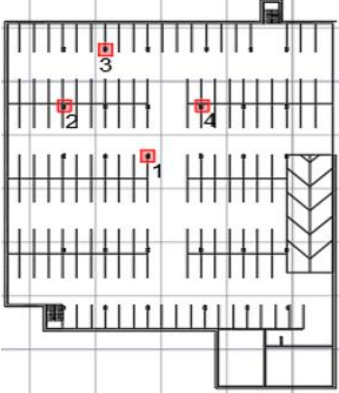
Nota. Elaboración propia, 2025

- Ficha pandeo en losa

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS	LESIÓN DE PANDEO EN LOSA		FICHA NO. 02			
	PROYECTO: INFORME PATOLÓGICO ÁREA DE PARQUEADEROS DEL CONJUNTO RESIDENCIAL AGRUPACIÓN SAN MARCOS LOCALIDAD DE SUBA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C.		LOCALIZACIÓN: CALLE 139 #94-90	FECHA: 10-06-2024		
LOCALIZACIÓN	IMAGEN DE LA LESIÓN					
 PLANTA NIVEL 1 PARQUEADEROS PANDEO PLANTA ZONA DE PARQUEADEROS NIVEL 1 TIPO DE LESIÓN: PANDEO EN LOSA DE NIVEL 1 ZONA DE PARQUEADEROS COMUNALES NIVEL 1 AREA DE 2.700 M2						
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	CLASIFICACIÓN CAUSA					
LESIÓN ACCIDENTEL: andeo en losa de la placa de entrepiso; se evidencia que este pandeo se genera en el costado transversal de la losa, es decir donde no se encuentran vigas ni viguetas en la losa de entrepiso AGRAVANTES POSIBLES Origen de la lesión: Mecánica - Por cargas Distinción de la lesión: Primaria Clasificación de la lesión: Leve	DIRECTA	INDIRECTA	PREDIAGNOSTICO	ELIMINACIÓN CAUSA	REPARACIÓN EFECTO	PREVENCIÓN
	Mecánicas por sobrecargas de los vehículos	Errores de diseño: No se contempló vigas o riostras transversales para rigidizar la losa de entrepiso	Se evidencian errores de diseño, puesto que esta losa no tiene vigas o riostras (solo vigas longitudinales) generando que esta no tenga rigidez y por causa de las cargas de los vehículos se genere un pandeo	Para eliminar la causa se debe realizar un reforzamiento estructural donde se intervenga las vigas o se adicionen elementos que permitan rigidizar la losa	Reforzar las conexiones entre elementos estructurales incorporando vigas en concreto o IP para rigidizar la estructura	- Realizar levantamiento topográfico periódicamente para determinar las deflexiones de la losa y si estas están llegan a su máxima deformación estructural

Nota. Elaboración propia, 2025

- Ficha de fisuras en columnas

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS INSTITUTO VECES DE LA EDUCACIÓN Y LA CULTURA	LESIÓN DE FISURAS EN COLUMNAS SÓTANO		FICHA NO. 04		
	PROYECTO: INFORME PATOLÓGICO ÁREA DE PARQUEADEROS DEL CONJUNTO RESIDENCIAL AGRUPACIÓN SAN MARCOS LOCALIDAD DE SUBA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C.		LOCALIZACIÓN: CALLE 139 #94-90	FECHA: 10-06-2024	
LOCALIZACIÓN	IMAGEN DE LA LESIÓN				
 PLANTA SÓTANO PARQUEADEROS FISURAS EN COLUMNAS PLANTA ZONA DE PARQUEADEROS SÓTANO TIPO DE LESIÓN: FISURAS EN COLUMNAS ZONA DE PARQUEADEROS COMUNALES SÓTANO AREA DE 2.700 M2					
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	CLASIFICACIÓN CAUSA				
LESIÓN ACCIDENTAL: Fisuras en columnas de sótano, estos elementos se encuentran pañetados y las fisuras se presentan en la parte superior de los elementos verticales, esto provoca el desprendimiento de los revoques adheridos a la estructura. AGRAVANTES POSIBLES Origen de la lesión: Mecánica - por cargas Distinción de la lesión: Primaria Clasificación de la lesión: Leve	DIRECTA	INDIRECTA	PREDIAGNOSTICO	PREVENCIÓN - INTERVENCIÓN	
	Mecánicas por sobrecargas de los vehículos	Defectos de diseño, puesto que no se tenía contemplado las solicitaciones de cargas de acuerdo a las necesidades de usos, por lo que no se contemplo la cuantía de refuerzo necesaria	Fisuras superficiales en parte superior de los elementos verticales en sentido trasversal y longitudinal. causa de estas grietas es la ausencia de estribos en la columna en determinadas zonas	ELIMINACIÓN CAUSA Para eliminar la causa se debe realizar un reforzamiento estructural en los elementos verticales	REPARACIÓN EFECTO Reforzar las conexiones entre elementos estructurales, como columnas y vigas, mediante la instalación de placas de acero, conectores metálicos o refuerzos de concreto

Nota. Elaboración propia, 2025

4.1.7. Normatividad

La normativa vigente en Colombia para edificaciones sismo resistentes está regulada por el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes (NSR-10), que establece los requisitos mínimos para garantizar la seguridad estructural. Otros lineamientos incluyen:

- Ley 400 de 1997: Normas sobre construcciones sismo resistentes.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.
- Decreto 945 de 2017: Modificaciones al reglamento NSR-10.

Según el periodo de construcción de la edificación se construye bajo los parámetros de la norma sismo resistente NSR-10 según los parámetros y reglamentos normativos de Colombia.

Tabla 1

Parámetros sísmicos del proyecto

ZONA DE AMENAZA SÍSMICA	INTERMEDIA
Por tamaño y grupo de uso	Grupo I
Unidad de construcción	Media
Aa	0,1
Av	0,15

Nota. Valores sísmicos definidos para análisis estructura, elaboración propia, 2025

4.1.8. Información existente

Dentro de la información recopilada sobre el área de parqueaderos del conjunto residencial Agrupación San Marcos, ubicado en la localidad de Suba, Bogotá D.C., se cuenta con

planos estructurales, planos arquitectónicos y planos de elementos no estructurales correspondientes a la zona que abarca el análisis del presente informe. A continuación, se presenta la lista de planos disponibles

Tabla 2

Tabla de información existente

CUADRO RESUMEN PLANOS RECIBIDOS			
ITEM	CAPITULO	SUB CAPITULO	PLANO DE REFERENCIA / CONTENIDO
1	PLANOS ESTRUCTURALES	1.1	LOCALIZACIÓN DE PILOTES Y BARRETES
		1.2	PLANTA DE CIMENTACIÓN
		1.3	PANTALLA PRE-EXCAVADA
		1.4	PLANTA PLATAFORMA REFUERZO INFERIOR
		1.5	PLANTA PLATAFORMA REFUERZO SUPERIOR
		1.6	TORONES EN SENTIDO X
		1.7	TORONES EN SENTIDO Y
		1.8	DESPIECE DE COLUMNAS, ESCALERAS Y RAMPA
		1.9	DESPIECE DE VIGAS
		1.10	PLANTAS TANQUE
2	PLANOS NO ESTRUCTURALES	2.1	ESPECIFICACIONES Y DETALLES GENERALES
3	PLANOS ARQUITECTONICOS	3.1	PLANTA ARQUITECTONICA SÓTANO 1
		3.2	PLANTA ARQUITECTONICA PISO 1
		3.3	AISLAMIENTO VECINOS
4	PLANOS URBANISMO	4.1	URBANISMO GENERAL
TOTAL PLANOS			15

Nota. Relación de planos correspondientes a la estructura en concreto, elementos no estructurales, planos arquitectónicos, y de urbanismo, Elaboración propia, 2025

4.2. CONCEPTOS LESIONES PATOLÓGICAS

Las patologías constructivas se manifiestan en una variedad de problemas que afectan el comportamiento de los elementos estructurales y no estructurales de una edificación.

Las lesiones estructurales en elementos de concreto se definen como daños o deterioros que comprometen la integridad, funcionalidad, o capacidad de carga de los elementos de concreto dentro de una estructura. Estas lesiones pueden surgir debido a causas internas (deficiencias en materiales o construcción) o externas (cargas excesivas, impacto, fenómenos naturales o agentes de deterioro).

4.2.1. Fisuramientos en elementos de concreto

Las fisuras en elementos de concreto son aberturas o separaciones lineales que se forman en la superficie o en el interior del concreto debido a tensiones que exceden su capacidad de deformación o resistencia. Estas fisuras pueden variar en tamaño, orientación y causa, y no siempre implican un problema estructural grave, aunque pueden evolucionar y afectar la funcionalidad y durabilidad del elemento si no se controlan.

4.2.2. Pandeos en losas y encharcamientos

El pandeo en losas de concreto se refiere a una deformación o abombamiento no deseado que ocurre cuando una losa delgada, generalmente bajo compresión o condiciones específicas de carga, pierde su estabilidad y desarrolla un desplazamiento lateral o una curvatura fuera de su plano original. Este fenómeno es menos común en las losas que en elementos delgados

sometidos a compresión, como columnas o muros, pero puede suceder en ciertos casos particulares.

4.2.3. Humedades y filtraciones

Causadas por impermeabilización deficiente, filtración desde la losa superior o sistemas de drenaje defectuosos.

4.2.4. Aplastamientos en elementos de concreto

El aplastamiento de columnas de concreto es un fenómeno de falla estructural que ocurre cuando la resistencia del concreto se ve superada por las cargas aplicadas, lo que lleva a un colapso por compresión en la columna. Este tipo de falla es crítico porque puede provocar el colapso total de la estructura que soporta, las causas principales del aplastamiento en columnas de concreto,

- Sobrecarga: Las cargas aplicadas son mayores que la capacidad de carga diseñada de la columna.
- Diseño deficiente: Falta de cálculo adecuado en el diseño estructural o uso de materiales de baja calidad.
- Concreto de baja resistencia: Uso de mezclas con proporciones inadecuadas o materiales de baja calidad.
- Deficiencia en la colocación del refuerzo: Refuerzo insuficiente o mal colocado que no logra confinar el concreto adecuadamente.

- Degradación del material: Factores como el envejecimiento, la exposición a agentes químicos, humedad, o corrosión del acero de refuerzo.
- Efectos de cargas dinámicas: Terremotos, vibraciones u otras fuerzas dinámicas que exceden los límites de diseño de la columna.
- Reducción de la sección efectiva: Pérdida de material por fisuración, corrosión o impacto externo.

4.3. CONCEPTOS ENSAYOS PATOLÓGICOS

Los ensayos patológicos son pruebas, análisis o evaluaciones realizadas en elementos constructivos (como concreto, acero, madera, entre otros) para identificar y diagnosticar lesiones, deterioros o problemas estructurales que afectan la funcionalidad, seguridad o durabilidad de una edificación o infraestructura. Estos ensayos se emplean en la patología de las construcciones, una disciplina que estudia las causas, mecanismos y consecuencias de los daños en los materiales y estructuras

Para realizar un diagnóstico adecuado y formular estrategias de intervención, se recomienda llevar a cabo los siguientes ensayos

4.3.1. Ensayos destructivos

- **Extracción de núcleos:** Este ensayo permite obtener muestras cilíndricas de concreto para evaluar su resistencia a la compresión y su calidad general.

4.3.2. Ensayos no destructivos

- **Ultrasonido:** Utilizado para medir la velocidad de propagación de ondas en el concreto, este ensayo permite identificar fisuras internas, su profundidad y discontinuidades en los materiales.
- **Escáner para concreto (ferroscan):** Este ensayo mide la distribución y cobertura del acero de refuerzo, permitiendo identificar deficiencias en su ubicación o cantidad.

4.4. CONCEPTOS DE INTERVENCIÓN

En la patología de la construcción, los conceptos de intervención se refieren a las acciones diseñadas para diagnosticar, reparar, y prevenir daños en elementos estructurales o no estructurales de una edificación. Estas intervenciones se realizan con el objetivo de restaurar la funcionalidad, seguridad y durabilidad de las estructuras afectadas por agentes como el deterioro material, defectos de diseño, errores de construcción, o condiciones ambientales adversas.

Las intervenciones pueden clasificarse en tres categorías principales

4.4.1. Correctivas

Dirigidas a reparar daños existentes en la estructura, como grietas, desprendimientos o fallas funcionales.

4.4.2. Preventivas

Diseñadas para evitar la aparición de nuevas patologías mediante el mantenimiento periódico y la aplicación de tratamientos protectores.

4.4.3. Rehabilitadoras

Orientadas a devolver a la estructura sus condiciones originales o mejorar su desempeño mediante refuerzos, reconstrucción o modificaciones específicas.

Cada intervención debe basarse en un diagnóstico técnico detallado, considerando las características del material, la gravedad de las afectaciones y el uso previsto de la estructura, para garantizar soluciones efectivas y sostenibles.

4.4.4. Reparación

Acción tomada para restaurar a un nivel aceptable la funcionalidad actual de una estructura o sus componentes que están ya sea defectuosos, deteriorados, degradados o dañados de alguna manera y sin restricción sobre los materiales o métodos empleados

4.4.5. Intervención

Según el periodo de construcción de la edificación se construye bajo los parámetros de la norma sismo resistente NSR-10 según los parámetros y reglamentos normativos de Colombia.

4.4.6. Reforzamiento estructural

El reforzamiento estructural es un proceso diseñado para mejorar la capacidad de carga, la resistencia sísmica y la estabilidad general de una estructura existente. Se lleva a cabo cuando una edificación presenta deficiencias estructurales, tales como fisuras, grietas, corrosión de armaduras u otros daños que comprometen su integridad y seguridad.

El refuerzo estructural puede implicar varias técnicas y métodos, entre los cuales se incluyen;

- Refuerzo adicional en elementos principales de la estructura
- Encamisado de elementos estructurales
- Engrosamiento de elementos
- Instalación de refuerzo en fibra de carbono
- Consolidación de elementos estructurales
- Reforzamiento de conexiones

4.5. MARCO LEGAL

- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Norma Sismorresistente NSR-10*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Colombia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2018). *Norma Colombiana de Diseño y Construcción de Obras Civiles NTC 1500*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.
- Colombia. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2009). *Norma Técnica Colombiana NTC 4010 - Resistencia de Materiales para Concreto*. Bogotá, Colombia: ICONTEC.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación es descriptivo-exploratorio, ya que tiene como objetivo identificar y documentar las patologías estructurales presentes en el parqueadero del Conjunto San Marcos mediante una inspección visual detallada, comparando lo observado con los planos de construcción existentes, y complementado con ensayos técnicos específicos sobre los materiales y estructuras afectadas. Este diseño es adecuado, ya que permite caracterizar el estado actual de la infraestructura y explorar posibles causas de los daños, proporcionando datos para futuras intervenciones y soluciones.

5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de estudio está constituida por la estructura completa del parqueadero de dos niveles del Conjunto San Marcos, en Bogotá. La muestra estará centrada en las áreas más afectadas por las patologías, específicamente en las columnas de soporte que presentan aplastamiento y las losas superior e inferior donde se observan pandeos y fisuras. Se seleccionarán varias muestras representativas de estas zonas para realizar los ensayos de extracción de núcleos, escáner, y ultrasonido.

Los puntos de muestreo se escogerán en base a la severidad visible de las patologías y la accesibilidad para las pruebas.

5.3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los métodos de recolección de datos incluyen:

- **Inspección Visual:** Se llevará a cabo una inspección visual detallada para identificar las fisuras, pandeos en las losas y signos de aplastamiento en las columnas. Se compararán las condiciones observadas con los planos de la construcción original para identificar discrepancias.
- **Extracción de Núcleos:** Se realizarán extracciones de núcleos en las columnas y en la losa para analizar la resistencia del concreto mediante pruebas de laboratorio.
- **Escáner:** Estas pruebas consisten en la obtención de la localización, diámetro y recubrimiento de la armadura de refuerzo
- **Ultrasonido:** Se emplearán ensayos de ultrasonido para evaluar la integridad y posible presencia de fisuras internas en las losas y columnas, determinando su profundidad y extensión. Así como la resistencia a la compresión de los elementos analizados

5.4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información obtenida de los ensayos será procesada y organizada en función de las áreas específicas afectadas. Se compararán los resultados de los ensayos de extracción de núcleos y esclerometría con los estándares de resistencia del concreto para determinar su calidad y

capacidad de carga. Las mediciones de ultrasonido serán procesadas para identificar patrones de fisuras internas y su posible relación con los daños visibles. Los resultados de la inspección visual serán correlacionados con los datos de los ensayos técnicos para establecer una relación entre las patologías observadas y las posibles causas subyacentes. Toda esta información será organizada en tablas y gráficos para una fácil interpretación.

5.5. ANÁLISIS DE DATOS DE LA INVESTIGACIÓN

El análisis de los datos se realizará mediante técnicas estadísticas descriptivas y de correlación. Se emplearán análisis de regresión para identificar la relación entre las condiciones del material (a partir de los ensayos de resistencia y ultrasonido) y la severidad de las patologías observadas. Además, se realizará un análisis comparativo entre las condiciones actuales de la estructura y los datos reportados en los planos originales para determinar posibles defectos de diseño o construcción. Los resultados del análisis ayudarán a identificar patrones de deterioro, determinar las causas más probables del aplastamiento de las columnas y las fisuras en las losas, y plantear posibles soluciones estructurales adecuadas para restaurar la integridad y seguridad de la edificación. Así mismo todo quedara reportado mediante fichas realizadas por los autores que den la información recolectada en todos los ámbitos investigativos

6. DESARROLLO

6.1. ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO

Para determinar la resistencia a la compresión del concreto en elementos como la placa de concreto ubicada en el nivel de piso 1 (nivel +0.00 m) y las columnas en el nivel de sótano 1 (nivel -3.00 m), se han contemplado los siguientes ensayos

- **Losa de concreto piso 1 (nivel +0.00 m)**

De acuerdo con el diseño de la losa de concreto especificado en los planos estructurales, se observa que el refuerzo de este elemento está conformado por un sistema post-instalado de cables de acero. Por esta razón, para determinar la resistencia del concreto se empleará un ensayo no destructivo, como el ensayo de ultrasonido. Esto se debe a que, al utilizar un ensayo destructivo, como la extracción de núcleos, se podría comprometer la estabilidad de la estructura al afectar los cables de acero que conforman el sistema de refuerzo

- **Columnas de concreto sótano 1 (nivel -3.00 m)**

Para determinar la resistencia del concreto en estos elementos, y de acuerdo con la distribución de los aceros establecida en los diseños estructurales, se utilizará un ferro escáner para identificar la ubicación exacta de los refuerzos. Posteriormente, se realizará la extracción de núcleos en la parte media de los elementos previamente definidos, garantizando que no se afecten los refuerzos estructurales

6.2. ENSAYOS PARA DETERMINAR LA PROFUNDIDAD DE FISURAS

Para determinar la profundidad de fisuras presentadas en elementos como la placa de concreto ubicada en el nivel de piso 1 (nivel +0.00 m) y las columnas en el nivel de sótano 1 (nivel -3.00 m), se han contemplado los siguientes ensayos

- **Losa de concreto piso 1 (nivel +0.00 m), y columnas de concreto sótano 1 (nivel -3.00 m)**

Para determinar la profundidad de las fisuras presentes en los elementos mencionados, se utilizará el ensayo de ultrasonido, una técnica no destructiva que permitirá evaluar la extensión de las fisuras en varios puntos clave de la losa del piso 1 y en la parte superior de las columnas ubicadas en el nivel del sótano 1. Este método proporcionará información precisa sobre la profundidad de las fisuras, permitiendo una evaluación detallada del estado estructural sin comprometer la integridad de los elementos.

6.3. ESTUDIO CONFIGURACIÓN ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS

Para determinar la configuración del acero de refuerzo utilizado en la construcción de las columnas en el nivel del sótano 1 (nivel -3.00 m), se empleará el ensayo de escáner, una técnica no destructiva que permitirá identificar la ubicación y el diámetro de las barras de acero presentes en estos elementos. Este ensayo proporcionará una evaluación precisa y detallada del refuerzo estructural, permitiendo verificar la distribución y características del acero sin necesidad de realizar perforaciones o intervenciones invasivas en las columnas

7. RESULTADOS

7.1. ENSAYOS DE EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los ensayos de extracción de núcleos, se seleccionaron seis columnas ubicadas en el nivel del sótano uno, con el objetivo de evaluar la resistencia a la compresión del concreto y compararla con lo especificado en el diseño estructural. Las columnas elegidas corresponden a las ubicadas en los ejes 5C, 7C, 2D, 4D, 5E y 4F

Tabla 3

Consolidado de resultados ensayos de extracción de núcleos

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NÚCLEOS DE CONCRETO							
Identificación muestra	Und	1	2	3	4	5	6
Localización	-	COLUMNA EJE 5C	COLUMNA EJE 7C	COLUMNA EJE 2D	COLUMNA EJE 4D	COLUMNA EJE 5E	COLUMNA EJE 4F
Fecha de toma	-	2024-10-17	2024-10-17	2024-10-17	2024-10-17	2024-10-17	2024-10-17
Orden de trabajo	-	8479	8479	8479	8479	8479	8479
Fecha de recepción	-	2024-10-17	2024-10-17	2024-10-17	2024-10-17	2024-10-17	2024-10-17
Fecha de ensayo	-	2024-10-24	2024-10-24	2024-10-24	2024-10-24	2024-10-24	2024-10-24
Diámetro	mm	61,5	61,3	61,3	61,3	61,3	61,4
Longitud	mm	120,8	120,7	119,4	121,8	119,9	120,0
Longitud refrentado	mm	124,9	125,0	124,0	125,5	124,2	124,7
Área	mm ²	2970	2951	2955	2951	2952	2960
Relación L/D	-	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Masa de la probeta	kg	0,781	0,771	0,760	0,798	0,762	0,764
Masa unitaria	kg/m ³	2177	2165	2154	2221	2153	2151
Factor de corrección	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Carga	kN	64.47	63.13	59.37	56.81	64.49	62.72
Tipo de falla	-	4	3	3	3	4	4
Resistencia a la compresión	MPa	21.71	21.39	20.09	19.25	21.85	21.19
	PSI	3101	3056	2870	2750	3121	3027

7.2. ENSAYOS DE ULTRASONIDO (OBTENCIÓN RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO)

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos de ultrasonido realizados en la placa del piso 1 (plataforma a nivel +0.00 m). Se seleccionaron 10 puntos distribuidos en toda el área de la placa, con el objetivo de evaluar la resistencia a la compresión del concreto y compararla con los valores especificados en el diseño estructural.

Figura 10

Resultados ensayos ultrasonido - resistencia concreto





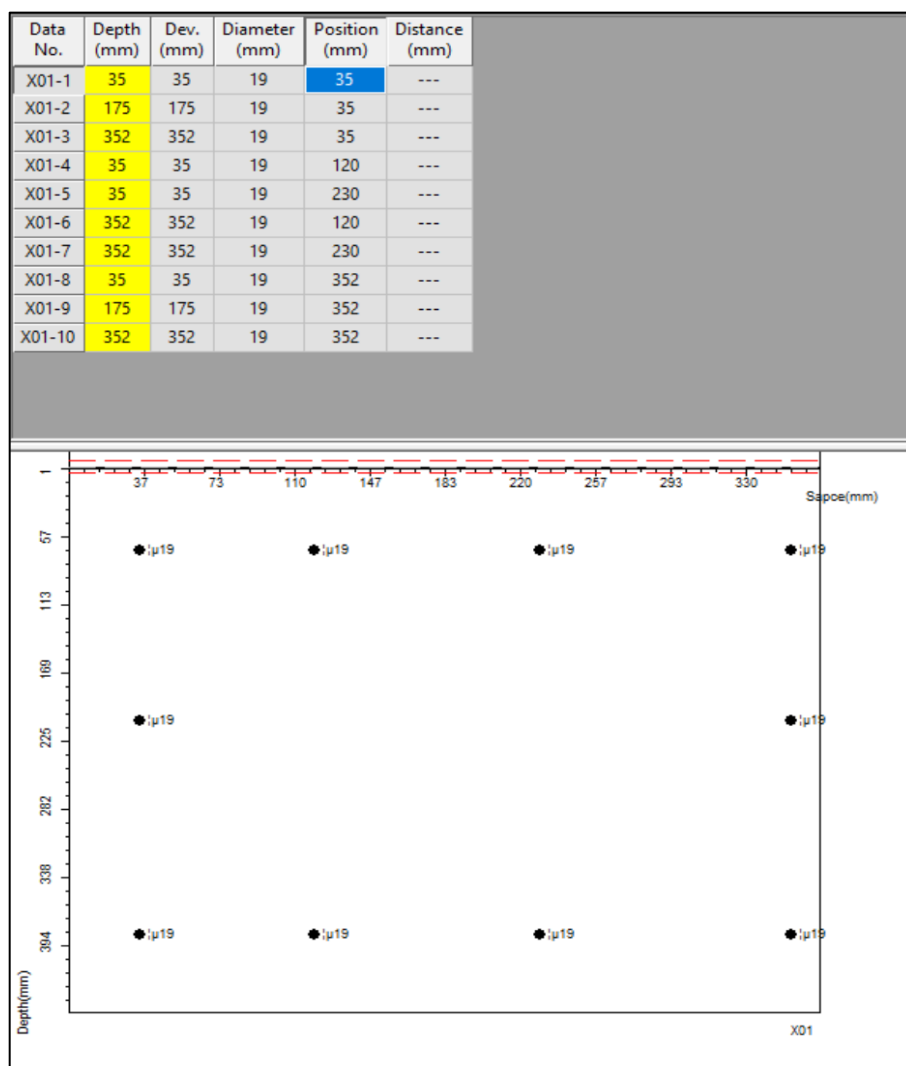
Nota. Las imágenes muestran los resultados de los ensayos de ultrasonido realizados en campo para la placa del piso 1 (plataforma a nivel +0.00 m), elaboración propia, 2025

7.3. ENSAYOS DE ESCÁNER (DISTRIBUCIÓN DE REFUERZO Y DIÁMETRO DE ACERO EN LA CONSTRUCCIÓN DE COLUMNAS)

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos de escáner realizados a las columnas ubicadas en los ejes 5C, 2D, y 4F, con el fin de determinar la ubicación y el diámetro de las barras de acero utilizadas en la construcción de estos elementos

Figura 11

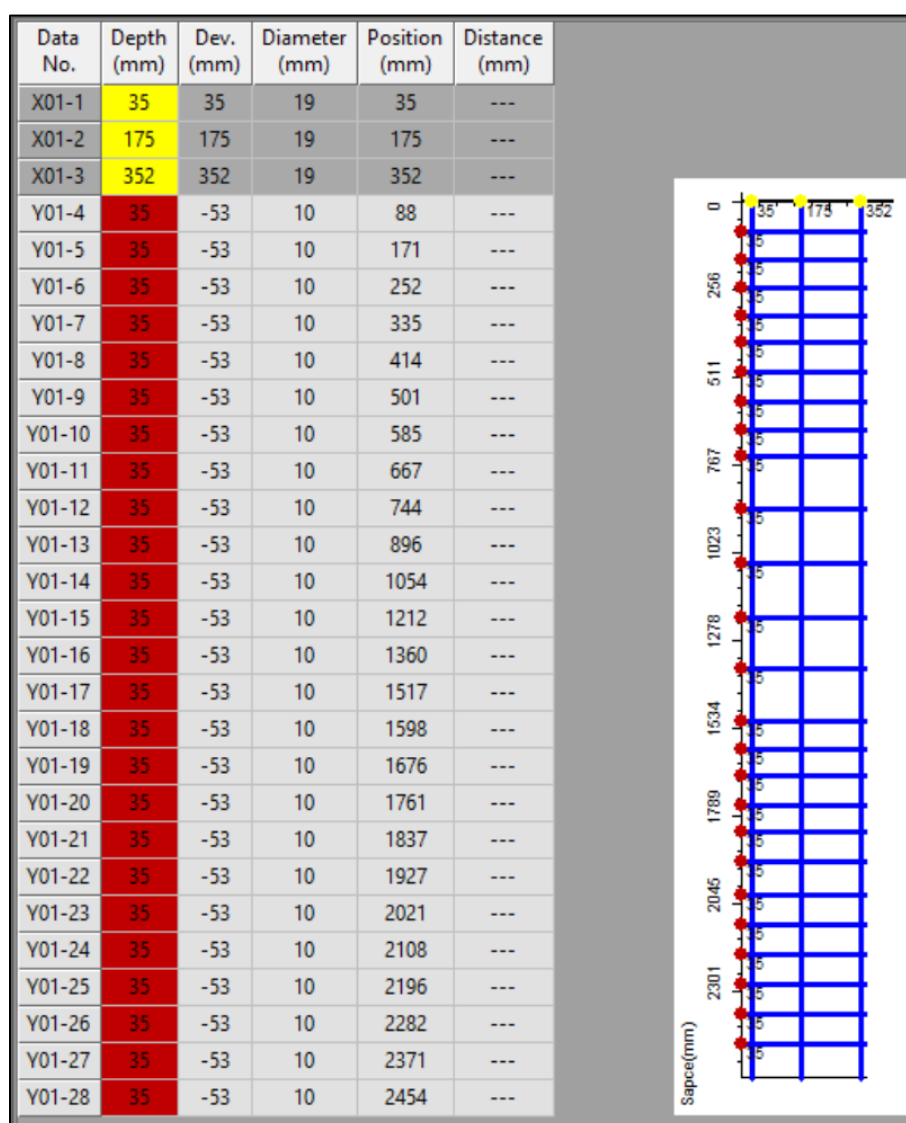
Resultados escáner ubicación en planta del acero refuerzo columna 5C



Nota. La imagen muestra los resultados de los ensayos de escáner para determinar la distribución del acero de refuerzo de columnas ubicadas en la zona del sótano 1 (nivel -3.00 m), elaboración propia, 2025

Figura 12

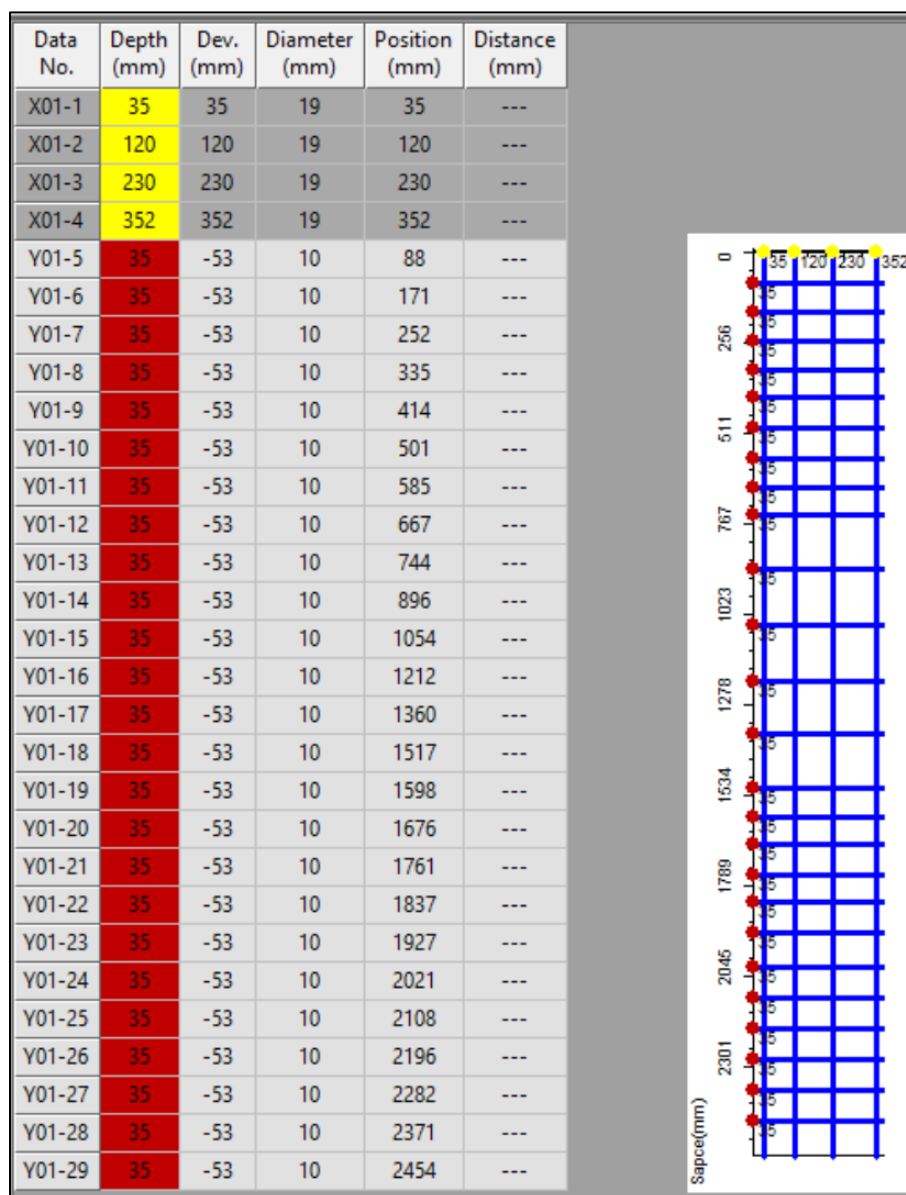
Ubicación acero de refuerzo columna 5C – cara 1



Nota. La imagen muestra los resultados de los ensayos de escáner para determinar la distribución del acero de refuerzo de columnas ubicadas en la zona del sótano 1 (nivel -3.00 m), elaboración propia, 2025

Figura 13

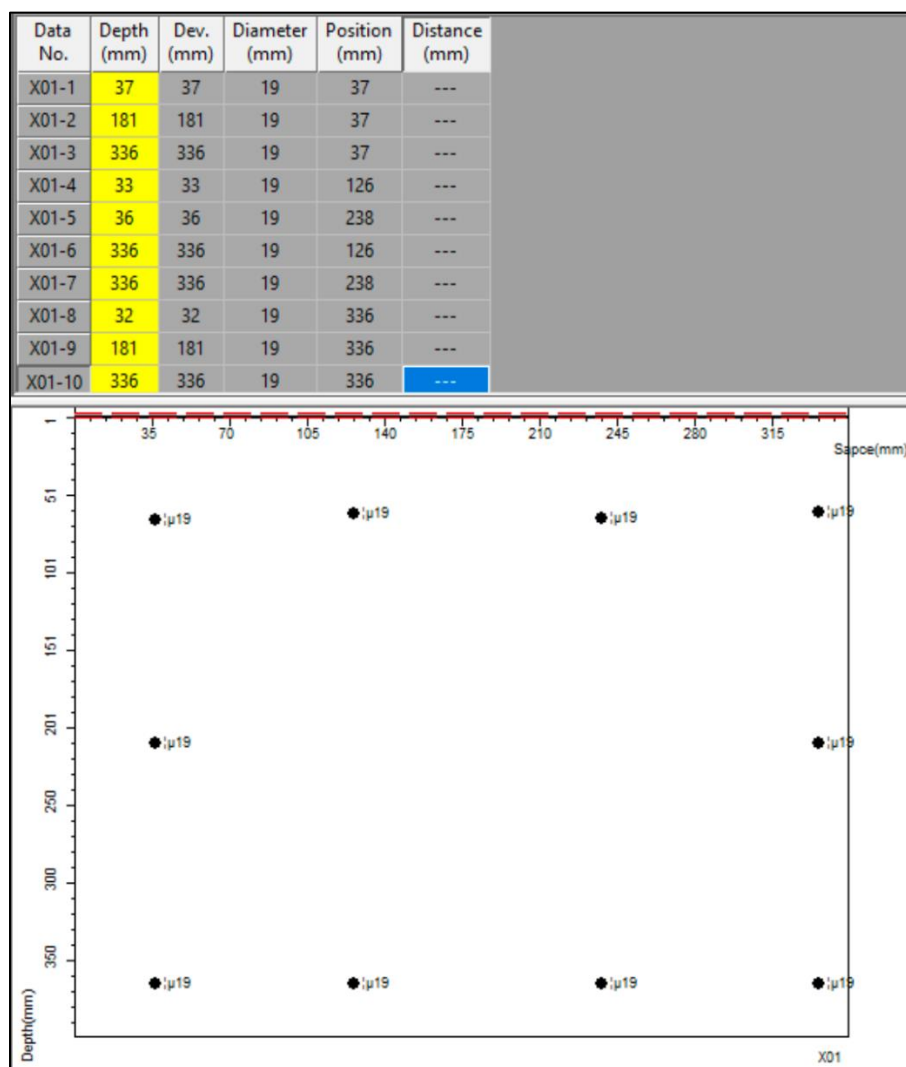
Ubicación acero de refuerzo columna 5C – cara 2



Nota. La imagen muestra los resultados de los ensayos de escáner para determinar la distribución del acero de refuerzo de columnas ubicadas en la zona del sótano 1 (nivel -3.00 m), elaboración propia, 2025

Figura 14

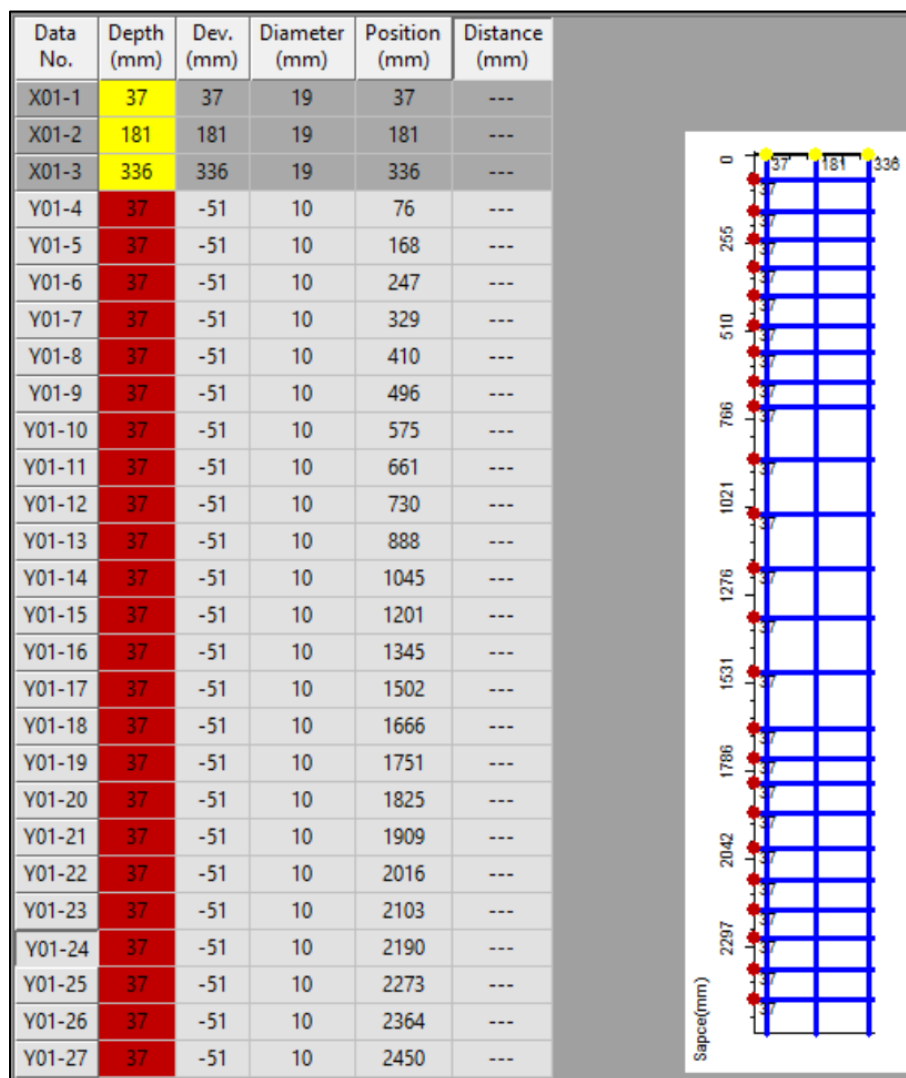
Resultados escáner ubicación en planta del acero refuerzo columna 2C



Nota. La imagen muestra los resultados de los ensayos de escáner para determinar la distribución del acero de refuerzo de columnas ubicadas en la zona del sótano 1 (nivel -3.00 m), elaboración propia, 2025

Figura 15

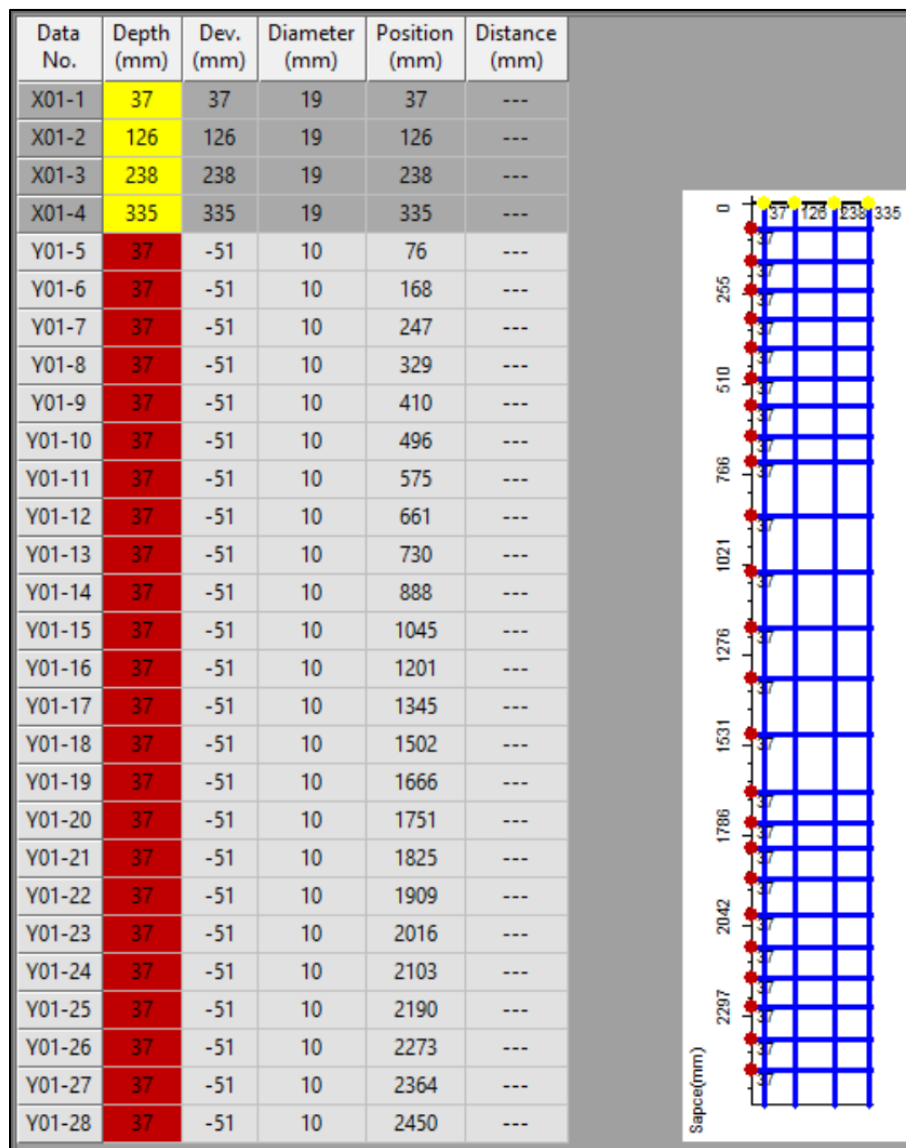
Ubicación acero de refuerzo columna 2D – cara 1



Nota. La imagen muestra los resultados de los ensayos de escáner para determinar la distribución del acero de refuerzo de columnas ubicadas en la zona del sótano 1 (nivel -3.00 m), elaboración propia, 2025

Figura 16

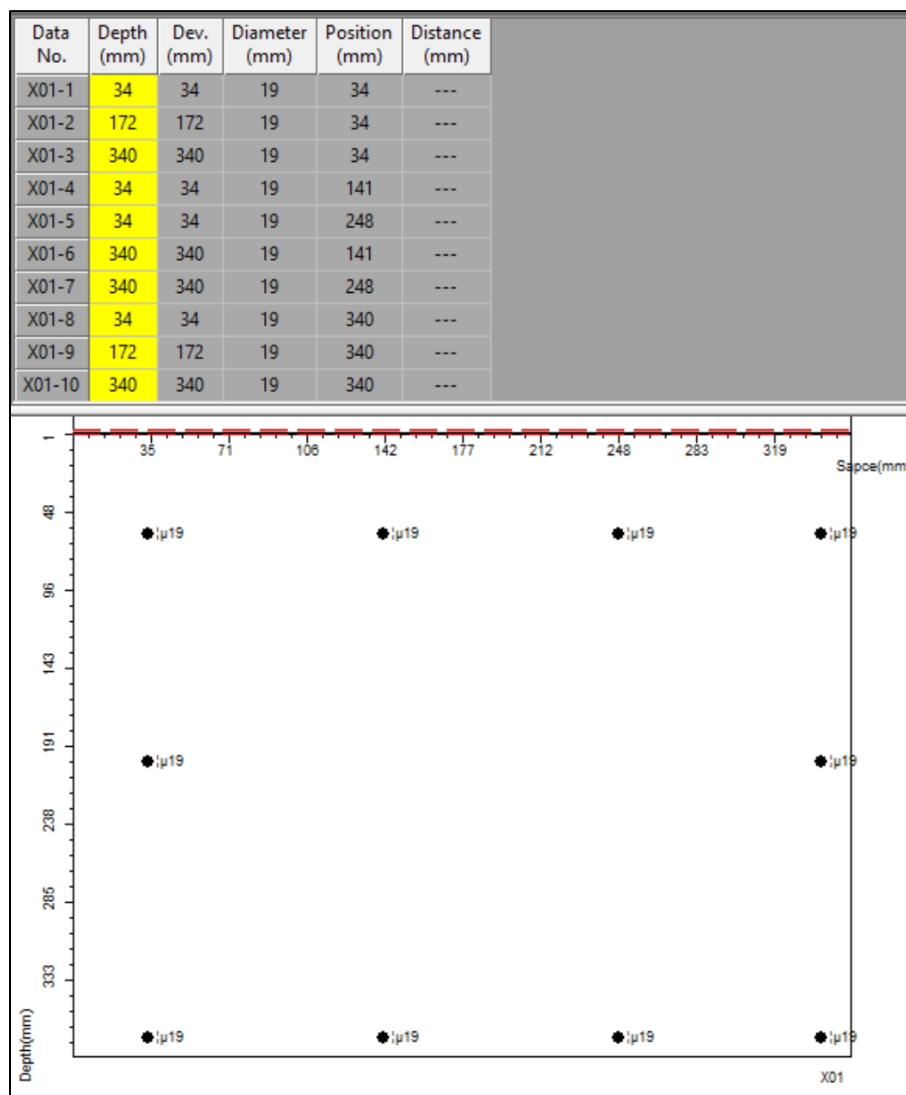
Ubicación acero de refuerzo columna 2D – cara 2



Nota. La imagen muestra los resultados de los ensayos de escáner para determinar la distribución del acero de refuerzo de columnas ubicadas en la zona del sótano 1 (nivel -3.00 m), elaboración propia, 2025

Figura 17

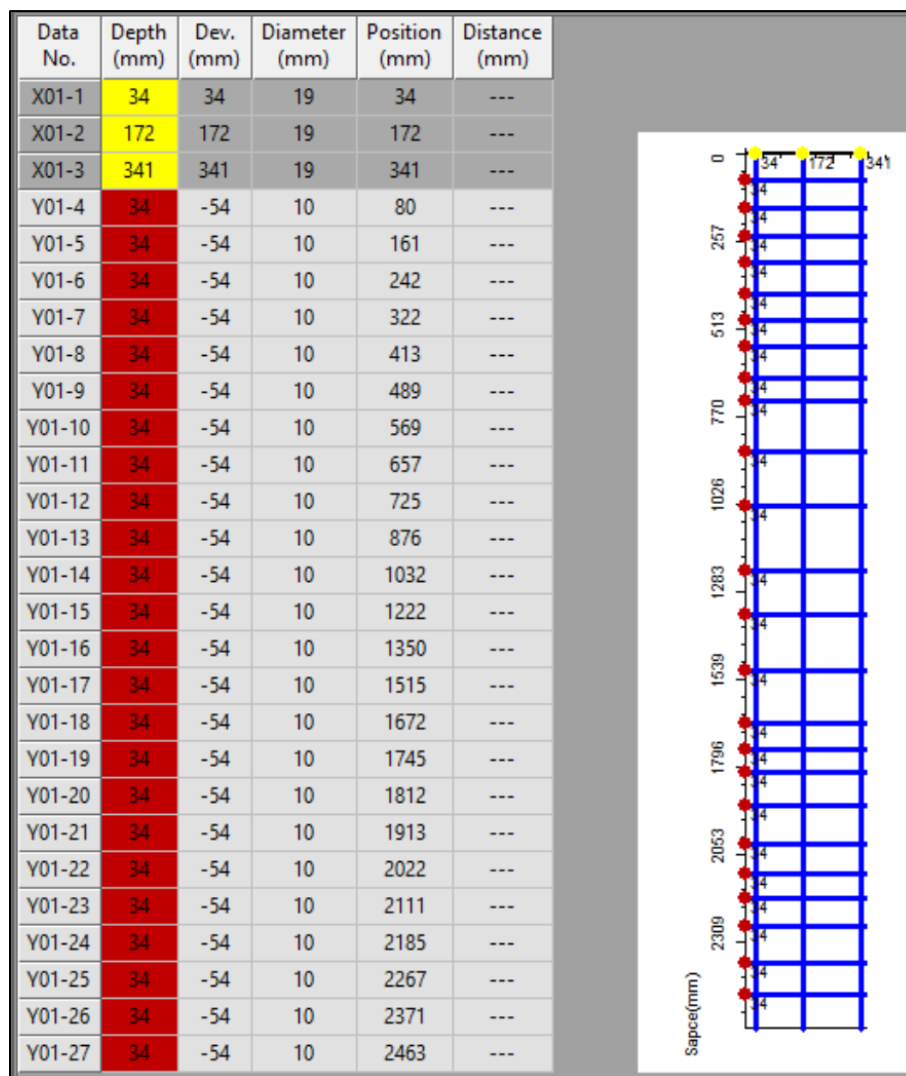
Resultados escáner ubicación en planta del acero refuerzo columna 4F



Nota. La imagen muestra los resultados de los ensayos de escáner para determinar la distribución del acero de refuerzo de columnas ubicadas en la zona del sótano 1 (nivel -3.00 m), elaboración propia, 2025

Figura 18

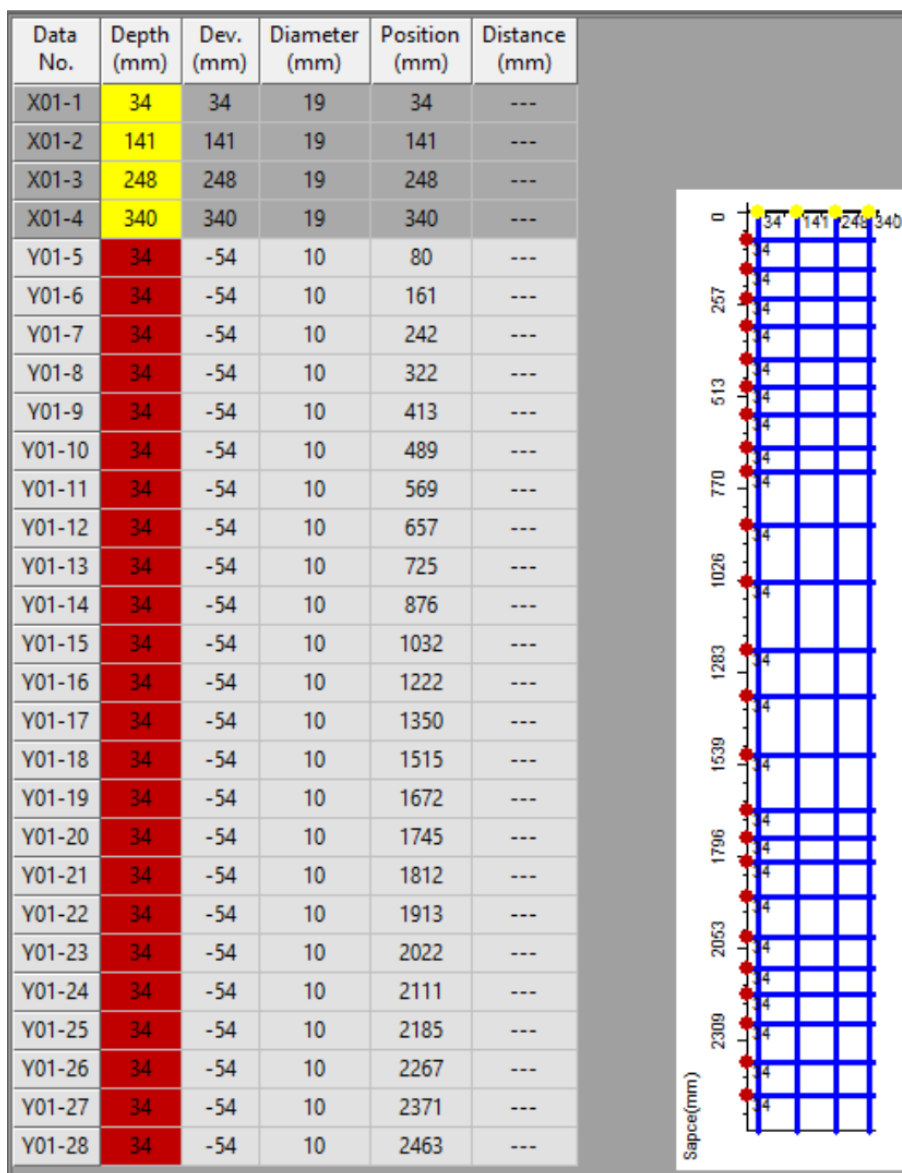
Ubicación acero de refuerzo columna 4F- cara 1



Nota. La imagen muestra los resultados de los ensayos de escáner para determinar la distribución del acero de refuerzo de columnas ubicadas en la zona del sótano 1 (nivel -3.00 m), elaboración propia, 2025

Figura 19

Ubicación acero de refuerzo columna 4F- cara 2



Nota. La imagen muestra los resultados de los ensayos de escáner para determinar la distribución del acero de refuerzo de columnas ubicadas en la zona del sótano 1 (nivel -3.00 m), elaboración propia, 2025

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

8.1. ENSAYOS DE EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS

Conforme a lo dispuesto en el numeral C.5.6.5.4 del Reglamento de Construcción Sismo Resistente NSR-10, se llevaron a cabo ensayos de extracción de núcleos en elementos estructurales seleccionados, con el fin de verificar que la resistencia a la compresión del concreto cumpla con los valores especificados en el diseño estructural y que, en general, los elementos estructurales mantengan su capacidad para resistir cargas durante un evento sísmico

- Los ensayos fueron realizados a los siguientes elementos de concreto:

Columnas ubicadas en los ejes, Eje 5C, Eje 7C, Eje 2D, Eje 4D, Eje 5E, y Eje 4F

Estos elementos fueron seleccionados debido a su representatividad dentro de la estructura, lo que asegura una evaluación precisa y representativa del comportamiento del concreto en la edificación

Tabla 4

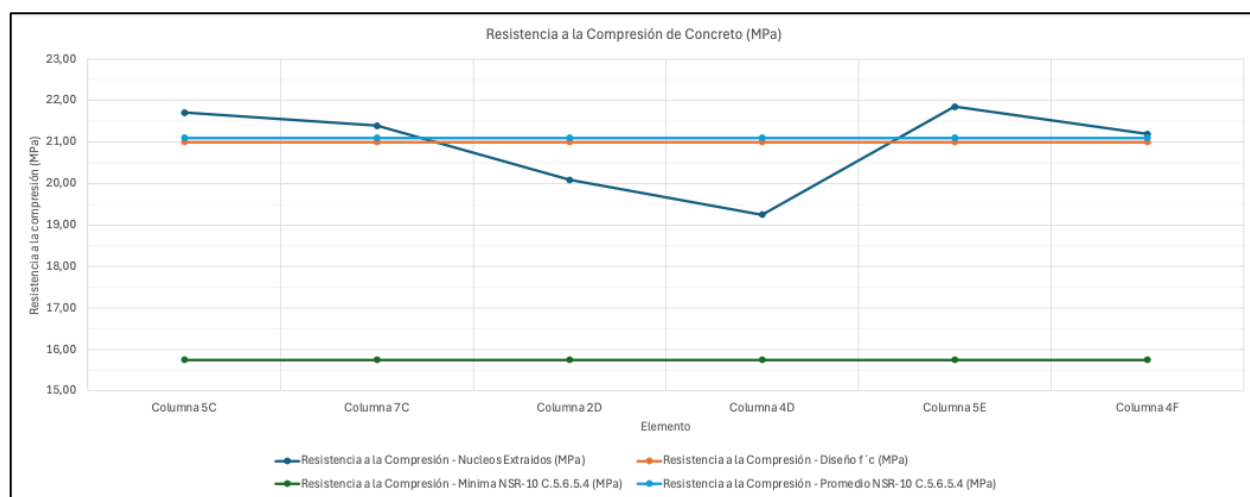
Consolidado resultados ensayos de compresión de cilindros de concreto

Elemento	Resistencia a la Compresión (MPa)	Requisito NSR-10 (C.5.6.5.4)	Cumple con los requisitos?
Columna 5C	21,71	15,75 MPa mínimo	Sí
Columna 7C	21,39	15,75 MPa mínimo	Sí
Columna 2D	20,09	15,75 MPa mínimo	Sí
Columna 4D	19,25	15,75 MPa mínimo	Sí
Columna 5E	21,85	15,75 MPa mínimo	Sí
Columna 4F	21,19	15,75 MPa mínimo	Sí

Nota. La tabla muestra el consolidado de resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión de cilindros de concreto obtenidos de los núcleos extraídos a elementos verticales a nivel de sótano 1 (nivel -3.00 m), elaboración propia, 2025

Figura 20

Grafica de resistencia a la compresión de cilindros de concreto



Nota. La figura muestra los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión de concreto comparándolos con los valores dados en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 C.5.6.5.4, elaboración propia, 2025

De acuerdo con los resultados obtenidos de los ensayos de extracción de núcleos, todos los elementos evaluados presentaron resistencias a la compresión alrededor de los 21 MPa (ningún resultado individual por debajo del 75% de $f'c$) establecidos por el Reglamento de Construcción Sismo Resistente NSR-10 en el numeral C.5.6.5.4. Esto indica que las columnas cumplen con los requisitos de resistencia establecidos en el diseño estructural y son aptas para resistir las cargas sísmicas durante un evento sísmico

Asimismo, el promedio de las muestras analizadas supera el valor de la resistencia de diseño especificada en los planos, que es de 21 MPa (3000 psi). Esto indica que la resistencia del concreto en los elementos evaluados es superior a la especificada en el diseño, lo cual es un indicio positivo de la calidad del material utilizado y de la correcta ejecución de la obra. Este resultado sugiere que la estructura cuenta con un margen de seguridad adicional en términos de resistencia, lo que contribuye a la estabilidad y durabilidad del conjunto

8.2. ENSAYOS DE ULTRASONIDO (OBTENCIÓN RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO)

Los resultados obtenidos de los ensayos de ultrasonido realizados para verificar la resistencia del concreto de la placa de la plataforma a nivel +0.00 m indican que la resistencia cumple con la resistencia de diseño de 3000 psi (21 MPa). El promedio encontrado de la resistencia a compresión de los elementos en estudio de la edificación es de 22.61 MPa, lo que demuestra que el concreto cumple con los requisitos establecidos en el diseño estructural y se encuentra dentro de los parámetros adecuados para garantizar su desempeño y seguridad.

Tabla 5

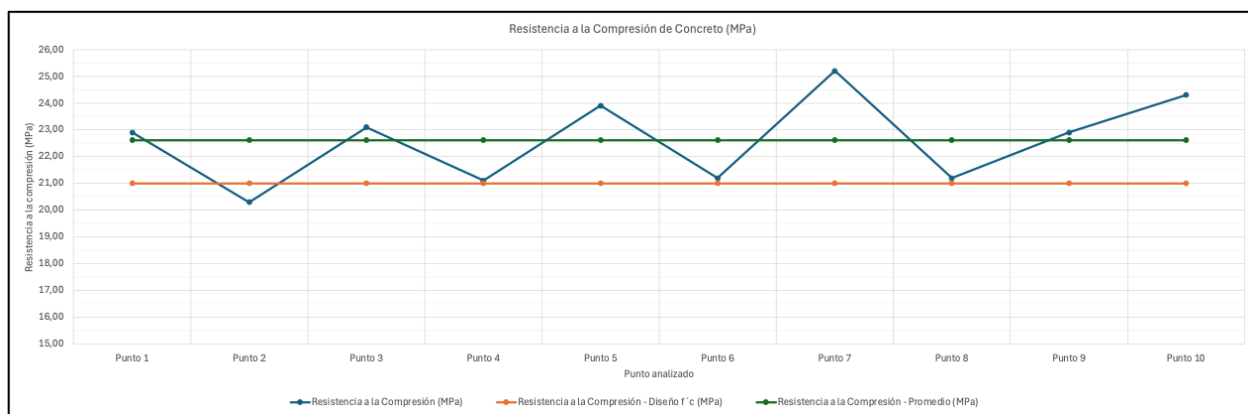
 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS CENTRO ACADÉMICO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	ESTUDIO DE ULTRASONIDO		FICHA NO. 04			
PROYECTO: INFORME PATOLÓGICO ÁREA DE PARQUEADEROS DEL CONJUNTO RESIDENCIAL AGRUPACIÓN SAN MARCOS LOCALIDAD DE SUBA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C.		LOCALIZACIÓN: CALLE 139 #94-90		FECHA: 12-11-2024		
LOCALIZACIÓN	IMAGEN DE LA LESIÓN					
 PLANTA SÓTANO PARQUEADEROS FISURAS EN COLUMNAS	PISO 1 columna F2  PISO 1 columna F4  PISO 2 columna F2  PISO 2 columna F4  PISO 1 columna E1  PISO 1 columna E2 					
PLANTA ZONA DE PARQUEADEROS SÓTANO						
TIPO DE LESIÓN: FISURAS EN COLUMNAS						
ZONA DE PARQUEADEROS COMUNALES SÓTANO AREA DE 2.700 M2						
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN						
LESIÓN ACCIDENTAL: Fisuras en columnas de sótano, estos elementos se encuentran pañetados y las fisuras se presentan en la parte superior de los elementos verticales, esto provoca el desprendimiento de los revocos adheridos a la estructura.						
AGRAVANTES POSIBLES						
Origen de la lesión: Mecánica - por cargas						
Distinción de la lesión: Primaria						
Clasificación de la lesión: Leve						
DIRECTA		INDIRECTA	PREDIAGNÓSTICO	ELIMINACIÓN CAUSA	REPARACIÓN/EFECTO	PREVENCIÓN
Mecánicas por sobrecargas de los vehículos		Defectos de diseño, puesto que no se tenía contemplado las solicitaciones de cargas de acuerdo a las necesidades de usos, por lo que no se contempló la cuantía de refuerzo necesaria	Fisuras superficiales en parte superior de los elementos verticales en sentido transversa y longitudinal. Causa de estas grietas es la ausencia de estribos en la columna en determinadas zonas	Para eliminar la causa se debe realizar un reforzamiento estructural en los elementos verticales	Reforzar las conexiones entre elementos estructurales, como columnas y vigas, mediante la instalación de placas de acero, conectores metálicos o refuerzos de concreto	- Inspección periódica para revisar la presencia de más fisuras
SE PUEDE APRECIAR QUE LAS COLUMNAS SI TIENEN LA RESISTENCIA IDONEA DEL CONCRETO DISEÑADO POR LO CUAL EL DEFICIT ES ÚNICAMENTE DE LA PLACA						

Elemento	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la compresion promedio (Mpa)	Cumple con los requisitos?	% Cumplimiento
Punto 1	22,9	22,61	Sí	109%
Punto 2	20,3		Sí	97%
Punto 3	23,1		Sí	110%
Punto 4	21,1		Sí	100%
Punto 5	23,9		Sí	114%
Punto 6	21,2		Sí	101%
Punto 7	25,2		Sí	120%
Punto 8	21,2		Sí	101%
Punto 9	22,9		Sí	109%
Punto 10	24,3		Sí	116%

Nota. La tabla muestra el consolidado de resultados obtenidos de los ensayos de ultrasonido para obtención de la resistencia a la del concreto realizados a la placa de concreto a nivel de piso 1 (nivel +0.00 m), elaboración propia, 2025

Figura 21

Grafica resultados de resistencia a la compresión del concreto a través del ensayo de ultrasonido



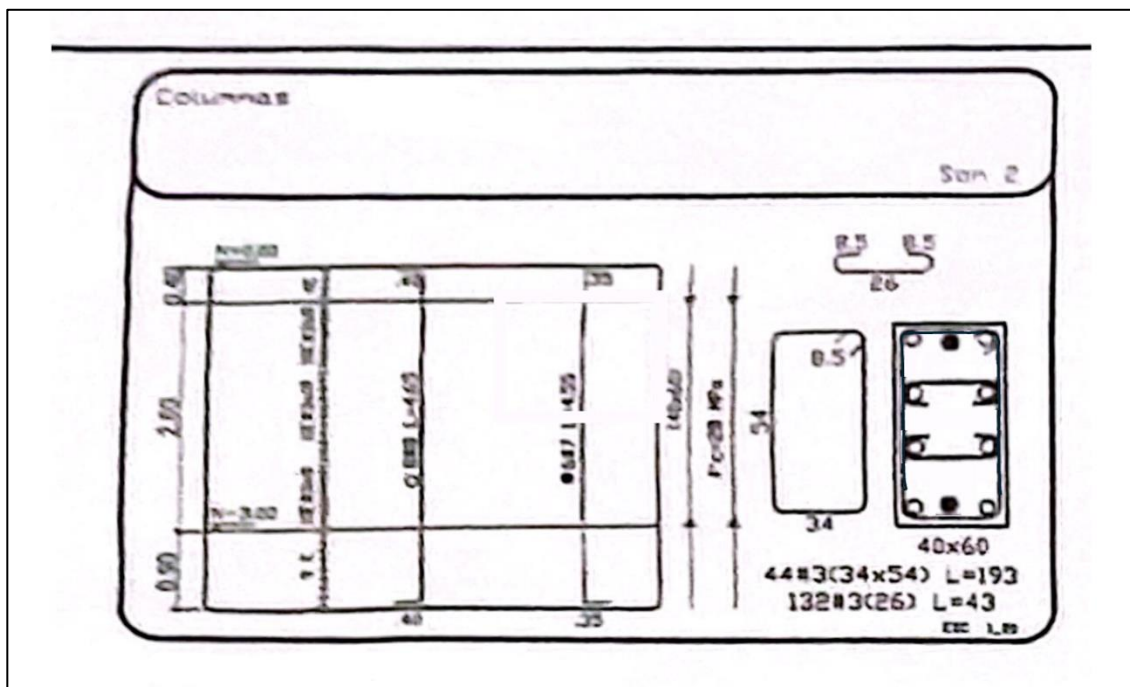
Nota. La figura muestra los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión de concreto a través del ensayo de ultrasonido, indicando la resistencia de diseño f'_c , las resistencias obtenidas, y el promedio de resistencias, elaboración propia, 2025

8.3. ENSAYOS DE ESCÁNER (DISTRIBUCIÓN DE REFUERZO Y DIÁMETRO DE ACERO EN LA CONSTRUCCIÓN DE COLUMNAS)

De acuerdo con los resultados del ensayo de escáner realizado a las columnas ubicadas en los ejes 5C, 2D y 4F, la distribución y los diámetros de los aceros longitudinales y transversales corresponden a lo contemplado en los detalles estructurales para la construcción de estos elementos. Los resultados muestran que la disposición y las dimensiones del refuerzo cumplen con las especificaciones del diseño estructural, garantizando así la adecuada resistencia y capacidad de carga de las columnas en conformidad con lo establecido en los planos

Figura 22

Despiece acero de refuerzo columnas de sótano 1 (nivel -3.00 m)



Nota. Reproducida de los planos estructurales correspondientes al despiece de columnas, escaleras y rampa, del Conjunto Residencial Agrupación San Marcos, Localidad de Suba en la ciudad de Bogotá D.C., Constructora MARVAL S.A., 2007.

9. CONCLUSIONES

- Dentro de la información recopilada para la elaboración del presente documento, no se contó con el estudio de suelos específico del Conjunto Residencial Agrupación San Marcos, ubicado en la localidad de Suba, Bogotá D.C. Sin embargo, se encontraron estudios de suelos de edificaciones cercanas. No obstante, dichas edificaciones presentan cimentaciones

superficiales, lo que impide realizar comparaciones directas con el objeto de estudio, que cuenta con una cimentación profunda, con características completamente distintas. Esto resulta relevante, especialmente al considerar las disposiciones del Título H de la Norma Sismo Resistente NSR-10, que establece requisitos específicos para el diseño y análisis de estructuras con cimentaciones profundas.

- Dentro de la información recopilada para la elaboración del presente documento, no se contó con las memorias de cálculo de la edificación, en particular las correspondientes a las columnas y placas de la zona de parqueaderos del Conjunto Residencial Agrupación San Marcos, ubicado en la localidad de Suba, Bogotá D.C. Esta información habría enriquecido nuestro marco conceptual, permitiendo desarrollar una metodología más completa y considerar la posibilidad de seleccionar un enfoque metodológico diferente.
- El enfoque metodológico planteado para el desarrollo del presente documento se centra en un análisis enfocado, como primera medida, en determinar las características patológicas identificadas a través de la historia clínica previamente realizada. En esta evaluación se consideraron factores clave, como la resistencia a la compresión del concreto empleado en la construcción de los diferentes elementos estructurales, específicamente en las columnas ubicadas en el nivel del sótano 1 (nivel -3.00 m) y en la placa de concreto correspondiente al piso 1 (nivel +0.00 m).

Asimismo, se analizó la profundidad de las fisuras, un aspecto crítico para evaluar posibles afectaciones al acero de refuerzo que compone estos elementos estructurales. Además, se incluyó la evaluación de la distribución del acero de refuerzo en los elementos verticales, ya que esta es fundamental para entender el desempeño estructural y las potenciales vulnerabilidades de la edificación

- Para la elaboración del presente documento, no se contó con informes relacionados con la ejecución de la construcción de la estructura de concreto en la zona de parqueaderos del Conjunto Residencial Agrupación San Marcos, ubicado en la localidad de Suba, Bogotá D.C. Esta información habría permitido realizar un análisis más preciso y enfocado de los ensayos de laboratorio propuestos, además de facilitar la inclusión de verificaciones adicionales que complementarían una mayor contextualización y detalle al estudio
- Se cumplen los parámetros metodológicos propuestos para la validación de variables como la resistencia a la compresión del concreto, la distribución del acero de refuerzo en los elementos verticales y la profundidad de las fisuras en el concreto de placas y columnas. Esto permite identificar y analizar factores clave que podrían afectar negativamente la estabilidad de la estructura, proporcionando una base sólida para la evaluación y el diseño de posibles intervenciones correctivas o preventivas
- Los ensayos propuestos se llevaron a cabo siguiendo estrictamente las especificaciones técnicas establecidas por las normas aplicables, garantizando la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos. Cada procedimiento fue ejecutado conforme a los lineamientos técnicos de referencia, como las normas ICONTEC o las disposiciones de la Norma Sismo Resistente NSR-10

Se consideraron todos los aspectos relevantes, desde la preparación de las muestras hasta la ejecución y análisis de los ensayos, asegurando que las condiciones fueran representativas del comportamiento real de los elementos estructurales. En el caso de los ensayos de resistencia a la compresión, se siguieron parámetros rigurosos para la extracción, preparación y prueba de los núcleos, garantizando que los resultados reflejaran con precisión las propiedades mecánicas del concreto.

Por su parte, para los ensayos de ultrasonido y escáner, se empleó equipo especializado y personal capacitado, lo que permitió obtener mediciones precisas sobre la profundidad de fisuras y la configuración del acero de refuerzo en los elementos evaluados. Esto no solo aseguró la calidad del proceso, sino que también proporcionó información clave para el análisis integral de las patologías estructurales identificadas en la zona de parqueaderos del Conjunto Residencial Agrupación San Marcos.

El cumplimiento de estas especificaciones técnicas refuerza la validez de los resultados obtenidos y sustenta las conclusiones y recomendaciones presentadas en el presente documento

- Los ensayos de resistencia a la compresión de cilindros de concreto realizados han evidenciado que los elementos analizados, correspondientes a las columnas ubicadas en el nivel de sótano 1 (columnas Eje 5C, Eje 7C, Eje 2D, Eje 4D, Eje 5E, y Eje 4F) que soportan la placa de concreto de la zona de parqueaderos, mantienen su capacidad de carga según las especificaciones técnicas encontradas en los planos para un concreto de 21 MPa – 3000 PSI. De hecho, los resultados indican que, en lugar de haber experimentado una disminución en la capacidad de carga, la estructura cuenta con un margen de seguridad adicional en términos de resistencia a la compresión del concreto alcanzando una resistencia promedio de 21.1 MPa – 3015 PSI. Es importante resaltar que la construcción de estos elementos se realizó entre los años 2007 y 2008, lo que refuerza la fiabilidad de la estructura a pesar del tiempo transcurrido desde su ejecución

Asimismo, la información analizada cumple con los criterios de aceptación establecidos en el Reglamento de Construcción Sismo Resistente NSR-10, específicamente en el numeral C.5.6.5.4. Según esta norma, la resistencia a la compresión de las probetas de concreto no

debe ser inferior al 75% de la resistencia de diseño, y el promedio de las muestras debe ser, como mínimo, igual a la resistencia de diseño (f'_c). Los resultados obtenidos en los ensayos cumplen con estos requisitos, lo que valida la calidad del concreto utilizado y la conformidad con las especificaciones normativas

- Para determinar la resistencia a la compresión del concreto de la placa de piso 1 (nivel +0.00 m), se identificó, a partir de los planos estructurales, que este elemento era postensado. Debido a esto, se optó por realizar ensayos no destructivos para evitar posibles daños a los cables de acero, cuya reparación, en caso de verse afectados, sería costosa y laboriosa, sin mencionar el impacto en la estabilidad de la estructura. Por esta razón, se llevaron a cabo ensayos de ultrasonido, cuyos resultados fueron satisfactorios, mostrando resistencias superiores al 120% de la resistencia de diseño (3000 psi).

Sin embargo, es importante destacar que, según el Reglamento Colombiano de Sismo Resistencia NSR-10, el único estudio oficialmente avalado para validar la resistencia del concreto es la extracción de núcleos, lo cual debe ser considerado en futuras evaluaciones

- Los ensayos realizados para determinar la distribución del acero en las columnas, mediante el uso del ensayo de escáner, permitieron confirmar que tanto la distribución como el diámetro de las barras de refuerzo empleadas en su construcción corresponden a las especificaciones indicadas en los planos. De este modo, se verificó que las especificaciones técnicas para estos elementos fueron cumplidas durante la construcción, garantizando que la estructura cuenta con el refuerzo previsto en el diseño
- Es importante señalar que, al no contar con información sobre las cargas asumidas durante el diseño de las placas y columnas de los pórticos que conforman la zona de parqueaderos, no

fue posible determinar si las condiciones actuales corresponden a las contempladas en la fase de diseño. La presencia de fisuras y pandeos en la placa de piso 1 (nivel +0.00 m) podría ser indicativa de sobrecargas sobre estos elementos. Durante las visitas realizadas a la edificación, se observó que sobre la placa de concreto se estacionan vehículos de carga, lo cual podría estar afectando negativamente el comportamiento estructural de la misma. Esto resalta la importancia de considerar las cargas reales que soporta la estructura, ya que el uso indebido de los espacios de parqueo puede comprometer la estabilidad de los elementos involucrados

- Al determinarse que la placa de concreto de piso 1 (nivel +0.00 m) corresponde a un elemento postensado, es importante resaltar que la administración del conjunto debe realizar de forma periódica la estimación de carga de cada uno de los cables postensados que conforman la estructura. Con el tiempo, estos cables pierden tensión, lo que puede generar los pandeos identificados en este elemento. Mantener un control y monitoreo regular de la tensión de los cables postensados es crucial para asegurar el adecuado desempeño estructural y prevenir posibles afectaciones a la estabilidad de la placa
- Es importante establecer que, al no contar con un alcance mayor al definido en el presente documento, debido a la limitación en la cantidad de ensayos, tiempo y presupuesto disponibles, sería necesario realizar un estudio más detallado que incluya un análisis estructural completo. Este análisis permitiría evaluar con mayor profundidad si la estructura cumple con todos los parámetros establecidos en la normatividad colombiana, específicamente en la Norma Sismorresistente NSR-10. Un estudio más exhaustivo proporcionaría una visión más precisa sobre el comportamiento estructural y garantizaría que se cumplan todos los requisitos para la seguridad y estabilidad de la edificación

- Es de suma urgencia realizar un análisis de vulnerabilidad estructural en la zona de intervención, dado que cualquier deficiencia o debilidad en la infraestructura podría poner en riesgo tanto la integridad de los parqueaderos como la seguridad de los usuarios. Este análisis debe llevarse a cabo con prioridad para identificar posibles fallas en los materiales, las cargas estructurales o el diseño de la edificación, lo cual permitirá contar con información precisa para prevenir situaciones de riesgo. La intervención rápida y adecuada es clave para evitar accidentes graves que puedan comprometer vidas humanas y la estabilidad de la estructura.
- Una vez realizado el análisis de vulnerabilidad estructural, se debe proceder a desarrollar una propuesta de intervención que contemple las soluciones necesarias para garantizar la seguridad de la infraestructura y de los usuarios. El ingeniero estructural, en base a los resultados obtenidos del análisis, debe proponer medidas correctivas como refuerzos, modificaciones en los materiales o en la distribución de cargas, asegurando la estabilidad de los parqueaderos. La implementación de estas recomendaciones es fundamental para preservar la integridad de la construcción y evitar potenciales accidentes, proporcionando un entorno seguro para quienes hacen uso de las instalaciones.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Normas

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Norma Sismorresistente NSR-10*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Colombia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2018). *Norma Colombiana de Diseño y Construcción de Obras Civiles NTC 1500*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Colombia. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2009). *Norma Técnica Colombiana NTC 4010 - Resistencia de Materiales para Concreto*. Bogotá, Colombia: ICONTEC.

- Libros

Palencia, J. (2013). *Patología de la Construcción: Diagnóstico y Reparación de Daños Estructurales*. Editorial McGraw-Hill.

Serna, A. (2014). *Patología de la Construcción y Mantenimiento de Edificaciones*. Editorial Alfaomega.

Pérez, R., & Castillo, F. (2010). *Patología de la Construcción: Detección, Diagnóstico y Reparación de Defectos Estructurales*. Editorial Marcombo.

Villar, J. M. (2008). *Patología y Rehabilitación de la Construcción*. Editorial Grupo Editorial Patria.

Gil, L., & López, M. (2015). *Manual de Patología de la Construcción y Su Rehabilitación*. Editorial Síntesis.

- Artículos Académicos y Otros Recursos

González, M., & Rodríguez, P. (2017). "Evaluación de Patologías Estructurales en Construcciones de Concreto: Análisis de Casos en Bogotá". *Revista Ingeniería de la Construcción*, 32(2), 145-160.

Martínez, F. (2019). "Aplicación de Ensayos No Destructivos para Diagnóstico de Daños en Concreto". *Revista Internacional de Patología de la Construcción*, 25(4), 220-235.

- Normas Internacionales

International Organization for Standardization (ISO). (2010). *ISO 13314:2011 - Testing of Concrete - Method for the Determination of Compressive Strength of Core Samples*. Geneva: ISO.

American Concrete Institute (ACI). (2014). *ACI 318-14: Building Code Requirements for Structural Concrete*. Farmington Hills, MI: ACI.