



**ESTUDIO PATOLOGICO DE LA ESTRUCTURA DE PARQUEADERO DEL
CONJUNTO NOGAL, CIUDADELA NOVATERRA EN MOSQUERA
CUNDINAMARCA**

ESTUDIANTES:

Ing. Edna Katherine Sánchez M.
Ing. Luis Alfredo Cely M.
Ing. Ivan Dario Escobar A.
Ing. Dagoberto Mora C.

DOCENTE:

ING. OSCAR J. CARDOZO S.

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
ESP. EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
BOGOTÁ D.C.**

2023





ESTUDIO PATOLOGICO DE LA ESTRUCTURA DE PARQUEADERO DEL CONJUNTO NOGAL, CIUDADELA NOVATERRA EN MOSQUERA CUNDINAMARCA

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	8
2. JUSTIFICACIÓN.....	8
3. OBJETIVOS.....	9
3.1. GENERAL	9
3.2. ESPECÍFICOS	9
4. MARCO REFERENCIAL	9
4.1. MARCO TEORICO	9
4.2. MARCO CONCEPTUAL	10
4.3. LEGAL	15
4.4. HISTÓRICO	15
5. ALCANCES Y LIMITACIONES	17
6. METODOLOGÍA	18
6.1. PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO:	18
6.1.1. Inspección preliminar del paciente.	18
6.1.2. Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente.....	24
6.1.3. Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración.	24
6.1.4. Definición de los medios para realizar la exploración.	24
7. HISTORIA CLINICA.....	25
7.1. RESPONSABLES DEL ESTUDIO.	25
7.2. FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO	25
7.3. DATOS GENERALES DEL PACIENTE:.....	25
7.4. DATOS GENERALES DEL ENTORNO:.....	28
7.4.1. Edificaciones u obras vecinas.....	28
7.4.2. Medio ambiente	29
7.5. ARQUITECTURA (DESCRIPCIÓN GENERAL).....	32
7.5.1. Estilo arquitectónico	32
7.6. CONTEXTO HISTÓRICO, (SOCIAL, ECONÓMICO, GEOGRÁFICO, IDEOLÓGICO POLÍTICO Y JURÍDICO)	35



7.7. MATERIALES, SISTEMA CONSTRUCTIVO, PROCESO CONSTRUCTIVO (TÉCNICO Y TECNOLÓGICO)	36
7.7.1. Estructura (descripción general).....	40
7.8. CALIFICACIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO DE LA ESTRUCTURA ¡Error! Marcador no definido.	
7.8.1. Por diseño y construcción (A.10.2.2.1-NSR10). ¡Error! Marcador no definido.	
7.8.2. Por estado de la estructura (A.10.2.2.1-NSR10). ¡Error! Marcador no definido.	
7.8.3. Evaluación de la estructura en general	40
8. INSPECCIÓN VISUAL.....	42
8.1. DATOS ESPECÍFICOS DE LAS LESIONES.....	42
8.1.1. Grietas y fisuras	42
8.1.2. Oxidación de refuerzo	42
8.1.3. Asentamientos diferenciales:.....	43
8.1.4. Humedades en el muro de contención:.....	43
8.1.5. Grietas en vigas y viguetas:	43
8.1.6. Localización y levantamiento de daños.....	43
8.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS LESIONES IDENTIFICADAS	44
8.3. EVALUACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA Y COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL CONCRETO Y/O MATERIALES	47
8.4. DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA MÁS RELEVANTE EN EL PACIENTE 47	
8.4.1. Agrietamiento debido a deficiencias en el diseño	47
8.4.2. Diferencias entre el diseño y lo construido	48
8.4.3. Agrietamiento del concreto por deficiencias durante el fraguado y curado de la placa de concreto	48
8.4.4. Deterioro del concreto por factores ambientales	48
8.5. CLASIFICACIÓN Y ORIGEN DE LA(S) PATOLOGÍA(S).....	49
9. AUSCULTACIÓN Y EXPLORACIÓN.....	49
9.1. ENSAYOS DESTRUCTIVOS	49
9.1.1. Ensayo De Núcleos A Compresión De Concreto.....	49
9.1.2. Pruebas Adicionales	50
9.1.3. Regata En Placa.....	50
9.2. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	50
9.3. LISTADO Y LOCALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS PROPUESTOS	50



9.4.	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS	52
9.5.	REPORTE GENERAL	52
9.5.1.	Actividades realizadas:	52
9.5.2.	Procedimiento aplicado:	52
9.5.3.	Hallazgos de lesiones durante la ejecución de los ensayos	53
9.5.4.	Registro fotográfico durante la ejecución de los ensayos en campo	53
9.5.5.	Resultados de las pruebas a compresión.....	57
9.5.6.	Resultados de las pruebas de Ferrosan	57
10.	TIPO DE SUELO Y CARACTERÍSTICAS.....	58
10.1.	TIPO DE SUELO Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	58
10.2.	PARÁMETROS SÍSMICOS	58
10.3.	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	59
10.4.	MUESTREO Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS	59
10.5.	RECOMENDACIÓN DE CIMENTACIÓN PARA EL PARQUEADERO	60
10.6.	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS Y RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN.....	60
11.	FALLAS GEOLOGICAS	60
12.	ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SISMICA.....	62
13.	HISTORICO DE SISMOS	62
14.	FICHAS Y MATRIZ DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PACIENTE	75
14.1.	CALIFICACIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO DE LA ESTRUCTURA ...	87
14.1.1.	Por diseño y construcción (A. 10.2.2.1-NSR10).	87
14.1.2.	Por estado de la estructura (A. 10.2.2.1-NSR10).....	88
14.2.	METODOLOGIA FEMA 178	89
14.2.1.	Procedimiento de Evaluación	90
14.2.2.	Análisis de Resultados y Conclusiones FEMA-178	91
15.	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL	91
15.1.	REVISIÓN LOSA.....	91
15.2.	REVISIÓN VIGUETA	93
15.3.	REVISIÓN VIGA	94
16.	DIAGNÓSTICO.....	94
17.	PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN.....	95
18.	PRESUPUESTO.....	101
19.	PROGRAMACIÓN.....	102
20.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102



21. ANEXOS.....	104
-----------------	-----

Índice de Ilustraciones.

Ilustración 1. Esquema de fabricación del cemento- Proceso seco (adaptada de ltheconstructor.org).....	13
Ilustración 2. Ubicación del paciente (Tomado de Google Maps).....	19
Ilustración 3. Vista en planta del paciente (Tomado de: https://www.constructoracapital.com/avance/89/nogal)	19
Ilustración 4. Proceso constructivo del paciente (Tomado de: https://www.constructoracapital.com/avance/89/nogal)	20
Ilustración 5. Humedad en losa superior (Por los autores).....	20
Ilustración 6. A y B- Fisuras superiores en losa distintas zonas (Por los autores).	21
Ilustración 7. Zona con agrietamientos predominantes (Por los autores).....	21
Ilustración 8. Humedades cara inferior losa de entrepiso (Por los autores).	22
Ilustración 9. Aparente estado de falla en losa de entrepiso (Por los autores).	22
Ilustración 10. Fisuras evidenciadas en vigas (Por los autores).	23
Ilustración 11. Ausencia de recubrimiento- Acero de refuerzo expuesto (por los autores).	23
Ilustración 12. Zona con resanes con pañete (por los autores).....	24
Ilustración 13. Esquema localización proyecto general (Tomado de: https://www.constructoracapital.com/proyecto/2/bogota-y-alrededores/mosquera/89/nogal-)	26
Ilustración 14. Domicilio del paciente (Tomado de: https://www.google.com/maps/place/Nogal+Novaterra+Conjunto+residencial/@4.7007383,-74.235123,17.04z/data=!4m6!3m5!1s0x8e3f7744209b44f3:0x6718ea160fcd285!8m2!3d4.6988174!4d-74.2349745!16s%2Fg%2F11fhv40h5d?hl=es)	26
Ilustración 15. Entorno inmediato del paciente (Rojo: Paciente, Amarillo: Bloques vivienda) (Por los autores).....	28
Ilustración 16. Ubicación de los bloques de estudio (Por los autores).	29
Ilustración 17. Temperatura media y precipitaciones (Tomado de: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/mosquera_colombia_367429)	30
Ilustración 18. Temperaturas máximas registradas en Mosquera (Tomado de: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/mosquera_colombia_367429)	30
Ilustración 19. Dias de precipitación (Tomado de: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/mosquera_colombia_367429)	31
Ilustración 20. Cantidad de precipitación para el municipio de Mosquera (Tomado de: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/mosquera_colombia_3674292)	31
Ilustración 21. Elementos estructurales del paciente zona sótano (Por los autores).	32
Ilustración 22. Zona Superior- Bloque de estudio No. 1 (Por los autores).....	33
Ilustración 23. Zona Superior- Bloque de estudio No. 2 (Por los autores).....	33



Ilustración 24. Zona Superior- Bloque de estudio No. 3 (Por los autores).....	34
Ilustración 25. Zona Superior- Bloque de estudio No. 4 (Por los autores).....	34
Ilustración 26. Zona Superior- Bloque de estudio No. 5 (Por los autores).....	35
Ilustración 27. Proyectos a ejecutar por la constructora capital (Tomado de https://www.constructoracapital.com/).....	36
Ilustración 28. Proceso constructivo estructura de parqueaderos (Tomado de: https://www.constructoracapital.com/avance/89/nogal)	37
Ilustración 29. Excavación y cimentación del sótano (Tomado de: https://www.constructoracapital.com/avance/89/nogal)	38
Ilustración 30. Disposición refuerzo vigas (Tomado de: https://www.constructoracapital.com/proyecto/2/bogota-y-alrededores/mosquera/89/nogal-)	38
Ilustración 31. Refuerzo vigas aéreas (Tomado de: https://www.constructoracapital.com/proyecto/2/bogota-y-alrededores/mosquera/89/nogal-)	39
Ilustración 32. Detalle del sistema estructural de la zona de parqueaderos (Por los autores).	39
Ilustración 33. Detalle viga principal (Por los autores)	40
Ilustración 34. Tabla de calificación estado de la estructura (Tomado de NSR-10)... ¡Error! Marcador no definido.	
Ilustración 35. Estado actual de columnas y vigas (Por los autores).....	41
Ilustración 36. Fisuras en la losa maciza (Por los autores).....	42



Índice de Tablas.

Tabla 1. Porcentaje aproximado de los constituyentes del concreto, en volumen. (EL CONCRETO, FUNDAMENTOS Y NUEVAS TECNOLOGIAS- MATAALLANA R.R.).	11
Tabla 2. Límites de composición aproximados para el cemento Portland. (EL CONCRETO, FUNDAMENTOS Y NUEVAS TECNOLOGIAS- MATAALLANA R.R.).....	12
Tabla 3. Datos generales del paciente	18
Tabla 4. Cronograma de actividades levantamiento preliminar.	25



1. INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años, la demanda de conjuntos residenciales ha venido aumentando, con el fin de suplir las necesidades de vivienda de la población en general, disfrutar de mejores espacios comunes, mejores condiciones de seguridad y por supuesto espacios óptimos de parqueo para los vehículos.

El municipio de Mosquera Cundinamarca se ha convertido en un atractivo comercial importante, lo que ocasiona que un sin número de empresas constructoras ofrezcan múltiples proyectos con diferentes especificaciones acordes a la posibilidad de inversión de cada cliente.

Es claro que el interés de cada una de las constructoras es garantizar que el diseño, construcción y entrega final de cada conjunto se haga en el menor tiempo posible para obtener el retorno de sus inversiones, sin embargo, muchos de estos procesos presentan falencias que finalmente se ven representadas en lesiones que sufren las estructuras que conforman estos conjuntos residenciales cuando empiezan su periodo de uso.

En este informe se estudiará una estructura de un sótano para ser usado como parqueadero. En esta estructura se han venido presentando lesiones importantes que preocupan a la comunidad ya que son visibles y en su mayoría son grietas que podrían significar ya sea una inestabilidad de la estructura un problema cosmético.

En el presente informe se pretende clasificar cada una de las lesiones que presenta el paciente para determinar el riesgo que representa para esta comunidad. Para ello se iniciará con una descripción general del paciente basados principalmente en las visitas al sitio, posteriormente se procederá a identificar los antecedentes de la estructura generando una historia clínica general del paciente, luego se hará un inventario de todas las lesiones encontradas y se identificarán sus causas y clasificarán de acuerdo con los ensayos propuestos y sus resultados.

Finalmente, se busca generar alternativas de tratamiento e intervención para las lesiones que dieron origen al presente estudio patológico con el fin de evitar futuras fallas impredecibles y/o definitivas que puedan llegar a comprometer la seguridad de la estructura en estudio.

2. JUSTIFICACIÓN

El estudio patológico de la estructura de parqueadero del conjunto Nogal, ciudadela Novaterra en Mosquera Cundinamarca, se realizará con el fin de validar el estado actual de la estructura, debido a que en inspección visual se pudo determinar que la placa de entrepiso del parqueadero presenta un número importante de lesiones que pueden llegar a afectar la funcionalidad de esta.

El proyecto afectado en su totalidad está compuesto por 7 Bloques de casas de 3 pisos, para un total de 172 casas con altura de entrepiso de 2.24 mts; 267 parqueaderos de los cuales hay 5 para discapacitados; de estos 250 son privados y 17 de visitantes.



Esta estructura además de servir de parqueadero a 267 vehículos también hace parte de la plataforma de acceso a las 172 casas del conjunto residencial por lo que, si esta estructura no funciona correctamente 172 familias residentes, no podrán acceder a sus hogares con facilidad o en condiciones seguras. Por lo anterior, este informe pretende dar un diagnóstico de la situación actual de la plataforma y parqueadero para proponer una solución efectiva para la atención y corrección a los procesos patológicos identificados y poder darle a esta comunidad un espacio seguro de parqueadero y de circulación peatonal.

3. OBJETIVOS

3.1. GENERAL

Realizar el estudio patológico de la estructura de parqueadero del conjunto Nogal, Ciudadela Novaterra en Mosquera Cundinamarca mediante la recopilación de la información existente, la realización de actividades de comparación de las condiciones actuales y las condiciones de diseño y construcción, ejecución de ensayos destructivos y no destructivos para la identificación de las lesiones y las condiciones de la edificación para la emisión de un diagnóstico que permita diseñar y formular las acciones correctivas necesarias para la seguridad de los usuarios.

3.2. ESPECÍFICOS

- Por medio de una inspección visual identificar las lesiones físicas, químicas y mecánicas que sufre la estructura de parqueadero.
- Determinar el estado actual de la estructura de parqueaderos a través de una calificación cuantitativa basada en ensayos destructivos y no destructivos.
- Confirmar por medio de los ensayos si los tratamientos aparentemente correctivos realizados por la constructora han sido correctos y oportunos.
- Elaborar las alternativas de tratamiento para las lesiones existentes a partir del diagnóstico de estas y las recomendaciones de la literatura, normativa y buenas prácticas.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. MARCO TEORICO

El concepto de durabilidad en las construcciones está tomando cada día más fuerza entre las empresas y profesionales, de igual forma el estudio en la materia ha venido en incremento, especialmente en virtud de la protección de la vida y la propiedad; derivado de dicho concepto se tienen aspectos relevantes como el aseguramiento de las etapas de diseño, aseguramiento de los procesos constructivos y con gran importancia el aseguramiento de la calidad y especificaciones de los materiales.



Aunque en los últimos años diversos autores han hecho importantes aportes en materia de investigación relacionada con la durabilidad de las construcciones, tal como algunas instituciones educativas y empresas productoras lo vienen haciendo, aún falta investigación y procesos de divulgación científica e ingenieril, ya que se ve con frecuencia como se ignoran de forma directa las recomendaciones e incluso aspectos normativos, lo cual provoca deterioros tempranos y fallas importantes en el comportamiento esperado de las estructuras.

El concreto siendo un material ampliamente utilizado en la construcción, depende de insumos tanto naturales como transformados por el ser humano para su fabricación, por consiguiente es susceptible de sufrir “enfermedades” derivadas de la reacción entre los mismos insumos y entre estos y el medio ambiente, de ahí la importancia identificar de forma proactiva las causas de dichas “enfermedades”, las cuales para efectos de este documento serán identificadas como procesos patológicos.

Los procesos patológicos en las estructuras de concreto pueden ser mecánicas, físicas y/o químicas, su origen y naturaleza a su vez están relacionadas con los diseños, procesos constructivos y materiales utilizados, de ahí la importancia de asegurar cada una de dichas etapas con el fin de garantizar una vida útil según lo esperado con los estándares de seguridad exigidos por las normas aplicables y esperadas por los usuarios, el incumplimiento o falta de atención a estos factores da paso a la necesidad implementar estudios de patología, estudios de vulnerabilidad, diseño de rehabilitación y/o reforzamientos que representan costos y afectaciones al servicio de las construcciones afectadas, caso específico el cual genera la necesidad de realizar el presente estudio.

4.2. MARCO CONCEPTUAL

Teniendo en cuenta el comportamiento de cada una de las estructuras, así como las lesiones presentes en ella, que permitirán desarrollar los objetivos del presente estudio patológico es indispensable conocer las siguientes definiciones:

ABSORCIÓN. Cantidad de agua que ingresa en un material poroso, a través de sus poros permeables. También se refiere al incremento en la masa, por la penetración de líquidos en los poros permeables.

ADITIVO. según los define el ACI 116R, son materiales diferentes al agua, cemento, agregados y fibras de refuerzo, y que se incorporan como ingrediente del concreto o del mortero, inmediatamente antes o durante el mezclado”.

AGREGADOS. Son los materiales de relleno para hacer más económica la mezcla. Mitigan la formación de grietas durante el proceso de fraguado. Junto con la pasta y el proceso de hidratación, permiten el desarrollo de la resistencia con la edad.

AIRE INCLUIDO O INCORPORADO. Consiste en introducirle de manera intencional al concreto, durante el proceso de mezclado, pequeñas burbujas en forma de esferas de aproximadamente 1 mm de diámetro en promedio. El tamaño varía entre 0,05 mm y 1,27 mm.



CEMENTO HIDRÁULICO. Material que desarrolla sus propiedades adhesivas y cohesivas en presencia de agua, y que tiene la característica de formar materiales compactos, con resistencia y durabilidad.

CLÍNKER. Es un producto de forma granulada, con tamaños entre 5 y 65 mm, aproximadamente, formado a partir de la calcinación de caliza y arcilla a temperaturas que varían entre los 1.350 y 1.450°C. Luego, estos gránulos, pulverizados juntamente con otros materiales (adiciones), permiten fabricar los distintos tipos de cemento.

CONCRETO: Es considerado por la Real Academia de la Lengua como un término que viene del inglés concrete, y lo refiere al hormigón, definiéndolo como: “Material que resulta de la mezcla de agua, arena, grava y cemento o cal, y que, al fraguar, adquiere más resistencia”. En Colombia fue adoptado el término “concreto”, y en general en Latinoamérica, básicamente por la influencia de los textos norteamericanos (Tomado de “EL CONCRETO FUNDAMENTOS Y NUEVAS TECNOLOGIAS” MATA LLANA R.R.)

Cuando el concreto se encuentra en estado fresco es dócil, permitiéndole dar la forma deseada (vigas, columnas, losas, entre otras); el grado de docilidad de la mezcla se denomina “manejabilidad” o “trabajabilidad”, siendo la propiedad más importante del concreto en estado plástico. Con el tiempo, la mezcla se convierte en una masa endurecida resistente a los esfuerzos mecánicos, en especial a los de compresión, y durable frente a ciertas acciones.

La pasta de cemento se denomina a la mezcla de materiales cementantes, agua, aire (naturalmente atrapado o introducido intencionalmente) y aditivos (cuando son utilizados). Constituye entre el 25% y el 41% del volumen del 24 concreto. La lechada de cemento es la mezcla de cemento más agua y, eventualmente, aditivos, en donde la participación de agua es notoria, a tal punto que puede decirse que es una pasta muy diluida. El mortero es el nombre que se le da a la mezcla de pasta y arena. Como tal es usado en la pega de ladrillo, afinado de pisos y pañetes o revoques.

En el concreto, la manejabilidad o trabajabilidad hace referencia al grado de facilidad o dificultad de una mezcla de concreto en estado fresco, para ser mezclada, manejada, transportada, colocada, compactada y terminada, sin que pierda su homogeneidad.

Tabla 1. Porcentaje aproximado de los constituyentes del concreto, en volumen. (EL CONCRETO, FUNDAMENTOS Y NUEVAS TECNOLOGIAS- MATA LLANA R.R.)

Con aire atrapado naturalmente (%)	Componente		Con aire incluido intencionalmente (%)
0,5 a 3	Pasta de cemento	Aire	4 a 8
7 a 15		Cemento	7 a 15
16 a 21		Agua	14 a 18
25 a 30	Agregados	Arena o agregado fino	25 a 30
25 a 50		Grava o agregado grueso	30 a 50



CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA. Aquel con una resistencia mayor a los 56 MPa (560 kgf/cm², 8.000 psi). Los concretos con resistencias superiores a los 70 MPa (700 kgf/cm², 10.000 psi), son los denominados como de “Alto Desempeño”, pues con el aumento de la resistencia a la compresión, las otras propiedades son incrementadas. Los concretos de “Altas Prestaciones” se logran con aditivos reductores de agua de alto rango, y el empleo de materiales cementantes suplementarios como el metacaolín, las cenizas y la escoria de alto horno.

CONCRETO DE BAJA RESISTENCIA O CONCRETO POBRE. Aquel cuya resistencia a la compresión es menor a 14 MPa (140 kgf/cm², 2.000 psi). Es de resaltar que, el concreto estructural, no puede ser inferior a los 17 MPa (170 kgf/cm² o 2500 psi), según lo establecido por la NSR – 10.

CONCRETO DE RESISTENCIA NORMAL. Aquel con una resistencia mayor o igual a los 14 MPa (140 kgf/cm², 2.000 psi) y menor a los 56 MPa (560 kgf/cm², 8.000 psi). Hay quienes consideran que el concreto de resistencia normal es de hasta 35 MPa (350 kgf/cm² o 5000 psi), pero con el desarrollo actual de la tecnología, una planta con adecuados controles puede producir concretos con resistencias de 56 MPa, de forma regular.

CONCRETO ENDURECIDO. se refiere a una roca artificial elaborada por el hombre cuyas propiedades de resistencia, durabilidad, densidad, apariencia y demás características, son aprovechadas en la construcción.

CONCRETO FRESCO. El concreto fresco se refiere básicamente al estado en que la mezcla tiene manejabilidad; es decir, al grado de facilidad para que pueda ser manejada, y transportada; colocándola y consolidándola por medios adecuados sin demasiados esfuerzos, y conservando la homogeneidad (segregue o exude).

Tabla 2. Límites de composición aproximados para el cemento Portland. (EL CONCRETO, FUNDAMENTOS Y NUEVAS TECNOLOGIAS- MATALLANA R.R.)

Compuesto	Como óxido	Límites aproximados (%)
Cal	CaO	60 a 67
Sílice	SiO ₂	17 a 25
Alúmina	Al ₂ O ₃	3 a 8
Óxido de hierro	Fe ₂ O ₃	0,5 a 6
Óxido de magnesio	MgO	0,5 a 4
Álcalis	Na ₂ O, K ₂ O	0,3 a 1,2
Anhidrido sulfúrico ^A	SO ₃	2 a 3,5

^A Trióxido de azufre

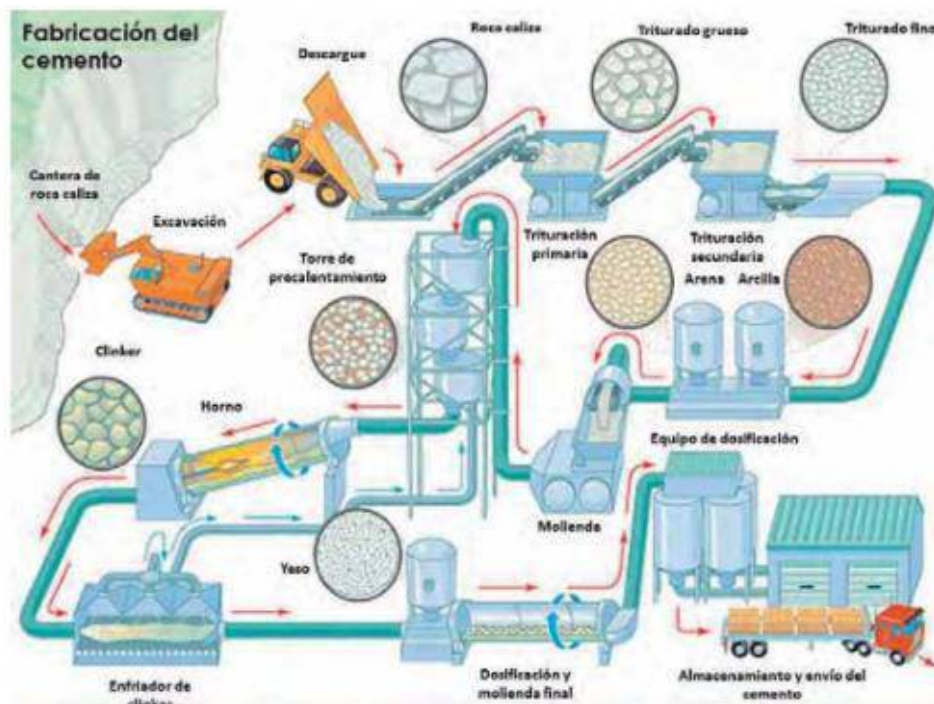


Ilustración 1. Esquema de fabricación del cemento- Proceso seco (adaptada de ltheconstructor.org)

CURADO DEL CONCRETO. Se puede definir como el proceso mediante el cual, este se mantiene con un contenido de humedad adecuado y permanente, y una temperatura favorable durante la hidratación del cemento, para que se desarrollen las propiedades deseadas.

CONTROL DE CALIDAD. Se puede definir como el conjunto de acciones y decisiones que se toman con el fin de: Hacer cumplir unas especificaciones previamente establecidas, verificar que se están cumpliendo, o comprobar que han sido cumplidas.

DENSIDAD. relación entre la masa y el volumen que ocupa un sólido. Antes denominado peso unitario. Para materiales porosos que pueden ser llenados con agua, se utilizan palabras adicionales tales como absoluta o aparente. Y si es en relación con otro material, generalmente el agua, se denomina relativa.

DURABILIDAD DEL CONCRETO. Propiedad para resistir la acción del ambiente: ciclos de humedecimiento y secado, calentamiento y enfriamiento, hielo y deshielo, la erosión (estructuras hidráulicas) y la abrasión (losa de un pavimento de concreto). También hace referencia al ataque químico, por ejemplo, por sulfatos, cloruros, ácidos, carbonatación, álcalis – agregado, entre otras.

EXUDACIÓN. También conocida como “sangrado”, se presenta cuando parte del agua de mezclado sube a la superficie del concreto recién colocado.

FRAGUADO DEL CONCRETO. Se puede definir como el primer paso de solidificación de una mezcla de concreto fresco. De manera arbitraria se han establecido los tiempos de





fraguado inicial y final, que son meramente funcionales, sin que marquen un cambio específico en las características fisicoquímicas en la pasta de cemento.

FALSO FRAGUADO. Se presenta durante los primeros minutos de mezclado del cemento con el agua, manifestándose mediante una rigidez prematura de la pasta, indicando que el cemento se está hidratando de forma anormal.

FRAGUADO RELÁMPAGO. El fraguado relámpago se presenta ante la deficiencia de yeso en el cemento y la rápida reacción del C3A. Se manifiesta en la mezcla con una rigidización inmediata de la pasta y la generación de mucho calor de hidratación. Se previene agregando yeso de calidad idónea en la manufactura del cemento, durante la molienda conjunta con el Clínter.

GRANULOMETRÍA. Está definida como la distribución en el tamaño de las partículas en una masa de agregados.

GRANULOMETRÍAS DISCONTINUAS. Una granulometría es discontinua cuando le faltan, han sido reducidos o eliminados algunos tamaños intermedios de grano. En concretos normales, las granulometrías discontinuas no son deseables pues producen concretos poco trabajables, propensos a la segregación o a la exudación, con baja resistencia, permeables y baja durabilidad.

GRANULOMETRÍAS CONTINUAS. Si del análisis granulométrico se observa que la masa de agregados contiene todos los tamaños de grano, desde el mayor hasta el más pequeño, tiene una curva granulométrica continua.

MANEJABILIDAD. también llamada trabajabilidad, se puede definir como el grado de facilidad con que el concreto puede ser mezclado, transportado, colocado, compactado y terminado, sin que pierda su homogeneidad (que no se segregue ni exude).

MÓDULO DE ELASTICIDAD. Es el valor que tiene la pendiente de la gráfica esfuerzo deformación en la zona de deformación elástica.

PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN: Estudio de los defectos y problemas que presenta una construcción.¹

PASTA DE CEMENTO. Es la mezcla de materiales cementantes, agua, aire (naturalmente atrapado o introducido intencionalmente) y aditivos (cuando son utilizados). Constituye entre el 25% y el 41% del volumen del concreto.

POROSIDAD. La porosidad es una propiedad de las partículas del agregado que depende de la roca de procedencia. Tiene una influencia importante en las características de los agregados, siendo determinante en su calidad, pues a mayor cantidad de poros, el agregado natural es menos denso, menos resistente, menos durable, tiene mayor capacidad para absorber agua, características que influyen directamente en las propiedades del concreto.

¹ <https://dle.rae.es/patolog%C3%ADa>



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. Es el esfuerzo de falla del concreto, medido como el promedio de la resistencia de dos cilindros estándar (150mm de diámetro), o tres cilindros de 100mm de diámetro, determinada a una edad de 28 días o menos. En la construcción de obras de ingeniería ambiental, se suelen especificar edades mayores para determinar la resistencia a la compresión.

RESISTENCIA DEL CONCRETO. Es la capacidad que tiene el concreto de soportar esfuerzos de diferentes tipos y magnitudes. La resistencia a los esfuerzos mecánicos alude a los de compresión, tracción, flexión, cortante, abrasión y erosión, principalmente.

SEGREGACIÓN. es la separación de los componentes de una mezcla heterogénea, de manera que su distribución pierde uniformidad.

TIEMPOS DE FRAGUADO. Cuando el cemento se mezcla con el agua, la pasta resultante adquiere una plasticidad que se va perdiendo con el transcurso del tiempo, hasta que se torna rígida. Este cambio se conoce como proceso de fraguado. El tiempo que transcurre desde el mezclado hasta que esta se vuelve rígida, se conoce como tiempo de fraguado.

4.3. LEGAL

El conjunto Nogal de Novaterra hace parte de una ciudadela conformada de 10 lotes de vivienda y 1 lote de comercio el cual inicio su construcción en el año 2017, licencia otorgada por el Municipio de Mosquera Cundinamarca en el marco de su plan de ordenamiento territorial POT, construido bajo Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 y las normas vigentes para la época, representa uno de los sectores más importantes del Municipio.

Teniendo en cuenta que el conjunto el Nogal de Nova Terra es un conjunto residencial también está regido por el reglamento de propiedad horizontal.

4.4. HISTÓRICO

El municipio de Mosquera fue fundado el 27 de septiembre de 1861 como homenaje y reconocimiento al General Tomás Cipriano de Mosquera, el gobierno del estado de Cundinamarca erigió en distrito municipal el partido o vereda de Cuatro Esquinas con el nombre de Mosquera por Decreto del 27 de septiembre de 1861, fecha que se estima como la de su fundación, segregándolo de Funza.

Mosquera se localiza en la Provincia de la Sabana Occidente, en el Departamento de Cundinamarca, tiene aproximadamente 30.000 habitantes, aunque en los últimos años ha llegado a los 45.000. Está a una altitud de 2516 msnm, con una temperatura que oscila entre 12 y 14°C.

Límites:

- Por Ley C. de 13 febrero de 1865 se fijaron sus límites generales.





- Por Ley C. de 16 Enero de 1866 se dijo que sus límites con Bojacá serán los mismos que existían antes de la Ley 13 de Febrero de 1865.
- Por ordenanza de 16 de 1889 se fijaron con Madrid en conjunto con los demás municipios colindantes de este.
- Por ordenanza 9 de 1914 se determinaron con Funza. Por ordenanza 35 de 1915 se derogó la anterior y se dijo que tales límites serán los mismos señalados por el artículo 3. de la Ley 13 de Febrero de 1865.
- Por ordenanza 27 de 1932, artículo 8, se autorizó nombrar una comisión para definir los límites entre Mosquera, Bojacá y Soacha.

Los límites de Mosquera, dados por el instituto geográfico Agustín Codazzi, según el proyecto que presentara a la entidad respectiva para su ratificación legal, con base en las actas de deslinde levantadas técnicamente por sus comisiones topográficas entre 1941 y 1947 más o menos; y tomados en las cartas aerofotogramétricas, de conformidad con lo dispuesto por la Ley 62 de 1939 y los decretos 803 de 1940 y 1751 de 1947, son los siguientes:

- A. Con Fontibón
- B. Con Bosa
- C. Con el Municipio de Soacha

“Partiendo de la desembocadura del río Bosa, en el de Funza o Bogotá, lugar a donde concurren los territorios de los municipios de Mosquera, Soacha y Bosa, se continúa por el Bogotá, aguas abajo, hasta llegar al puente de Canoas, en el camino que de Soacha conduce a Barroblanco, que se amojonará, se sigue por una recta imaginaria que va desde el puente nombrado a las casas de la Hacienda de la Herrera, hacia el noroeste (NO) y en una longitud aproximada de 4 kilómetros hasta un punto situado aproximadamente a 400 metros al oriente (E) del sitio denominado Angostura o Malpaso, donde la línea recta encuentra una cerca de piedras que separa la Hacienda Canoas, de Herederos del señor Francisco Sáenz, en Soacha y Fute, de Herederos de Alfredo Valenzuela en Bojacá, lugar a donde concurren los territorios de los municipios de Mosquera, Soacha y Bojacá, término de la línea limítrofe descrita y que deberá amojonarse”.

- D. Con el Municipio de Bojacá
- E. Con el Municipio de Madrid
- F. Con el Municipio de Funza

Extensión total: 107 km² Km²

Extensión área urbana: 7.67 Km² Km²

Extensión área rural: 99.33 Km² Km²

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 2516 Mts

Temperatura media: entre 12 y 14°C° C

Distancia de referencia: p.e. a 10 Km de Bogotá D.C.

Tomado de: <https://www.mosquera-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>



Basados en el crecimiento de los últimos años de este Municipio, inicia un fuerte crecimiento inmobiliario en el sector, con presencia de grandes constructoras ofreciendo proyectos con el fin de satisfacer la demanda y necesidades de vivienda.

Una de ellas es CONSTRUCTORA CAPITAL que comenzó a desarrollar diversos proyectos tales como:

- Año 2013 lanzamiento de Puerto Nuevo primer proyecto en el Municipio de Mosquera.²
- Año 2016 Inicio de construcción aproximado de lo que se denominó Ciudadela Novaterra con sus primeros conjuntos residenciales Arrayan, Ciprés y Nogal.

5. ALCANCES Y LIMITACIONES

El presente informe desarrollará el ESTUDIO PATOLOGICO DE LA ESTRUCTURA DE PARQUEADERO DEL CONJUNTO NOGAL, CIUDADELA NOVATERRA EN MOSQUERA CUNDINAMARCA, ubicado específicamente en la carrera 6 N°14-37 sur de dicho Municipio, se analizará la zona de parqueaderos del conjunto residencial conformado por 7 Bloques de casas de 3 pisos, para un total de 172 casas con altura de entrepiso de 2.24 mts; 267 parqueaderos de los cuales hay 5 para discapacitados, de estos 250 son privados y 17 de visitantes.

Este informe de patología de la construcción se ha realizado con un propósito académico, por lo que no tiene ninguna validez legal o práctica aún cuando se base en una edificación existente.

El empleo de este documento por parte de cualquier persona para ejecutar o tomar decisiones es netamente responsabilidad de esta persona. Los autores de este informe no se hacen responsables por el uso o interpretación que se le dé a este informe más allá de su alcance académico.

Todo el contenido y análisis realizado en este informe no puede ser empleado para construir o definir la realidad de la estructura estudiada, para ello se deberá contratar una firma patológica, la cual podrá refutar o confirmar las conclusiones de este informe sin ningún tipo de responsabilidad por parte de la Universidad ni los autores.

² <https://www.constructoracapital.com/historia>



6. METODOLOGÍA

6.1. PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO:

6.1.1. Inspección preliminar del paciente.

Con el fin de determinar la viabilidad del paciente y recibir autorización por parte del docente encargado se realizó visita preliminar al conjunto residencial Nogal ubicado en la Carrera 6 N°14-37 sur en el Municipio de Mosquera Cundinamarca, de la cual se pudo determinar la siguiente información:

Tabla 3. Datos generales del paciente

Tipo de estructura	El sótano está construido en estructura convencional de vigas, columnas y losa aligerada de concreto reforzado, cimentación con zapatas y vigas de concreto reforzado
Placa parqueadero	Losa aligerada de concreto reforzado
Clasificación del inmueble	Casas unifamiliares
Número de viviendas	172 unidades de tres niveles, con 2 tipos de distribución y diferente área construida
Materiales predominantes	Concreto reforzado
Tipos de acabados	En la zona parqueadero el acabado es de concreto sin ningún tipo de acabado adicional sobre placa.
Inspección ocular inicial	En visita realizada a la edificación se pudo evidenciar la existencia de lesiones físicas, mecánicas y químicas ocasionadas principalmente por posibles malos procesos constructivos, falencias en diseño y exposición a los agentes ambientales que, ante la falta de tratamiento a estas condiciones, afectan internamente los materiales desencadenando todos los procesos visibles que permiten inferir que pueden existir lesiones internas avanzadas. Es claro que se han realizado mantenimientos inadecuados, aplicando morteros y pañetes que solo empeoran la condición, igualmente se evidencian fisuras en algunas de las vigas y afectaciones por humedad en las zonas donde se encuentran los pases de redes y los desagües que son claramente insuficientes.



Ilustración 2. Ubicación del paciente (Tomado de Google Maps)

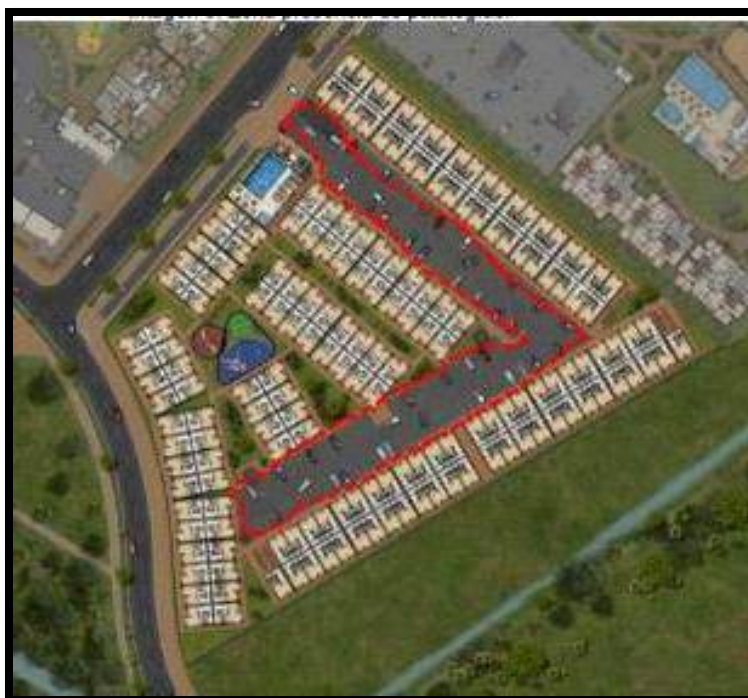


Ilustración 3. Vista en planta del paciente (Tomado de: <https://www.constructoracapital.com/avance/89/nogal>)



Ilustración 4. Proceso constructivo del paciente (Tomado de: <https://www.constructoracapital.com/avance/89/nogal>)



Ilustración 5. Humedad en losa superior (Por los autores).

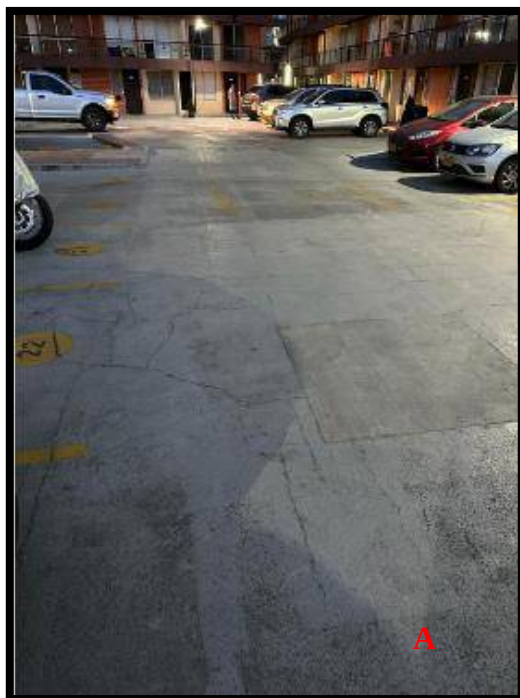


Ilustración 6. A y B- Fisuras superiores en losa distintas zonas (Por los autores).



Ilustración 7. Zona con agrietamientos predominantes (Por los autores).





Ilustración 8. Humedades cara inferior losa de entrepiso (Por los autores).



Ilustración 9. Aparente estado de falla en losa de entrepiso (Por los autores).



Ilustración 10. Fisuras evidenciadas en vigas (Por los autores).



Ilustración 11. Ausencia de recubrimiento- Acero de refuerzo expuesto (por los autores).



Ilustración 12. Zona con resanes con pañete (por los autores).

6.1.2. Permisos y autorizaciones para abordar estudio al paciente.

El conjunto residencial Nogal de Novaterra cuenta con administración y concejo de administración, encargados de la copropiedad y de emitir los permisos pertinentes para este tipo de estudios, por lo anterior se realizó el proceso de autorización y fue aprobado al equipo de trabajo para realizar todas las actividades que hacen parte de la ejecución y culminación del presente informe.

6.1.3. Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración.

El equipo de trabajo para el desarrollo del presente estudio patológico está conformado por:

-  **Ing. Edna Katherine Sanchez M. CC.1057546317 Soatá**
-  **Ing. Luis Alfredo Cely M. CC.1052385871 Duitama**
-  **Ing. Ivan Dario Escobar A. CC.80135972 Bogotá**
-  **Ing. Dagoberto Mora C. CC. 14135981 Ibagué**

Teniendo en cuenta que la edificación es un parqueadero de un solo piso, donde las lesiones se encuentran predominantemente en el concreto de la placa aérea y no se identificaron acabados arquitectónicos de importancia o lesiones geotécnicas relevantes, se considera que el personal idóneo para este estudio patológico corresponde ingenieros civiles con experiencia en construcción y diseño estructural en concreto reforzado.

6.1.4. Definición de los medios para realizar la exploración.

Teniendo en cuenta que la administración del conjunto residencial no ha recibido en su totalidad a la constructora, precisamente por los inconvenientes de algunas de las zonas de la edificación, se planteó realizar las siguientes actividades:



1. Toma de imágenes aéreas.
2. Levantamiento topográfico de la zona de parqueaderos.
3. Inspección visual preliminar.
4. Elaboración de fichas de levantamiento de información.
5. Ensayos no destructivos y destructivos.
6. Diagnóstico de las lesiones
7. Propuesta de reparación o reforzamiento de la edificación

7. HISTORIA CLINICA

7.1. RESPONSABLES DEL ESTUDIO.

Entendiendo la importancia en el desarrollo del presente documento, el equipo de trabajo mencionado en el numeral 6.1.3 es el responsable a nivel académico de este estudio.

7.2. FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO

Dentro de las actividades realizadas en torno al presente estudio se definen las siguientes:

Tabla 4. Cronograma de actividades levantamiento preliminar.

ACTIVIDAD	FECHA DE ELEBAORACION
Visita inicial para aprobación de paciente	08 de mayo de 2023
Inspección preliminar	10 de mayo de 2023
Visita levantamiento preliminar de lesiones	19 de mayo de 2023
Toma de imágenes aéreas	19 de mayo de 2023
Toma de muestras y ejecución de los ensayos de campo	6 de octubre de 2023

7.3. DATOS GENERALES DEL PACIENTE:

Nombre

Conjunto residencial Nogal

Localización (Departamento, municipio, vereda)

La ciudadela Novaterra se encuentra ubicada en el Municipio de Mosquera en la vía que comunica este Municipio con La Mesa Cundinamarca más exactamente frente al Club Serrezuela.



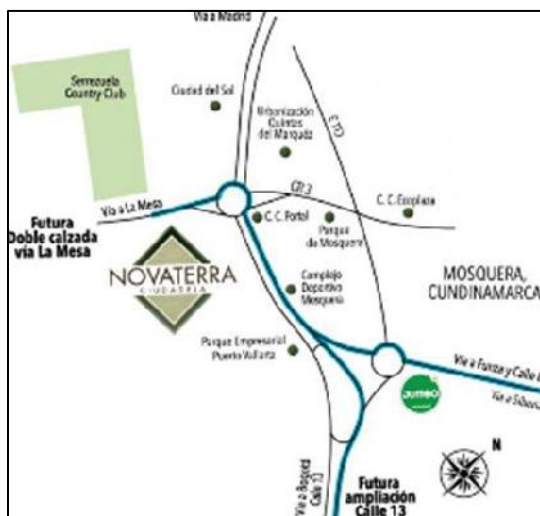


Ilustración 13. Esquema localización proyecto general (Tomado de: <https://www.constructoracapital.com/proyecto/2/bogota-y-alrededores/mosquera/89/nogar->)

El conjunto residencial Nogar se encuentra ubicado dentro de la ciudadela Novaterra más exactamente en la Carrera 6 No 14-37 sur, siendo el único conjunto de casas de la zona.

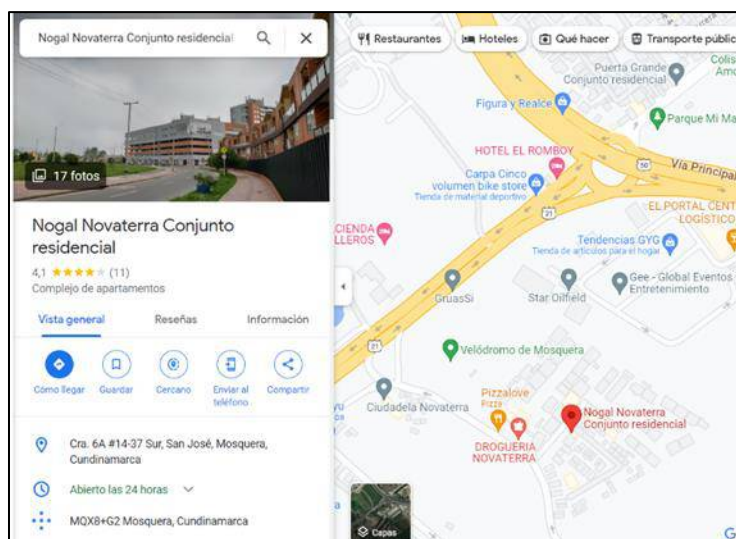


Ilustración 14. Domicilio del paciente (Tomado de: <https://www.google.com/maps/place/Nogar+Novaterra+Conjunto+residencial/@4.7007383,-74.235123,17.04z/data=!4m6!3m5!1s0x8e3f774209b44f3:0x6718ea160fcd285!8m2!3d4.6988174!4d-74.2349745!16s%2Fg%2F11fhv40h5d?hl=es>)

Uso

El paciente pertenece a una construcción de uso residencial de acuerdo con el numeral A.2.5.1 del Reglamento NSR-10 corresponde al grupo de uso I y por lo tanto un coeficiente de importancia de 1 para sismo según la Tabla A.2.5-1 del Reglamento NSR-10.

Fecha de construcción

El conjunto residencial se construyó entre el 2016 y el 2019





Uso actual y previsto del sector

Residencial con presencia en la ciudadela de locales comerciales, Mall comercial, lago y áreas deportivas.

Importancia del paciente

Se considera que dentro de la unidad constructiva global, el paciente representa una gran importancia por varios factores, entre ellos se tiene que, su ubicación es crítica ya que se encuentra en medio de unidades residenciales de constante ocupación, adicionalmente presenta circulación no solo vehicular si no también peatonal, por otro lado al ser un parqueadero, este está sometido a esfuerzos dinámicos constantes que pueden influir en la aceleración del deterioro de sus condiciones propias tanto físicas como mecánicas; garantizar la integridad de la construcción, previene eventuales situaciones adversas para el conjunto en su totalidad o para una parte importante de él.

Normativa actual que lo rige

Por la época en la que aparentemente se diseñó y se construyó se puede inferir que la normatividad base es el Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 y demás normatividad asociada a ella.

Tipo de cimentación

La cimentación para esta estructura, según la información consultada en la página del constructor son zapatas aisladas unidas mediante vigas de amarre que aportan la rigidez necesaria a la cimentación.

Altura

La altura entre la losa de sótano y la losa de entrepiso es de 2.80 m.

Área (número de pisos)

La estructura tiene solamente un piso aéreo y en la losa su uso está limitado para el estacionamiento de vehículos.

Estado general de construcción

En visita preliminar realizada, se evidenció que hay presencia de varios procesos patológicos que pueden poner en riesgo la seguridad estructural de la zona de parqueaderos. El común denominador de estos procesos son fisuras en la losa maciza que sirve como zona de estacionamiento. Cabe resaltar que las lesiones se presentan en la losa maciza; por ende, en este momento la estructura tiene una afectación por lo que el estado de la estructura es REGULAR $\square e = 0,80$.

Información existente

Se cuenta únicamente con la existente en la administración y se está validando si existe información adicional. A continuación, se muestra la información que se considera relevante y que se encuentra disponible al momento de elaboración de este informe:

- Brochure del proyecto.
- Especificaciones técnicas del conjunto
- Historia del conjunto



- Levantamiento inicial de lesiones.
- Imágenes aéreas de la zona.
- Estudio de suelos (En proceso de consecución)
- Planos de diseño para construcción (En proceso de consecución)
- Memoria de cálculo estructural (En proceso de consecución)
- Topografía (En proceso de ejecución)
- Información ambiental

Fidelidad de los planos

Se solicitará a la entidad que emitió licencia la entrega de los planos sellados para tal fin, si no se logra el proceso se trabajará con la información existente en la administración.

Aplicación patológica

En este caso, teniendo en cuenta el periodo en el que el paciente fue construido, el estudio se considera como de tipo **Pediátrico**.

7.4. DATOS GENERALES DEL ENTORNO:

7.4.1. Edificaciones u obras vecinas

El paciente, el cual consiste en una estructura dedica al uso como parqueadero, se encuentra rodeado por siete (7) bloques de casas de uso residencial, u edificio de portería y facilidades de uso común.



Ilustración 15. Entorno inmediato del paciente (Rojo: Paciente, Amarillo: Bloques vivienda) (Por los autores).

La Ilustración 15, indica el entorno inmediato del parqueadero. Esta estructura, está rodeada por los 7 bloques de casas que conforman la Ciudadela Novaterra. Se evidencia que el parqueadero está expuesta a la intemperie, factor a tener en cuenta, ya que las condiciones

climáticas pueden incidir en las lesiones que presenta el paciente, esta condición, se evaluará más adelante.

Debido a la gran extensión en planta que tiene el parqueadero, y a manera de que el informe sea claro y preciso a la hora de identificar las lesiones que padece, la estructura de estudio se ha dividido en 5 bloques para facilitar la interpretación de los resultados. El criterio para dividir la zona de estudio en 5 bloques se tomó de acuerdo con la ubicación de las juntas de dilatación presentes en la estructura. En la Ilustración 16, se observa la ubicación de lo anteriormente mencionado.

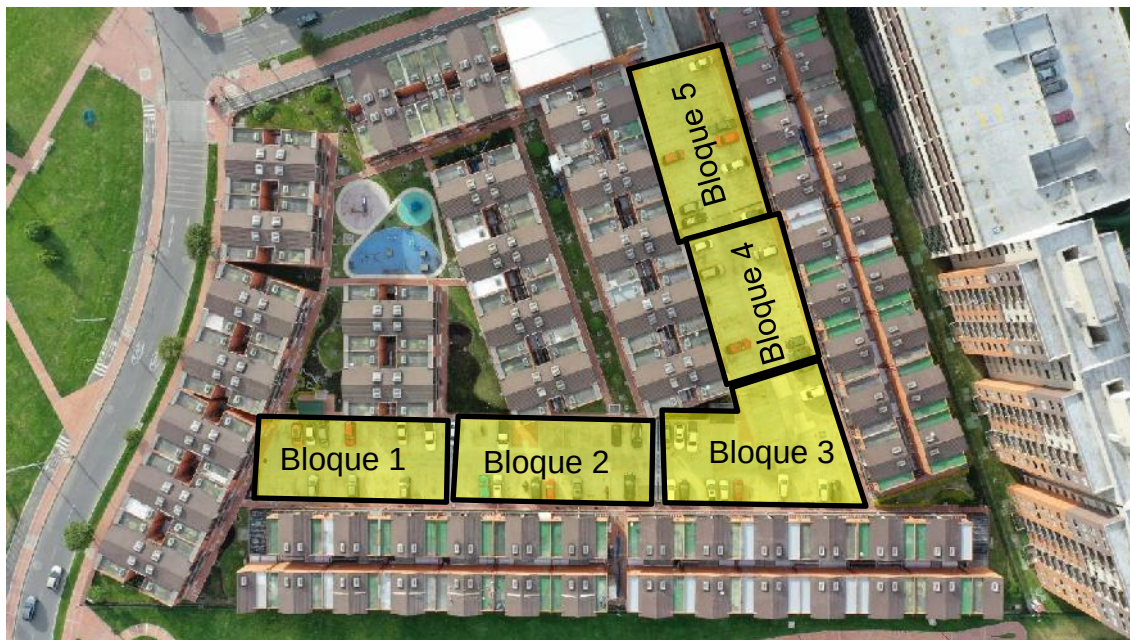


Ilustración 16. Ubicación de los bloques de estudio (Por los autores).

7.4.2. Medio ambiente

A continuación, se describen los factores ambientales que pueden incidir en la aparición de procesos patológicos para el parqueadero.

Temperatura

El municipio de Mosquera cuenta con un clima frío, su temperatura promedio durante todo el año es de 11 °C.

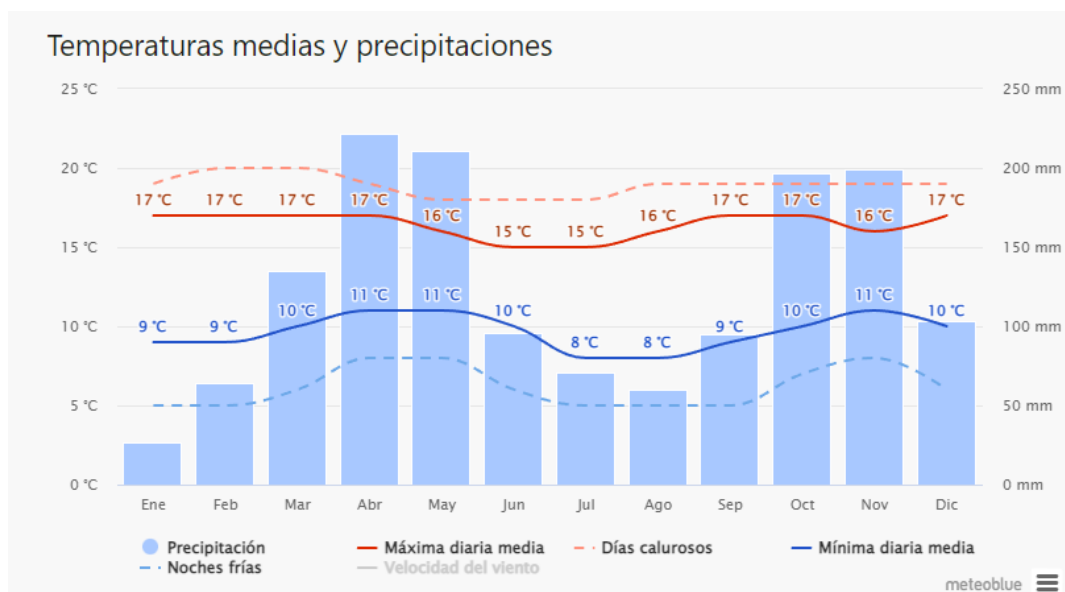


Ilustración 17. Temperatura media y precipitaciones (Tomado de:
https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/mosquera_colombia_367429)

Detallando más la información, y como es típico de los municipios que se encuentran ubicados en el altiplano cundiboyacense, se puede establecer que se cuentan con dos periodos de lluvias y dos periodos secos al año.

Para el periodo seco o de verano, las temperaturas sobrepasan los 20°C, siendo el primer trimestre del año el más caluroso, mientras que, a mediados del año, entre los meses de junio y julio, donde la temperatura es igual a los 10°C

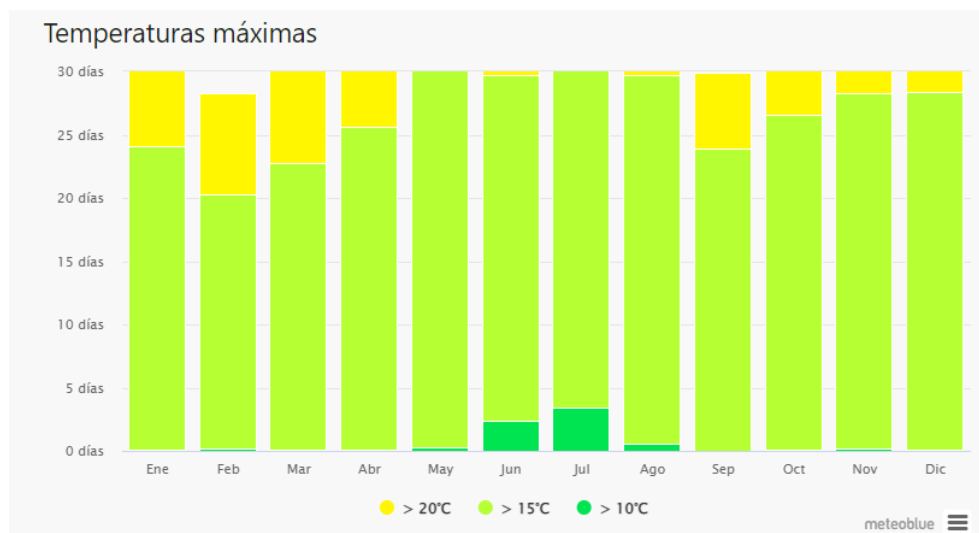


Ilustración 18. Temperaturas máximas registradas en Mosquera (Tomado de:
https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/mosquera_colombia_367429)

Precipitaciones



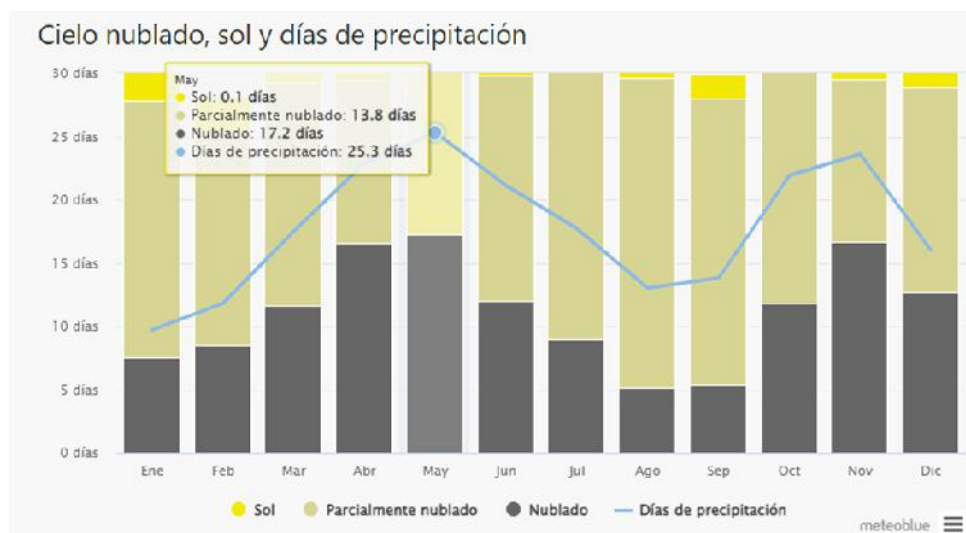


Ilustración 19. Días de precipitación (Tomado de:

https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/mosquera_colombia_367429)

En Mes de mayo registra 25.3 días con precipitaciones, por lo tanto, este mes se puede considerar el más lluvioso en el año. No obstante, la ilustración indica que los meses de Abril, Octubre y Noviembre aportan datos que son considerables para la estadística.

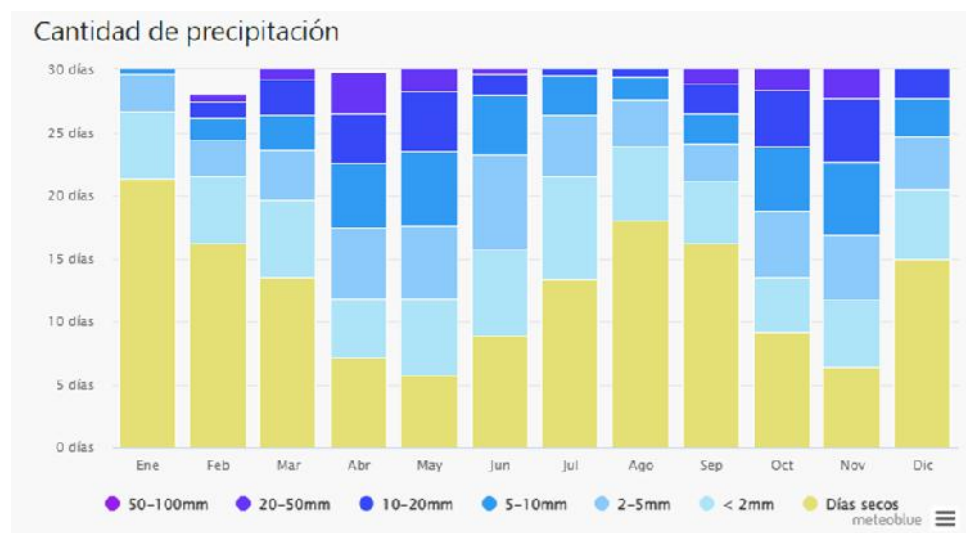


Ilustración 20. Cantidad de precipitación para el municipio de Mosquera (Tomado de:

https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/mosquera_colombia_3674292)

En los meses de abril, mayo, octubre y noviembre, se puede evidenciar días con valores de precipitación entre 50 y 100mm, por lo que es concordante con lo anteriormente expuesto; Se presentan dos temporadas de lluvias considerables.

Nivel freático y escorrentías

En el momento no se cuenta con este tipo de información, se espera ampliar información referente a condiciones de suelos y nivel freático, con la información disponible y que se espera sea entregada por el propietario durante el desarrollo del estudio patológico del paciente.





7.5. ARQUITECTURA (DESCRIPCIÓN GENERAL)

7.5.1. Estilo arquitectónico

El uso principal del paciente es servir como medio de estacionamiento o parqueadero a la ciudadela Novaterra Nogal. Al ser un espacio que tanto un sótano como una losa de circulación allí se localizan los vehículos de los propietarios de las casas del Conjunto.

En cuanto a los acabados, la superficie del parqueadero fue impermeabilizada por medio de una pintura epóxica color gris claro y el interior tiene el concreto a la vista.



Ilustración 21. Elementos estructurales del paciente zona sótano (Por los autores).

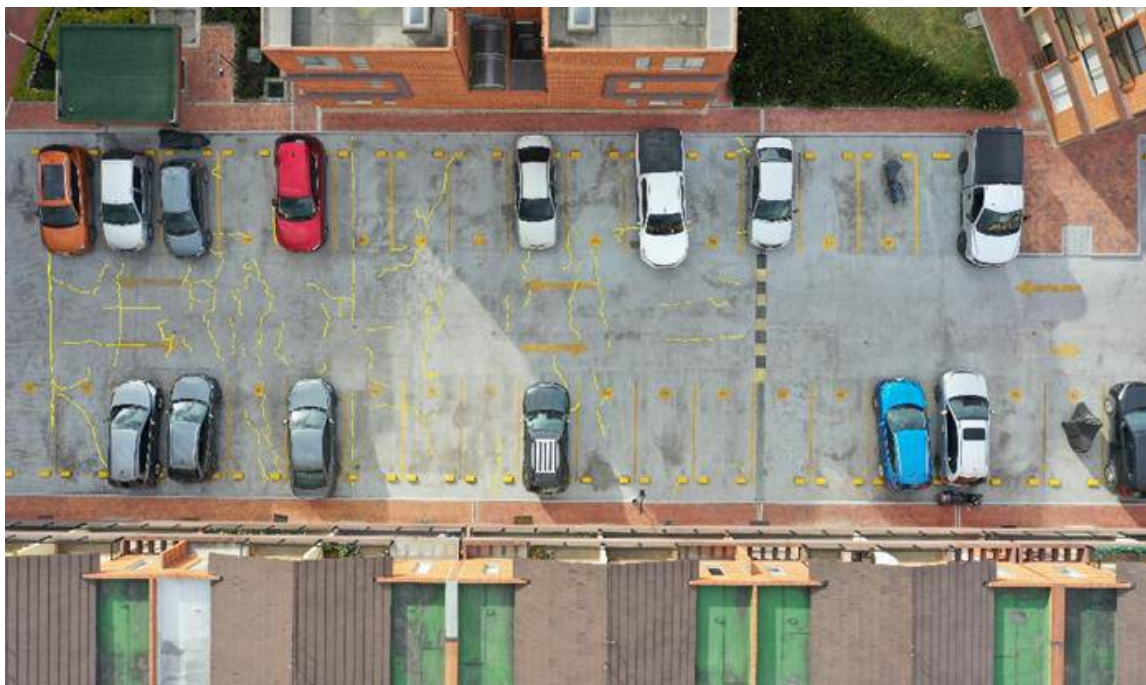


Ilustración 22. Zona Superior- Bloque de estudio No. 1 (Por los autores).

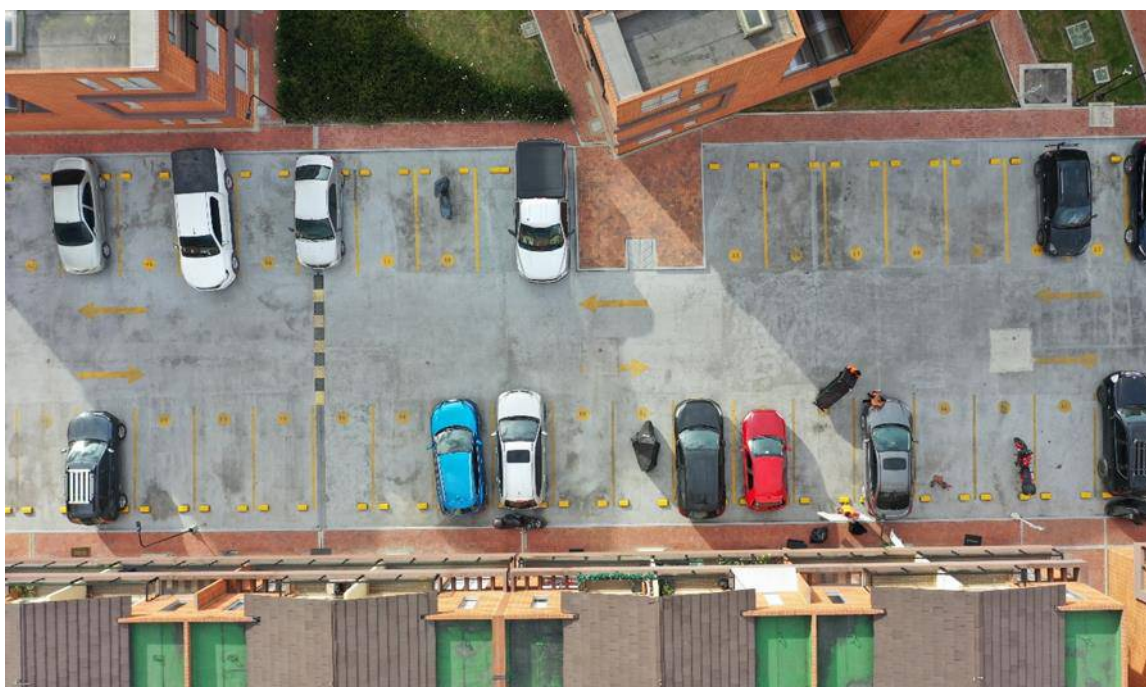


Ilustración 23. Zona Superior- Bloque de estudio No. 2 (Por los autores).



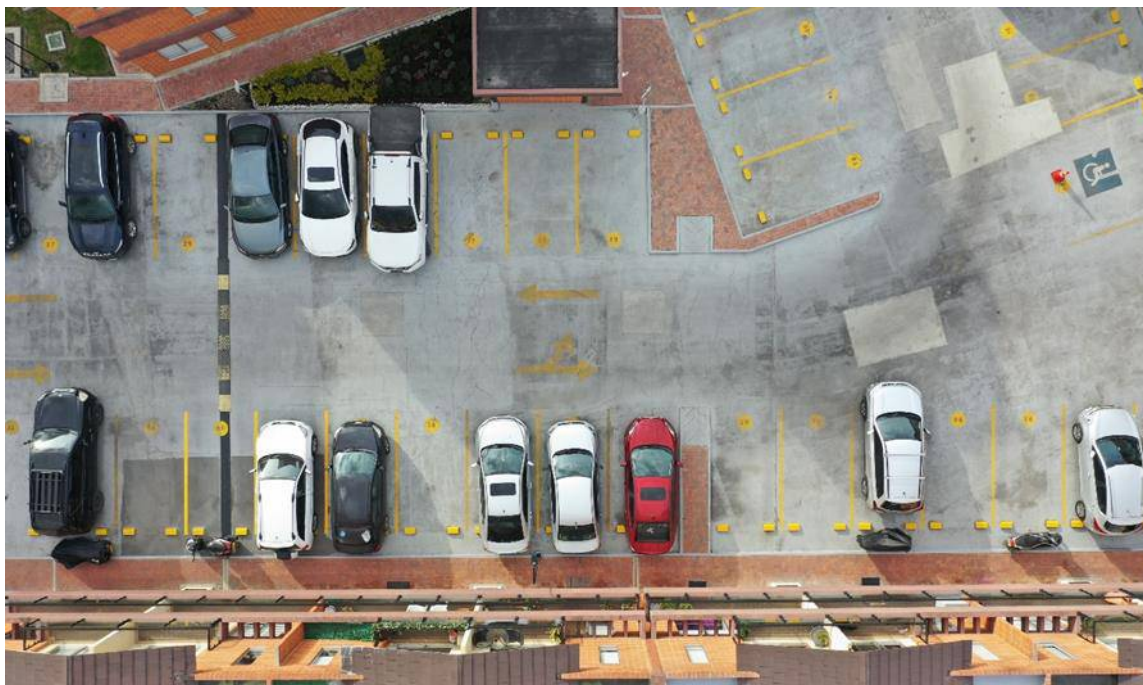


Ilustración 24. Zona Superior- Bloque de estudio No. 3 (Por los autores).

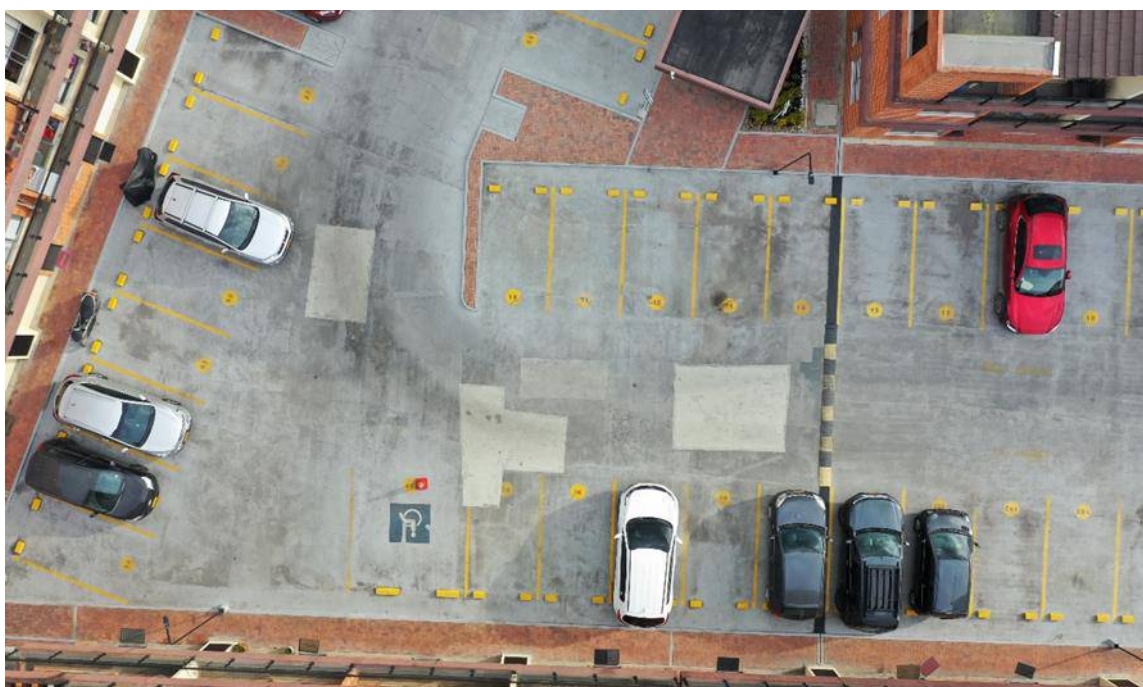


Ilustración 25. Zona Superior- Bloque de estudio No. 4 (Por los autores).



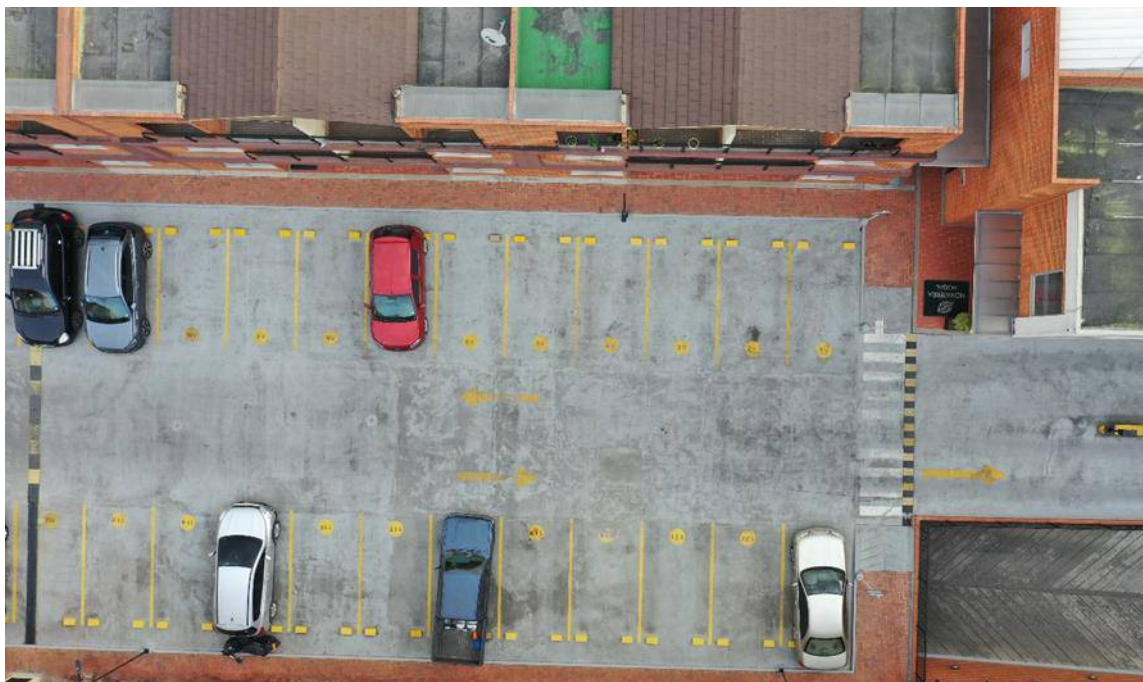


Ilustración 26. Zona Superior- Bloque de estudio No. 5 (Por los autores).

7.6. CONTEXTO HISTÓRICO, (SOCIAL, ECONÓMICO, GEOGRÁFICO, IDEOLÓGICO POLÍTICO Y JURÍDICO)

El proyecto Ciudadela Novaterra Nogal, inicia obra en el año 2017, un proyecto bastante ambicioso, donde se intervienen aproximadamente más de 100.000 m² en urbanismo distribuidos en vías de acceso, parques y zonas comunes para el disfrute de los residentes de la ciudadela y se construirán casas, apartamentos y locales comerciales, todo esto generará un impacto positivo, dinamizando la economía local del sector, y contribuyendo al desarrollo demográfico del municipio de Mosquera.

La constructora Capital pretende llevar a cabo la construcción de seis proyectos en la zona circundante, como lo indica la ilustración.



Ilustración 27. Proyectos a ejecutar por la constructora capital (Tomado de <https://www.constructoracapital.com/>)

Para el caso en estudio, el presente documento se enfatiza en el entorno local de la Ciudadela Novaterra Nogal, que es donde se encuentra el paciente sujeto a este estudio patológico.

La ciudadela Novaterra Nogal cuenta con 172 casas de 3 pisos, por lo que se infiere que si cada unidad residencial, tiene derecho a un estacionamiento o quizás dos estacionamientos por vivienda. De acuerdo con la información consultada³, se cuentan con 250 parqueaderos privados y 17 parqueaderos para visitantes, para un total de 267 estacionamientos. Los trabajos de construcción para el parqueadero empezaron aproximadamente en el febrero de 2017, y en general todo el proyecto se terminó en abril de 2019, por lo tanto, el parqueadero tiene una vetustez no mayor a 8 años.

En este momento, según información aportada por la parte administradora de la Ciudadela Novaterra Nogal, se viene adelantado la entrega definitiva de las obras a la administración, sin embargo, la administración tiene la autonomía de tomar cualquier determinación sobre el estado de los bienes de la ciudadela Novaterra Nogal.

7.7. MATERIALES, SISTEMA CONSTRUCTIVO, PROCESO CONSTRUCTIVO (TÉCNICO Y TECNOLÓGICO)

7.7.1. Sistema constructivo

El sistema constructivo fue el tradicional para pórticos de concreto reforzado, es decir, primero se realizó una excavación con taludes estables, se fundieron las zapatas, vigas de cimentación, muros de contención, luego se instaló formaleta y fundieron las columnas con

³ <https://www.constructoracapital.com/proyecto/2/bogota-y-alrededores/mosquera/89/nogal->



su correspondiente refuerzo y finalmente se instaló formaleta y fundió la placa aligerada del primer piso que actualmente tiene problemas de fisuración.

Con base a la información consultada en la página web de la constructora Capital⁴, se muestra el proceso constructivo de la estructura de parqueaderos. En la ilustración 15, se muestra los procesos del encoframiento para el muro de contención, por los cortes que se le realizaron al terreno, se ve que es estable y no se ven movimientos de masa (deslizamientos).



Ilustración 28. Proceso constructivo estructura de parqueaderos (Tomado de:
<https://www.constructoracapital.com/avance/89/nogal>)

⁴ <https://www.constructoracapital.com/avance/89/nogal>



Ilustración 29. Excavación y cimentación del sótano (Tomado de: <https://www.constructoracapital.com/avance/89/nogal/>)



Ilustración 30. Disposición refuerzo vigas (Tomado de: [https://www.constructoracapital.com/proyecto/2/bogota-y-
alrededores/mosquera/89/nogal-](https://www.constructoracapital.com/proyecto/2/bogota-y-alrededores/mosquera/89/nogal-))



Ilustración 31. Refuerzo vigas aéreas (Tomado de: <https://www.constructoracapital.com/proyecto/2/bogota-y-alrededores/mosquera/89/nogal->)



Ilustración 32. Detalle del sistema estructural de la zona de parqueaderos (Por los autores).

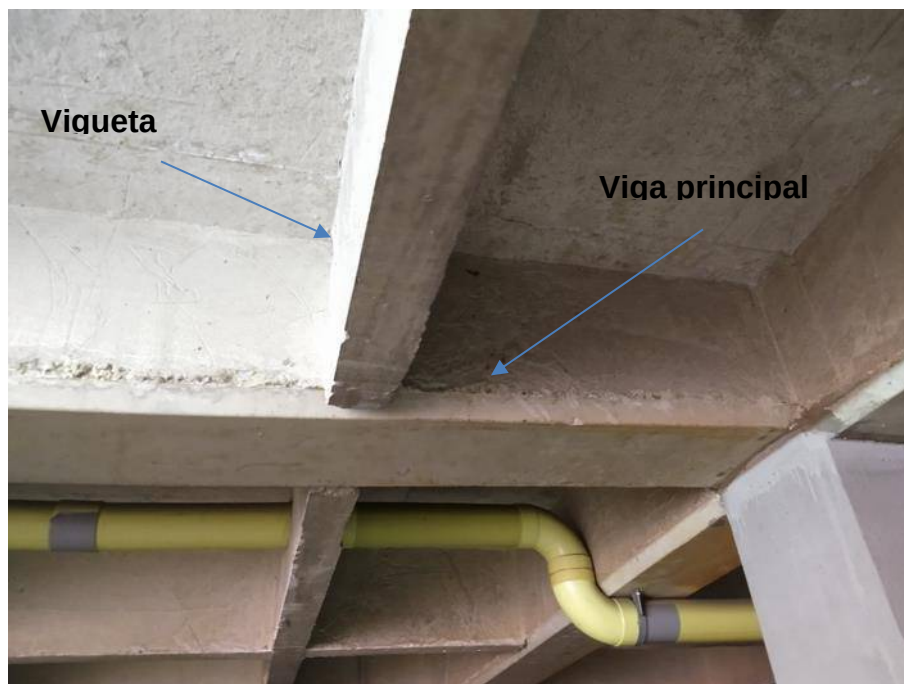


Ilustración 33. Detalle viga principal (Por los autores)

7.7.2. Estructura (descripción general)

Es evidente que el sistema estructural de la zona de parqueaderos son PORTICOS REFORZADOS EN CONCRETO RESISTENTES A MOMENTOS, con una disipación de energía MODERADA (DMO) a ser verificada. Cuenta con vigas y columnas en sus dos direcciones principales. La placa aérea funciona en dos direcciones.

La estructura se compone de un solo piso con cinco ejes de columnas en sentido longitudinal y cuatro ejes de columnas en sentido transversal. Los ejes longitudinales están separados cerca de 7,10m y las transversales dos luces de borde de 4,80m y una central de 6,20m. Todas las columnas tienen una sección de 0,30m x 0,40m. La cimentación para esta estructura, según la información consultada son zapatas aisladas unidas mediante vigas de amarre que aportan la rigidez necesaria a la cimentación.

La losa aérea tiene un espesor de cerca de 0,07m y la altura de la estructura aproximadamente es 2,85m. La estructura tiene solamente un piso aéreo y en la losa su uso está limitado para el estacionamiento de vehículos.

El valor de la resistencia a la compresión f'_c del concreto, se desconoce, por lo que se debe determinar este valor mediante ensayos destructivos o no destructivos para conocer este parámetro. El diseño de la estructura se infiere que está bajo los lineamientos de la **NORMA SISMO RESISTENTE NSR-10**.

7.7.3. Evaluación de la estructura en general

Desde que entró en servicio la estructura (aproximadamente en el año 2019), para la cual fue diseñada, en algunos elementos que hacen parte del sistema de respuesta sísmica de la



edificación, se han evidenciado procesos patológicos (fisuras) que pueden llegar a afectar su seguridad estructural, ya sea para las cargas verticales (muerta y viva) o gravitacionales y frente a las cargas horizontales (sismos).

La estructura principal que son las vigas y columnas, visualmente no presentan ningún proceso patológico, pero esto no se exime de que estos elementos no puedan presentar alguna patología por factores antropogénicos.



Ilustración 34. Estado actual de columnas y vigas (Por los autores).



Ilustración 35. Fisuras en la losa maciza (Por los autores)

8. INSPECCIÓN VISUAL

8.1. DATOS ESPECÍFICOS DE LAS LESIONES

Las afectaciones que se presentan en el parqueadero corresponden en su gran mayoría a:

8.1.1. Grietas y fisuras

Se han ido desarrollando fisuras y grietas con el pasar del tiempo de acuerdo con testigos, pero iniciaron desde que se entregó la obra a los propietarios.

De acuerdo con la inspección visual realizada se pueden observar grietas con diferentes tamaños y edades (Ver Fichas en los anexos 2 a 6). Las edades se han supuesto teniendo en cuenta que el edificio fue construido en el 2019 y que tienen una evolución diferente. Las grietas más jóvenes solamente se presentan en la cara superior de la placa y tienen un espesor pequeño. Posteriormente, la grieta se desarrolla hasta atravesar todo el elemento y es visible en la cara inferior de la placa. El siguiente deterioro corresponde a que se inicia filtración de agua y se observa una humedad en la cara inferior de la placa. Posteriormente, aparecen hongos y finalmente formaciones de estalactitas y eflorescencias.

8.1.2. Oxidación de refuerzo

También se encontraron barras de refuerzo oxidadas. Hasta el momento no presentan corrosión y es evidente que estas se encuentran sin el recubrimiento adecuado; por ende, no ha sido por desgaste o desaparición del recubrimiento por algún mecanismo.





No obstante que no se evidenció corrosión en el acero de refuerzo, la existencia de eflorescencias podría implicar que internamente existe un avance importante de la oxidación considerando que la reacción química que produce las eflorescencias y estalactitas, pueden implicar la existencia de oxidación o corrosión generalizada en la zona.

8.1.3. Asentamientos diferenciales:

Se identificó que existe un asentamiento diferencial entre las columnas y el muro de contención. Este fue comunicado por una residente del conjunto como la fractura del enchape que recubre los depósitos y durante la inspección visual se identificó una y registró dentro de las fichas. Se llegó a la conclusión que la grieta detectada corresponde a un asentamiento diferencial considerando que se localiza en un muro que conecta la parte interior soportada por las columnas y el muro de contención con una inclinación a 45° que sigue la pega de la mampostería que obedece a un asentamiento del muro respecto a las columnas. También se resalta que al no atravesar los bloques de arcilla implica que los esfuerzos pueden ser desviados por la resistencia de los ladrillos y por lo tanto no son esfuerzos extremos.

8.1.4. Humedades en el muro de contención:

Se evidenció humedades y filtraciones en el muro de contención. Si bien son comunes, en esta oportunidad no se realizó doble muro con su caja de inspección para el mantenimiento. Por ende, se observa desprendimiento del acabado y manchas por lavado.

8.1.5. Grietas en vigas y viguetas:

Se puede observar que algunas vigas y viguetas presentan agrietamiento vertical con origen desconocido hasta el momento.

Presumiblemente pueden deberse a que el refuerzo esté muy superficial o una mala localización del refuerzo. Algunas vigas que presentan este agrietamiento tienen diferencias de altura total de la viga de hasta 5 cm, por lo que es necesario verificar la altura del refuerzo y establecer si esto ha generado deformaciones excesivas en la viga al haber una reducción de la sección efectiva.

Existen otras grietas con origen diferente en las viguetas que debe ser establecido ya que parecen propagación de las grietas en la placa.

8.1.6. Localización y levantamiento de daños

Teniendo en cuenta que la mayoría de las afectaciones en la estructura corresponden a grietas y fisuras la localización y levantamiento de daños se ha basado en un mapa de grietas.

El mapa de grietas se ha desarrollado a partir de una ortofoto por dron. Teniendo en cuenta que la estructura es bastante grande y se encuentra dilatada en varios puntos, es conveniente partir la localización y el estudio de todo el parqueadero acorde con cada bloque estructural.

Por lo anterior se han realizado 5 fichas técnicas de elementos con el levantamiento y descripción de cada bloque estructural. Y finalmente se han levantado lesiones específicas de cada bloque estructural y si han estudiado.



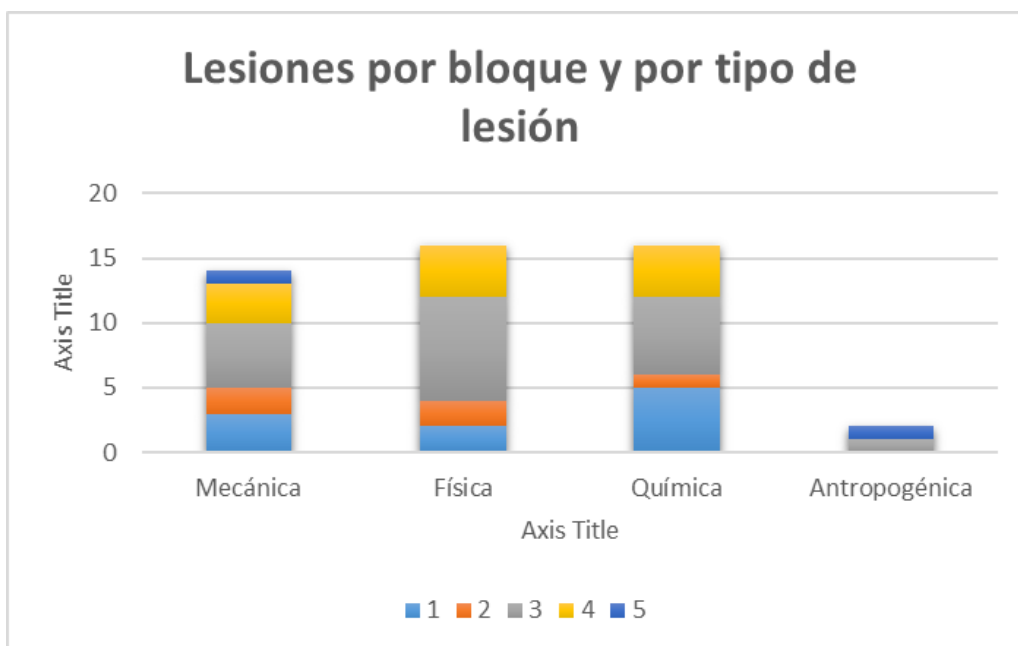
En el anexo 1 se encuentra la ficha desarrollada para el proyecto en general donde se encuentra la localización de los bloques las condiciones estructurales ambientales de contaminación y antecedentes históricos del edificio.

En cada uno de los anexos 2 a 6 se ha colocado una ficha del bloque particular y todas las fichas de cada lesión identificadas en ese bloque.

8.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS LESIONES IDENTIFICADAS

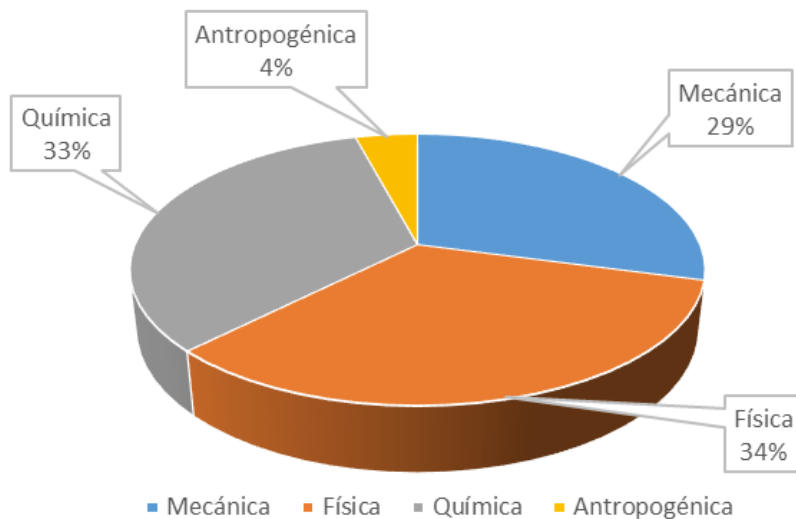
Para hacer el análisis estadístico se requiere como primera fuente una base de datos con todas las lesiones encontradas. En el anexo 7 se encuentra una matriz con todo el listado de lesiones indicando el tipo, descripción general, clasificación, origen, severidad.

A continuación, se muestra un resumen gráfico de las estadísticas calculadas:

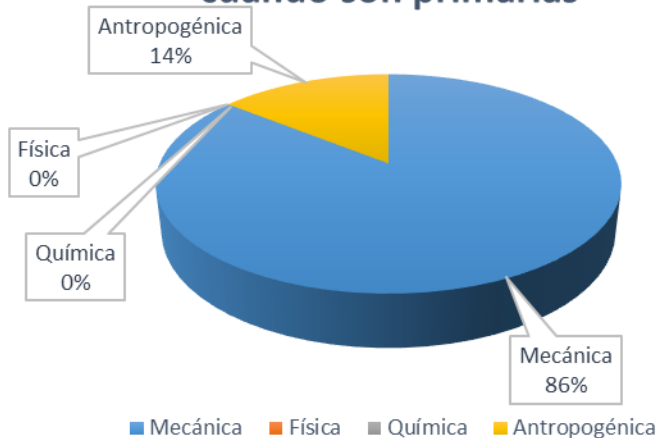




Distribución de lesiones por tipo

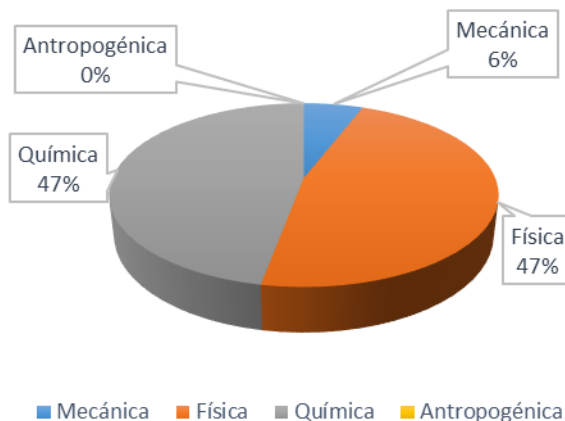


Distribución del origen de las lesiones cuando son primarias

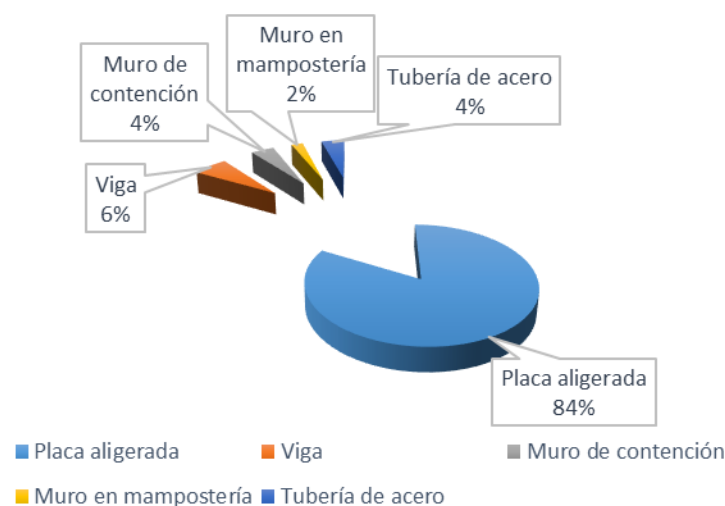




Distribución del origen de las lesiones cuando son secundarias



Localización de las lesiones



Adicionalmente, en las gráficas mostradas se encontró que el grado de la gran mayoría es lesiones es leve, teniendo en cuenta que no se encontró que tuvieran una relación con su desempeño estructural a excepción de las fisuras de flexión que se encontraron en la Ficha HC-FL-020 que deberá ser evaluado con detenimiento a partir de los ensayos que se realicen.

Por otro lado, se ha considerado que todas las lesiones primarias de origen mecánico son fisuras y representan la patología más relevante en todo el parqueadero. Si bien existen otras lesiones son de origen secundario y en su gran mayoría se derivan de la existencia de las grietas y fisuras.



Si bien se han registrado todas las grietas en las fichas patológicas, existen un sinnúmero de fisuras que podrán seguir su evolución hasta grietas pero que no se consideró necesario registrar con una ficha en particular. Simplemente se encuentran registradas en el mapa de grietas que se hizo por bloque y que se muestra en la ficha técnica de cada bloque. Una vez se defina el origen de las grietas registradas en las fichas de lesiones se podrá dar también tratamiento y diagnóstico a las fisuras ya que su naturaleza es la misma.

8.3. EVALUACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y COMPOSICIÓN DEL CONCRETO Y/O MATERIALES

La evaluación detallada de los elementos afectados y los no afectados, se llevará a cabo mediante la realización de ensayos no destructivos con el fin de determinar las condiciones físicas y mecánicas actuales y de esta forma validar el aporte de cada uno de los elementos y de los materiales que lo conforman, dentro del proceso patológicos y dentro de las posibles soluciones de intervención a que se pudiera llegar como resultado del presente estudio.

8.4. DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA MÁS RELEVANTE EN EL PACIENTE

Como se mencionó anteriormente la patología más relevante corresponde a la presencia de fisuras con un patrón aleatorio sobre la cara superior de la placa aérea de los parqueaderos.

En las fichas de los bloques (Anexos 2 a 6) se ha mostrado el mapa de la fisuración para tratar de encontrar un patrón en ellas; sin embargo, no se ha encontrado un patrón claro además de unos casos específicos en donde podría ser coincidencia que la grieta se presenta en un punto que aparentemente corresponde a un esfuerzo por flexión de la placa.

Por otro lado, muy probablemente las grietas tienen causas diferentes por lo que a continuación indicamos los posibles orígenes de las grietas.

8.4.1. Agrietamiento debido a deficiencias en el diseño

Se realizó una verificación rápida de dimensionamiento de las vigas y de la placa empleando el numeral C.9.5.2 encontrándose que:

1. Relación entre las vigas y la luz entre apoyos es de 15.
2. El funcionamiento de esta placa es en 2 direcciones teniendo en cuenta que la viguetería genera una cuadrícula apoyada en los cuatro lados con relaciones ancho/largo cercanas a uno.
3. La placa se encuentra entre 5 y 7 cm de espesor (por confirmar con topografía y planos para construcción) y está apoyada a una distancia de aproximadamente 1.35 m por lo que la relación entre el espesor y la luz entre apoyos es de 27 a 19.

Teniendo en cuenta los órdenes de magnitud expresados en la tabla C.9.5a es necesario realizar un análisis estructural más detallado para determinar si existen deformaciones excesivas en la placa maciza apoyada a 1.35 m por falencias en el diseño original.

8.4.2. Diferencias entre el diseño y lo construido

Una vez determinado que no existan falencias en el diseño es necesario verificar que la construcción esté de acuerdo con los planos de construcción. El agrietamiento existente puede ser por:

- Falta de refuerzo por temperatura, es decir, una cuantía inferior a los esfuerzos generados por temperatura o de funcionamiento.
- Localización equivocada del refuerzo, es decir, que el recubrimiento del acero de refuerzo no es el adecuado o no corresponde con los esfuerzos a tracción en la placa.
- Espesor de la placa insuficiente diferente a la indicada a los planos de construcción.
- Resistencia del concreto inferior a la indicada en los planos de construcción.

Para poder descartar cualquiera de las causas anteriormente mencionadas, se deberán realizar ensayos destructivos y no destructivos.

8.4.3. Agrietamiento del concreto por deficiencias durante el fraguado y curado de la placa de concreto

Teniendo en cuenta el patrón del agrietamiento también se podría considerar deficiencias durante el fraguado y curado de la placa de concreto en especial debido a la contracción del concreto.

Si bien el patrón normal del agrietamiento se presenta justo después del endurecimiento el concreto existen condiciones de contenidos de agua, temperaturas durante el fraguado y tipos de agregado⁵ que pueden presentar un agrietamiento a lo largo del tiempo y no inmediatamente después del endurecimiento.

Para poder descartar o confirmar este tipo de agrietamiento se realizarán diferentes ensayos para determinar el contenido de agua tipo de agregados y buen procedimiento de curado durante el fraguado y endurecimiento del concreto.

8.4.4. Deterioro del concreto por factores ambientales

Teniendo en cuenta que el agrietamiento no tiene un patrón consistente con esfuerzos por el funcionamiento normal, una posibilidad que tiene probabilidad alta de ser la causante de la situación actual, es la expansión y contracción del concreto de la placa debida a los cambios de temperatura cíclicos entre el día y la noche.⁶

Esta condición por factores ambientales coincide también teniendo en cuenta que las grietas siguen desarrollándose y no fue una condición de la placa una vez fundida sino que siguen apareciendo grietas y las existentes siguen ampliándose. No obstante, este deterioro normalmente es mitigado con el acero de refuerzo por lo que está combinado con un requisito en planos para construcción deficiente o la reducción de la cuantía durante construcción.

⁵ [IDENTIFYING CONCRETE CRACKS & HOW TO FIX THEM - Waterstop Solutions](#)

⁶ [6 Types of Concrete Cracks and What They Mean | Concrete Supply Co.](#)



Para este caso se deberá evaluar las dimensiones de la placa la posición del agrietamiento respecto a la exposición de la placa al sol. Ya que si esta es la situación, las zonas con mayor agrietamiento deberían corresponder a las zonas con mayor diferencial de temperatura entre el día y la noche.

8.5. CLASIFICACIÓN Y ORIGEN DE LA(S) PATOLOGÍA(S)

En el numeral anterior se realizó un análisis y descripción de la patología más relevante donde se discutió los diferentes orígenes posibles del agrietamiento por lo que en las fichas de lesiones por elemento hemos omitido el análisis a profundidad de los agrietamientos.

Para las demás lesiones encontradas, en las fichas de lesiones (Anexos 2 a 6) se realiza su clasificación y origen.

9. AUSCULTACIÓN Y EXPLORACIÓN

Para realizar un estudio preciso se requieren realizar ensayos no destructivos y destructivos en la placa de tal forma que se pueda descartar las diferentes causas posibles de las lesiones y síntomas presentados y registrados en las fichas. A continuación, analizamos su selección.

Con el fin de ser óptimos en el número y localización de ensayos se realizarán algunos supuestos que podrían afectar los resultados del diagnóstico:

1. Se considera que la estructura es relativamente homogénea en sus cinco bloques.
2. El número de ensayos por el alcance del actual estudio es de 8.
3. La carbonatación esperada no afectará las dimensiones estándar de los núcleos que serán extraídos.
4. El concreto de toda la placa aérea (vigas, viguetas y placas) fueron fundidas con el mismo concreto que se pudo comprobar con algunas fotos de la construcción.

9.1. ENSAYOS DESTRUCTIVOS

9.1.1. Ensayo De Núcleos A Compresión De Concreto

Se requiere conocer la resistencia del concreto para poder determinar la resistencia de la placa y vigas, por lo que se considera importante realizar algunas pruebas de compresión a núcleos de concreto tanto en las vigas como la placa.

La normativa existente requiere dimensiones de los núcleos a ser extraídos del elemento de concreto superiores a 5 cm. Lamentablemente, la placa que presenta agrietamiento está entre 6 y 7 cm de espesor por lo que extraer un núcleo de las dimensiones requeridas por los ensayos estándar para concreto no es posible. Para solucionar este inconveniente, se propone realizar ensayos a núcleos de concreto de las vigas teniendo en cuenta el supuesto 4.

La NSR 10 requiere la prueba de 3 núcleos a compresión por elemento en estudio; sin embargo, por la limitación de recursos y alcance del estudio, se realizará un total de 4 cilindros para diferentes vigas (Según ASTM C42/C42M) con el fin de tener información de la mayor cantidad de bloques estructurales.



9.1.2. Pruebas Adicionales

Aprovechando la extracción de los núcleos se realizarán pruebas de carbonatación a cada cilindro extraído y se realizará una en la regata de la placa propuesta.

Teniendo en cuenta que existen eflorescencias es necesario revisar los contenidos de sales en el concreto lo cual podría ser una prueba de agregados mal seleccionados. Adicionalmente, se deberá determinar el porcentaje de finos en el agregado, el correcto curado del concreto y demás características mineralógicas del concreto para descartar deficiencias durante la construcción y materiales de mala calidad. Por lo que se debería ejecutar un ensayo petrográfico ASTM C856, pero debido a la logística de este ensayo y el alcance del proyecto, se deja como recomendación su ejecución.

9.1.3. Regata En Placa

Se realizará una regata en un área de placa para determinar el refuerzo y el recubrimiento, se complementará con un ferroskan en otros puntos para establecer que es el mismo refuerzo o al menos su uniformidad. Se recomienda la ejecución de estas regatas ya que el ferroskan no es muy preciso y podría presentar incertidumbres a la hora de la lectura de la prueba.

9.2. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Se consideraba la posibilidad de ejecutar pruebas de esclerómetro, pero no se considera óptimo ya que la placa de concreto es la prioridad y el esclerómetro debido al espesor tan delgado de la placa no daría resultados confiables. Adicionalmente, realizar este tipo de ensayo de manera que cumpla con la ASTM C-805-13a consumiría la totalidad de los ensayos que se pueden realizar dentro del presupuesto y no se obtendría un resultado confiable, ya que existe incertidumbre importante en los resultados de este ensayo.

Se realizarán 14 pruebas con Ferroskan para determinar profundidad del refuerzo y un estimado de la separación y cuantía de este en columnas, vigas y placa.

9.3. LISTADO Y LOCALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS PROPUESTOS

A continuación, se muestra una imagen general del parqueadero indicando los puntos donde se realizarán las pruebas destructivas y no destructivas:

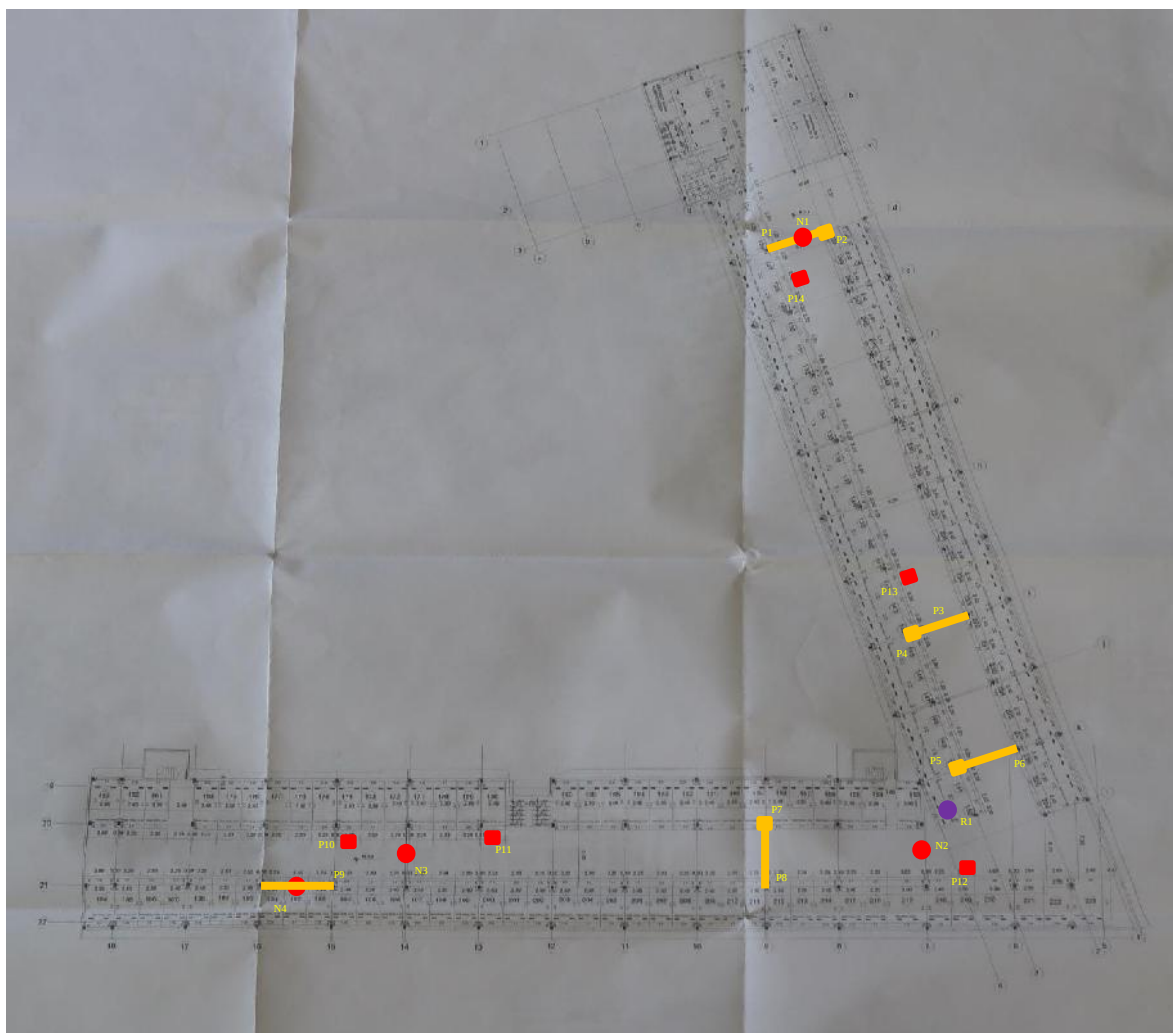


Ilustración 36 - Localización de las exploraciones realizadas

Muestra	Cantidad	Ensayos
N1	1	1 Resistencia a la compresión ASTM C42 1 Carbonatación
N2	1	1 Resistencia a la compresión ASTM C42 1 Carbonatación
N3	1	1 Resistencia a la compresión ASTM C42 1 Carbonatación
N4	1	1 Resistencia a la compresión ASTM C42 1 Carbonatación
R1	1	1 Regata para verificar refuerzo de la placa de 6cm de espesor
P1	1	Ensayo de ferrosan
P2	1	Ensayo de ferrosan
P3	1	Ensayo de ferrosan
P4	1	Ensayo de ferrosan
P5	1	Ensayo de ferrosan
P6	1	Ensayo de ferrosan
P7	1	Ensayo de ferrosan
P8	1	Ensayo de ferrosan





P9	1	Ensayo de ferrosan
P10	1	Ensayo de ferrosan
P11	1	Ensayo de ferrosan
P12	1	Ensayo de ferrosan
P13	1	Ensayo de ferrosan
P14	1	Ensayo de ferrosan
E1	1	Esclerometría
E2	1	Esclerometría
E3	1	Esclerometría
E4	1	Esclerometría
E5	1	Esclerometría
E6	1	Esclerometría
E7	1	Esclerometría

9.4. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

En el Anexo 9 se ha adjuntado el resultado de los ensayos realizados en el sótano de parqueaderos del conjunto residencial.

9.5. REPORTE GENERAL

A continuación, se hace un resumen general de los resultados que se emplearán para definir el diagnóstico:

9.5.1. Actividades realizadas:

1. Inspección visual general
2. Inspección visual particular elementos estructurales específicos
3. Extracción de núcleos 2" en vigas aéreas
4. Ensayos de carbonatación
5. Regata en losa de entrepiso
6. Verificación de niveles en vigas de entrepiso
7. Realización ensayo de esclerometría en vigas, losas y columnas
8. Localización relativa de aceros de refuerzo con equipo Ferrosan Hilti PS300
9. Levantamiento topográfico.

9.5.2. Procedimiento aplicado:

Inicialmente se realiza una inspección visual de toda la estructura donde se evidencian numerosas lesiones tales como grietas, fisuras y humedades en la mayoría de los elementos tanto verticales como horizontales, se evidencia exposición de aceros de refuerzo de losas (parte inferior), se observan resanes previos realizados a elementos horizontales de entrepiso, se encuentra ondulación en losa de contrapiso, se evidencian fisuras descendentes en ménsulas y fisuras horizontales en tercio alto de columnas.

Se adelanta inspección visual de los elementos que inicialmente fueron identificados como prioritarios debido a aspectos tales como fisuras y grietas representativas, deflexiones, reparaciones previas y cambios en su aspecto, dentro de estos se contempla:

Paso seguido se seleccionan los elementos sobre los cuales se llevará a cabo la extracción de núcleos, siendo estos elementos todas vigas principales de la losa aligerada de entrepiso.



Se realiza ensayos de carbonatación a las muestras extraídas para ensayos a la compresión
Se finaliza con la ejecución de los ensayos de ferroskan y esclerómetro.

9.5.3. Hallazgos de lesiones durante la ejecución de los ensayos

Losa de entre piso: presenta grietas pasantes en número y magnitud representativos, con pérdida total de secciones de losa que han requerido reemplazo, reparaciones superficiales previas, exposición de aceros de refuerzo.

Losa de contrapiso: presenta ondulaciones con sobresaltos en zona de vigas de cimentación, fractura en zonas de contorno de columnas, separación en juntas de dilatación.

Entorno general: se evidencia ausencia de sistema de extracción de gases en zona de sótano lo que facilita la acumulación de emisiones vehiculares producto de la combustión de combustibles fósiles en las losas y vigas de entrepiso de la estructura.

Ménsulas que presentan agrietamiento descendente y fisuras horizontales



Ilustración 37 - Grietas identificadas en ménsulas de apoyo del entrepiso

9.5.4. Registro fotográfico durante la ejecución de los ensayos en campo