

ESTUDIO PATOLÓGICO CONJUNTO RESIDENCIAL PICADILLY P.H

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO



ROBINSON BUILES SALAZAR C. C. 1024545996

LUIS ALEJANDRO RAMÍREZ SANABRIA, C. C. 1118566890

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD CONSTRUCCIÓN EN ARQUITECTURA E INGENIERÍA BOGOTÁ

2024

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO

ESTUDIANTES:

LUIS ALEJANDRO RAMÍREZ SANABRIA, C.C 1118566890

ROBINSON BUILES SALAZAR C. C. 1024545996

ESTUDIO PATOLÓGICO CONJUNTO RESIDENCIAL PICADILLY P.H

DOCENTE:

MANUEL FERNANDO MARTÍNEZ

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD CONSTRUCCIÓN EN ARQUITECTURA E INGENIERÍA BOGOTÁ

2024

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN.....	10
2. INTRODUCCIÓN.....	12
3. JUSTIFICACION.....	13
4. OBJETIVOS.....	14
4.1. OBJETIVO GENERAL	14
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
5. ALCANCES Y LIMITACIONES	15
6. METODOLOGÍA PROPUESTA.....	16
6.1. DATOS GENERALES DEL PACIENTE	16
6.2. DATOS GENERALES DEL ENTORNO	17
6.3. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE SUELO Y SUS CARACTERÍSTICAS:.....	19
6.4. HISTORIA DE SISMOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	26
6.5. MATRIZ DE VULNERABILIDAD	29
6.6. INSPECCIÓN VISUAL E IDENTIFICACIÓN DE PATOLOGÍAS	31
6.7. PATOLOGÍAS ENCONTRADAS	33
6.8. FASE 2 – TOMA DE ENSAYOS	37
6.8.1. Ensayo de fisurómetro (END):	37
6.8.2. Ensayo de esclerometría (END).....	40

6.8.3.	Ensayo de regatas (ED).....	44
6.8.4.	Toma de lectura de ferrosan (END).....	47
6.8.5.	Ensayo de extracción de núcleos (ED)	47
6.8.6.	Ensayo de carbonatación (ED).....	50
6.8.7.	Reparación de los ensayos destructivos.....	54
6.9.	PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN	56
6.9.1.	Jardineras.	58
6.9.2.	Impermeabilización de la placa (plazoleta)	61
6.9.3.	Intervención de fisuras y grietas	62
6.9.4.	Rehabilitación juntas constructivas.....	63
6.9.5.	Avance del grado de carbonatación	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		68
ANEXOS		70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del predio seleccionado	16
Figura 2. Linderos del Conjunto Residencial Picadilly P. H.	18
Figura 3. Índice de localización - Plancha 228	20
Figura 4. Ubicación del predio en estudio, Geología de la plancha 228	21
Figura 5. Ubicación del predio en estudio vs Canal Córdoba.....	21
Figura 6. Distancia desde el segmento vial de referencia CIV 11013277	22
Figura 7. Registro fotográfico de los apiques	23
Figura 8. Análisis granulométrico por tamizado (INV E 123-07)	24
Figura 9. Gráfica Ensayo de CBR (INV E 148-13)	25
Figura 10. Ubicación del proyecto, según las zonas de amenaza sísmica	26
Figura 11. Sismicidad histórica de Bogotá (escala EMS-98)	29
Figura 12. Matriz de vulnerabilidad.....	30
Figura 13. Clasificación obtenida por la matriz de vulnerabilidad.....	30
Figura 14. Zonas comunes, plazoleta NIVEL 1	32
Figura 15. Zonas comunes, plazoleta NIVEL 1	33
Figura 16. Fisuras en la placa y muro divisorio NIVEL -1	33
Figura 17. Humedad en placa de entepiso, escalera y pasillo Torre 6 NIVEL -1	34
Figura 18. Humedad placa entepiso, parqueadero visitantes Torre 6 NIVEL -1	34
Figura 19. Escaleras y zonas de jardinería Torre 6 NIVEL 1	35
Figura 20. Descascaramiento zonas comunes Torre 6 NIVEL 1	35
Figura 21. Filtraciones en placa de entepiso, rampa parqueadero NIVEL -1	36
Figura 22. Captación de filtraciones y desagües Torre 7 NIVEL -1	36

Figura 23. Captación de filtraciones y desagües Torre 7 NIVEL -1	37
Figura 24. Tarjeta de control de fisuras	38
Figura 25. Equipo utilizado, esclerómetro	41
Figura 26. Ángulo de posicionamiento del equipo	41
Figura 27. Ubicación y análisis de datos	42
Figura 28. Elaboración de regata en viga aérea 1	44
Figura 29. Medición de acero de refuerzo	45
Figura 30. Ubicación espacial de la regata (ED)	45
Figura 31. Refuerzo típico losa de cubierta	46
Figura 32. FerroScan (END).....	47
Figura 33. Ubicación de las extracciones de núcleos	48
Figura 34. Proceso de extracción de núcleos	48
Figura 35. Dimensiones y aspecto de las extracciones	49
Figura 36. Representación gráfica de carbonatación	50
Figura 37. Carbonatación presente en las extracciones	51
Figura 38. Sitio de extracción N°1	52
Figura 39. Sitio de extracción N°2.....	52
Figura 40. Sitio de extracción N°3.....	53
Figura 41. Elementos de reparación.....	55
Figura 42. Reparación posterior a los ensayos destructivos	56
Figura 43. Ley de evolución de costos de Sitter	56
Figura 44. Vida útil en estructuras de concreto	57
Figura 45. Esquema típico del sistema de impermeabilización en jardineras	59

Figura 46. Proceso de aplicación de procesos hidrófugos	61
Figura 47. Procedimiento de instalación sellante de juntas	64
Figura 48. WILLSEAL – SEISMIC	64
Figura 49. WILLSEAL Horizontal y Vertical	65
Figura 50. WILLSEAL 250 - Aplicación de juntas en concreto	65

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información ambiental.....	18
Tabla 2. Amenazas POT 555	19
Tabla 3. Determinación de los factores de contracción de los suelos (INV E 127-13)	23
Tabla 4. Límites de Attenberg (INV E 125 / INV E 126).....	24
Tabla 5. Humedad natural (INV E 122).....	25
Tabla 6. Ensayo de C. B. R. (INV E 148-13)	25
Tabla 7. Sismos con daños intermedios y severos en Bogotá.....	27
Tabla 8 Sismicidad histórica de Bogotá.....	28
Tabla 9. Etapas de vulnerabilidad.....	29
Tabla 10. Clasificación de vulnerabilidad	30
Tabla 11. Tabla de seguimiento y monitoreo.....	39
Tabla 12. Guía para anchos de fisuras razonables, hormigón armado bajo cargas de servicio	39
Tabla 13. Resultado y análisis de la esclerometría	42
Tabla 14. Valores promedios y análisis de datos.....	42
Tabla 15. Tabla de resistencias mínimas de concreto, según la NSR-10	43
Tabla 16. Especificación mínima vs resultado obtenido	44
Tabla 17. Resultados a compresión de los núcleos extraídos	49
Tabla 18. Análisis de datos del ensayo de carbonatación.....	54

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Fichas de recolección de información y documentación del paciente	70
Anexo 2. Geología del sector.	70
Anexo 3. Ensayo de esclerometría.....	70
Anexo 4. Ensayo de regata.....	70
Anexo 5. Ensayo extracción de núcleos.....	70

1. RESUMEN

En el campo de la construcción es evidente notar que con el paso del tiempo el deterioro de las estructuras y con ello, se manifiesta mostrando diferentes patologías en los materiales utilizados en todo el proceso de la construcción, esto debido a diferentes factores que se encuentran relacionados con la conformación, el desgaste de los materiales y el inapropiado tratamiento, elección o ejecución del proceso constructivo, los cambios atmosféricos, el nivel de exposición a agentes químicos o ambientales a la que se encuentra la estructura, entre otros.

Siendo la patología de la construcción la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en una estructura en cualquier estado del tiempo como nueva, en construcción o antigua se basa en un análisis que permite la realización de distintos diagnósticos desde el comportamiento de una estructura o de los elementos que la componen, identificando la presencia de daños o lesiones dentro de la misma.

Palabras claves: Patología, construcción, estructuras, materiales, deterioro, diagnóstico.

ABSTRACT

In the field of construction with the passage of time is the deterioration of the structures and with it, it is manifested showing different pathologies in the materials used throughout the construction process, this due to different factors that are related to the conformation, the wear of the materials and the inappropriate treatment, choice or execution of the construction process, atmospheric changes, the level of exposure to chemical or environmental agents to which the structure is, among others.

Being construction pathology the science that studies the construction problems that appear in a structure in any state of time as new, under construction or old, it is based on an analysis that allows the realization of different diagnoses from the behavior of a structure or of the elements that compose it, identifying the presence of damages or injuries within it.

Key words: Pathology, construction, structures, materials, structural deterioration, diagnosis.

2. INTRODUCCIÓN

La presente propuesta comprende el estado de un conjunto residencial en el noroeste de la ciudad de Bogotá, ubicado en la carrera 55 A No. 163 – 35, localidad de Suba, UPZ-18 Britalia. Esta estructura consiste en 13 niveles, los cuales se representan en 11 plantas por encima del nivel del suelo y dos subterráneas. Estas se dividen en la parte superior como apartamentos de vivienda residencial y los pisos subterráneos funcionan como parqueaderos. Tiene un área total construida de 23,390 m², sobre un lote 6,600 m², y está localizado en el sector normativo 6; según el nivel de estratificación, corresponde a la manzana catastral 00910239 la cual tiene asignado el estrato tres (3), mediante decreto 551 del 12 de septiembre de 2019, el cual es vigente a la fecha. Exteriormente, el proyecto presenta problemas de humedad, ataque de agentes biológicos, posibles asentamientos, filtración en los sótanos por el nivel freático, grietas, fisuras y otras posibles patologías.

Se realiza un recorrido de reconocimiento visual y captura de material fotográfico del estado actual del conjunto residencial, donde se planea llevar un seguimiento a las diferentes patologías encontradas.

Siendo así, el paciente seleccionado para llegar a la propuesta de investigación y estudio para llevar a cabo un diagnóstico junto una posible intervención de las áreas afectadas.

3. JUSTIFICACION

Se hace la elección del paciente de modo que es una estructura donde habitan más de 500 personas y a lo largo de los años se han venido presentando patologías posiblemente por elección de materiales y/o problemas constructivos que se representan en humedad, ataque de agentes biológicos, o posibles asentamientos, debido al nivel freático se observa filtración en los sótanos, grietas, fisuras y otras posibles patologías.

Siendo así, el paciente seleccionado para llegar a la propuesta de investigación y estudio para llevar a cabo un diagnóstico junto una posible intervención de las áreas afectadas y poder determinar el impacto socioeconómico al cual se vería afectado.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

- Realizar un estudio y diagnóstico patológico, con el fin de identificar las lesiones presentes junto a unas propuestas de intervención a la propiedad horizontal “Conjunto Residencial Picadilly P. H.”.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar análisis y evaluación del estado actual de la estructura.
- Identificar los posibles problemas patológicos presentes en la estructura, estableciendo los ensayos (destructivos y no destructivos) necesarios para determinar su severidad.
- Determinar los procesos de ejecución a las intervenciones.

5. ALCANCES Y LIMITACIONES

El análisis patológico que se presenta comprende aspectos netamente académicos, donde se pretende profundizar mediante la interacción e investigación, la o las causas para determinar el comportamiento de las lesiones, así como informar y recomendar las posibles intervenciones. Es por ello que se consideran aspectos de relevancia en la investigación como:

- Levantamiento de la estructura.
- Auscultación y seguimiento a patologías.
- Fichas de diagnóstico.
- Posibles intervenciones que mitiguen las lesiones presentes.
- Informe de control, avance y planimetría.

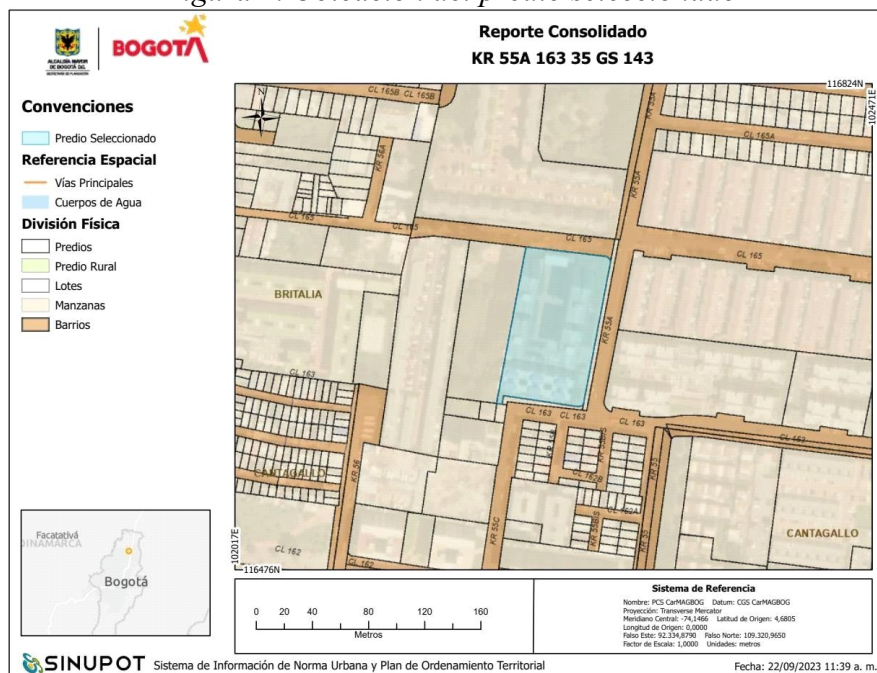
El presente estudio en etapa preliminar no contempla el estudio de vulnerabilidad sísmica, ni costos derivados de los planes de intervención para rehabilitación y/o posibles reparaciones recomendadas. De igual forma, actualmente no se cuenta con información de estudio de suelos que indiquen el perfil estratigráfico del terreno, ni planos estructurales que nos permitan conocer la disposición de los elementos estructurales y sus respectivos refuerzos.

6. METODOLOGÍA PROPUESTA.

6.1. DATOS GENERALES DEL PACIENTE

La empresa Conjunto Residencial Picadilly Propiedad Horizontal tiene como domicilio principal de su actividad la dirección Carrera 55a No 163-35, en la localidad de Suba, barrio Britalia, de la ciudad de Bogotá (ver Figura 1). El conjunto que tiene como actividades inmobiliarias realizadas con bienes propios o arrendados, NIT 830.080.714-3, entidad sin ánimo de lucro.

Figura 1. Ubicación del predio seleccionado



Nota. Sistema de Información de Norma Urbana y Plan de Ordenamiento Territorial

Esta estructura, fue construida hace más de 15 años, concretamente en el año de 2007, y actualmente se encuentra habitado con uso netamente residencial, donde habitan más de 500 personas. Los planos de ubicación y distribución del proyecto se establecen dentro de las fichas de identificación presentes en los anexos del presente informe.

Durante el último tiempo ha venido siendo intervenido por diferentes administraciones con obras locativas de mantenimiento y limpieza; en muchos casos, dichos mantenimientos sin un correcto proceso, o con un mínimo cumplimiento de los requerimientos que se especifican.

En comunicación verbal con la actual administración, se comentan las diferentes intervenciones a las fachadas, impermeabilización de materas, tratamiento de desvío a las filtraciones de los sótanos por medio de las placas de entre piso y ampliación de diámetros de los ductos de aguas lluvias.

La disposición prevista como uso de suelo del predio se da así:

- Uso previsto: Se previó el uso netamente residencial Uso actual: Su uso actual es netamente residencial.
- Uso futuro: Se preverá sea usado netamente residencial.

6.2. DATOS GENERALES DEL ENTORNO

En los linderos según el DAEP, 2019 se tiene que colinda con:

- Al este: Parque urbanización Picadilly
- Al norte: Calle 165, Conjunto Residencial San Diego
- Al sur: Calle 163, Urbanización incorporada
- Al oriente: Carrera 55 A, Conjunto residencial Mirador del Parque 2

Figura 2. Linderos del Conjunto Residencial Picadilly P. H.



Nota. Elaboración propia

Las condiciones climáticas y atmosféricas, además de la información ambiental del sector donde el predio está ubicado (localidad de Suba) se establecen dentro de la tabla 1.

Además, y teniendo como premisa que, en un análisis inicial del sector, se establece que, el sol sale por el este (E) sobre las 05:50 am, y al final del día, sobre las 17:40 pm se presenta la puesta del sol sobre el oeste (O). De igual forma, generalmente el viento en Bogotá prevalece del Este, es decir, que la mayor frecuencia de vientos se dirige desde los cerros orientales.

Tabla 1. Información ambiental

TIPO DE USO	Residencial multifamiliar
HORA MEDIA DE GREENWICH	GMT-5
TIPO DE POBLACIÓN	Urbana
ALTITUD	2559 msnm
TEMPERATURA (°C)	8 °C - 20 °C
HUMEDAD	77 % - 83%
VELOCIDAD VIENTO	Vientos del NE de 8 a 15 km/h.
TIPO DE CLIMA	Frío y seco
PRECIPITACIÓN	1048.7 mm / año

Nota. Elaboración propia

Teniendo en cuenta además que Suba es la segunda localidad que se posiciona como la de mayor aporte de los contaminantes atmosféricos, contaminantes que llegan directamente al caso de estudio; además que según la disposición de las torres ya que son estructuras independientes, se presentan recirculaciones entre cada una de ellas y esto facilitan el ingreso de agua lluvia la cual puede ingresar por espacios entre juntas o fachadas donde se presentarían escorrentías de agua.

Según la tabla de amenazas del Plan de Ordenamiento Territorial - POT en su actualización 555, se denota que la amenaza por encharcamiento en la zona es de *AMENAZA ALTA*, lo que nos da una perspectiva hidráulica tanto en el manejo de escorrentías por aguas lluvias, como del nivel de agua subterránea. Así mismo, la amenaza por movimiento en masa en suelo urbano y de expansión se encuentra seleccionado en una zona de *AMENAZA BAJA* y resumidamente lo podemos ver en la siguiente tabla:

Tabla 2. Amenazas POT 555

Amenazas (POT 555)	
Amenaza alta no urbanizable:	El predio no se encuentra en esta zona.
Amenaza por avenidas torrenciales en suelo urbano:	El predio seleccionado se encuentra en una zona de amenaza Baja.
Amenaza por incendios forestal en suelo urbano:	El predio seleccionado se encuentra en una zona de amenaza Área No Zonificable.
Amenaza de inundación por desbordamiento:	El predio no se encuentra en esta zona.
Amenaza por encharcamiento:	El predio seleccionado se encuentra en una zona de amenaza Alta.
Amenaza de inundación por rompimiento de jarillón:	El predio no se encuentra en esta zona.
Amenaza por movimiento en masa en suelo urbano y de expansión:	El predio seleccionado se encuentra en una zona de amenaza Baja.
Riesgo alto no mitigable:	El predio no se encuentra en esta zona.
Suelo de protección por riesgo :	El predio no se encuentra en esta zona.

Fuente: Secretaría Distrital de Riesgo y Cambio Climático. IDIGER.

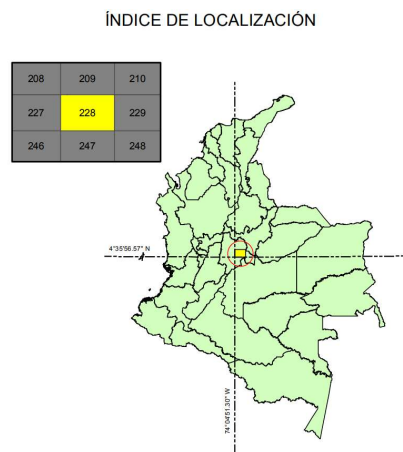
Nota. Secretaría Distrital de Riesgo y Cambio Climático. IDIGER

6.3. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE SUELO Y SUS CARACTERÍSTICAS:

Según el Servicio Geológico Colombiano, en la plancha 228 donde se presenta el noreste de Bogotá, a grandes rasgos, está localizada en la Cordillera Oriental de Colombia, en la zona central del país e incluye la parte nororiental de la ciudad capital. En esta área afloran rocas sedimentarias de edades entre el Paleozoico y el Cuaternario, localmente cubiertas por depósitos recientes de origen coluvial y aluvial.

Este informe corresponde a la memoria explicativa de la nueva versión de la plancha geológica 228-Bogotá noreste. Gran parte de la información estratigráfica y parcialmente de las estructuras geológicas se tomó del informe realizado por Terraza et al. (2008) sobre la geología del Cinturón Esmeraldífero Oriental. (SGC, GEOLOGÍA DE LA PLANCHA 228 BOGOTÁ NORESTE, 2015).

Figura 3. Índice de localización - Plancha 228



Nota. Servicio Geológico Colombiano – SGC

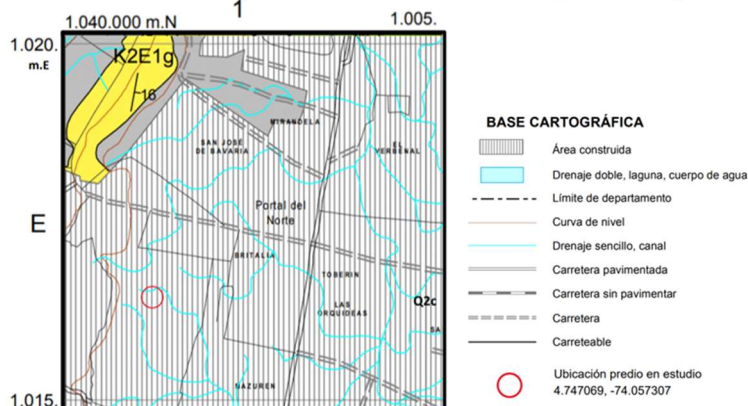
Al haber ubicado la zona de estudio donde se encuentra nuestro paciente, encontramos que se encuentra en una zona caracterizada Q2c (Ver Figura 4), equivalente a depósitos coluviales correspondientes a depósitos de bloques envueltos por una matriz limo-arenosa con una edad: Holoceno.

Según Carvajal et al. (2004) estos depósitos forman unidades de conos coluviales, conos de taludes, lóbulos de solifluxión y flujos torrenciales; los conos coluviales y lóbulos de solifluxión son de longitudes cortas y largas, tienen formas convexas e inclinaciones, suaves o abruptas. De acuerdo con este autor, son acumulaciones sobre las laderas por procesos de escorrentía superficial, por flujo lento y viscoso de suelos saturado y no saturado, y la litología es de bloques angulares a subangulares de diferentes tamaños embebido en un material arcilloso.

Dándonos un soporte adicional a las amenazas del POT 555 por el IDIGER en la Tabla 2.

Amenazas POT 555 respecto a los procesos de escorrentía superficial, por flujo lento y viscoso de suelos saturados y no saturados.

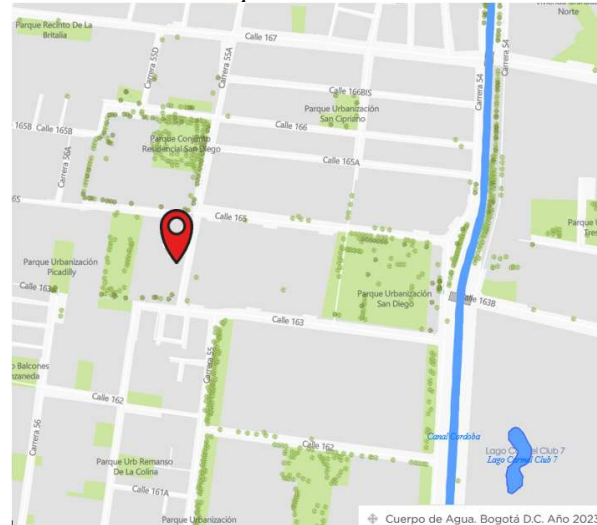
Figura 4. Ubicación del predio en estudio, Geología de la plancha 228



Nota. Servicio Geológico Colombiano – SGC

Partiendo de la definición de un drenaje sencillo donde es el flujo de agua superficial que depende principalmente de la precipitación pluvial y/o afloramiento de aguas subterráneas y va a desembocar en otro cuerpo de agua y es importante resaltar que a 400 metros lineales desde el predio en estudio al centro del cuerpo de agua más cercano se encuentra el canal Córdoba.

Figura 5. Ubicación del predio en estudio vs Canal Córdoba

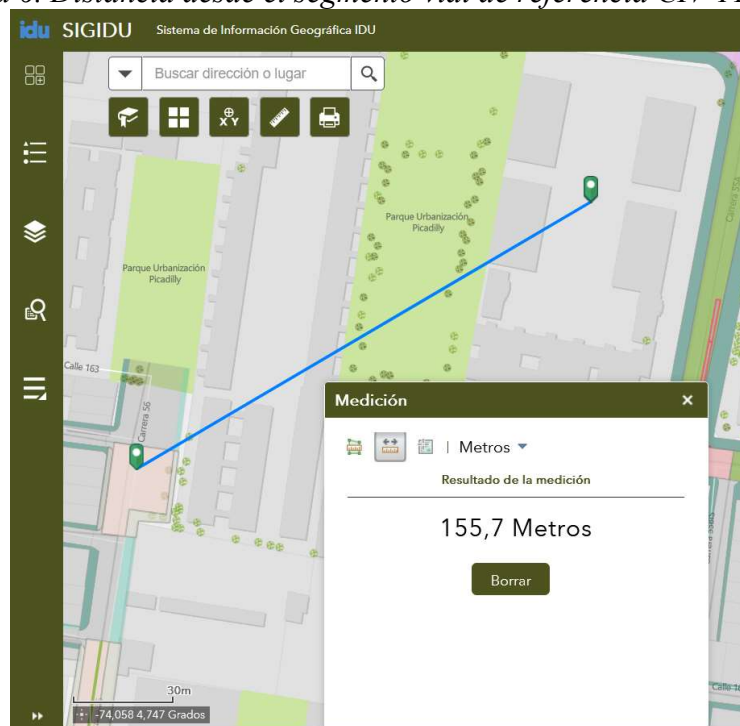


Nota. Mapas Bogotá, Edición: Autor

Es de aclarar que en la etapa preliminar donde se realizó la consulta al representante legal del predio en estudio se solicitó información sobre el predio no se contaba con estudio de suelos ni literatura referente al predio, sin embargo, al elevar la consulta con la Alcaldía Local de Suba y solicitar información referente al área de estudio se encuentra que en el año 2020 se ejecutaba la consultoría 345 de 2018 de estudios y diseños para vías donde se realizaron diferentes estudios de suelos a la subrasante del segmento como apiques, CBR, análisis granulométrico, límites de Atterberg, humedad natural y límites de contracción.

Por medio del Sistema de Información Geográfica del IDU – SIGIDU, se realiza la medición desde el segmento con Código de Identificación Vial – CIV 11013277 sobre la carrera 56 entre calle 162 B y calle 162 C, aproximadamente a 155.7 metros de distancia del predio en estudio.

Figura 6. Distancia desde el segmento vial de referencia CIV 11013277



Nota. Sistema de Información Geográfica del IDU – SIGIDU.

Al revisar los ensayos realizados por la consultoría en el año 2020, se obtienen los resultados de los siguientes ensayos.

Figura 7. Registro fotográfico de los apiques



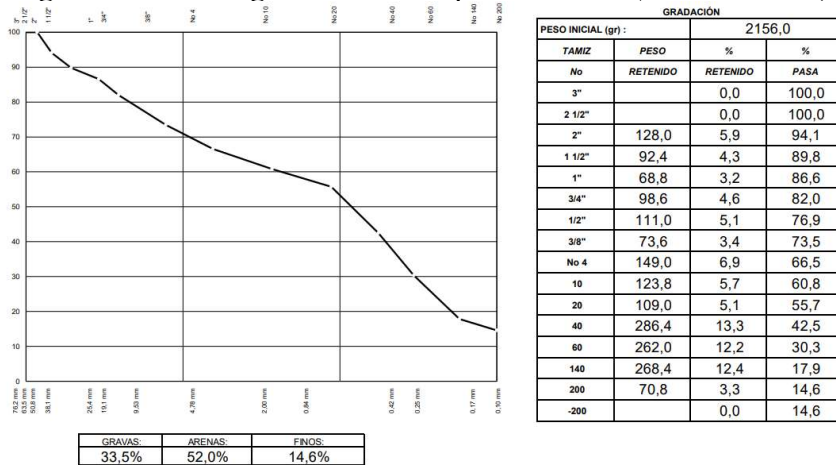
Nota. Consultoría 345 de 2018

Tabla 3. Determinación de los factores de contracción de los suelos (INV E 127-13)

PRUEBAS			1
Cápsula No.			
Peso Cápsula Grs.	Wr	gr	5,45
Peso Galleta Húmeda+Cápsula	Wh	gr	37,80
Peso Galleta Seca + Cápsula	Ws	gr	28,40
Peso Galleta Seca	Wo	gr	22,95
Volumen galleta Húmeda	Vh	cc	17,20
Volumen galleta seca	Vs	cc	15,20
Wh-Ws,		gr	9,40
Vh-Vs		cc	2,00
Contenido de Humedad	H	%	40,96
Humedad equivalente del terreno	He	%	40,96
Limite de Contraccion	S	%	32,24
Relación de Contracción	R		1,51
Cambio Volumétrico	Cv		13,16

Nota. Consultoría 345 de 2018

Figura 8. Análisis granulométrico por tamizado (INV E 123-07)



Nota. Consultoría 345 de 2018

Tabla 4. Límites de Attenberg (INV E 125 / INV E 126)

LÍMITE LÍQUIDO			
No GOLPES	35	26	17
P ₁ (gr)	39,40	42,88	43,38
P ₂ (gr)	33,28	36,51	36,14
P ₃ (gr)	21,60	24,74	23,29
% HUMEDAD	52,4	54,1	56,3

LÍMITE PLÁSTICO			
P ₁ (gr)	38,30	35,66	
P ₂ (gr)	36,21	33,61	
P ₃ (gr)	24,03	21,84	
% HUMEDAD	17,2	17,4	

Especif.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	54,3
LÍMITE PLÁSTICO:	17,3
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	37,0
HUMEDAD NATURAL:	73,1
ÍNDICE DE LIQUEZ:	
C _u =	C _c =

CLASIFICACIÓN

ÍNDICE DE GRUPO:	13
AASHTO:	A - 7 - 6
U. S. C.:	CH

Nota. Consultoría 345 de 2018



Tabla 5. Humedad natural (INV E 122)

	W. Nral
P ₁ (gr)	362,8
P ₂ (gr)	325,3
P ₃ (gr)	42
% HUMEDAD	13,2

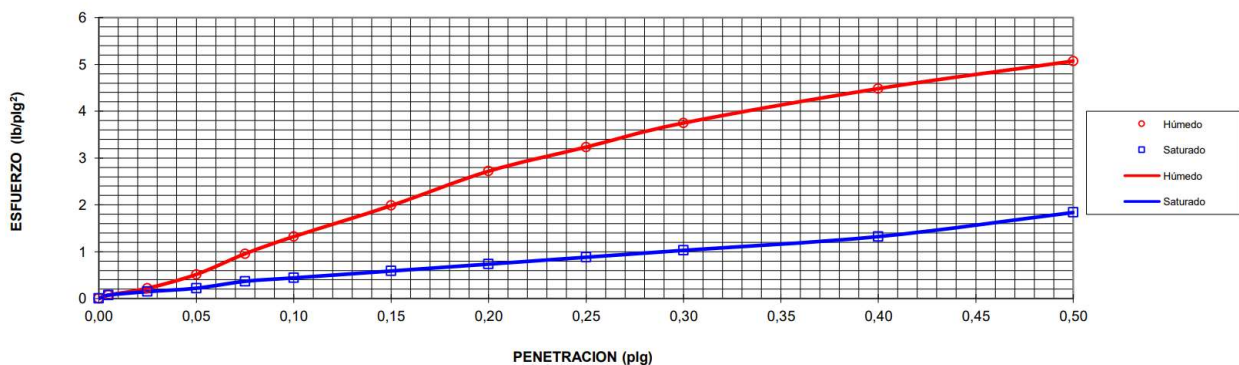
Nota. Consultoría 345 de 2018

Tabla 6. Ensayo de C. B. R. (INV E 148-13)

DENSIDAD		HUMEDO	SATURADO	C.B.R.						
Molde No.				Constante del anillo :		2,2 lb		ANILLO		
Diámetro de la muestra	cm	15,10	15,10	Área del pistón :		3,0 plg ²		CONTROLS No. 6836		
Altura de la muestra	cm	12,50	12,50	Factor de esfuerzo :		0,73 lb/plg ²				
Peso molde y muestra	gr	8244	8670	Condición		HUMEDO		SATURADO		
Peso del molde	gr	4029	4029	PENE-TRACION	TIEMPO	ESFUERZO PATRON	LECTURA ANILLO	ESFUERZO	LECTURA ANILLO	ESFUERZO
Peso de la muestra	gr	4215	4641							
Volumen de la muestra	cm ³	3145	3145	plg	min	lb/plg ²		lb/plg ²		lb/plg ²
Densidad húmeda	gr/cm ³	1,34	1,48	0,000	0,0		0	0,00	0,0	0,00
Densidad seca	gr/cm ³	1,19	1,11	0,005	0,1		0,1	0,07	0	0,07
Densidad seca	lb/plie ³	74,2	69,0	0,025	0,5		0,3	0,22	0	0,15
HUMEDAD				0,050	1,0		0,7	0,51	0	0,22
Cápsula No.				0,075	1,5		1,3	0,96	1	0,37
Peso cápsula y suelo húmedo	gr	302,4	349,8	0,100	2,0		1,8	1,32	1	0,44
Peso cápsula y suelo seco	gr	271,8	270,5	0,150	3,0		2,7	1,98	1	0,59
Peso cápsula	gr	30,4	32,7	0,200	4,0		3,7	2,72	1	0,73
Humedad	%	12,7	33,3	0,250	5,0		4,4	3,23	1	0,88
EXPANSION				0,300	6,0		5,1	3,75	1	1,03
Lectura inicial	mm	633		0,400	8,0		6,1	4,48	2	1,32
Lectura 1 día		633,6		0,500	10,0		6,9	5,07	3	1,84
Lectura 2 días		633,7		Corrección de penetración (plg)		70,000		0,143		
Lectura 3 días		633,4		Esf. corregido 0,1 plg (lb/plg ²)		1,62		0,51		
Lectura 4 días		634,2		Esf. corregido 0,2 plg (lb/plg ²)		2,98		1,03		
Lectura final	mm	635,8		C.B.R. 0,100 plg (%)		0,16		0,05		
Expansión total	(cm)	0,28000		C.B.R. 0,200 plg (%)		0,20		0,07		
Expansión total	(%)	2,24		C.B.R.		0,20		0,07		

Nota. Consultoría 345 de 2018

Figura 9. Gráfica Ensayo de CBR (INV E 148-13)



Nota. Consultoría 345 de 2018

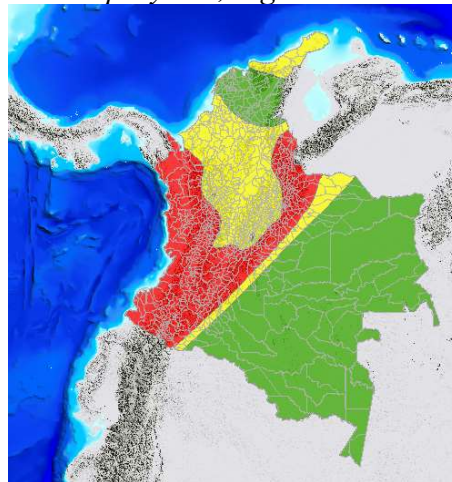
Según los resultados de laboratorio hechos en la subrasante del segmento que la caracterización del suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – USCS, es una arcilla limosa café de consistencia blanda con una humedad media alta (CH), y según AASHTO A-7-6 es arcillas de alta compresión y cambio de volumen, con unos porcentajes de grava 2.80%, arena 42.60% y finos 54.50%

6.4. HISTORIA DE SISMOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.

Según el Servicio Geológico Colombiano (SGC), la ciudad de Bogotá se encuentra en una zona de amenaza sísmica intermedia (Ver Figura 10); esto, determinado según los valores de aceleración (A_a y A_v) establecidos por la entidad competente:

- A_a : 0,15
- A_a : 0,20

Figura 10. Ubicación del proyecto, según las zonas de amenaza sísmica



Nota. Servicio Geológico Colombiano (SGC)

Así mismo, y para un análisis sísmico en Bogotá, según establece Espinosa (2003), posee un patrimonio histórico que documenta abundantes y confiables fuentes sobre los sismos que han afectado la ciudad en los últimos quinientos años de historia. Esta información está determinada por los efectos ocasionados en la ciudad, medidos principalmente por los daños dados en el centro

poblado; enfocado así en daños intermedios o severos, y la razón radica en la falta de estudios o registros en sismos sin daños o con algunos menores.

Tabla 7. Sismos con daños intermedios y severos en Bogotá

Fecha	Origen	Efectos en Bogotá	Intensidad
1743, octubre 18	Páramo Chingaza	Daños intermedios	VII
1785, julio 12	Páramo Chingaza	Daños severos	VIII
1826, junio 17	Sopó	Daños intermedios	VII
1827, noviembre 16	Timaná (Huila)	Daños severos	VIII
1917, agosto 31	Páramo Sumapaz	Daños severos	VIII
1928, noviembre 1	Valle de Tenza	Daños intermedios	VII
1967, febrero 9	Vegalarga (Huila)	Daños intermedios	VI - VII

Nota. Historia Sísmica de Bogotá. Espinosa (2003)

A continuación, se muestra el resumen general de la sismicidad histórica de Bogotá dado por el Servicio Geológico Colombiano.

Tabla 8 Sismicidad histórica de Bogotá

No.	Fecha	Magnitud	Tipo magnitud	Prof (km)	Int. Sitio (EMS-98)	Intensidad Maxima EMS-98	Int. Sitio (MM)	Intensidad Maxima MM	Area epicentral
1	1644/01/16	6.5	MW	15	3	9	3	10	Pamplona, Norte De Santander
2	1644/03/16	5.5	MW	15	6	7	7	8	Chipaque, Cundinamarca
3	1644/03/16	5.5	MW	15	7	7	8	8	Chipaque, Cundinamarca
4	1743/10/18	6.2	MW	15	7	8	7	8	Fómeque, Cundinamarca
5	1785/07/12	7.1	MW	10	7	7	8	8	Piedemonte Llanero
6	1805/06/16	6.1	MW	15	4	9	4	9	Honda, Tolima
7	1826/06/17	6.5	MW	15	7	8	7	8	Umbita, Boyacá
8	1827/11/16	7.1	MW	10	7/8	10	8	10	Altamira, Huila
9	1834/01/20	6.7	MW	15	2	9	2	9	Santiago, Putumayo
10	1869/03/06	6	MS	60	4	7	-	-	El Banco, Magdalena
11	1875/05/18	6.8	MW	15	4	10	4	10	Cúcuta, Norte De Santander
12	1884/11/05	6.3	MS	60	4	8	4	9	Herveo, Tolima
13	1885/05/25	6.4	MW	15	2	8	2	8	El Tambo, Cauca
14	1906/01/31	8.4	MW	20	5	10	5	10	Costa Pacífica, Pacífico
15	1911/04/10	6.4	MW	120	4	7	4	7	Yarumal, Antioquia
16	1917/08/31	6.7	MW	15	8	9	9	9	Villavicencio, Meta
17	1923/12/22	5.9	MW	15	6	8	7	8	Medina, Cundinamarca
18	1925/06/07	6.1	MW	120	4	7/8	4	8	Tulua, Valle Del Cauca
19	1928/11/01	5.9	MW	15	5	8	6	8	Chinavita, Boyacá
20	1935/09/17	6.1	MW	15	4	8	4	8	Pueblo Rico, Risaralda
21	1938/02/04	7	MS	150	5	8	5	9	Eje Cafetero, Colombia
22	1942/05/22	5.7	MW	15	4	7	5	7	Girardot, Cundinamarca
23	1942/12/26	6.2	MW	15	2	8	2	9	Santa Cruz De Llorca, Córdoba
24	1952/02/14	5.9	MW	20	3	7	3	7	Mutató, Antioquia
25	1957/04/21	6.6	MW	25	4	7	5	7	Málaga, Santander
26	1957/05/23	6.1	MW	52.3	3	7	3	8	Suroccidente Valle Del Cauca
27	1961/12/20	6.8	MS	163	5	8	6	9	Eje Cafetero, Colombia
28	1962/02/18	5.8	MW	46	4	7	4	7	Maceo, Antioquia
29	1962/07/30	6.5	MW	64	5	8	6	9	Eje Cafetero, Colombia
30	1966/09/04	5.3	MW	15	7	7	8	8	Choachi, Cundinamarca
31	1966/09/04	5.3	MW	15	6	7	7	8	Choachi, Cundinamarca
32	1967/02/09	7	MW	35	6/7	10	7	10	Colombia, Huila
33	1967/07/29	6.8	MW	161	5	8	6	9	Betulia, Santander
34	1970/09/26	6.6	MW	15	3	8	3	9	Bahía Solano, Chocó
35	1973/04/03	6.2	MW	150	4	7	4	7	Salento, Quindío
36	1973/08/30	6.3	MW	180	5	8	6	9	Convención, Norte De Santander
37	1974/04/17	5.2	MW	26	3	7	3	8	Guaca, Santander
38	1974/07/12	7.1	MW	10	3	8	3	9	
39	1976/07/11	7.3	MW	17.5	3	8	4	9	
40	1977/08/30	6.5	MW	23.3	3	7	3	8	Apartadó, Antioquia
41	1979/11/23	7.2	MW	110	5	8	5	9	Eje Cafetero, Colombia
42	1979/12/12	8.1	MW	23.6	4	10	4	10	Costa Pacífica, Pacífico
43	1988/03/19	5	MS	10	4	6	4	6	El Calvario, Meta
44	1991/11/19	7.2	MW	20	2	8	2	8	Costa Pacífica, Pacífico
45	1992/10/18	7.1	MW	10	5	10	4	10	Murindó, Antioquia
46	1993/07/21	6	MW	20	4	8	4	8	Puerto, Arauca
47	1994/06/06	6.8	MW	10	5	8	6	9	Páez, Cauca
48	1995/01/19	6.5	MW	15	6	8	6	9	Tauramena, Casanare
49	1995/02/08	6.4	MW	71	3	8	3	8	Calima, Valle Del Cauca
50	2008/05/24	5.9	MW	10	5	8	6	9	Quetame, Cundinamarca
51	2013/02/09	7	MW	162.8	4	7	-	-	Guaitarilla, Nariño
52	2015/03/10	6.4	MW	157.7	5	7	5	8	Los Santos, Santander
53	2016/10/30	5.3	MW	13.2	4	6	4	7	Huila
54	2023/08/17	6.1	MW	13	5	7	-	-	San Juanito, Meta
55	2023/08/17	6.1	MW	13	5	7	-	-	San Juanito, Meta
56	2023/08/17	6.1	MW	13	5	7	-	-	San Juanito, Meta

Nota. Servicio Geológico Colombiano (SGC)

De igual forma, también es posible visualizar el grado de intensidad (Escala EMS-98) de los diferentes sismos ocurridos en la ciudad.

Figura 11. Sismicidad histórica de Bogotá (escala EMS-98)



Nota. Servicio Geológico Colombiano

6.5. MATRIZ DE VULNERABILIDAD

Una vez identificados los riesgos asociados por medio de la evaluación estructural realizada en el caso de estudio Picadilly P.H, se comprende un sistema de categorización dividido por etapas donde se resalta la probabilidad de ocurrencia por componentes, es decir, se complementa como una herramienta que permite la integración de la evaluación con un futuro plan de acción y/o mejora según la categoría que se le asigne. En la tabla 9. Etapas de vulnerabilidad, se relacionan las probabilidades de ocurrencia sobre una línea temporal y es aquí donde se le da la definición y posteriormente su categoría.

Tabla 9. Etapas de vulnerabilidad

Etapas de Vulnerabilidad		
Probabilidad de ocurrencia	Definición	Categoría
<i>Frecuente</i>	Significativa probabilidad de ocurrencia	A
<i>Moderado</i>	Moderada probabilidad de ocurrencia	B
<i>Ocasional</i>	Intermedia probabilidad de ocurrencia	C
<i>Remota</i>	Remota probabilidad de ocurrencia	D
<i>Improbable</i>	Difícil que ocurra	E

Nota. Elaboración propia

Una vez definidas las etapas de vulnerabilidad, el cuantificar las patologías encontradas dentro de un rango alfanumérico a los elementos estructurales y no estructurales, nos permite considerar un enfoque más certero y dinámico sobre las afectaciones que se han encontrado a lo largo del estudio del paciente Picadilly P.H, es de resaltar que los resultados de estas

auscultaciones serán objeto de estudio y/o se llevará a cabo un proceso de recomendaciones según su clasificación de riesgos.

Tabla 10. Clasificación de vulnerabilidad

Clasificación del Riesgo	
Categoría	Riesgo
1	Muy leve
2	Leve
3	Seria
4	Grave
5	Catastrófica

Nota. Elaboración propia

De acuerdo con los parámetros catalogados en la ficha de vulnerabilidad (Ver anexo 1), y de acuerdo a las categorías establecidas en las tablas anteriores, es posible determinar, según la matriz de vulnerabilidad (Ver Figura 12), una calificación de B3 con una severidad intermedia, decretando así los riesgos como necesidades de investigación o con planes de acción preventivo.

Figura 12. Matriz de vulnerabilidad

		Matriz de Vulnerabilidad					
PROBABILIDAD	Frecuente	A					
	Posible	B					
	Ocasional	C					
	Remota	D					
	Improbable	E					
			1	2	3	4	5
		Muy leve	Leve	Seria	Grave	Catastrofica	
		SEVERIDAD					

SEVERIDAD

Nota. Elaboración propia

Figura 13. Clasificación obtenida por la matriz de vulnerabilidad

Calificación		B3
Color		Riesgos que necesitan investigación: Planes de actuación preventivos

Nota. Elaboración propia

6.6. INSPECCIÓN VISUAL E IDENTIFICACIÓN DE PATOLOGÍAS

Una vez realizadas varias visitas de inspección visual al conjunto residencial, sobre el área afectada la cual comprende la zona de la plazoleta y la zona de los sótanos donde están los parqueaderos, esta observación permitió hacer el reconocimiento de la estructura, verificar las condiciones, los tipos de daños, anomalías, tipos de cargas, factores medioambientales y alguna observación que se presente por parte de la administración del conjunto residencial.

Las zonas comunes consisten en una plazoleta, bordeada con dos niveles de materas. Estas zonas comunes tienen ingreso mediante pasillos a las torres y por escaleras a los sótanos.

CAUSAS DE LOS PROCESOS PATOLÓGICOS:

La verificación de las características en lo que respecta a los procesos patológicos en el Conjunto Residencial Picadilly P.H las cuales generan cierta incertidumbre sobre las afectaciones, estado avanzado de patologías influye directamente en dudas sobre su funcionalidad, durabilidad y directamente sobre la seguridad, en ese sentido, durante los recorridos de inspección visual y reconocimiento se ha identificado ciertas lesiones con patrones de aparición en los sótanos como:

- **Lesiones físicas:** Son todas aquellas patologías causadas por agentes físicos como la humedad, erosión y suciedad. El grado de afectación de estos agentes físicos varía en función de las condiciones particulares de cada edificación y especialmente por su composición arquitectónica.
- **Lesiones mecánicas:** Son aquellas en las que predomina un factor mecánico que provoca movimientos, desgaste, abertura o separaciones de materiales o elementos constructivos. Se pueden dividir en 5 grandes apartados como lo son: deformaciones, fisuras, grietas, desprendimientos, roturas y desgastes mecánicos.
- **Lesiones químicas:** Son las que se producen a partir de un proceso de carácter químico. El origen de las lesiones químicas suele estar asociado a la presencia de agua, óxidos, sales, ácidos

o álcalis que reaccionan, provocando descomposiciones que afectan la integridad del material y afectan su durabilidad. Este tipo de lesiones se dividen principalmente en: eflorescencias, oxidación, corrosión, exfoliación, presencia de sales solubles como presencia de cloruros o sulfatos, reacción álcali agregado entre otras.

INSPECCIÓN VISUAL

El recorrido inicial se realiza desde el nivel de la plazoleta donde se puede evidenciar lesiones físicas, químicas y en algunas zonas mecánicas, en su gran mayoría se puede evidenciar la afectación por el agua y condiciones atmosféricas a elementos no estructurales.

Para el levantamiento de la información, se realiza la caracterización por medio de las fichas de levantamiento de información patológica relacionadas en los anexos.

Figura 14. Zonas comunes, plazoleta NIVEL 1



Nota. Elaboración propia

Figura 15. Zonas comunes, plazoleta NIVEL 1



Nota. Elaboración propia

6.7. PATOLOGÍAS ENCONTRADAS

Al momento de hacer el acercamiento con el paciente y su administración, se evidencian diferentes tipos de patologías a lo largo del recorrido realizado, siendo así, se encuentran patologías como:

- **Grietas y fisuras.**

Figura 16. Fisuras en la placa y muro divisorio NIVEL -1



Nota. Elaboración propia

- **Humedades**

Figura 17. Humedad en placa de entrepiso, escalera y pasillo Torre 6 NIVEL -1



Nota. Elaboración propia

Figura 18. Humedad placa entrepiso, parqueadero visitantes Torre 6 NIVEL -1



Nota. Elaboración propia

En el recorrido es posible identificar que la presencia de humedades coincide con la existencia de las materas y jardines en la plazoleta de las zonas comunes del primer nivel, además de las juntas constructivas de las diferentes unidades constructivas.

Figura 19. Escaleras y zonas de jardinería Torre 6 NIVEL 1



Nota. Elaboración propia

- **Descascaramientos**

Figura 20. Descascaramiento zonas comunes Torre 6 NIVEL 1



Nota. Elaboración propia

- **Filtraciones**

Figura 21. Filtraciones en placa de entrepiso, rampa parqueadero NIVEL -1



Nota. Elaboración propia

Dentro de las intervenciones realizadas por las diferentes administraciones de turno se incluyen trabajos de captación de agua para direccionar a los ductos de agua lluvia y evitar los empozamientos. Sin embargo, el trabajo realizado no es la solución pertinente ante las patologías presenciadas.

Figura 22. Captación de filtraciones y desagües Torre 7 NIVEL -1



Nota. Elaboración propia

Figura 23. Captación de filtraciones y desagües Torre 7 NIVEL -1



Nota. Elaboración propia

6.8. FASE 2 – TOMA DE ENSAYOS

Una vez determinadas las patologías durante la inspección visual conforme la necesidad planteada por la administración y la identificación de los empozamientos y filtraciones que se presentan durante y después de las precipitaciones que finalmente por medio de la escorrentía fluyen hacia y por los elementos estructurales, se inicia la fase de muestreo con el uso de ensayos destructivos (ED) y no destructivos (END) donde se realizaron las siguientes exploraciones:

6.8.1. Ensayo de fisurómetro (END):

El uso del fisurómetro o tarjeta de comparación, el cual es un instrumento diseñado para realizar la medición y/o monitoreo de la evolución de fisuras, grietas y juntas de dilatación por medio de una tarjeta con líneas claramente marcadas, cada una de ellas con un ancho especificado.

Figura 24. Tarjeta de control de fisuras



Nota. Euclid Group Toxement

Es indispensable saber que dependiendo del comportamiento que está teniendo una fisura, se puede determinar en fisuras activas (con movimiento) las cuales varían sus dimensiones en longitud, ancho o profundidad y evidencia un movimiento; o pasivas (sin movimiento) las cuales no generan movimiento alguno y significa que se ha estabilizado y no se ha generado cambio en sus dimensiones.

Una vez identificada la zona donde se va a realizar el seguimiento y/o monitoreo a las fisuras que se presentan se realiza una clasificación de las fisuras según su tamaño, forma, ubicación y su información se encuentra plasmada en la siguiente tabla, sustentada con el registro fotográfico. Las fichas del seguimiento al monitoreo de las fisuras se encuentran en los anexos – Fichas de diagnóstico – Ficha 007 – Seguimiento fisurómetro.

Tabla 11. Tabla de seguimiento y monitoreo

TABLA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO						
ID	No Fisura	Espesor (mm)	Longitud (cm)	Ancho promedio (mm)	Fecha de medición	Estado
1	3	6	200	6.3	17/08/2023	Inactiva
2	3	6	200		15/09/2023	Inactiva
3	3	7	200		28/04/2024	Inactiva
4	7	1.6	90	1.6	17/08/2023	Inactiva
5	7	1.6	90		15/09/2023	Inactiva
6	7	1.6	90		28/04/2024	Inactiva

Nota. Elaboración propia

Tabla 12. Guía para anchos de fisuras razonables, hormigón armado bajo cargas de servicio

Condición de Exposición	Ancho de fisura	
	in.	mm
Aire seco o membrana protectora	0,016	0,41
Humedad, aire húmedo, suelo	0,012	0,30
Productos químicos descongelantes	0,007	0,18
Agua de mar y rocío de agua de mar, humedecimiento y secado	0,006	0,15
Estructuras para retención de agua†	0,004	0,10

Nota. Control de la Fisuración en Estructuras de Hormigón Informado por el Comité ACI 224

Una vez se realiza el seguimiento y control de fisuramiento en el sótano 1 del conjunto residencial, se determina según la norma ACI 224R, se establece un límite para el ancho máximo de fisuras bajo cargas sostenidas y condiciones ambientales normales. Sin embargo, al comparar el material donde se encuentra la fisuración, se evidencia que la fisuración se debe a asentamientos

diferenciales presentados en el ala sobre la calle 163 de la torre 5 y cabe aclarar que esta fisuración se representó en los muros divisorios, los cuales no están diseñados para soportar este tipo de movimientos, en ese entendido, se realiza un recorrido por los pisos y apartamentos de la torre 5 y no se presenta fisuración, es decir; *solo se representó en los sótanos en los elementos frágiles.*

Resultado

Una vez se realiza el análisis de resultados de la medición del control de fisuración, se definen como *fisuras inactivas*, dado a que en el tiempo en el que se llevó a cabo la medición el cual fue aproximadamente durante 9 meses de seguimiento, no hubo una variación significativa a las medidas (Ver Anexo – Fichas)

6.8.2. Ensayo de esclerometría (END)

El uso esclerómetro o índice de rebote se trata de una prueba no destructiva la cual permite inferir la resistencia del concreto endurecido en los elementos donde se utilice; con el presente ensayo se corrobora la resistencia del concreto en los elementos estructurales como pantallas y columnas para lo cual se realiza la toma de muestra en tres (03) sectores diferentes, estas ubicaciones se ven detalladamente en la ficha 08 - Esclerómetro.

La elección de la realización de los ensayos, en los elementos estructurales, se debe a la localización de las zonas donde presenta mayor humedad y donde, generalmente, cuando se dan lluvias, se filtra y corre sobre los elementos, es decir, sobre las columnas 2, 3 y se realiza sobre una pantalla que ubicada espacialmente, es adyacente a la estructura de terminación sobre la cual, se encuentran jardineras y está expuesta.

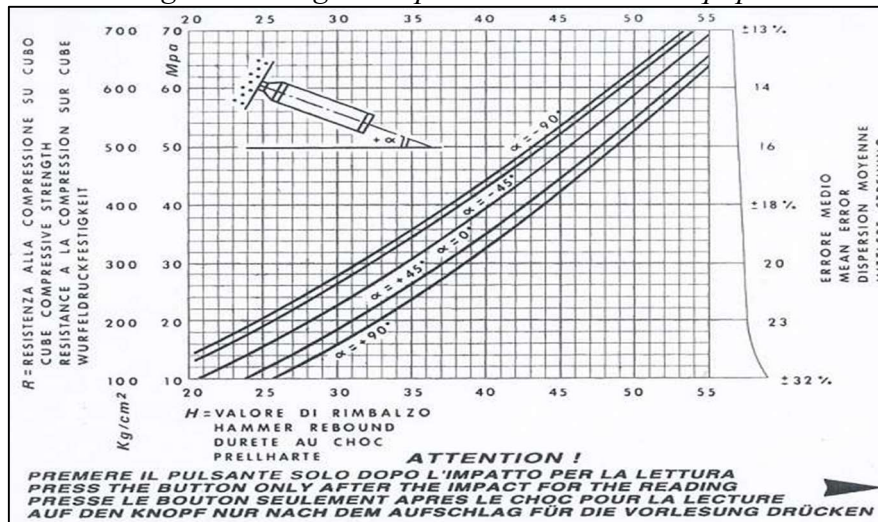
Figura 25. Equipo utilizado, esclerómetro



Nota. Laboratorio SGS

Es de aclarar que la posición del esclerómetro para la toma de datos fue de manera horizontal, donde al remitirnos a la gráfica conforme al índice de rebote nos remitimos a la curva de $\alpha = 0$.

Figura 26. Ángulo de posicionamiento del equipo



Nota. Curvas de calibración de esclerómetro

Una vez tomados los datos, tenemos la siguiente tabla de resultados:

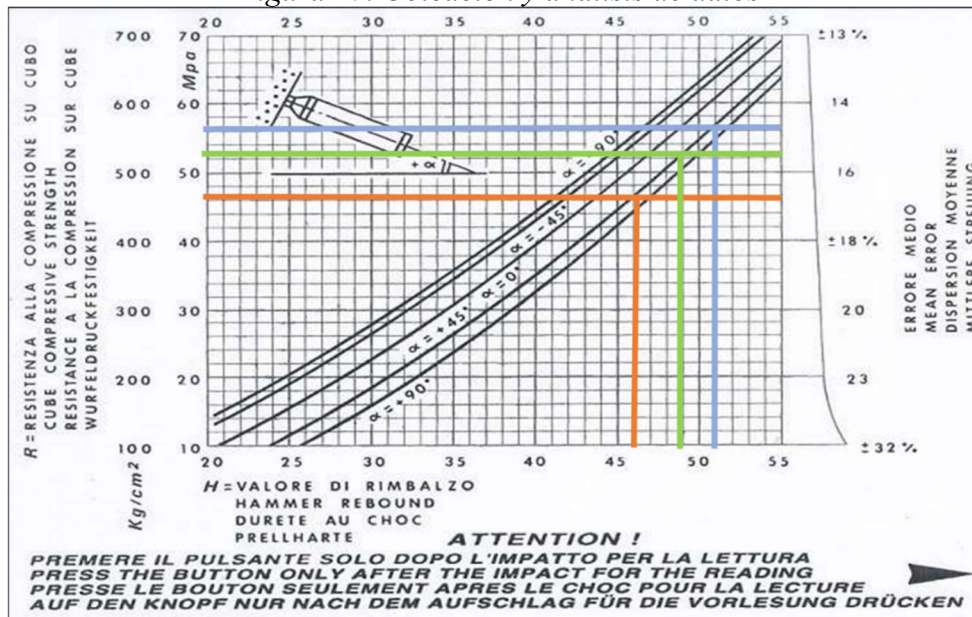
Tabla 13. Resultado y análisis de la esclerometría

Localización	Columna 1	Localización	Columna 12	Localización	Pantalla 6
Promedio	46.2	Promedio	52	Promedio	48.2
Localización	Columna 1	Localización	Columna 12	Localización	Pantalla 6
#	Esclerometría	#	Esclerometría	#	Esclerometría
1	46	1	52	1	52
2	46	2	52	2	50
3	46	3	50	3	52
4	46	4	50	4	46
5	46	5	54	5	46
6	46	6	56	6	46
7	46	7	52	7	48
8	48	8	50	8	46
9	46	9	50	9	48
10	46	10	54	10	48

Nota. Elaboración propia

Al momento de realizar el análisis, realizando procedimentalmente la ubicación y el tratamiento de datos, nos arroja un resultado de:

Figura 27. Ubicación y análisis de datos



Nota. Elaboración propia

Para un resultado de:

Tabla 14. Valores promedios y análisis de datos

Promedio	46.2	Promedio	52	Promedio	48.2
Resistencia aproximada	46 MPa +/- 16.8%	Resistencia aproximada	56 MPa +/- 14.9%	Resistencia aproximada	52 MPa +/- 15.5%
f'c	46 MPa +/- 7.4 Mpa	f'c	56 MPa +/- 8.3 MPa	f'c	52 MPa +/- 8.6 MPa

Nota. Elaboración propia

Resultado

Teniendo en cuenta la Norma Colombiana de Diseño Sismo Resistente - NSR-10 con relación a la resistencia cilíndrica ($f'c$) se establece en la Tabla 10 donde la resistencia debe ser igual o superior para el tipo de estructura que se tenga en cuestión, donde, para este caso, el tipo de estructura es el primero de la tabla, Edificios de vivienda, donde la resistencia mínima a la compresión ($f'c$) es de 17 MPa.

Tabla 15. Tabla de resistencias mínimas de concreto, según la NSR-10

Tipo de Estructura	Resistencia mínima a la compresión ($f'c$) en MPa
Edificios de vivienda	17
Edificios comerciales	20
Edificios industriales	25
Puentes	30
Obras hídricas	35

Nota. Elaboración propia – Título C, NSR-10

Una vez obtenido el valor de referencia de la normativa vigente, se aclara que posterior al levantamiento de la información se evidencia que factores que afectan directamente la resistencia del concreto se pueden presentar por el diseño inicial, las condiciones de servicio y el tipo de elemento donde se tome la muestra.

Al realizar el comparativo conforme los resultados obtenidos en el uso del esclerómetro (END) el cual, las muestras fueron tomadas de columnas y de pantallas estructurales, se puede concluir que los valores representados posterior al análisis de resultados de la *tabla 14*, se puede decir que, incluso con el valor más bajo de resistencia (46.2 MPa) se está en un valor mayor al de la normativa nacional (17 MPa), teniendo un valor por encima del 200% en resistencia mínima solicitado.

Tabla 16. Especificación mínima vs resultado obtenido

Resistencia mínima	Resistencia obtenida con esclerometría	Conclusión
17.0 MPa	46.2 MPa	Cumple los requisitos mínimos de diseño

Nota. Elaboración propia

6.8.3. Ensayo de regatas (ED)

Con el fin de realizar la verificación de existencia, disposición, estado e integridad de los aceros de refuerzo en una de las áreas con mayor presencia circulación de aguas lluvias y filtraciones, es uno de los muros perimetrales donde posteriormente se encuentra una jardinera de gran tamaño. El elemento en el que se va a realizar el ensayo es una viga aérea, con acero de refuerzo corrugado ubicada en el sótano 1.

Figura 28. Elaboración de regata en viga aérea 1



Nota. Elaboración propia

Una vez realizada la regata con dimensiones de 42 cm de ancho por 40 de largo, se procede a limpiar la zona y a tomar las respectivas medidas de los aceros de refuerzo donde se tiene que:

Figura 29. Medición de acero de refuerzo



Nota. Elaboración propia

Resultado

Una vez realizado el proceso de la realización de la regata se puede concluir que el concreto presenta una clara pérdida de sección el cual trabaja como recubrimiento, esto a lo largo del elemento donde se presentó la realización de la regata, eso, se debe posiblemente por la reacción química del hormigón con el CO_2 del aire ya que la zona donde se realiza la regata la ocupación y/o función principal es de parqueadero de vehículos automotor.

Del mismo modo la presencia de sulfatos que atacan el concreto presentes en el agua de la escorrentía o en el suelo, ya que espacialmente, se ubica en la parte inferior de una zona perimetral donde se encuentran materas con capas vegetales.

Figura 30. Ubicación espacial de la regata (ED)



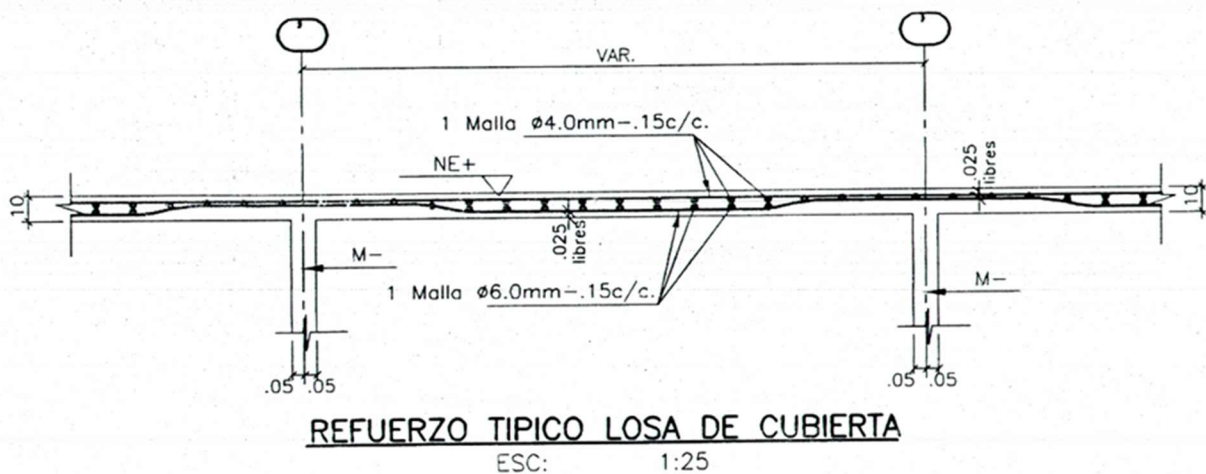
Nota. Elaboración propia

Se determina visualmente que, la suma de lo antes descrito genera que el acero presente exposición a diferentes agentes atmosféricos que agresivamente provoca oxidación en los elementos de acero y esto conlleva a la disminución de la adherencia, pérdida de sección.

Se evidencia mediante las mediciones el acero por medio de regatas y junto a los informes de laboratorio realizados, se presenta una capa de oxidación leve, la cual no genera una intervención de carácter estructural al punto de demolición o reconstrucción, caso contrario, se sugiere un plan de inspección y mantenimiento a estas zonas puntuales y que donde se requiera la reparación de estos elementos.

Además, conforme a los planos suministrados por administración, se evidencia puntualmente en la zona evaluada, una pérdida en el recubrimiento exterior donde se encontraba de forma expuesta previa a la regata, el elemento tipo malla electrosoldada a la vista y donde debía tener un recubrimiento libre de 0.025 m (Ver Figura 31).

Figura 31. Refuerzo típico losa de cubierta



Nota. Planos suministrados por la administración

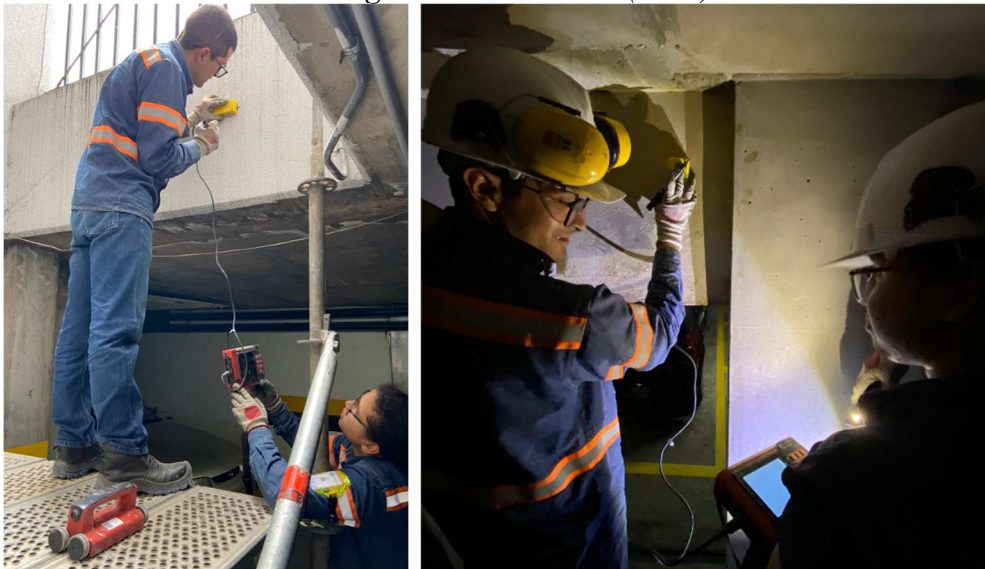
Finalmente, conforme a los planos suministrados por administración, se puede intuir una posible cadena de errores constructivos al momento de disponer los aceros y/o realizar la fundida

de los elementos, dado que la relación que hay entre el recubrimiento diseñado y el visto en terreno es alto y esto conlleva al origen de la corrosión en los elementos.

6.8.4. Toma de lectura de ferroskan (END)

Con el fin de realizar la verificación de existencia, disposición y espaciamiento de los aceros previo al ensayo de extracción de núcleos se realiza la toma de imágenes con el Ferroskan.

Figura 32. FerroScan (END)



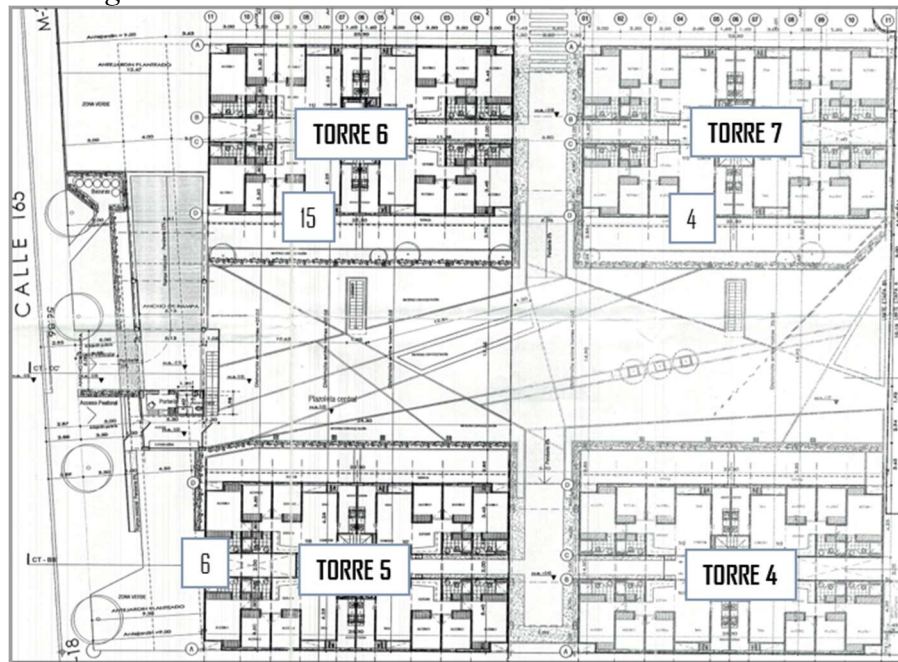
Nota. Elaboración propia

Una vez identificada y posteriormente marcada la ubicación de los aceros de refuerzo, se procede a realizar el ensayo complementario de extracción de núcleos, el cual permite determinar la resistencia a la compresión, porosidad y posible presencia de agentes que afectan el concreto.

6.8.5. Ensayo de extracción de núcleos (ED)

Se realiza la extracción de núcleos de concreto en tres (03) zonas donde se encuentra en contacto directo cuando se presentan lluvias para determinar su resistencia a la compresión y posteriormente se realiza el ensayo de carbonatación.

Figura 33. Ubicación de las extracciones de núcleos



Nota. Elaboración propia

Estas ubicaciones son zonas de alta exposición a agentes atmosféricos como el CO₂, monóxido de carbono y aguas lluvias, las cuales se toman del sótano 1 de la edificación.

Figura 34. Proceso de extracción de núcleos



Nota. Elaboración propia

Una vez realizada la extracción de núcleos se evalúa su idoneidad en longitud de extracción, aspecto general y perpendicularidad (Ver Figura 35), esto con el fin de garantizar esbeltez en las probetas, la no presencia de acero o algún tipo de contaminación, y una correcta perpendicularidad que altere los resultados finales. Para mayor análisis en longitud, refrentado, densidad y la relación de los resultados obtenidos ver en los anexos (Ver Anexo – Resultados extracción de núcleos).

Figura 35. Dimensiones y aspecto de las extracciones



Nota. Elaboración propia

Resultado

Una vez realizado el proceso de la toma de las muestras, se evidencia por medio del ensayo de resistencia a la compresión de los núcleos extraídos una tabla resumen por cada una de las muestras.

Tabla 17. Resultados a compresión de los núcleos extraídos

Muestra	Resistencia obtenida (MPa)	Resistencia mínima (MPa)	Conclusión
001	27.5 Mpa	17 MPa	Cumple los requisitos mínimos de diseño
002	26.8 MPa	17 MPa	Cumple los requisitos mínimos de diseño
003	27.0 MPa	17 MPa	Cumple los requisitos mínimos de diseño

Nota. Elaboración propia

Al realizar el comparativo conforme los resultados obtenidos en el ensayo destructivo de extracción de núcleos donde las muestras fueron tomadas de pantallas y vigas estructurales, se puede concluir que, incluso con el valor más bajo de resistencia (27.0 MPa) se está en un valor mayor, en relación a la especificación mínima de la normativa nacional (17 MPa), teniendo un valor por encima en 10 MPa de la resistencia a la mínima solicitada.

6.8.6. Ensayo de carbonatación (ED)

Posterior a la extracción de núcleos, se realiza el ensayo de carbonatación, el cual nos arroja la pérdida de pH que ocurre cuando el dióxido de carbono atmosférico reacciona con la humedad dentro de los poros del concreto y convierte el hidróxido de calcio (con alto pH) a carbonato de calcio, el cual tiene un pH más neutral.

El proceso del ensayo consiste en la aplicación de una solución de fenolftaleína sobre el concreto a evaluar. Las áreas carbonatadas del concreto no cambiarán de color, mientras que las áreas con un pH mayor a 9 tomarán un color morado brillante. Este cambio apreciable de color muestra cuál es la profundidad de carbonatación dentro de la masa de concreto.

Figura 36. Representación gráfica de carbonatación



Nota Elaboración propia

Cuando la carbonatación empieza a experimentar la profundidad del refuerzo, la capa de óxido protectora y pasiva deja de ser estable. A este nivel de pH (por debajo de 9), es posible que empiece la corrosión, dando como resultado un agrietamiento y fisuramiento del concreto.

Figura 37. Carbonatación presente en las extracciones



Nota. Elaboración propia

Una vez se realiza en ensayo de carbonatación, se determina un valor de porcentaje de afectación a cada una de las muestras en relación a su longitud, con el fin de cuantificar la afectación de la muestra extraída y que, al tener una relación de carbonatación conforme a la colorimetría presentada, se puede decir que:

- **Muestra 1:** Según la ubicación de donde fue tomada la muestra 1 y al estar en contacto casi directo con la intemperie, y se logra identificar en un estado prácticamente íntegro sin carbonatación, y su afectación está por un porcentaje muestral de 0.37%.

Figura 38. Sitio de extracción N°1



Nota. Elaboración propia

- **Muestra 2:** Según la ubicación de la muestra 2, la cual fue en la parte alta de una pantalla estructural debido a que por las juntas constructivas escurre agua cuando llueve, fue afectada en 1.90% muestral, se puede inferir que influye el área casi cerrada, sin ventilación y se encuentra en contacto directo con el monóxido de carbono producido por los vehículos.

Figura 39. Sitio de extracción N°2



Nota. Elaboración propia

- **Muestra 3:** Según la ubicación de la muestra 3, la cual fue la parte alta de una viga aérea con condiciones de escurrimiento agua lluvia y al estar en una zona de parqueaderos es un área cerrada, sin ventilación y se encuentra en contacto directo y continuo con monóxido de carbono, además de presentarse eflorescencia y ensuciamiento.

Figura 40. Sitio de extracción N°3



Nota. Elaboración propia

En ese entendido, se presenta una tabla resumen de los ensayos de extracción de núcleos junto el ensayo de carbonatación.

Tabla 18. Análisis de datos del ensayo de carbonatación

TABLA DE DATOS					
ID	UBICACIÓN	MUESTRA (NÚCLEO)	RESISTENCIA	CARBONATACION	% CARBONATACION
1	6		27.5 Mpa		0.37
2	15		26.8 Mpa		1.90
3	4		27.0 Mpa		2.50

Nota. Elaboración propia

6.8.7. Reparación de los ensayos destructivos

Posterior a la realización de los ensayos destructivos, se realiza la restitución de las áreas afectadas para garantizar una continuidad en el elemento y no generar puntos de falla y/o afectación en estas zonas, para ello, se usa un mortero de reparación de alta resistencia EUCOPATCH M el cual es un mortero modificado con microsílica, reforzado con fibras y con retracción controlada que le proveen excelentes características en estado endurecido, y un promotor de adherencia EPOTOC 1-1, el cual es una soldadura epóxica de dos componentes, 100% sólidos, de baja sensibilidad a la humedad, ideal para adherir concreto nuevo a concreto endurecido.

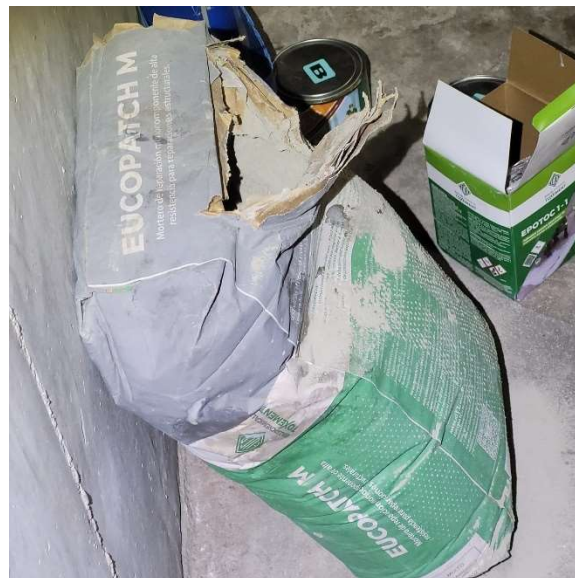
Figura 41. Elementos de reparación



EUCOPATCH M



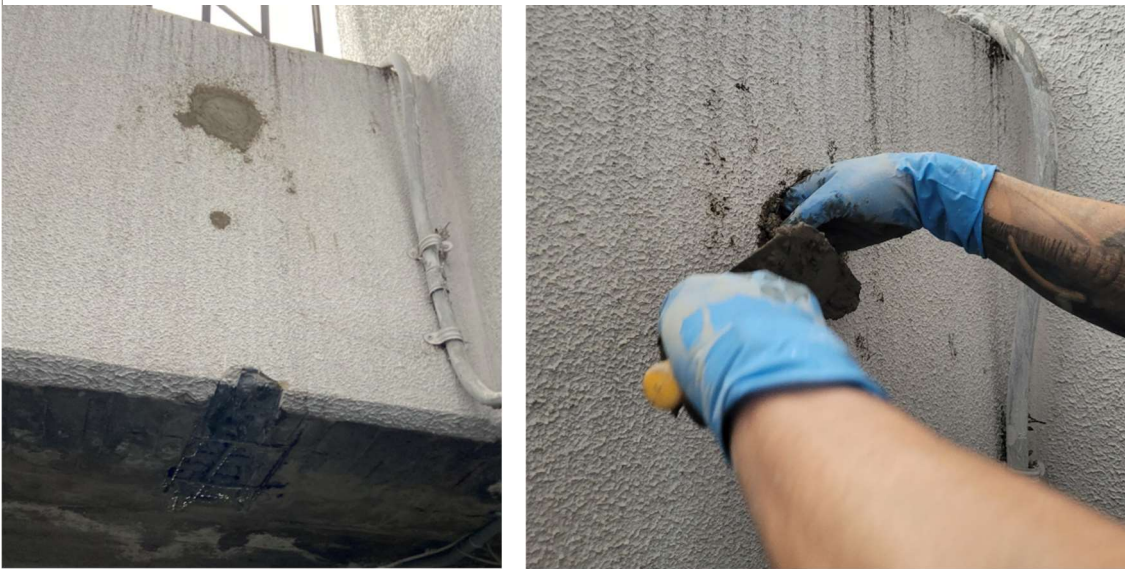
EPOTOC 1-1



Nota. Elaboración propia

El ejercicio de la reparación se surte justo después de culminar la realización de los ensayos, hecho por personal capacitado.

Figura 42. Reparación posterior a los ensayos destructivos

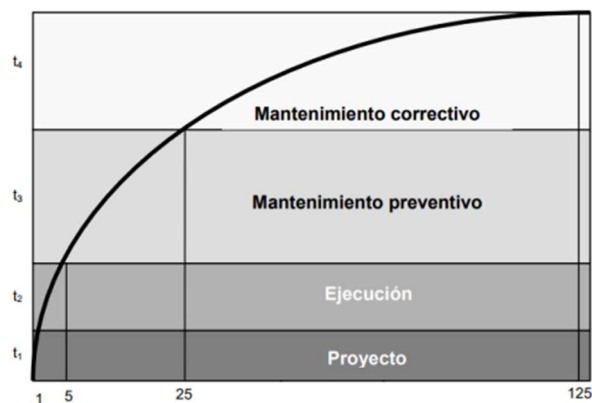


Nota. Elaboración propia

6.9. PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

Para la implementación de un plan de mantenimiento, es fundamental tener en cuenta los gastos que este generaría en su desarrollo e implementación; es por ellos que es importante conocer los conceptos mencionados por La Ley de los Cinco de Sitter o mejor conocida como La Ley de la Evolución de los costos de Sitter. Esta ley habla del costo provocado por la realización de correcciones a lo largo de las diferentes etapas que componen la vida útil de una edificación.

Figura 43. Ley de evolución de costos de Sitter



Nota. Tomado de Arencibia (2007)

La anterior imagen plantea como Sitter explica la evolución de los costos en las diferentes etapas de la vida útil de una edificación y le asigna a cada una de ellas una progresión geométrica.

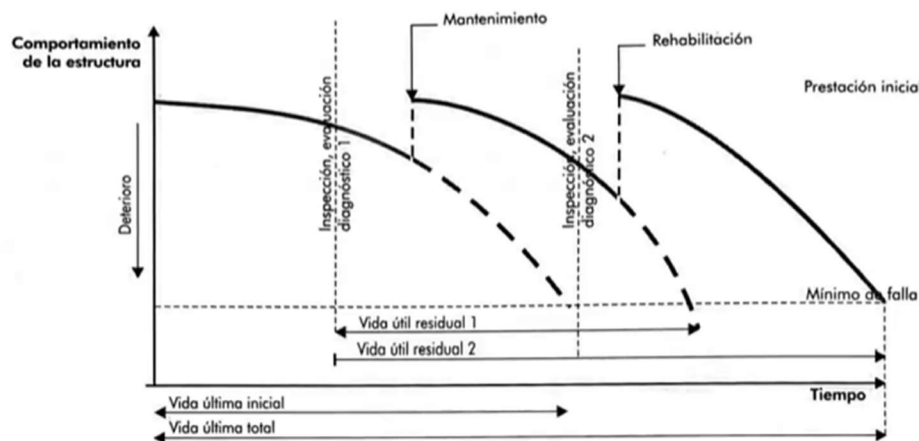
De igual forma, el modelo de vida útil de Tuutti es un enfoque ampliamente aceptado para predecir la vida útil de las estructuras de hormigón armado.

Este modelo considera dos períodos o etapas de corrosión:

- **Período de iniciación:** Durante esta etapa, los iones cloruro y la carbonatación avanzan por la masa de hormigón hasta llegar a la armadura y despasivarla. Este es el tiempo requerido para que el dióxido de carbono o el ion cloruro penetre hasta las varillas de refuerzo e inicien a corroerse.
- **Período de propagación:** En esta etapa, la armadura se corroe hasta llegar a un grado de deterioro que compromete la funcionalidad o la seguridad de la estructura.

Este modelo permite reconocer las etapas de corrosión y determinar el período de vida útil de los elementos de concreto. Es importante mencionar que este modelo es más efectivo cuando se utiliza en combinación con pruebas de laboratorio y análisis de campo para evaluar las condiciones específicas de la estructura y el ambiente

Figura 44. Vida útil en estructuras de concreto



Nota. Tomado del modelo de vida útil de Tuutti

La corrosión de las armaduras de refuerzo es el principal problema de durabilidad y uno de los mayores problemas no resueltos satisfactoriamente por la tecnología del hormigón. Numerosos modelos de vida útil han sido desarrollados basados en un valor umbral del contenido de cloruros para que ocurra el fenómeno de la corrosión del acero de refuerzo como límite de la vida en servicio de las estructuras. El más difundido y aceptado hoy por la comunidad científica es el modelo de Tutti.

Este modelo considera un período de iniciación en el que los iones cloruros y la carbonatación avanzan por la masa de hormigón hasta llegar a la armadura y despasivarla y, otro periodo de propagación en el cual la armadura se corroe hasta llegar a un grado de deterioro que compromete la funcionalidad o la seguridad de la estructura. El análisis de la vida útil de las estructuras puede traer consigo el diseño a partir de criterios de durabilidad, y elaborar planes de mantenimiento y reparación basados en una fundamentación más sólida.

De acuerdo con el diagnóstico y ensayos realizados a la estructura se puede determinar las intervenciones que se deben realizar, así las cosas, se presenta las correspondientes intervenciones que se deben realizar de acuerdo con el tipo de lesión que se ha detectado en el paciente:

6.9.1. Jardineras.

En las zonas comunes del Conjunto Residencial Picadilly P. H., concretamente en la plazoleta transitable, se ubican las jardineras propias de cada torre. Como pudo evidenciarse durante la inspección y levantamiento realizado, cada una de estas presentan descascaramientos y desgastes en los bloques que las componen, adicionalmente, se encuentran ubicadas cercanías a las juntas constructivas que dividen las torre seis (6) y siete (7) de la plazoleta (Ver figura 33).

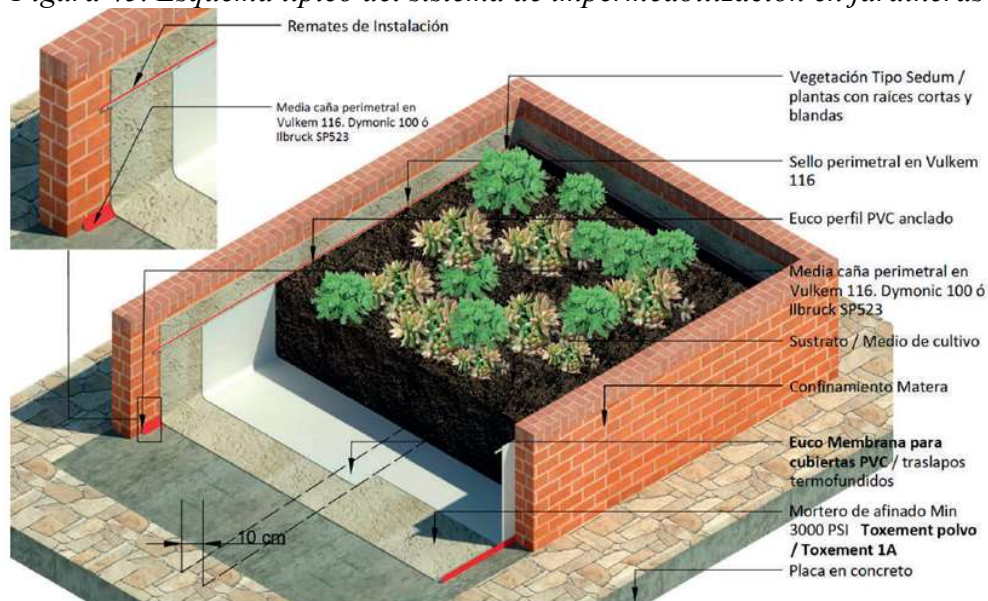
Dicho esto, se recomienda la rehabilitación de estas jardineras, inicialmente con una *impermeabilización en las zonas de cultivos (Ver figura 14)*, que eviten la migración de agua hacia

las juntas constructivas, y, por ende, a la estructura del sótano en nivel -1; además de un *mantenimiento preventivo en los ladrillos que la componen*, dando así una mayor durabilidad en estos elementos.

Para el trabajo de impermeabilización en las zonas de cultivos de las jardineras se recomienda el uso de una *MEMBRANA PVC* reforzada en fibra de vidrio, que, aunque no tiene resistencia a los rayos UV (por lo que debe estar cubierta completamente por el cultivo), sí garantiza:

- Tener altas resistencias al hinchamiento y envejecimiento.
- Alto grado de estanqueidad, incluso siendo sometida a altas deformaciones.
- Elevada resistencia al punzonamiento y perforaciones producidos por las raíces.

Figura 45. Esquema típico del sistema de impermeabilización en jardineras



Nota. Tomado de Guía de Impermeabilización de Jardineras - EUCLID CHEMICAL TOXEMENT

Como recomendaciones generales:

- Las actividades deben ser realizadas por personas capacitado, y dar estricto cumplimiento a las indicaciones dadas por el fabricante seleccionado.

- La superficie se debe encontrar seca y libre de empozamientos de agua previo a la instalación de la membrana impermeabilizante. Si por alguna razón, existen residuos de mortero o concreto endurecido, estos deben ser retirados completamente evitando así que puedan punzar o rasgar dicha membrana. Adicionalmente, se debe proceder al sellado de las fisuras que la jardinera pudiese tener; y de la aplicación de un cordón circundante en la jardinera, aplicado entre el muro y el piso, en función de una media caña. Este sellado y media caña, se recomienda realizarlo con un sellante elastomérico (material que impide el paso de agua y humedad) de poliuretano.
- La unión entre las membranas se realiza mediante la soldadura por aire caliente con traslapes mínimo de 10 cm del ancho de la membrana.
- Realizar una prueba de estanqueidad, a fin de comprobar la instalación de la membrana.

Por otro lado, para la rehabilitación de los ladrillos que componen las jardineras, se recomienda inicialmente el uso de un limpiador de fachadas (que sea apto para usar en ladrillos previamente sellados o lacados), el cual empleado para lavar y desmanchar los ladrillos. Elimina residuos adheridos a su superficie, promueve la remoción de eflorescencias, y recupera y resalta la tonalidad del ladrillo.

Finalmente, y luego de su limpieza, y con el fin de garantizar una mayor durabilidad en esta estructura, se recomienda el uso de una capa de repelentes de agua para fachadas, el cual se emplea como *hidrófugo* para repeler el agua lluvia sobre superficies exteriores de las jardineras.

Figura 46. Proceso de aplicación de procesos hidrófugos



Nota. Tomado de Guía de selección para el tratamiento de muros - EUCLID CHEMICAL TOXEMENT

6.9.2. Impermeabilización de la placa (plazoleta)

Teniendo en cuenta que es una plazoleta tipo cubierta expuesta con tránsito peatonal medio, se recomienda realizar la impermeabilización de la plazoleta, lo cual se puede hacer con sistemas de impermeabilización donde se realice inicialmente una limpieza profunda de la zona a intervenir para eliminar las impurezas que se puedan presentar como el polvo, suciedad, grasas, moho o cualquier contaminante que pueda afectar la adherencia de los nuevos materiales. Posterior a esto, se realiza la reparación de daños como grietas, fisuras o posibles desprendimientos de la superficie de la plazoleta, por medio de rellenos o imprimación de la plazoleta y conforme a la elección del sistema de impermeabilización adecuada el cual sea compatible con el tipo de plazoleta transitable se sugiere el uso de:

- Membranas LAM – Membranas Líquidas Aplicadas
- Membranas cementosas con aditivos elastoplásticos

Sin embargo, se recomiendan membranas líquidas PUR - Poliuretano, Silicona o PUA – Poli urea ya que su durabilidad puede ser de 7 a 20 años según su diseño y estas cumplen con las condiciones antes descritas.

Las condiciones de aplicación se remiten a las indicaciones y contraindicaciones que remite el fabricante al momento de aplicar el sistema de impermeabilización de forma precisa. Para realizar la verificación en la instalación del método de impermeabilización elegido, se recomienda realizar una serie de pruebas de estanqueidad donde se verifica la impermeabilidad del procedimiento realizado, así como simulación de periodos de lluvia intensa en las zonas donde se podrían presentar fallas ya que, una vez se identifica la falla de la impermeabilización se deberá repetir el proceso de reparación y aplicación de las áreas afectadas. Finalmente se recomienda realizar procesos de inspección y mantenimiento a estas impermeabilizaciones realizadas

6.9.3. Intervención de fisuras y grietas

Una vez identificada la problemática y análisis de las fisuras, se ha determinado que son fisuras y grietas inactivas por lo cual, se genera una recomendación de sellar y/o tapar las afectaciones en los muros. Se puede sellar con epóxidos, geles, espumas o incluso concreto donde se garantice la superficie mínima de contacto teniendo presente un cordón de respaldo o cinta adhesiva para prevenir la filtración.

Los elementos de sello que se pueden usar son:

- Tirillas de respaldo
- Sello de poliuretano o silicona
- Sellos hidro expansivos
- Sellos poliméricos

Ya que las juntas hacen parte activa del sistema de impermeabilización y si el sello falla, el sistema y la estructura a futuro puede fallar.

6.9.4. Rehabilitación juntas constructivas

Una vez identificada la causa principal, la cual son las filtraciones en los sótanos y tiene una presencia mayor en las zonas perimetrales de la plazoleta, se puede concluir que es generado por el sello deficiente entre las juntas constructivas o sísmicas ya que cada una de estas estructuras se construyó en diferentes fases, aunado al deterioro por el tiempo transcurrido en su ejecución, se puede concluir que estas juntas posiblemente no se modularon, diseñaron o cumplieron su tiempo óptimo de funcionamiento, a lo que una vez se ha inspeccionado visualmente, estas juntas presentan grietas o fisuras en el material sellante, así como desprendimientos manchas o moho que evidencian la presencia de filtraciones, de modo que se recomienda su rehabilitación.

El procedimiento de reparación se realiza por medio una limpieza profunda de la zona a intervenir para eliminar las impurezas que se puedan presentar como el polvo, suciedad, grasas, moho o cualquier contaminante que pueda afectar la adherencia de los nuevos materiales.

Paso seguido, se realiza la reparación de daños como grietas, fisuras o posibles desprendimientos de la superficie cercana a la junta, por medio de rellenos o imprimación de las zonas afectadas cerca de las juntas. Posterior a esto, se realiza la preparación de las superficies con el fin de adecuar la zona de las juntas, para ello se retira el sellador existente y una limpieza profunda con un tiempo de secado completo, esto para que, al momento de aplicar cualquier material nuevo, se tenga una superficie adecuada para la generación de esa superficie de contacto

Conforme a la elección del sistema de impermeabilización adecuada el cual sea compatible con el tipo de juntas constructivas se sugiere el uso de:

- Selladores elastoméricos, para juntas movimientos leves o medianas.
- Membranas líquidas, para juntas de movimientos medianos o superficies irregulares
- Bandas impermeabilizantes, para juntas lineales, juntas con incompatibilidad de materiales o juntas de materiales diferentes.

Las condiciones de aplicación se remiten a las indicaciones y contraindicaciones que remite el fabricante al momento de aplicar el sistema de impermeabilización de forma precisa.

Figura 47. Procedimiento de instalación sellante de juntas

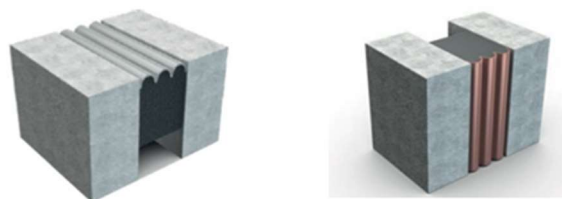


Nota: Tomado de Guía de Hoja de venta WILLSEAL - EUCLID CHEMICAL TOXEMENT

Para realizar la verificación en la instalación del método de impermeabilización elegido, se recomienda realizar una serie de pruebas de estanqueidad donde se verifica la impermeabilidad del procedimiento realizado, así como simulación de periodos de lluvia intensa en las zonas donde se podrían presentar fallas ya que, una vez se identifica la falla de la impermeabilización se deberá repetir el proceso de reparación y aplicación de las áreas afectadas

Para el trabajo de sello a estas juntas sísmicas, se puede instalar mediante espumas de poliuretano de micro celdas abiertas, pre comprimidas y auto expandible impregnada con un compuesto sellante de polímero acrílico hidrofóbico, recubierta con silicona.

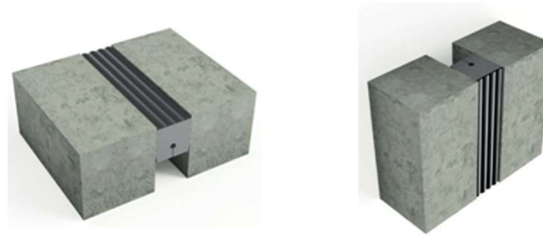
Figura 48. WILLSEAL – SEISMIC



Nota: Tomado de Guía de Hoja de venta WILLSEAL - EUCLID CHEMICAL TOXEMENT

Así mismo, se puede instalar espumas de copolímero de etileno vinil acetato (EVA) preformada, recubierta con silicona que proporciona una articulación impermeable, resistente a los químicos y al punzonamiento.

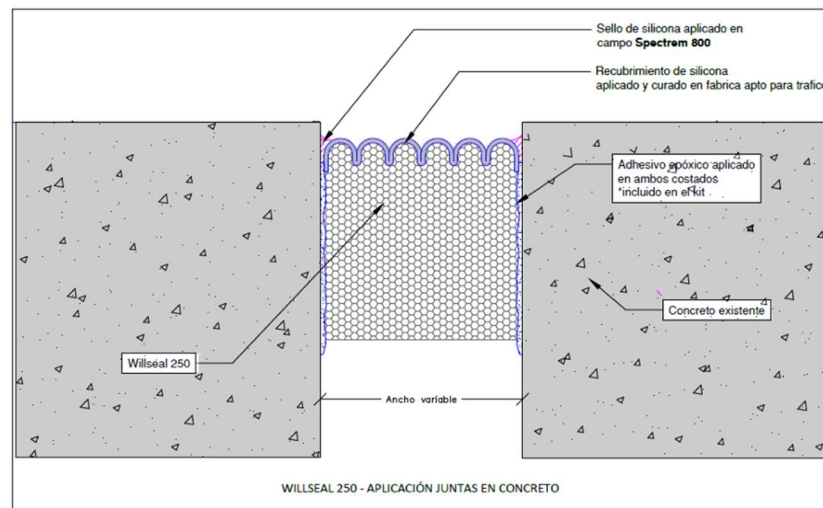
Figura 49. WILLSEAL Horizontal y Vertical



Nota: Tomado de Guía de Hoja de venta WILLSEAL - EUCLID CHEMICAL TOXEMENT

La instalación de este material generará por sus propiedades una autoexpansión para ajustarse al tamaño de la junta y se debe tener en cuenta que el tiempo de expansión variará según la humedad, temperatura y condiciones de almacenamiento de las 24 horas previas a la instalación, en ese entendido, el detalle de instalación se ve a detalle en la siguiente figura.

Figura 50. WILLSEAL 250 - Aplicación de juntas en concreto



Nota: Tomado de ficha técnica WILLSEAL 250 - EUCLID CHEMICAL TOXEMENT

6.9.5. *Avance del grado de carbonatación*

El fenómeno de carbonatación es un proceso natural, lento y continuo, y aunque la carbonatación aún no cuenta con un avance significativo en la estructura en estudio, se debe entender que, en los sótanos, donde el tráfico y la concentración de CO₂ es mayor, se recomienda la aplicación de una capa de pintura diseñada para detener el ingreso de dióxido de carbono (CO₂). Así, lograr mayor protección al acero, y, por ende, extender la durabilidad de la estructura.

Igualmente, con la finalidad de recuperar el recubrimiento mínimo en las vigas donde el acero de refuerzo está más expuesto, se recomienda la aplicación de morteros de reparación con alta especificación, y de preferencia con inhibidor de corrosión (protección adicional al acero ya expuesto) que permita una re-parqueo y una reparación rápida.

Antes de la aplicación de este tipo de morteros es necesario seguir las siguientes indicaciones:

- Remover todo el concreto que se encuentre deteriorado.
- Limpieza mecánica con chorro de un material abrasivo (arena), con el fin de remover todos los residuos o concreto suelto y demás contaminantes, además de ser indispensable para la eliminación del óxido incrustado en el acero de refuerzo.
- Sí el mortero de reparación no cuenta con un inhibidor de corrosión, este aditivo debe ser aplicado directamente sobre el acero antes de la colocación del mortero.
- Aplicar un promotor de adherencia, para garantizar la fijación entre el concreto viejo y el mortero a aplicar.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se evidencia una lesión predominante, la cual hace referencia a lesiones físicas, en su gran mayoría originadas al contacto o reacción por el agua que, está llegando al punto de empezar a afectar aceros, los cuales se encuentran expuestos en zonas puntuales.

De los recorridos se puede deducir que la mayoría de estas lesiones corresponden a un mal sellado de juntas entre elementos estructurales debido a las fases constructivas entre torres y plazoletas, lo cual genera filtraciones a lo largo y ancho de toda la estructura.

Se identifican las lesiones y afectaciones patológicas en mayor parte se manifiestan en la zona de parqueaderos, por el efecto de las filtraciones.

Se analizaron los resultados obtenidos de los ensayos no destructivos y los ensayos no destructivos, presentando las propuestas de intervención a cada uno de los grupos de lesiones identificadas y se recomienda generar planes de mantenimiento preventivos.

Finalmente se recomienda realizar procesos de inspección y mantenimiento a estas impermeabilizaciones realizadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adhesivos. (s/f). Com.co. Recuperado el 9 de junio de 2024, de <https://www.toxement.com.co/productos/portafolio-productos/adhesivos-y-recubrimientos-ep%C3%B3xicos/adhesivos/?prodId=1426>

ArcGIS Web Application. (n.d.). Gov.Co. Retrieved December 4, 2023, from <https://geo.dadep.gov.co/>

Cl. 165 #55a-1 · Cl. 165 #55a-1, Bogotá, Colombia. (n.d.). Cl. 165 #55a-1 · Cl. 165 #55a-1, Bogotá, Colombia. Retrieved December 4, 2023, from <https://www.google.com/maps/place/Cl.+165+%2355a-1,+Bogot%C3%A1/@4.746873,->

ESPINOSA, A., 2003. Historia Sísmica de Bogotá

Euclid Chemical Toxement, 2020. Guía para la Impermeabilización de Jardineras.

Euclid Chemical Toxement, 2021. Guía de Selección para el Tratamiento de Muros.

Euclid Chemical Toxement, 2021. Guía para la Impermeabilización de Sistemas Adheridos entre Placas de Concreto.

Euclid Chemical Toxement, 2021. Guía para la Selección y Aplicación de Morteros de Reparación Horizontales, Vertical y Sobre Cabeza.

EUCOPATCH M – Asa Impermeabilización. (s/f). Com.co. Recuperado el 9 de junio de 2024, de <https://asaimpermeabilizacion.com.co/producto/eucopatch-m/>

Ficha Patológica. AGRUPACIÓN LA SULTANA. Edu.Co. Retrieved December 4, 2023, from <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/32401/FICHAS%20GENERALES.pdf?sequence=7>

SINUPOT. (n.d.). Gov.Co. Retrieved December 4, 2023, from <https://sinupot.sdp.gov.co/visor/>

(S/f). Researchgate.net. Recuperado el 9 de junio de 2024, de https://www.researchgate.net/profile/Saad-Altaan/post/What-are-the-types-of-crack-and-their-causes-and-remedies-in-concrete-structures/attachment/5b4c79f8b53d2f89289a56d8/AS%3A648972947443713%401531738616217/download/224R_01.pdf

Portal Servicio Geológico Colombiano, Sitios del SGC, Geoportal, Gov.Co. Retrieved December 4, 2023, from https://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Visor_Integrado_Geoportal/74.0570508,196m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x8e3f85a091a6c747:0x255725123df23e9d!8m2!3d4.7469984!4d-74.0573449!16s%2Fg%2F11fsmwrlf6?hl=es&entry=ttu de La Construcción., P. (n.d.).

TOXEMENT WILLSEAL - Co, W. T. C. (n.d.). JUNTAS DE EXPANSIÓN. Com.Co. Retrieved August 2, 2024, from https://www.toxement.com.co/media/4909/hoja_venta_willseal.pdf

TOXEMENT WILLSEAL 250 - . Com.Co. Retrieved August 2, 2024, from <https://www.toxement.com.co/media/6010/willseal-250.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Fichas de recolección de información y documentación del paciente.

Anexo 2. Geología del sector.

Anexo 3. Ensayo de esclerometría

Anexo 4. Ensayo de regata

Anexo 5. Ensayo extracción de núcleos