

Estudio Patológico para Intervención de las losas de entrepiso de las terrazas del
Edificio Parque Real

Presentado por:

Patricia Velasco Uribe

David Alejandro Arévalo Salcedo

Asesor:

Arq. Germán Andrés Gutiérrez Pinzón

Universidad Santo Tomás

Facultad de Ingeniería Civil

Especialización en Patología de la Construcción

2025

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	3
1. HISTORIA CLÍNICA	4
2. METODOLOGÍA	6
3. ANÁLISIS DE DATOS	7
4. DIAGNÓSTICO	11
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	14
6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	15
7. CRONOGRAMA	17
8. PRESUPUESTO	17
9. RESULTADOS	18
10. BIBLIOGRAFÍA	20
11. ANEXOS	21

TABLA DE ILUSTRACIONES

FIGURA 1: LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO Y PLANTA ESTRUCTURAL PRIMER PISO.	5
FIGURA 2: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL ESTUDIO PATOLÓGICO.	17
FIGURA 3: PRESUPUESTO ESTUDIO PATOLÓGICO EDIFICACIÓN PARQUE REAL.	17
FIGURA 4: LESIONES ENCONTRADAS SEGÚN SU TIPO.	18
FIGURA 5: LESIONES SEGÚN SU CLASIFICACIÓN.....	19

RESUMEN

El presente estudio tiene el objetivo de, identificar las patologías presentadas por el deterioro en las losas de entrepiso de las terrazas del primer nivel de la edificación Parque Real, debidas al asentamiento diferencial de las dos torres. Estos asentamientos, causaron un movimiento de dichas losas y facilitaron el ingreso de humedades por las juntas de dilatación, las cuales propagan la aparición de lesiones secundarias.

Esta edificación se construyó en 1993, en la ciudad de Bogotá y cuenta con dos torres con siete niveles cada una y un sótano de parqueaderos, la inspección se enfocará en los sótanos. Debido a que, en este lugar se evidencian las lesiones que se estudiarán por elementos y se identificarán, las que requieren intervención inmediata. Debido a que, involucran un potencial riesgo y estabilidad estructural. Estas inspecciones se realizaron visualmente y con ensayos no destructivos que permitan determinar, de acuerdo con el diagnóstico y evolución del proceso patológico, cual es su posible y adecuada intervención.

La metodología implementada se divide en tres fases, la recopilación de información histórica relevante del proyecto, documentos técnicos y planos de ejecución del proyecto. La segunda fase se compone de las visitas de inspección, ejecución de ensayos no destructivos como: esclerómetro y ultrasonido (NTC 3692 y NTC 4325), levantamiento de fichas de inspección, plano de lesiones y procesamiento de información. Por último, la validación de la hipótesis y explicación detallada del diagnóstico, análisis de lesiones y su respectivo proceso patológico como insumo de la formulación de alternativas de rehabilitación y recomendaciones.

El diagnóstico encontrado muestra un deterioro avanzado, debido a causas mecánicas (asentamientos y deflexiones causados por un diseño inadecuado de la cimentación, como la implementación de pilotes de madera) y principalmente causas químicas (eflorescencias, corrosión por oxidación, carbonatación y organismos vivos) que han deteriorado severamente las losetas inferiores de las losas aligeradas y junto a las condiciones inadecuadas de diseño (recubrimientos inferiores a los exigidos en C.7.7.1. NSR-10) han permitido la evolución del proceso patológico estudiado.

Palabras clave: patología estructural, vulnerabilidad sísmica y diagnóstico e intervención.

ABSTRACT

The objective of this study is to identify the pathologies resulting from the deterioration of the slab floors on the terraces of the first level of the *Parque Real*

building, caused by differential settlement between the two towers. These settlements led to movement of the slabs, facilitating the ingress of moisture through the expansion joints, which in turn promotes the development of secondary damage.

This building was constructed in 1993 in the city of Bogotá and consists of two towers, each with seven stories and a basement level used for parking. The inspection focused on the basement areas, as they present visible damage that will be studied element by element in order to identify those requiring immediate intervention due to their potential risk to structural stability. The inspections were carried out visually and with non-destructive testing methods, allowing for the determination—based on diagnosis and the progression of the pathological process—of the most suitable and appropriate intervention strategies.

The methodology is divided into three phases: the first involves the collection of relevant historical project information, technical documents, and construction drawings. The second phase includes site visits, the execution of non-destructive tests such as rebound hammer and ultrasonic testing (NTC 3692 and NTC 4325), the creation of inspection records, damage mapping, and data processing. Lastly, the hypothesis is validated, followed by a detailed explanation of the diagnosis, analysis of the damage, and the pathological process, which serve as input for proposing rehabilitation alternatives and issuing recommendations.

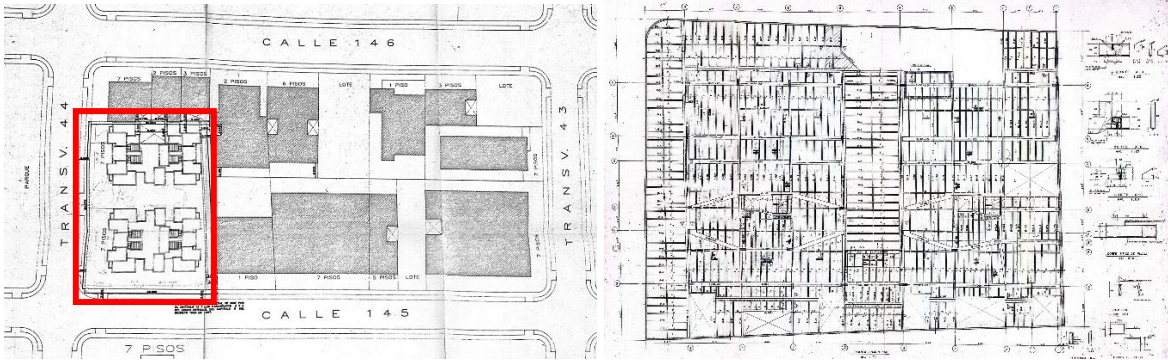
The resulting diagnosis reveals advanced deterioration due to mechanical causes (settlements and deflections caused by an inadequate foundation design, such as the use of timber piles) and, primarily, chemical causes (efflorescence, oxidation-induced corrosion, carbonation, and biological organisms). These factors have severely degraded the lower slabs of the lightweight floor systems, and—combined with inadequate design conditions (such as cover thicknesses below those required in section C.7.7.1 of NSR-10)—have allowed for the progression of the pathological process under study.

Keywords: structural pathology, seismic vulnerability, diagnosis and intervention.

1. HISTORIA CLÍNICA

El paciente analizado se encuentra ubicado en la localidad de suba en la dirección, carrera 53 # 149-36. La empresa que llevó a cabo el diseño estructural tiene el nombre de Proyectistas Civiles Asociados, la edificación se encuentra clasificada como un grupo de uso II y está localizada en una zona de amenaza sísmica intermedia. La localización se evidencia en la figura 1.

Figura 1: Localización del proyecto y planta estructural primer piso.



Fuente: Anexo planos arquitectónicos y estructurales.

La edificación se compone de 2 torres cada una con 7 niveles y sótano de parqueadero, portería, zona de acceso a torres y un edificio de salón social y administración, terrazas perimetrales ubicadas en el primer entrepiso y rampa de descenso lateral a sótano de parqueaderos. Contiene un sistema combinado, pórticos de concreto resistentes a momentos y muros de corte, entrepisos compuestos por losa aligerada de 40 cm (loseta superior de 4 cm y loseta inferior de 3 cm). Mampostería de bloque de arcilla en muros divisorios y fachada en bloque de arcilla.

La cimentación se compone por una losa de cimentación aligerada con espesor de 1 m, soportada sobre pilotes de madera con un diámetro de 17 cm, apoyada sobre un Suelo tipo lacustre A (Microzonificación de Bogotá) compuesto por arcillas limosas muy blandas, de baja a media capacidad portante y muy compresibles. Adicional, se presentan hundimientos de la calzada oriental (sentido sur – norte) sobre la carrera 53, presencia de árboles en el parque victoria norte y nivel freático a 30 cm según estudio de patología realizado en el año 2019.

Las edificaciones presentaron asentamientos diferenciales, motivo por el cual se realizó un estudio de patología en 2019, enfocado desde el punto de vista geotécnico. Por lo tanto, las placas analizadas en el presente trabajo no fueron abordadas de manera focalizada. Se reportaron daños y fisuración en elementos no estructurales y daños en la placa de contrapiso en los parqueaderos, razón por la cual, a partir de octubre de 2024, hasta febrero de 2025. Se realizó una adecuación de la placa de contrapiso de parqueaderos, con el fin de rehabilitar la funcionalidad. Adicional, se accedió a 4 planos arquitectónicos, 8 planos estructurales, una sección del estudio de suelos, 2 planos de la propuesta de reforzamiento de la losa de cimentación, junto con el informe del estudio patológico.

Las lesiones presentadas en las áreas de interés (losas de terrazas) se deben principalmente a problemas de diseño de la cimentación (implementación de pilotes de madera de 8 m y diámetro de 17 cm) y sobreestimación de la capacidad portante del suelo y aporte de los pilotes (susceptibles a la pudrición) por fricción del fuste sobre arcillas blandas de alta plasticidad, presentando una condición saturada (nivel freático a 0.3 m según estudio patológico de la cimentación), que provocaron una alta susceptibilidad a los asentamientos diferenciales, los cuales generaron deflexiones en las juntas de dilatación de las losas de las terrazas y grietas, sumando el efecto del mal manejo de aguas lluvias y la infiltración de agua, desde la superficie de las losas hacia el parqueadero.

Lo que generó eflorescencias, carbonatación, oxidación y corrosión en las barras de refuerzo. A esto, se sumó la influencia de un pobre mantenimiento, lo que permite apariciones de organismos vivos, estalactitas y falla por corte sobre la losa de la terraza del salón social. También la humedad relativa y la presencia de dióxido de carbono producido por los vehículos en el sótano de parqueadero agravó el proceso de carbonatación. El estado de conservación de fachadas, cubiertas y zonas comunes es aceptable. Por lo tanto, las patologías encontradas se sitúan bajo las losas del primer nivel y zonas de terrazas sobre el sótano de parqueaderos.

La ejecución de obra y la falta de supervisión técnica proporcionaron refuerzos expuestos desde su construcción, zonas con porosidades, materiales inadecuados en juntas como el poliestireno expandido. En total se identifican 7 elementos uno por ficha de calificación. Encontrando 4 elementos con urgencia de intervención alta, 3 lesiones obedecen a su calificación de daño (daño grave, se necesita inmediata reparación) principalmente por lesiones químicas y 1 lesión por causas mecánicas y falla en su integridad estructural. Y 3 con urgencia de intervención media.

2. METODOLOGÍA

Etapas	Descripción	Instrumentos utilizados	Resultados esperados
Verificación y compilación de información previa	Verificación de existencia de planos, memorias, estudios e información relevante.	Libreta y lapicero	Se recopiló 4 planos arquitectónicos, 8 planos estructurales, 2 planos de propuesta de reforzamiento, sección del estudio de suelos y estudio patológico del 2019. Se tramitaron los permisos de ingreso.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	FORMATO ESTRUCTURA CURSO OPCIÓN DE GRADO Especialización Patología de la Construcción
---	--

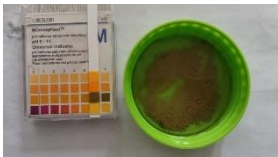
Visita de inspección, condiciones actuales de acabados y levantamiento de lesiones.	Registro de fichas de evaluación de lesiones y caracterización de materiales piso 1 de ambas torres. Se toman 2 pruebas de PH lesión 3 y 4	Cinta métrica marca Uberman, pie de rey digital marca Uberman, solución de fenolftaleína al 1%, tiras identificadoras de PH, cámara fotográfica 108MPx, formatos de fichas, lapicero, decámetro, nivel de burbuja, datalogger y regla.	Se registraron 7 fichas de inspección y evaluación de patologías de las losas de las terrazas.
Procesamiento de información	Digitalización de la información, organización de registros fotográficos por lesión, digitalización de plano con ubicación de lesiones.	Computador	Plasmar de manera organizada y secuencial la información de cada lesión, su ubicación, calificación para su posterior análisis del proceso patológico y formulación de las propuestas de intervención.
Realización de ensayos no destructivos	Se plantean contratar ensayos de ultrasonido y número de rebote para la losa de la terraza del salón social Ficha 3 (Lesión 3).	Ultrasonido y esclerómetro (contratados a través del laboratorio JML Ensayos e Ingeniería)	Evaluar la calidad del concreto y la dureza superficial de la viga que presentó falla por cortante.
Diagnóstico y propuesta de intervención	Evaluar cada lesión previamente documentada y establecer las causas primarias más probables.	Información compilada y resultados de ensayos de laboratorio.	Formular la propuesta de intervención para cada tipo de lesión, siguiendo consecuentemente el mecanismo de daño o proceso patológico.

3. ANÁLISIS DE DATOS

Revisar anexo A: Fichas Patológicas por Elemento.

Las calificaciones del nivel de daño y urgencia de intervención se presentan en las fichas patológicas por elemento.

Aspecto analizado	Datos recopilados	Métodos de análisis	Resultados del análisis
Lesión 1: Junta de dilatación entre ejes 2-1', después del eje G.	Temperatura: 20.6°C / HR: 61% Longitud de la lesión: 3.3 m (junta) Material inadecuado en la junta: poliestireno expandido, hormigueos y porosidades en los elementos de concreto. Calificación Nivel de daño: III - Daño significativo, requiere pronta reparación. Urgencia de intervención: media.	Lesiones en placa Ficha 1  Superficie loseta inferior.	-Humedad por filtración. -Desprendimiento de acabados laterales, asentamientos y deflexiones -exceso de cargas y desportillamiento. -Eflorescencia, oxido y plantas casmofíticas.
Lesión 2: 3.2m antes del eje 4, después de eje G.	Temperatura: 20.6°C / HR: 61% Longitud de la lesión: 3.6 m (junta) Deflexión de 8 cm en la junta. Recubrimiento insuficiente, porosidades y hormigueos y falta de mantenimiento. Medición separación de junta: 14.53 mm. Calificación Nivel de daño: III - Daño significativo, requiere pronta reparación. Urgencia de intervención: media.	Prueba con fenolftaleína: incoloro (concreto carbonatado)  Medición ancho de junta.  Corrosión.	-Humedad por filtración y lavado diferencial. -Grietas y desportillamiento. -Asentamiento. -Eflorescencia y corrosión por oxidación previa, carbonatación y presencia de líquenes.
Lesión 3: losa terraza eje 4-5 después de eje G.	Longitud de la lesión: 7.2 m (junta) Altura del elemento: 40cm Deflexión de 8 cm eje 4 y 3.5 cm eje 5 en la junta. Dilatación 28.45mm	Lesiones ficha 3 (falla por corte) Elemento P-16 sometido a ensayos de laboratorio no destructivos.	-Humedad por filtración y lavado diferencial. -Asentamiento diferencial y deflexión (exceso de cargas)

	Recubrimiento insuficiente, porosidades y hormigueos y falta de mantenimiento. Material inadecuado en junta: poliestireno expandido. Prueba de PH NTC 3689: 1997: Resultado 7. Anchos de Grietas sobre viga eje 5: 14.86 mm, 2.41mm y 36.8mm. Calificación Nivel de daño: IV - Daño grave, se necesita inmediata reparación. Urgencia de intervención: Alta. Calidad del concreto, según resultados de velocidad de pulso ultrasónico en el concreto NTC 4325. <table><thead><tr><th>Velocidad del Pulso Ultrasónico (m/s)</th><th>Calidad del concreto</th></tr></thead><tbody><tr><td>Más de 4500</td><td>Excelente</td></tr><tr><td>3500 - 4500</td><td>Bueno</td></tr><tr><td>3000 - 3500</td><td>Regular</td></tr><tr><td>2000 - 3000</td><td>Malo</td></tr><tr><td>Menos de 2000</td><td>Muy malo</td></tr></tbody></table> Tomado de: Tecnología del Concreto y del Mortero - Diego Sanchez	Velocidad del Pulso Ultrasónico (m/s)	Calidad del concreto	Más de 4500	Excelente	3500 - 4500	Bueno	3000 - 3500	Regular	2000 - 3000	Malo	Menos de 2000	Muy malo	 Medición de separación de la junta.  Prueba de PH  Ensayo NTC 3692  Ensayo NTC 4325	-Eflorescencia, corrosión por oxidación previa y carbonatación. -Falla por cortante apoyo en muro de contención. - Ensayos Elemento P-16 (Ver Anexo C Informes de Ensayos de Laboratorio) <i>Ensayo 1 NTC 3692</i> N° de rebote: 42 <i>Ensayo 2 NTC 3692</i> N° de rebote: 42.8 <i>Ensayo 3 NTC 3692</i> N° de rebote: 42.8 <i>Conclusión:</i> Concreto con dureza superficial uniforme a lo largo del elemento P-16. <i>Ensayo 1 NTC 4325</i> Velocidad de Pulso: 3405.03 m/s <i>Ensayo 2 NTC 4325</i> Velocidad de Pulso: 2522.1 m/s <i>Ensayo 3 NTC 4325</i> Velocidad de Pulso: 3968.33 m/s. Velocidad promedio: 3298.49 m/s <i>Conclusión:</i> calidad del concreto Regular según (Guzmán, 2001).
Velocidad del Pulso Ultrasónico (m/s)	Calidad del concreto														
Más de 4500	Excelente														
3500 - 4500	Bueno														
3000 - 3500	Regular														
2000 - 3000	Malo														
Menos de 2000	Muy malo														
Lesión 4: Terraza después del vacío eje 5 hasta vacío entre eje 7-8, después de eje G.	Longitud de la lesión: 13.5 m (longitud de junta) Altura del elemento: 40cm. Ancho de junta: 1.57cm. Ancho de grietas medidas: 1.05mm, 0.36mm, 2.28mm. Prueba de PH NTC 3689: 1997: Resultado 6.	Lesiones ficha 4  Prueba de PH	-Humedad por filtración. -Desprendimiento de acabados por elemento, fisuras de soporte -Corrosión por oxidación previa, carbonatación.												

	Recubrimiento insuficiente, porosidades, segregación del material y hormigueos y falta de mantenimiento. Calificación Nivel de daño: III - Daño significativo, requiere pronta reparación. Urgencia de intervención: media.	 Exposición de acero de refuerzo y oxidación. 	-Mohos, líquenes y plantas cosmófitas. Exposición del acero de refuerzo.
Lesión 5: terraza después de eje 8 y después de eje G.	Espesor de la losa: 40cm. No se pudo acceder al elemento, debido a que se tienen instalados unos tejados para proteger los vehículos de las filtraciones. Recubrimiento insuficiente, porosidades, segregación del material y hormigueos. Calificación Nivel de daño: IV - Daño grave, se necesita inmediata reparación. Urgencia de intervención: Alta.	Oxidación.  Grieta.  Planta casmofítica. 	-Humedad por filtración y lavado por depósito. -Fisuras de soporte y acabado y desprendimiento del concreto. -Mohos, plantas cosmófitas y líquenes. -Erosión por corrosión. -Eflorescencia, oxidación por corrosión previa y carbonatación.
Lesión 6: Losas terrazas costado sur Torre 2, eje C-G, después de eje 8.	Temperatura: 18.5°C / HR: 68% Espesor de la losa: 40cm. Recubrimiento insuficiente, porosidades y hormigueos. Calificación Nivel de daño: IV - Daño grave, se necesita inmediata reparación. Urgencia de intervención: Alta.	Lesiones ficha 6.  Corrosión y estalactitas.	-Humedad por filtración. -Asentamiento, fisuras de soporte. -Ancho de grieta en muro no estructural de depósito 701-2 y 703-2: 5.91mm. -Eflorescencia, corrosión por oxidación previa, carbonatación.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	FORMATO ESTRUCTURA CURSO OPCIÓN DE GRADO Especialización Patología de la Construcción
---	--

			-Presencia de estalactitas.
Lesión 7: Losa terraza entre ejes A-C, después de eje 8. Costado sur occidente, Torre 2.	Espesor de la losa: 40cm. Ancho de grieta en depósitos por asentamiento diferencial: 19.12mm Recubrimiento insuficiente, porosidades, hormigueos y falta de mantenimiento. Calificación Nivel de daño: IV - Daño grave, se necesita inmediata reparación. Urgencia de intervención: Alta.	Eflorescencia y oxidación en junta.  Medición de ancho de grieta en muro no estructural. 	-Humedad por filtración en la losa, genera capilaridad en muro de cerramiento. -Asentamiento diferencial. -Eflorescencia, corrosión por oxidación previa, carbonatación.

4. DIAGNÓSTICO

Se realiza un diagnóstico general entendiendo los procesos patológicos desarrollados en los elementos estructurales analizados. Cronológicamente se mencionan las lesiones, para identificar las causas primarias.

Aspecto analizado	Descripción	Hallazgos	Recomendaciones
1. Diseño de la cimentación.	La selección errónea del material de los pilotes presentes en la cimentación, junto con el alto nivel freático. Permite que, la madera tenga procesos de descomposición y la presencia de arcillas blandas, propició la consolidación del suelo, permitiendo asentamientos diferenciales.	Causa primaria en todos los elementos. El asentamiento diferencial, permitió movimientos excesivos en las juntas de dilatación de las losas.	Realizar un estudio de suelos detallado, que permita evaluar si el suelo ya se consolidó totalmente y seguir las recomendaciones constructivas del reforzamiento de la losa con los dados y pilotes propuestos en el estudio patológico anterior.

2. Ejecución de obra: Recubrimientos, construcción de juntas, manejo de aguas lluvia.	Los recubrimientos insuficientes y las porosidades del concreto facilitan la oxidación, corrosión y carbonatación. Los recubrimientos de los elementos estructurales no cumplen numeral C.7.7.1 de NSR-10. Revisar anexo F Planos estructurales.	Causa primaria: Recubrimientos menores a 1.5 cm en losetas inferiores, según plano estructural de planta primer piso (Espesor loseta 3 cm).	Impermeabilización y reparación de oquedades completa de las losas de parqueadero, con Eucocrete AC (Mortero de reparación de baja permeabilidad con inhibidor de corrosión) y mejoramiento de recolección de aguas lluvias por medio de la definición de niveles al momento de impermeabilizar en la parte superficial de la losa de las terrazas.
3. Control de calidad en materiales: segregación de agregados, hormigueos y porosidades.	No hubo una adecuada interventoría y supervisión por parte de los ejecutores del proyecto.	Causa primaria: En las zonas donde se presentan corrosiones del acero, existen segregaciones del material.	Escarificación y reparación del concreto con morteros tixotrópicos, como: MapeGrout 430, el cual es un mortero de retracción compensada o SikaRepair-224 ambos fibroreforzados. Incluyendo el uso de inhibidores de corrosión como: Sika FerroGard-903 Plus. Una vez lista la superficie, aplicar una película impermeable para evitar carbonatación como: Sika Color F, la cual es una pintura a base de resinas, recomendada para la impermeabilización de estructuras en condiciones ambientales críticas.
4. Grietas, fisuras y desprendimientos.	Causa secundaria, debido a las sobrecargas inducidas por los asentamientos diferenciales.	Causa secundaria: Grietas no cumplen recomendaciones máximas de ancho de fisuras según ACI 224, se encuentra que gran parte de ellas supera 1mm. Falla a cortante en viga de terraza por exceso de carga inducida por los	Monitoreo de grietas y clasificación entre pasivas y activas, por medio de la instalación de tarjetones de yeso. Para poder escoger la mejor técnica de intervención. Reforzar los elementos estructurales de la ficha 3, los cuales según planos estructurales obedecen al elemento P-16 (viguetas) se debe proponer que la terraza trabaje en voladizo hasta la junta, apoyada sobre un

		asentamientos diferenciales.	refuerzo sobre los muros de contención perimetrales. O añadir una viga metálica de soporte bajo la losa.
5. Factores ambientales: humedad relativa y temperatura.	Humedades relativas por encima del 60% y presencia de vehículos, permite que, en el lapso de 32 años, se genere la carbonatación del concreto.	Hay desprendimientos del recubrimiento y evidencias de reparaciones con morteros inadecuados o permeables.	Inspeccionar las bajantes y reparar las fugas encontradas, como medida de control en el manejo de aguas lluvias sobre las terrazas, impermeabilizar superficialmente con morteros de reparación como: Eucocrete AC y reemplazar su acabado superficial (reemplazo de pisos).
6. Humedades .	Las filtraciones en todos los elementos evaluados se generan cerca de las juntas de dilatación y bajantes de aguas provenientes de precipitaciones.	Causa secundaria: se evidencian eflorescencias cerca de humedades por filtración.	Rehabilitar los acabados superiores (pisos y afinados) reevaluar las pendientes y mejorar los desagües, sellar las juntas con materiales flexibles elastoplásticos como Eucosismo, el cual se puede aplicar a juntas con un ancho máximo de 3 cm.
7. Carbonatación	Las superficies de concreto donde se evidencian eflorescencias avanzadas, que cubren la totalidad de la longitud de las juntas, se encuentran probablemente carbonatadas, debido a las manchas de corrosión y desprendimiento del recubrimiento evidenciados. Además, las pruebas de PH tomadas (NTC 3689: 1997) obtuvieron valores de 6 y 7. Lo que facilita la corrosión por despasivación.	Causa secundaria a las humedades y eflorescencias: Recubrimientos insuficientes, humedad por filtración, humedad relativa adecuada y presencia de CO ₂ , facilitan la pérdida del PH y agravan la corrosión del refuerzo.	Escarificar las superficies afectadas, implementar inhibidores de corrosión en las armaduras expuestas, medir su diámetro y reparar con morteros tixotrópicos asegurando un puente de adherencia adecuado. Luego aplicar una membrana impermeable (pintura anti-carbonatación) que impidan el ingreso de la humedad y el CO ₂ al elemento.
8.	Salas de hidróxido de calcio y carbonato de	Causa secundaria debido a la	Retiro del recubrimiento en las zonas donde se evidencia

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	FORMATO ESTRUCTURA CURSO OPCIÓN DE GRADO Especialización Patología de la Construcción
---	--

Eflorescencia, oxidaciones, corrosión.	calcio presentes en las superficies de las losas, facilitan la carbonatación y la aparición de estalactitas.	humedad por filtración.	corrosión y oxidación. Implementar inhibidores de corrosión, impermeabilización con morteros tixotrópicos y aplicación de barrera tipo pintura acrílica o resinas epóxicas.
9. Estalactitas y ataques biológicos.	La falta de mantenimiento y la degradación en años genera que, las sales disueltas por la humedad y la progresiva precipitación de las sales calcáreas se acumulen. Esta lesión facilita la carbonatación y corrosión de las armaduras.	Causa secundaria de los efectos atmosféricos, humedad por filtración en juntas de dilatación, inadecuada ejecución en obra y falta de mantenimiento. Presencia de plantas casmofíticas son una de las causas de los desprendimientos de acabados por elementos.	Retiro del recubrimiento en las zonas donde se evidencia corrosión y oxidación y reparar grietas. Implementar inhibidores de corrosión junto con Sika Repair-224, o Eucocrete AC, fungicida y alguicida, impermeabilización y aplicación de barrera tipo pintura epóxica o Sika color F.

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

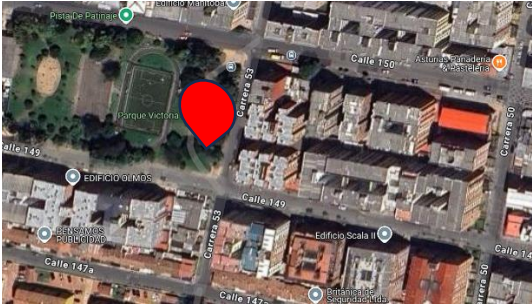
Revisar anexo A, para la identificación del nivel de daño y urgencia de intervención de los elementos evaluados.

Área/ componente	Propuesta de intervención	Objetivo
Lesión 1: Junta de dilatación entre ejes 2-1', después del eje G.	Retiro parcial: seguir recomendaciones según aspectos analizados: 2,3,4,5,6,7,8 y 9.	Restaurar la funcionalidad.
Lesión 2: 3.2m antes del eje 4, después de eje G	Retiro total: seguir recomendaciones según aspectos analizados: 2,3,4,5,6,7,8 y 9.	Restaurar la funcionalidad.
Lesión 3: losa terraza eje 4-5 después de eje G	Retiro total: seguir recomendaciones según aspectos analizados: 1,2,3,4,5,6,7,8 y 9 (Urgencia de intervención alta)	Restaurar la capacidad estructural del elemento.
Lesión 4: Terraza después del vacío eje 5 hasta vacío	Retiro parcial: seguir recomendaciones según aspectos analizados: 2,3,4,5,6,7,8 y 9.	Restaurar la funcionalidad y capacidad estructural.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	FORMATO ESTRUCTURA CURSO OPCIÓN DE GRADO Especialización Patología de la Construcción
---	--

entre eje 7-8, después de eje G		
Lesión 5: terraza después de eje 8 y después de eje G.	Retiro total: seguir recomendaciones según aspectos analizados: 2,3,4,5,6,7,8 y 9. (Urgencia de intervención alta)	Restaurar la capacidad estructural del elemento.
Lesión 6: Losas terrazas costado sur Torre 2, eje C-G, después de eje 8	Retiro total: seguir recomendaciones según aspectos analizados: 2,3,4,5,6,7,8 y 9. (Urgencia de intervención alta)	Restaurar la capacidad estructural del elemento.
Lesión 7: Losa terraza entre ejes A-C, después de eje 8. Costado sur occidente, Torre 2.	Retiro total: seguir recomendaciones según aspectos analizados: 2,3,4,5,6,7,8 y 9. (Urgencia de intervención alta)	Restaurar la capacidad estructural del elemento.

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Ubicación.	Bogotá cra 53 # 149-36 Localidad de Suba, Barrio Victoria Norte. 
Descripción geológica.	Según el estudio de microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá, la edificación se encuentra sobre la unidad geológica denominada como; Terraza Alta (Qta) o formación Sabana, el cual es un depósito lacustre, conformado por arcillas plásticas con lentes de arena suelta y cenizas volcánicas, con niveles de turbas de hasta 1 metro de espesor. Y velocidades de onda de corte entre 137m/s a 150m/s.
Histórico de sismos.	Según datos del Servicio Geológico Colombiano 1644 – Magnitud: No identificada Fuerte sismo con daños en estructuras coloniales de Bogotá. 1743 – Magnitud: No identificada Afectaciones en edificaciones religiosas y civiles. 1785 – Magnitud: No identificada Epicentro en Santa Fe de Bogotá. Daños severos, colapsaron torres de iglesias. 1826 – Magnitud: No identificada Daños moderados en construcciones vulnerables.

	1827 – Magnitud: No identificada Afectaciones en el centro histórico de Bogotá. 1917 – Magnitud: No identificada Daños estructurales en el centro y sur de Bogotá. 1923 – Magnitud No identificada Daños en edificaciones vulnerables. 1966 – Magnitud: No identificada Daños en el centro histórico de la ciudad. 1967 – Magnitud: No identificada Afectaciones en edificaciones del sur de Bogotá. 1995 – Magnitud: No identificada Daños moderados, perceptible en toda la ciudad. 2008 – Magnitud: 5.9 Epicentro en El Calvario (Meta). 33 muertos. 2023 – Magnitud: 5.7 Epicentro en Los Santos (Santander). Fuerte percepción en Bogotá, sin daños mayores.
Vecinos colindantes.	Al occidente colinda con la carrera 53, al oriente con la edificación Algeciras I, al norte con la edificación Benelux y al sur con la calle 149.
Sistema constructivo.	Pórticos de concreto y losa aligerada con casetón de guadua no recuperable.
Materiales.	Concreto reforzado, acero en barras corrugadas, mampostería de muros no estructurales en bloque tolete de arcilla armado en soga y fachada en unidades de arcilla.
Cimentación.	Losa aligerada de 1 m de altura, con pilotes de madera de 17 cm de diámetro y 8 m de profundidad cubriendo 2 m ² de losa por pilote.
Sistema estructural.	Según el título A del NSR-10 A.3.2.1.2. (b) se define como un sistema combinado donde las cargas verticales y horizontales son resistidas por pórticos de concreto reforzado resistente a momentos, combinado con muros estructurales.
Densidad Estructural.	Área construida. Torre 1: 434.42 m ² , Torre 2: 486.58 m ² Área de columnas Torre 1: 6.279 m ² . Área de columnas Torre 2: 6.151 m ² Densidad Estructural Torre 1: 1.45%. Densidad Estructural Torre 2: 1.26%. Densidad Estructural recomendada: mayor al 1%.

7. CRONOGRAMA

Las actividades y fechas estipuladas según el flujo metodológico, se evidencia en la figura 2.

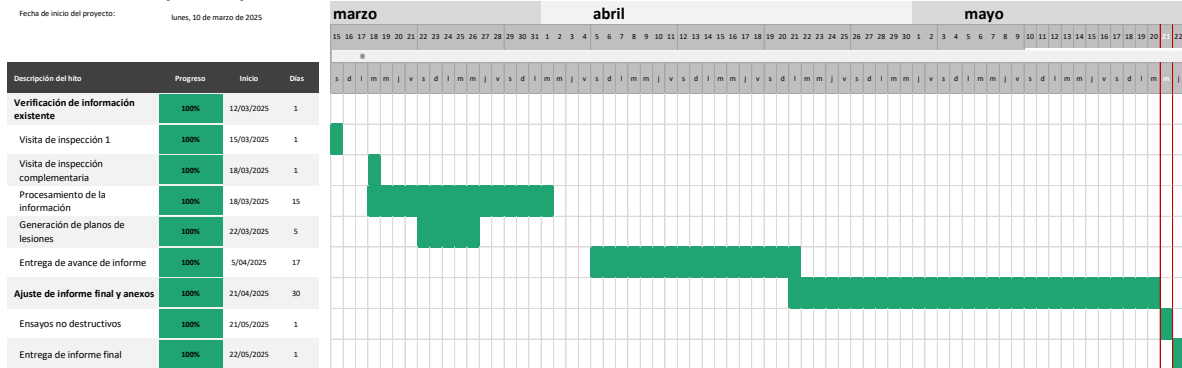
Figura 2: Cronograma de actividades del Estudio Patológico.

Estudio Patológico Edificio Parque Real

Universidad Santo Tomás - Especialización en Patología de la Construcción

Responsable del proyecto Ing. Patricia Velasco - Ing. David Arévalo

Fecha de inicio del proyecto: lunes, 10 de marzo de 2025



Fuente: Elaboración propia.

8. PRESUPUESTO

El presupuesto incluye honorarios, transporte, ensayos de laboratorio, impuestos y retenciones.

Figura 3: Presupuesto Estudio Patológico Edificación Parque Real.

Trabajo de Grado Estudio Patológico Edificio Parque Real Presupuesto

Dirección Cra 53 # 149-36
Ciudad: Bogotá
Teléfono: 3219606201

FECHA 16 de mayo de 2025
N.º de presupuesto 1
Id. del cliente PR-001

Presupuesto válido hasta: 13 de junio de 2025
Autor: David Arévalo - Patricia Velasco

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Transporte personal visita de inspección	Viaje	8	\$ 20,000.00	\$ 160,000.00
Papelería, impresión de planos, fichas de registro e informe	Unidad	60	\$ 800.00	\$ 48,000.00
Estudio patológico, informes, visita de inspección, generación de planos, auscultación e ingeniería de detalle.	m2	569	\$ 18,000.00	\$ 10,242,000.00
Ensayo número de rebote 1 punto (área de 50cm x 50 cm) NTC 3692: 2018 10 lecturas.	Unidad	3	\$ 63,756.00	\$ 191,268.00
Ensayo velocidad del pulso ultrasónico en el concreto método directo por elemento NTC 4325-1997.	Unidad	3	\$ 151,800.00	\$ 455,400.00
Transporte diurno, personal que ejecuta los ensayos	Unidad	1	\$ 31,500.00	\$ 31,500.00
Impuesto al valor agregado IVA	%	19%	\$ 11,128,168.00	\$ 2,114,351.92
Retención en la fuente para honorarios profesionales sin vínculo laboral	%	11%	\$ 11,128,168.00	\$ 1,224,098.48
TOTAL				\$ 14,466,618.40

Fuente: Elaboración propia.

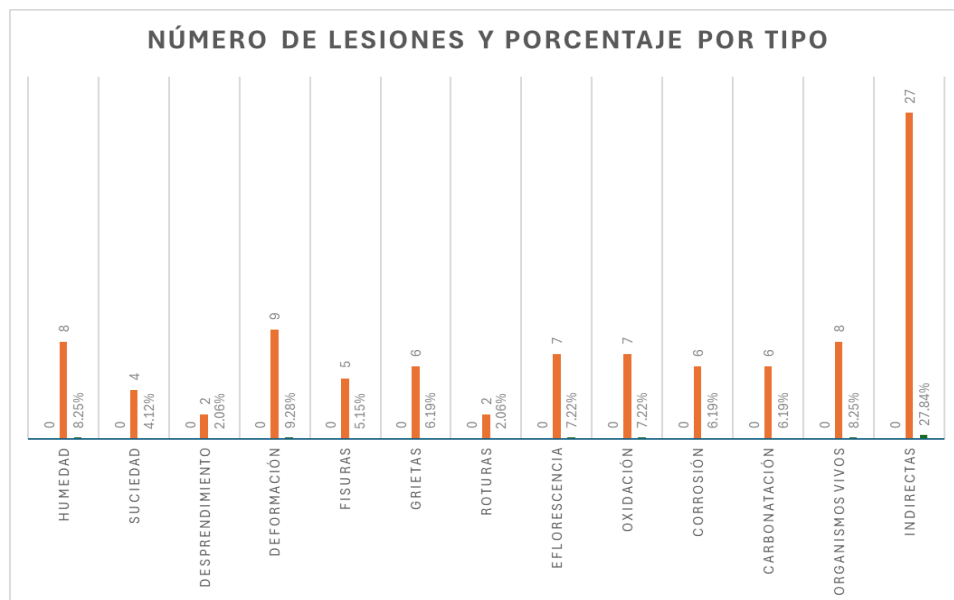
9. RESULTADOS

Las patologías analizadas y registradas en las fichas correspondientes a cada elemento se totalizaron y se estudiaron según su tipo, cantidad y clasificación (lesiones físicas, mecánicas, químicas e indirectas) con el fin de abarcar sistemáticamente las causas probables derivadas de las condiciones anteriormente expuestas.

Las causas primarias se derivan principalmente de errores en el diseño y problemas de ejecución del proyecto, las cuales son: resistencias inadecuadas, porosidades u oquedades, recubrimientos insuficientes, material inadecuado de los pilotes y falta de mantenimientos periódicos (causas indirectas 27.84%). Los cuales condujeron a la manifestación de los asentamientos diferenciales y sobrecargas que generan deflexiones, desprendimientos, grietas y fisuras. Las cuales están clasificadas como lesiones mecánicas (presentes en un 24.74%).

Generando así, las lesiones secundarias clasificadas como químicas (presentadas en un 35.05%), que son agravadas por el ingreso de la humedad (lesión física 12.37%) en oquedades, grietas, juntas y materiales desprendidos. Permitiendo la formación de eflorescencias, corrosión, oxidación, carbonatación y organismos vivos. Estas lesiones son las más presentes en esta edificación, debido a la falta de mantenimiento que ha permitido la evolución de estalactitas conformadas por sales de calcio disueltas y cristalizadas con el paso de los años.

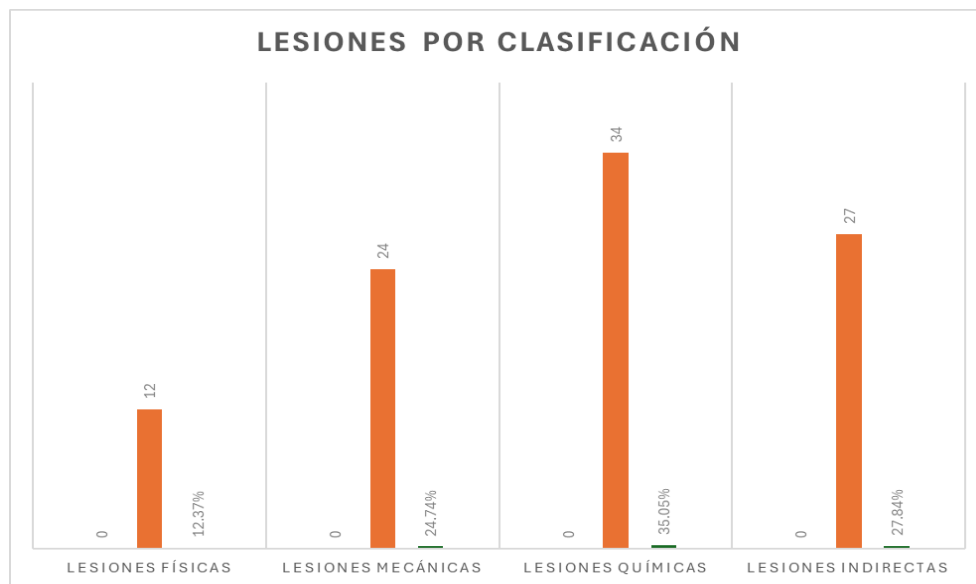
Figura 4: Lesiones encontradas según su tipo.



Fuente: Elaboración propia.

En las figuras 4 y 5 se muestran el número de lesiones y porcentaje según su tipo y clasificación. Las relaciones entre las distintas clasificaciones de lesiones encontradas (En total 97 lesiones) permite entender el proceso patológico de manera consecuente y causal, permitiendo identificar los procesos de monitoreo y seguimiento que se deben implementar después de la intervención como lo son: monitoreo de grietas cada 6 meses, mediciones topográficas de asentamiento por año, reparación de humedades detectadas cada 6 meses, impermeabilización con pintura cada año y control del crecimiento de hongos, musgos, líquenes y plantas casmofíticas.

Figura 5: Lesiones según su clasificación.



Fuente: Elaboración propia.

10. BIBLIOGRAFÍA

American Concrete Institute. (2019). *ACI 318-19: Building Code for Structural Concrete -- Code Requirements and Commentary*. Farmington Hills, Mi, USA: ACI.

American Concrete Institute: Comité ACI 224. (2001). *Control de la Fisuración en Estructuras de Hormigón*. ACI.

Arregocés, A. C. (2022). *CREACIÓN DE FICHAS PATOLOGICAS PARA LA EVALUACIÓN, DIAGNOSTICO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN POR PARTE DE LA EMPRESA INGENIERÍA DE PROYECTOS CIVILES & CONSULTORÍA S.A.S*. Santa Marta. Magdalena: Universidad del Magdalena.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). *NSR-10 Título A, Requisitos Generales de Diseño y Construcción Sismo Resistente*. Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia: AIS.

Barreiro, P. D. (2014). *Protocolo para los Estudios de Patología de la Construcción en Edificaciones de Concreto Reforzado en Colombia*. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.

Barreiro, P. D. (2020). *ESTUDIO DE PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN PUENTE TAQUEGRANDE*. Bogotá D.C.: PROYECTOS DE INGENIERÍA PATRICIA DÍAZ BARREIRO ASESORES CONSULTORES SAS.

Guzmán, D. S. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Bogotá D.C.: BHANDAR EDITORES LTDA.

Helene, P., & Pereira, F. (2003). *Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón*. São Paulo, Brasil: CYTED.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1997). *NTC 4325: 1997 MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL PULSO ULTRASÓNICO A TRAVÉS DEL CONCRETO*. Bogotá D.C.

Rodriguez, F. L., Rodriguez, V. R., Astorgui, J. S., Gomez, I. T., & Mingo, P. U. (2004). *MANUAL DE PATOLOGÍA DE LA EDIFICACIÓN*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Saldaña, M. M., & Rojas, R. D. (2009). *Patologías constructivas en los edificios*. Asunción, Paraguay: Universidad Nacinal de Asunción.

Sarmiento, O. J. (2022). *Lesiones Físicas en Estructuras, Modulo 1* . Bogotá D.C.: Universidad Santo Tomás.

Sarmiento, O. J. (2022). *Lesiones Físicas en Estructuras, Modulo 2*. Bogotá D.C.: Universidad Santo Tomás.

Sika Colombia S.A.S. (2014). *Sika Colombia*. Obtenido de <https://col.sika.com/dms/getdocument.get/bf356134-5aed-3f84-8f49-ec53fdc410d2/Conferencia%20Fisuras%20en%20el%20Concreto.pdf>

Sísmica, Asociación Colombiana de Ingeniería. (2010). *NSR-10 Título C, Concreto Estructural*. Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia: AIS.

Torres, P. A. (2024). *Manual para Realizar Estudios de Patología Mediante Inspección Ocular en Edificaciones Declaradas Bienes De Interés Cultural - BIC En Bogotá Colombia*. Bogotá D.C.: Universidad Jorge Tadeo Lozano.

11. ANEXOS

- A. Fichas patológicas por elemento.
- B. Plano de Lesiones en Planta.
- C. Informe de Ensayos de Laboratorio.
- D. Estudio de suelos.
- E. Planos Arquitectónicos.
- F. Planos Estructurales.