



ESTUDIO PATOLÓGICO
CONJUNTO RESIDENCIAL EDIFICIO DE PARQUEADEROS ALCAPARROS DE
SAUZALITO, CIUDAD SALITRE

ARQ. LUIS FELIPE ACOSTA CASTELLANOS
ARQ. ANA MARÍA LUQUE GALINDO
ING. LIZETH CATALINA OCAMPO HERRERA

COHORTE 2-2017

DOCENTE
ARQ. WALTER BARRETO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
VICERRECTORÍA DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA
ESPECIALIZACIÓN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
CIUDAD, 2019

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABLAS	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. JUSTIFICACIÓN	9
3. OBJETIVOS	10
3.1 Objetivo general.....	10
3.2 Objetivos específicos	10
4. MARCO TEÓRICO.....	11
4.1 CONCRETO	11
4.1.1 Cemento	13
4.1.2 Agregados	15
4.1.3 Aditivos.....	17
4.1.4 Adiciones	18
4.2 LADRILLOS DE ARCILLA.....	18
5. MARCO REFERENCIAL.....	21
6. ALCANCE Y LIMITACIONES	23
7. METODOLOGÍA	24
7.1 Descripción de la selección del paciente	24
7.2 Preparación y planteamiento del estudio	25
7.2.1 Inspección preliminar del paciente.	25
7.2.2 Definición del equipo de trabajo y responsables del estudio.	25
7.2.3 Definición de los medios para realizar la exploración.	26
8. HISTORIA CLINICA.....	27
8.1 Estado general de construcción.....	30
8.2 Aplicación patológica	31
8.3 Datos específicos de las lesiones	31
8.4 Descripción de las lesiones más relevante del paciente.....	36
8.5 Datos generales del entorno.	41
8.6 Arquitectura	42
8.6.1 Contexto Histórico.	42
8.6.2 Estilo Arquitectónico.	43
8.7 Estructura.	44
8.8 Suelos y cimentaciones.	44

9.	DIAGNÓSTICO	46
9.1	Descripción de Lesiones mecánicas, físicas y químicas	46
9.2	Ensayos destructivos y no destructivos.....	48
10.	ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA	57
10.1	Microzonificación sísmica	57
10.2	Análisis de vulnerabilidad.....	59
11.	PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN	61
11.1	Primera propuesta de intervención.....	61
11.1.1	Tratamiento losa de entrepiso.	62
11.1.2	Hidrodemolición.	62
11.1.3	Sellado de Grietas.	64
11.1.4	Protección de Armaduras de refuerzo.....	64
11.1.5	Recubrimiento de armaduras, por medio de bombeo de concreto.....	64
11.1.6	Reforzamiento de estructura con pórticos de Acero.	66
11.1.7	Limpieza de muros.....	67
11.1.8	Impermeabilización de muros.....	68
11.2	Segunda propuesta de intervención	69
11.2.1	Reparación de grietas y fisuras.	70
11.2.2	Reforzamiento estructural de vigas y columnas.	72
11.2.3	Revisión y limpieza de muros y remates.	76
11.2.4	Cambio de cubierta actual.....	78
12.	PRESUPUESTO ESTIMADO DE LAS INTERVENCIONES	80
	PRIMERA PROPUESTA.....	80
13.	PROGRAMACIÓN ESTIMADA DE LAS PROPUESTAS	85
	CONCLUSIONES	87
	RECOMENDACIONES.....	88
	ANEXOS	89
	BIBLIOGRAFIA	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Tipos de albañilería.....	19
Figura 2	Fachada principal edificio de parqueadero	23
Figura 3	Localización	27
Figura 4	Planta de localización CRAS	28
Figura 5	Implantación CRAS.....	28
Figura 6	Levantamiento planta de primer nivel	33
Figura 7	Formato fichas de historia clínica del paciente.....	34
Figura 8	Humedades típicas en losa de entrepiso.....	35
Figura 9	Humedades típicas en muros de mampostería.....	36
Figura 10	Grietas y fisuras típicas en placa de entrepiso.....	37
Figura 11	Erosiones en mampostería.....	38
Figura 12	Filtraciones de emulsión asfáltica.	39
Figura 13	Corrosión o carbonatación en los aceros de refuerzo de la placa.....	40
Figura 14	Plano de ubicación de los puntos donde se realizó prueba de esclerómetro...47	
Figura 15	Registro fotográfico prueba esclerómetro.....	49
Figura 16	Resultados ensayo esclerómetro.....	50
Figura 17	Plano de ubicación puntos a instalar fisurómetros.....	52
Figura 18	Registro fotográfico de fisurómetros en placa entrepiso.....	53
Figura 19	Resultados obtenido de la medición de grietas y fisuras en mm.....	53
Figura 20	Mapa de ubicación de la estructura en la microzonificación sísmica.....	56
Figura 21	Zona sísmica del paciente	57
Figura 22	Diagrama análisis de vulnerabilidad sísmica.....	58
Figura 23	Diagrama de flujo primera propuesta de intervención.....	60
Figura 24	Descripción grafica proceso de hidro demolición.....	61
Figura 25	Desgaste y traslape de refuerzo metálico.....	62
Figura 26	Encofrado de losa.	64
Figura 27	Bombeo de concreto a losa de entrepiso.	64
Figura 28	Perfil I viga de acero soportando losa de concreto y columna perfil H	65
Figura 29	Unión viga, columna	66
Figura 30	Unión de pilares a zapatas.....	66
Figura 31	Proceso hidrolavado	67
Figura 32	Diagrama de flujo segunda propuesta de intervención.....	68
Figura 33	Planta de primer piso, área demarcada de trabajo por etapas.....	70
Figura 34	Esfuerzos en una estructura sometida a cargas verticales y de sismo	71
Figura 35	Procedimiento instalación platinas de fibra de carbono.	73
Figura 36	Procedimiento instalación tejidos de fibra de carbono.....	74
Figura 37	Planta primer piso, area demarcada de trabajo por etapas.....	75
Figura 38	Planta de primer piso, área muros intervenidos.....	76

Figura 39 Planta de cubiertas. Área cubierta en segundo nivel	77
Figura 40 Programación propuesta intervención No1.....	84
Figura 41 Programación propuesta Intervención No2	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Componentes del cemento Portland.....	13
Tabla 2 Datos Generales y específicos del paciente.....	26
Tabla 3 Formato guía de inspección visual del concreto en servicio.....	30
Tabla 4 Descripción lesión humedad.....	45
Tabla 5 Descripción de lesión de corrosión y carbonatación.	46
Tabla 6 Descripción lesión eflorescencia	47
Tabla 7 Resultados ensayo esclerómetro	51
Tabla 8 Resultados obtenidos de la medición de grietas y fisuras.....	54
Tabla 9 Resultados de la verificación de derivas ante la presencia de un sismo	59
Tabla 10 Presupuesto para primera propuesta de intervención	79
Tabla 11 Presupuesto para segunda propuesta de intervención	81

1. INTRODUCCIÓN

Para el presente trabajo se consideraron las lecciones aprendidas en la especialización en Patología de la construcción, mediante la inspección preliminar, caracterización, diagnóstico y metodología de intervención en un paciente elegido por los miembros del grupo de profesionales.

Tomamos el edificio de parqueaderos de un conjunto residencial de torres de apartamentos ubicado en Ciudad Salitre, en la ciudad de Bogotá, zona reconocida por ser una zona muy heterogénea caracterizada por tener conglomeraciones de actividades de varios tipos.

En el sector urbano donde se ubica, se pueden encontrar diversas zonas de esparcimiento, de desarrollo empresarial y residencial, se encuentra delimitada al norte por la avenida El Dorado, al este por la carrera 50, al occidente por la avenida Boyacá y al sur por el canal del río San Francisco.

A lo largo del trabajo, se presentaron diferentes situaciones que nos permiten como profesionales contemplar varias posibilidades de acercamiento a este primer caso patológico. Por tratarse de una construcción del año 1989, no se contó con fácil acceso a los documentos de la propiedad horizontal, la cual está dirigida por la asamblea de copropietarios, quienes no tienen conocimiento del comportamiento de la edificación durante estos años, así pues, la recopilación histórica del paciente se vio orientada a reunir documentos externos en archivos oficiales que brindaron información histórica del paciente.

El problema identificado es la principal motivación para no solo encontrar las causas de las lesiones si no también para proponer intervenciones viables tanto técnica y económicamente que eleven la vida útil de un edificio de servicio como lo es el parqueadero.

Se intenta en el preste escrito dar un marco general de la descripción del paciente en primer lugar, para luego adentrarnos en las visitas de inspección que significan el acercamiento al edificio por parte de los profesionales encargados. Posteriormente, se evalúa el estado de la construcción y se procede a realizar algunas verificaciones del estado de los elementos estructurales y no estructurales en comparación con los diseños preliminares y con las condiciones actuales del edificio.

Antes de describir la historia clínica del paciente, se intenta dar un marco contextual de los objetivos y expectativas con el presente estudio, identificando características históricas y actuales del edificio.

Finalmente, lo que se busca es generar ideas y soluciones a las lesiones identificadas en el edificio de parqueaderos y justificar por qué debería ser intervenido aplicando nuestra experiencia profesional en arquitectura e ingeniería civil a un caso patológico que se presenta frecuentemente en edificios con este uso específico.

2. JUSTIFICACIÓN

Se realizará el estudio patológico del edificio de parqueadero Conjunto Residencial Alcaparros de Sauzalito, para identificar el estado actual de la estructura, debido a que se logró observar a través de una visita ocular preliminar, que cuenta con una problemática aparente en sus elementos estructurales de placa de entrepiso y muros de cerramientos que esta afectando a los propietarios que hacen uso de este edificio.

Elegimos este paciente pues cuenta con ciertas características que lo hacen atractivo para desarrollo de la investigación, entre esas su localización, la cual permite mayor seguimiento y análisis del estado del edificio, así mismo por su uso, su aparente estado de deterioro, el tiempo de construcción y la accesibilidad de la información.

Finalmente, una característica no determinante pero si existente, fue que se estuvieran realizando reparaciones en la placa de segundo nivel para subsanar las lesiones principales, pero no se interviniera el primer piso del edificio donde se evidencian las mayores afectaciones, por lo cual identificar si se estaba solucionando el problema principal con las obras que se estaban llevando a cabo al iniciar el estudio patológico, se convirtió en uno de los objetivos del trabajo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Realizar estudio patológico del edificio de parqueadero del conjunto residencial alcaparros de Sauzalito, de Ciudad Salitre en la ciudad de Bogotá.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar lesiones de carácter físico, mecánico, químico y biológico en la edificación.
- Realizar ensayos pertinentes para obtener información que permita establecer de manera oportuna el estado actual del edificio.
- Desarrollar dos propuestas para rehabilitar y/o reparar las lesiones identificadas según el grado de afectación estructural que presenten.
- Determinar si las intervenciones que se están realizando al momento de empezar el estudio patológico son suficientes para solucionar el problema de raíz.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 CONCRETO

El hormigón es el resultado de la mezcla de cemento, agregados, agua y si es requerido aditivos y adiciones, que conforman una masa plástica que puede ser moldeada y compactada con relativa facilidad. Esta propiedad se pierde gradualmente hasta que adquiere propiedades de un cuerpo sólido de consistencia similar a una roca.

En cualquier obra realizada en hormigón dos relaciones resultan básicas, la relación agregado/cemento y la relación agua /cemento. De ellas depende la propiedad de compactación del hormigón, su estabilidad, durabilidad y su resistencia mecánica.

El aumento en la relación agua/cemento produce disminución de la resistencia, y promueve la aparición de fisuras por retracción y el aumento de número de poros al interior de la masa homogénea del concreto, por lo que se vuelve mas vulnerable al ataque de la armadura de refuerzo, de acuerdo a la ACI lo recomendado es una relación agua/cemento de 0.4 (ACI 211.1, 1997)

Para una correcta ejecución del proyecto, será necesario proporcionar el tiempo necesario para que el hormigón fragüe correctamente, tiempo que puede oscilar entre 14 – 28 días, plazo que deberá cumplirse antes de diciembre.

El proceso de curado del concreto, necesario para mantener el contenido de humedad y temperatura, características con las que se puede alcanzar las propiedades con que fue diseñado, busca principalmente resistencia y durabilidad adecuadas.

En América Latina se consume más de 180 millones de toneladas de cemento para construcción al año, de acuerdo al informe estadístico de la federación interamericana del cemento, las construcciones se ven seriamente afectadas por diferentes patologías y alteraciones, las cuales se pueden dividir en:

- Patologías Derivadas de los componentes del concreto.
- Patologías derivadas de la fabricación y ejecución.
- Influencia del ambiente.
- Deterioro del concreto por agentes externos.
- Patologías deterioros originado por defectos y deterioro del acero.
- Una gran parte de los defectos en la obra de concreto se deben a la poca calidad de los materiales empleados en ella, por lo que estos deben cumplir una serie de características para evitar que se generen patologías a corto y largo tiempo

Los factores que influyen en la compacidad y la homogeneidad del concreto y que pueden asignarse adecuadamente son dosificaciones mal realizadas, transporte y vertido, compactación deficiente y la forma del molde que puede generar pérdidas de cemento.

Un concreto debe ser homogéneo, es decir que es igual o equiparable a todo el concreto; y compacto, para lo cual es importante la relación agua/cemento.

Para lograr la homogeneidad es necesario el vibrado del concreto, pues se debe distribuir uniformemente el hormigón en estado plástico, se recomienda por lo menos 15 o 20 segundos de vibrado por cada 10 cm² de superficie en cada capa.

Los principales materiales que componen el hormigón son:

4.1.1 Cemento

El cemento es el material fundamental del hormigón, que tiene como base una mezcla de caliza y arcillas u otros materiales por medio de la calcinación, que incide de manera directa con la resistencia de la mezcla, en función de la relación agua/cemento. Así mismo el cemento le da la protección alcalina que es requerida por el acero de refuerzo, por lo que la relación agua cemento, así como el contenido de cemento, condicionan la resistencia y durabilidad del concreto.

Los cementos empleados en estructuras de hormigón son conglomerados hidráulicos, que reaccionan con el agua, iniciando fase de fraguado y posterior endurecimiento. En construcción, el mas utilizado es el cemento Porlant, el cual se puede dividir entre componentes principales o activos y componentes secundarios.

Tabla 1

Componentes del cemento Portland

COMPONENTES ACTIVOS	COMPONENTES SECUNDARIOS
Silicato Tricálcico	Cal Libre
Silicato Bicálcico	Magnesio libre
Aluminato Tricálcico	Sulfato
Ferrito aluminato tetracalcico	Alcalis

Nota: Componentes y propiedades del cemento fuente: (Instituto Español del cemento y sus aplicaciones, 2017)

Los componentes primarios contribuyen al cemento sus cualidades técnicas, mientras que los secundarios son los que tienden a debilitar los hormigones y morteros en los que se utilizan el cemento. Entre los componentes primarios, a los silicatos se les atribuye la resistencia mecánica del cemento, el silicato Tricálcico contribuye con la resistencia inicial, mientras que el Silicato Bicálcico contribuye a la resistencia tardía del concreto.

Aluminato y ferrito aluminato no participan en la resistencia mecánica. El aluminato acelera el endurecimiento del cemento en las primeras horas, sin embargo su presencia en ambientes adversos puede afectar de manera negativa su durabilidad dado que es fácilmente afectada por los sulfatos. El ferrito aluminato tiene una relación poco definida en el desarrollo de la resistencia.

Los componentes secundarios a diferencia de los principales, son inestables después de ser hidratados, generando productos arenosos, con marcada expansión y con efectos destruidos sobre el hormigón.

El cal libre al hidratarse se expande, generando fisuras superficiales, a la vez esta cal, es afectada por aguas puras, ácidos y carbonatadas, por lo que los cementos con alto contenido de cal no solo son inestables sino poco durables.

El magnesio es también altamente expandible, generando problemas de fisuración a largo plazo, por lo que su tolerancia máxima es de 5%.

Los álcalis del cemento pueden reaccionar con algunos agregados de naturaleza sílice, afectando la durabilidad y generando fisuras. Si se conoce el uso de agregados con alto sílice se puede usar cemento con bajo contenido en álcalis.

Las cualidades que se esperan de un hormigón dependen en gran parte de la cantidad de cemento empleado donde un incremento en la relación de cemento da un aumento de la resistencia mecánica, pero no en proporción lineal siendo este aumento en manera atenuada. Sin embargo, si resulta proporcional el aumento de la adherencia y de la protección de la corrosión del acero de refuerzo.

4.1.2 Agregados

Los agregados se dividen en gruesos y finos. Los agregados finos consisten en arena natural o manufacturada, con tamaño de particulares de pueden llegar hasta 10 mm. Los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la partícula No 16 y puede variar hasta 152 mm. El tamaño máximo de agregados que se emplea comúnmente es de 25mm.

En los agregados, se busca que estén libres de arcilla o contaminantes que afecte la hidratación del cemento. De igual manera se busca que tengan una densidad adecuada, dado que una densidad baja indica una densidad porosa y poco resistentes. Así mismo se busca cualidades de composición de finos, la granulometría y la compacidad.

En la fabricación del concreto pueden utilizarse arenas y gravas procedentes de yacimientos naturales, así como rocas machacadas, escoria siderúrgica u otros materiales siempre y cuando se hayan realizado los correspondientes ensayos en laboratorio.

Los agregados tienen una influencia muy grande en las propiedades de hormigón, ya que ocupan entre 70% y 80% del volumen del mismo.

Algunos agregados pueden reaccionar con el cemento, generando productos expansivos que crean tensiones internas en la masa del hormigón y que afectan su resistencia mecánica y durabilidad. Entre los que se encuentra agregados con algunas variables de cuarzo amorfo que al combinarse con los álcalis del cemento producen compuestos de mayor volumen que destruyen el hormigón.

Los compuestos de azufre combinados con agua pueden dar lugar también a la formación de sulfo-aluminatos expansivos. De igual manera ocurre con la presencia de arcilla en los agregados que son altamente expansivos en presencia de agua y puede generar que se produzca fisuras, grietas o desprendimiento.

4.1.3 Aditivos

Son productos añadidos a la producción de concreto, cuya finalidad es modificar ciertas propiedades del mismo, tanto en estado fresco como una vez fraguado y endurecido. El empleo adecuado depende primeramente de la elección correcta del aditivo, por lo que es fundamental conocer cual es el fin buscado, de igual manera conocer cuales son los efectos secundarios, ya que estos pueden afectar de manera significativa el resultado buscado. Por ejemplo, los acelerantes dan lugar a mayor retracción hidráulica, con lo que cabe la posibilidad de que produzca fisuras no admitidas en paramentos vistos de una pieza de hormigón, así mismo algunos acelerantes contienen cloruro calcio, al usarlo en concreto armado podría generar problemas de corrosión en la armadura.

La dosificación del aditivo debe ser muy precisa y cuidadosa por lo que su uso debe ser usado en obras con alto estándares de calidad:

- Debe evitarse el empleo de aditivos, siempre que sea posible.
- Se debe realizar ensayos previos y un control riguroso de su dosificación.
- Emplear aditivos que sean de calidad y de los cuales se tenga experiencia.
- Los aditivos se deben conservar adecuadamente y verificar su fecha de vencimiento.
- Distribuir el aditivo en toda la masa del concreto.
- Puede existir incompatibilidades entre algunos tipos de aditivos entre sí.
- Un aditivo puede reaccionar bien en un tipo de cemento, pero mal con otro.

Por lo anterior es necesario realizar ensayos previos en laboratorio antes de optar por emplear un determinado aditivo.

4.1.4 Adiciones

Son aquellos materiales que se agregan al concreto fresco para modificar alguna propiedad física o mecánica del hormigón una vez endurecido., siendo estos por ejemplo poliestireno expandido, escorias metálicas, fibras colorantes y otros.

Las dosificaciones de estos materiales deben realizarse sobre la base de sucesivas pruebas con los materiales que habrán que usarse luego en obra.

4.2 LADRILLOS DE ARCILLA

La materia prima de cualquier ladrillo de cerámica es la arcilla, el agua y en algunos casos aditivos especiales. Es altamente utilizado dado sus propiedades tales como su permanencia, pues no está afectado por procesos químicos, alta resistencia a la compresión es un buen aislante térmico y acústico, es resistente al fuego y se integra con otros materiales. Así mismo actualmente existe una gran variedad de formas y texturas que amplían su posibilidad de uso en construcciones.

Según su proceso constructivo se divide en ladrillos hechos a mano y ladrillos hechos a máquina. Los primeros son aquellos fabricados por medio manual, sin prensar la pasta donde la arcilla se coloca en bateas y se mezclan con el agua. Se vacía el material en

moldes de madera, se airea y se deja secar al sol por algunos días. Sin embargo, dado la distribución de los ladrillos se produce un secado poco uniformemente.

El ladrillo cerámico hecho por máquina es aquel fabricado por procesos industriales que amasan, moldean y presan la pasta de arcilla. La calidad de los ladrillos se verifica por medio de la resistencia a compresión, absorción de agua, adherencia a cizalle, determinación de la eflorescencia y determinación de la succión.

Los ladrillos de cerámica se pueden clasificar en:

1. Clasificación por uso, siendo esta cara a la vista y ladrillos para ser revestidos.
2. Clasificación por clase, siendo estos macizos hechos a máquina, ladrillos perforados hechos a máquina, ladrillos huecos hechos a máquina.
3. Clasificación por grados, clasificándose en grado 1 (resistencia a la compresión mínima de 15Mpa) clase 2 (resistencia mínima de 11 Mpa) y clase 3 (resistencia mínima de 5 Mpa)

Los muros de ladrillo deben conformar un bloque sólido y resistente que pueda formar parte de la estructura de una edificación, muros de contención y otros. De acuerdo a su forma de trabajo se clasifican en albañilería simple, exclusivamente por ladrillos cerámicos unidos por mortero; albañilería armada, aquella formada por ladrillos cerámicos unidos por morteros y que incluye barras de acero de refuerzo, en dirección horizontal

cada 5 y 7 hilados de ladrillo; albañilería reforzada o confinada, formada por paños de albañilería simple, enmarcada en sus bordes por elementos de hormigón armada.

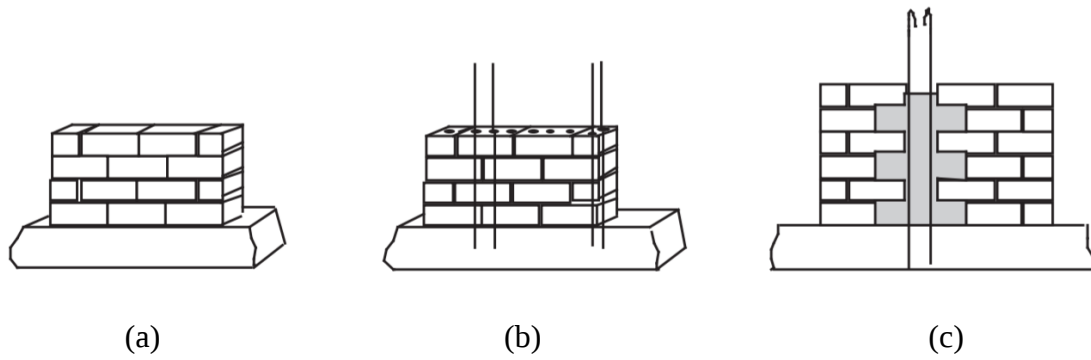


Figura 1. Tipos de albañilería (a) Simple (b) Armada (c) Confinada. Procesos y Técnicas de Construcción fuente: (Hernan & Guillermo, 2011)

5. MARCO REFERENCIAL

La historia de Ciudad Salitre se remonta a los años 30, cuando la Hacienda El Salitre fue cedida por el señor José Joaquín Vargas a la Beneficencia de Cundinamarca, y posteriormente, en 1967, se inició el Plan de Integración Urbana, que daría origen tiempo después a la localidad occidental. El impacto previsible del proyecto sobre la ciudad sufrió una paulatina dispersión y una disminución, pues de aquel globo de tierra de 800 hectáreas disponibles en 1967 pasó a tener, en 1988, 200 hectáreas.

Hasta los años 70 el proyecto El Salitre se concibió como una ciudad dentro de la ciudad, organizada por los principios del urbanismo moderno. Así, tras 20 años de parálisis del proyecto, en 1987 la Beneficencia de Cundinamarca entregó en fiducia al Banco Central Hipotecario 200 hectáreas para desarrollar el proyecto Ciudad Salitre, impulsado por la Presidencia de La República en cabeza de Virgilio Barco, la Gobernación de Cundinamarca y la Alcaldía Mayor de Bogotá. La construcción de Ciudad Salitre se ordenó en el espacio comprendido entre la Avenida El Dorado y la Calle 22, y entre la Carrera 50 y la Avenida Boyacá.

Ciudad Salitre es el mejor ejemplo de la búsqueda consciente y sistemática de un espacio urbano de calidad para el habitante y el usuario. Lo interesante es que el sector concentra desarrollos de actividad residencial, múltiple e institucional, dentro de una malla vial de calidad, donde se destaca su cercanía al aeropuerto Eldorado, al centro de la ciudad y a otros lugares de interés como el Parque Simón Bolívar. Tal ha sido el éxito de Ciudad

Salitre, que es uno de los sectores más cotizados del país entre inversionistas colombianos y extranjeros en la actualidad. Constructoras, cadenas hoteleras, centros comerciales y de negocios, han fijado su atención en esta zona, concretando la idea inicial de una ciudad dentro de la ciudad. Desde el punto de vista residencial, Ciudad Salitre encabeza la lista de zonas con mayor demanda, así como también está entre las de más alta valorización.

El conjunto residencial Alcaparros de Sauzalito conforma la Manzana I del proyecto matriz que abarca tres manzanas y fue subdividido en Laureles, Arrayanes y por supuesto Alcaparros. El proyecto Sauzalito fue concebido y construido bajo la norma Sismo resistente de 1984 NSR-84 y actualmente lo rige la Ley 675 de 2001 que regula la propiedad horizontal en Colombia.

El conjunto residencial, es una estructura construida a finales de la década de los 80 (1987) como una continuación de una arquitectura moderna proveniente de la década de los 50, se ve un intento de albergar una variedad de familias, dado que se cuenta con 5 viviendas tipo con diferentes áreas y espacios.

Es un conjunto que trata de ser muy autónomo, albergando una variedad de usos, donde el principal como ya se menciona es el de vivienda, sin embargo, cuenta con comercio en el primer piso de parqueaderos, y cuenta con servicios como biblioteca y guarderías.

6. ALCANCE Y LIMITACIONES

El Conjunto residencial Los Alcaparros de Sauzalito fue habitado en el año de 1988, el último mantenimiento de pintura y lavado de fachadas que se efectuó al conjunto fue en el año 1999, a los once años de construido, por lo que llevaba 18 años sin realizarse ningún mantenimiento hasta las reparaciones del segundo piso del edificio de parqueaderos que se nombraron previamente. (Alcaparros de sauzalito, s.f.)

Se solicitó a la administración a través de una carta emitida por parte de la Universidad, el permiso para realizar visitas y ensayos, a lo cual nos respondieron con la limitante del acceso exclusivo al área de parqueo, pues los locales comerciales ubicados hacia la fachada externa del edificio y las áreas de servicio y comunitarias ubicadas hacia la parte interna del área de control o portería, no fueron involucrados dentro del área de estudio. Adicional a esto, solo permitieron la realización de ensayos no destructivos.

Luego de tener el acceso, identificamos estructura de pórticos, vigas y columnas, placa aligerada, ambos de concreto a la vista, que presentaban humedades, grietas, fisuras, desprendimiento, eflorescencia, suciedad. La estructura metálica de la cubierta presenta oxidación y plagas (nidos). Fue cuando decidimos que nos centraríamos en el primer piso, en el elemento presenta mayores afectaciones en el primer piso.

7. METODOLOGÍA

7.1 Descripción de la selección del paciente

El edificio de parqueaderos de Alcaparros de Sauzalito, funciona como lugar de estacionamiento para los 500 apartamentos que conforman el conjunto residencial. Se utiliza una construcción conjunta entre muros de carga en el sector de las viviendas y estructura de pórticos para el sector del parqueadero. (Alcaparros de sauzalito, s.f.)

De igual manera se da gran importancia al manejo del ladrillo como fachada, estando presente tanto en las viviendas como en la fachada de parqueaderos, por lo que se ve evidente el uso del concreto y el ladrillo como acabados arquitectónicos en la estructura.



Figura 2. Fachada principal edificio de parqueaderos. Elaboración propia

7.2 Preparación y planteamiento del estudio

7.2.1 Inspección preliminar del paciente.

Para la inspección preliminar del paciente se utilizó la Guía para la durabilidad del Hormigón informado por el comité de la ACI 201.2R-01 (Ver Tabla 2) del cual se extrajo información general acerca del paciente escogido, las características propias, estado actual y del entorno inmediato, necesarias para construir el panorama completo de su estado actual y definir el punto de partida del estudio patológico.

Para la recopilación de información necesaria para el estudio, se realiza una visita al Archivo distrital de planeación para verificar el expediente N° 116909 con Licencia de construcción N° 0003632 de 12 de enero de 1989, durante la cual se pudo consultar documentación y planos originales de los tres conjuntos que conformaban el terreno denominado Sauzalito, dentro de los cuales se encuentra el Conjunto Residencial Alcaparros de Sauzalito, pues allí se ubica el paciente motivo de estudio.

7.2.2 Definición del equipo de trabajo y responsables del estudio.

- ING. LIZETH CATALINA OCAMPO HERRERA
- ARQ. ANA MARÍA LUQUE GALINDO
- ARQ. LUIS FELIPE ACOSTA CASTELLANOS

7.2.3 Definición de los medios para realizar la exploración.

Debido a los controles de la administración del conjunto, se determina realizar ensayos no destructivos, de los cuales hablaremos mas adelante. Se emplean conocimientos del equipo de trabajo según experiencias laborales previas, así mismo, los conocimientos adquiridos durante la especialización de Patología de Construcción.

Para los ensayos no destructivos y el control y seguimiento de los mismos, no se utilizó mano de obra adicional, puesto que con el equipo responsable del estudio se realizaron las visitas necesarias.

8. HISTORIA CLINICA

Tabla 2

Datos Generales y específicos del paciente

NOMBRE	Conjunto Residencial Alcaparros de Sauzalito, Edificio Parquaderos.
USO	El conjunto cuenta con torres de apartamentos, pero el edificio a estudiar corresponde al área de Parquaderos privados.
FECHA DE CONSTRUCCIÓN	Diseño 1987 – Construcción 1989.
SISTEMA CONSTRUCTIVO	Pórticos de concreto y Losa aligerada con una sola torta.
TÉCNICA CONSTRUCTIVA	Columnas circulares, losa aligerada, vigas y viguetas. Sistema Tectónico Mixto compuesto de elementos monolíticos (Estructura en concreto) y elementos compuestos (fachada en ladrillo). Sistema concreto de pórticos fundido posiblemente en situ, sistema de mampostería tradicional para levantamiento de fachadas en ladrillo.
USO ACTUAL Y PREVISTO DEL SECTOR	Residencial y comercial.
IMPORTANCIA DEL PACIENTE	El edificio de parquaderos de Alcaparros de Sauzalito, funciona como lugar de estacionamiento para los 500 apartamentos que conforman el conjunto residencial, es parte importante del bienestar de las personas que hacen uso de él.
TIPO DE CIMENTACIÓN	Zapatas aisladas
ALTURA	El edificio cuenta con dos pisos, el primer nivel tiene una altura libre de 3,5 metros, una placa aligerada de 0,30 m, el segundo piso tiene una altura libre de 2,00 m más una estructura a un agua en acero de 2 metros de altura, por lo que la altura total del parquadero es de 7,8 metros.
AREA	3470 m ² primer piso – 3700 m ² segundo piso. Área total 7170 m ² .
FECHA DEL ESTUDIO	Enero de 2018 a Octubre de 2018.

Elaboración propia

Localización Ciudad Salitre, Bogotá, Colombia.

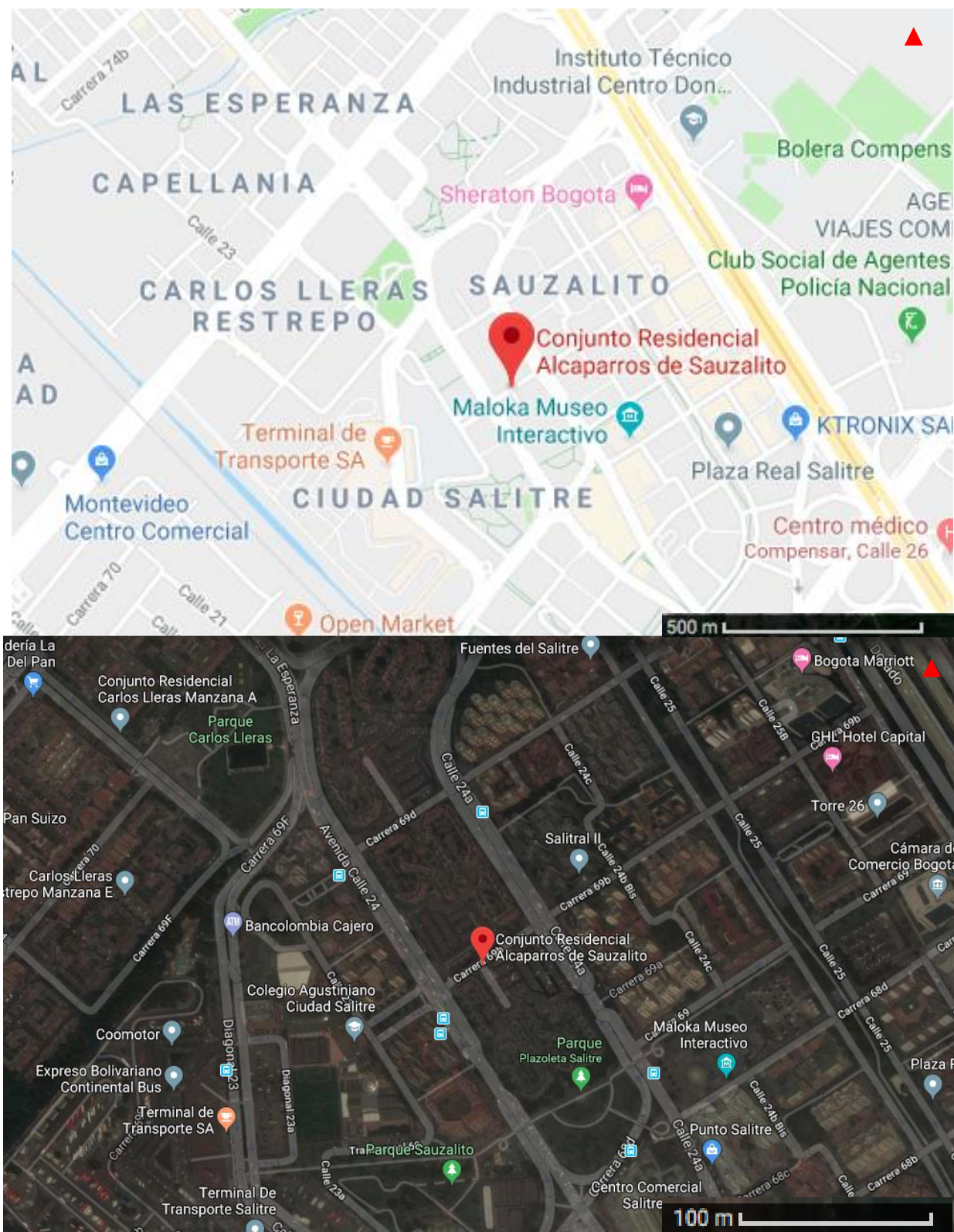


Figura 3. Localización. Fuente: (Archivo Distrital de planeación) google maps.

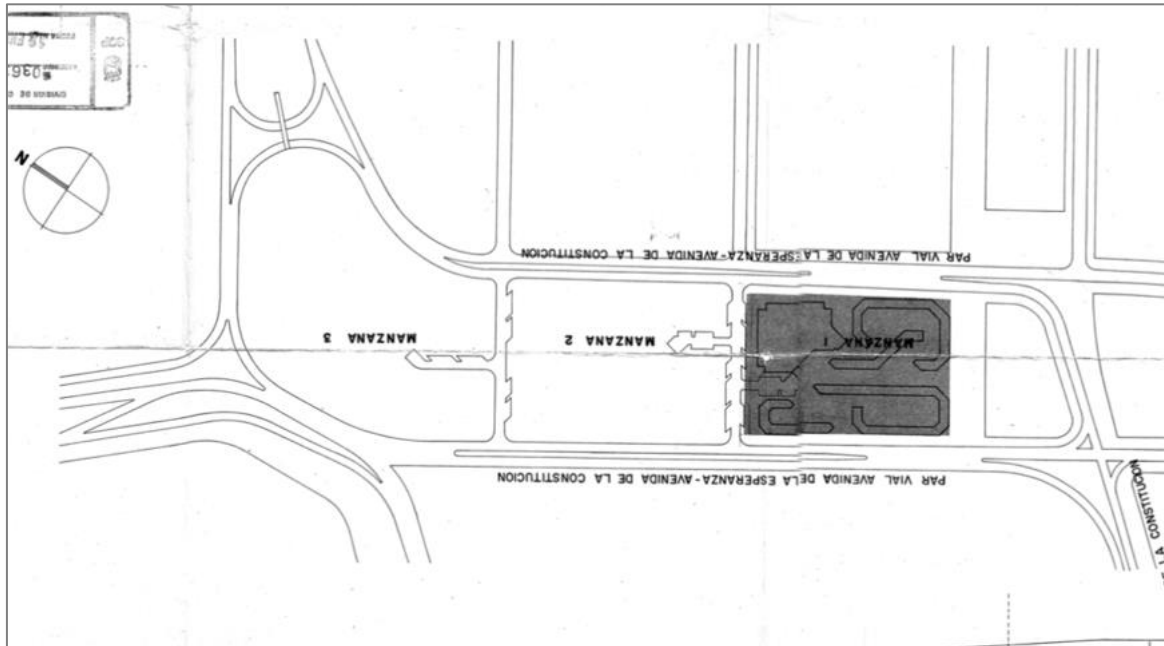


Figura 4. Planta de Localización Conjunto Residencial Alcaparros de Sauzalito. Fuente: (Archivo Distrital de planiación)

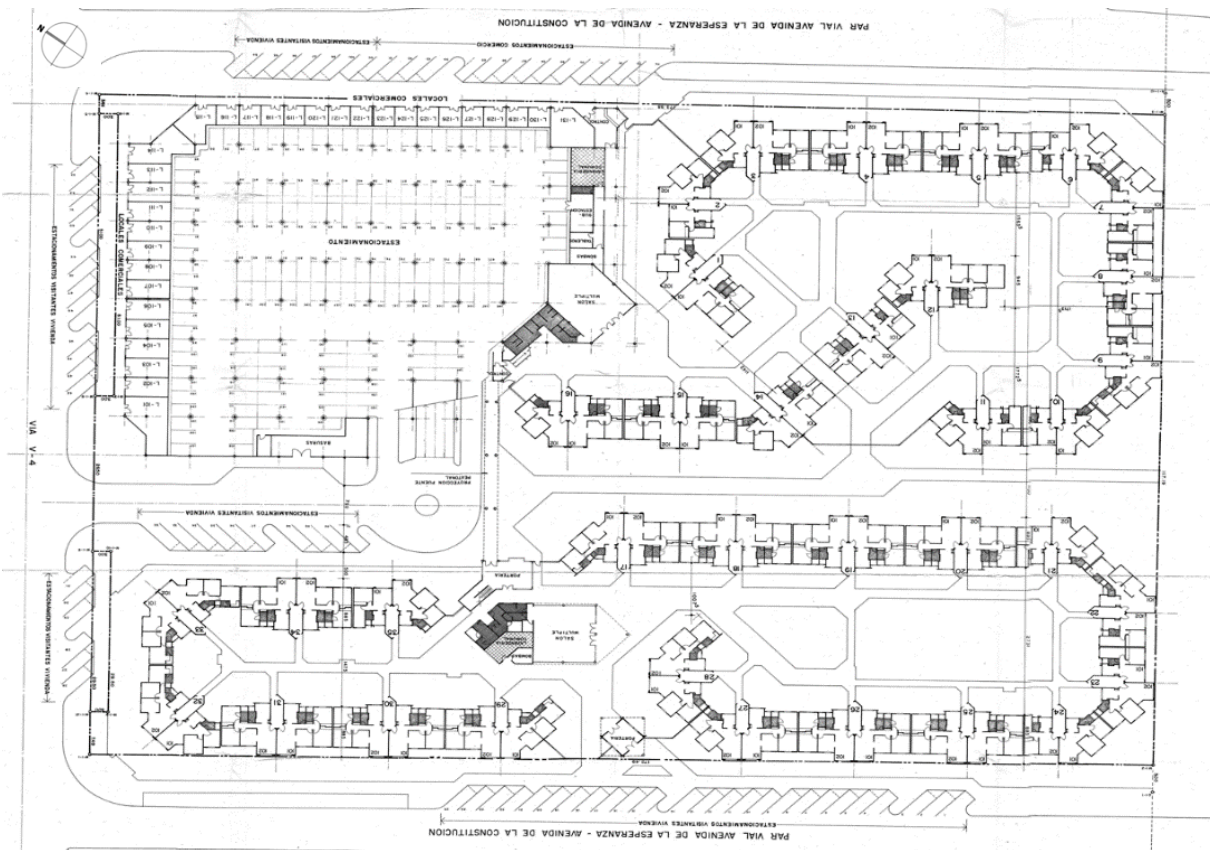


Figura 5. Plano Implantación Conjunto Residencial Alcaparros de Sauzalito. Fuente: (Archivo Distrital de planiación).

8.1 Estado general de construcción

El edificio presenta en su exterior deterioro normal por el tiempo de construido, no se evidencia una afectación estructural importante a simple vista. El material más afectado es el ladrillo en sus fachadas (Ver Anexo 1: registro Fotográfico inicial).

Al interior se observa que la placa de piso no se encuentra afectada en un porcentaje representativo, debido a que la mayor causa de las lesiones observadas se debe al mal estado de la placa de segundo piso que se encuentra descubierta, y que permite la filtración de aguas lluvias a través las juntas de placa, y el mal estado de la misma.

Se presentan afectaciones en la placa superior, la mayoría presentes en la torta, mas no en las vigas, viguetas y columnas. Se evidencia que en primer nivel, a la torta superior de la placa aligerada se le había realizado mantenimiento a las grietas más problemáticas empleando productos presuntamente selladores, sin embargo el procedimiento elegido no fue efectivo, pues en algunas áreas donde aun con el producto aplicado la grieta seguía permitiendo el paso del agua debido a su tamaño.

El equipo de trabajo consideró que no se había solucionado la patología principal, debido a que las lesiones continuaron apareciendo. Sin embargo, como se nombró previamente, la administración realizó un contrato para reparar la placa de segundo nivel, debido a que es la más expuesta a las condiciones ambientales y es a través de la cual se filtra el agua que causa algunas de las lesiones identificadas en el primer piso.

Dichos trabajos ya estaban adelantados cuando se inició el presente estudio patológico debido al gran deterioro del edificio, lo que nos permite realizar el estudio del primer piso con grietas tratadas y no tratadas, humedades por filtración, entre otros.

8.2 Aplicación patológica

Para el desarrollo del estudio patológico de esta estructura se considera una aplicación patológica GERIÁTRICA.

8.3 Datos específicos de las lesiones

Con el fin de realizar una identificación detallada de las lesiones presentes en la estructura se realizó una primera visita en la cual se diligenció un formato adaptado de la ACI 201.1 R-08 Guía de inspección visual del concreto en servicio (Ver tabla 3).

Tabla 3
Formato guía de inspección visual del concreto en servicio adaptado al paciente.

<i>Inspección primera visita a</i>	<i>Nombre del proyecto:</i>		
<i>edificación en concreto en</i>	<i>Parqueadero Alcaparros de Sauzalito</i>		
<i>estado de servicio.</i>			
<i>Fecha</i>	<i>16/02/2018</i>	<i>Hora</i>	<i>3:00 p. m.</i>
<i>Inspector</i>	<i>Ana María Luque, Catalina Ocampo Herrera, Luis Felipe Acosta</i>		
<i>Descripción de la estructura.</i>	tipo de estructura	Pórtico en concreto, losa aligerada	
	Tipo de uso	Parqueadero	
	ubicación	Bogotá, ciudad Salitre	
<i>Condiciones Ambientales</i>	temperatura	21°C	

	Humedad relativa			
	velocidad del viento			
	Construcciones vecinas	Edificios de Apartamentos		
	Nivel de presencia de vegetación			
Condiciones de Carga	Sistema estructural	Pórticos en concreto		
Inspección a elemento específico				
Tipo de Elemento	Columnas, Vigas y Placa de entrepiso (Losa aligerada)			
Referencia en Plano				
presencia de corrosión	Si	X	No	
Humedad	SI	X	No	
Lesiones en el elemento				
Grietas	Si	X	No	No
	Grieta			
	Anchura (mm)			
Patrones de Grietas	aleatorias	Si	X	No
	Cerca y más o menos paralela a las juntas	Si	X	No
	Cerca y más o menos paralela a los bordes	Si	X	No
	Grieta diagonal	Inclinación (grados)		
	línea de cabello	si	No	X
	grieta longitudinal	si	X	No
	Grieta transversal	si	X	No
Distress	Calcificación	Si	No	X
	Pandeo de la sección	Si	No	X
	Desviación	Si	No	X

	Deformación	Si	No	X
	Delaminación	Si	No	X
<i>Distress</i>	Eflorescencia	Color	Blanco	
	Desintegración	Si x	No	
	Exfoliación	Descripción		
	Exudación	si	No	x
	Deficiencias en Juntas	Descripción		
	Fugas	Descripción		
	Descascarillamiento	Si	x No	
		Profundidad		
		Medio (mm)		
		Severo (mm)	x	
		Muy severo (mm)		
	Descamación	Si	No	x
	Picaduras			
	popout	Pequeño		
		(Descripción medidas)		
		Grande		
		(Descripción medidas)		
<i>Características de textura y fenómenos relativos a su desarrollo</i>	Hueco de Aire	Si	No	X
	Ampollas	Si	No	X
	Agujeros	Diámetro (mm)		
	Junta Fría	Si	No	X
	Decoloración	Características:		
	Bolsillo de Arena	Si	No	X

Rayo de Arena	Si	No	X
Segregación	Si	No	X
Staining	Características:	color blanco y filtraciones de emulsión asfáltica	
Estalactita	si	No	x
Estalagmita	si	No	x

Nota: Formato adaptado al caso de estudio, fuente: (ACI 201.1 R-08, 2008).

Durante el recorrido se dividió la planta de primer piso en cuadrantes como se observa en la figura 6, con el fin de facilitar el registro de la información obtenida. Dichos cuadrantes fueron marcados con las lesiones de la placa de entrepiso y los muros, debido a que la placa de piso se encuentra en perfecto estado.

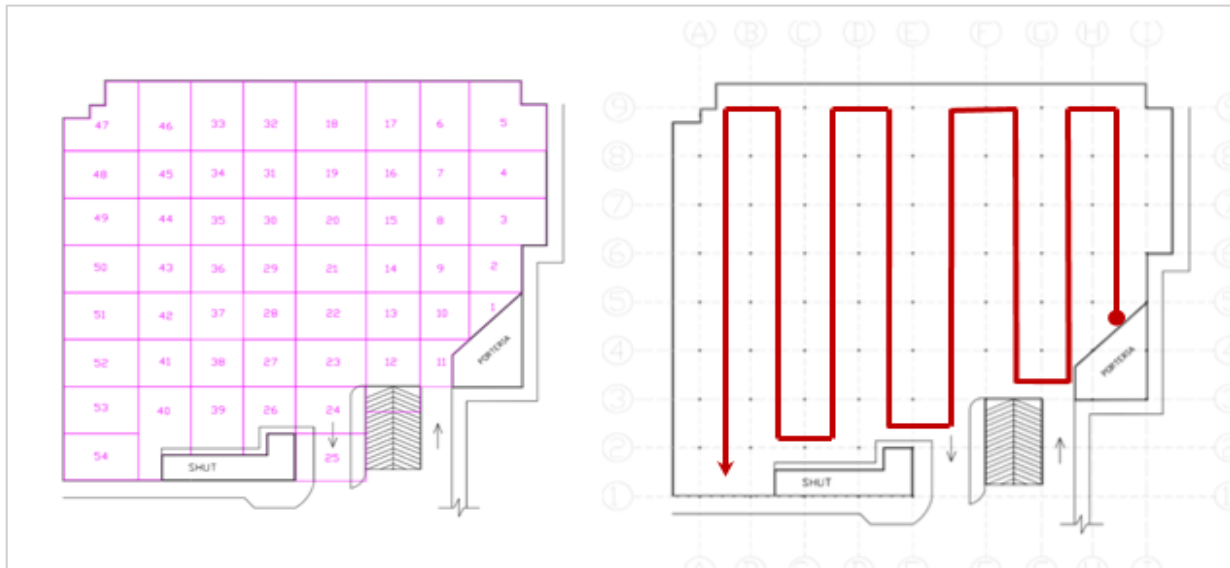


Figura 6. Levantamiento planta de primer nivel cuadrantes (izq) y recorrido realizado (der). Fuente: Elaboración propia.

Con esta primera identificación visual de las lesiones se procedió a realizar la caracterización de cada una de ellas, tanto en de los elementos estructurales de concreto

como en los muros de cerramiento de mampostería, obteniendo un total de 54 fichas, las cuales se puede consultar en el Anexo 2.

Tal y como se muestra en la figura 7, se diligencia la ficha con la información más importante, como lo es el tipo de sistema o elemento estructural o no estructural, el estado general, si esta bueno, regular o malo, la ubicación para la cual se citaron los diferentes cuadrantes nombrados facilitando así su ubicación durante el estudio patológico.

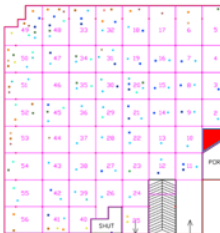
FICHA IDENTIFICACIÓN DE LESIONES.							
EDIFICIO DE PARQUEADERO, CONJUNTO RESIDENCIAL ALCAPARROS DE SAUZALITO, CIUDAD SALITRE, BOGOTÁ							
ESPACIO		PRIMER PISO					
ELEMENTO		ESTRUCTURA					
SISTEMA	ESTADO			UBICACIÓN	OBSERVACIONES	LOCALIZACIÓN	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	B	R	M				
LOSA DE CONCRETO		x		CUADRANTE 1	1. Filtración de ligante asfáltico, debido a reparación piso superior.	 PLANTA PRIMER PISO	
					2. Humedad por filtración, grietas reparadas pero que siguen presentando filtración de agua		
					3. Fisuras con algún material de reparación, perforación del concreto realizada mecánicamente, la cual esta afectando la losa debido a que permite el ingreso de agua y de otras sustancias.		
					4. Corrosión del acero de refuerzo de placa, por proceso de Carbonatación.		
LOSA DE CONCRETO		x		CUADRANTE 8	1. Presencia de Grietas que permiten la filtración de agua, eflorescencia en las juntas entre placa y vigueta o viga	 PLANTA PRIMER PISO	  

Figura 7. Formato fichas de historia clínica del paciente. Fuente: Elaboración propia, extraído de anexo 2.
La tabla también cuenta con observaciones donde se describe el tipo de lesión

encontrada y descripción general de la misma, adicional a esto se presenta el plano del

levantamiento arquitectónico realizado durante la primera visita de inspección para tener presente el cuadrante donde se identificó la lesión, y finalmente se agregaron fotos de cada lesión encontrada, para así, permitir un diagnóstico acertado.

8.4 Descripción de las lesiones más relevante del paciente

Una vez realizada la identificación de las lesiones por medio de las visitas y de las fichas, se observaron daños permanentes a lo largo de los cuadrantes. Algunos de los más comunes fueron humedades, grietas, fisuras, corrosión, carbonatación, erosiones y filtraciones.



Figura 8. Humedades típicas en losa de entrepiso. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8, se puede observar las humedades típicas encontradas a lo largo de todo el elemento estructural principal en hormigón armado o losa aligerada de entrepiso con torta superior, en la cual se presenta humedad por filtración puntualmente en el área de casetones entre viguetas y vigas.

Por otro lado, en la mampostería, como se evidencia en la figura 9 se presenta humedad accidental debido a la rotura de tubos y humedad por capilaridad la cual también puede ser una humedad accidental como veremos en un análisis más adelante en este documento. Las anteriores premisas constituyen parte de las conclusiones iniciales que el equipo de trabajo consideró como punto de partida para llegar a la causa de las evidentes lesiones que estarían afectando el área de parqueo.



Figura 9. Humedades típicas en muros de mampostería. Fuente: Elaboración propia.



Figura 10. Grietas y fisuras típicas en placa de entrepiso. fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la figura 10 las grietas y fisuras típicas encontradas para la placa de entrepiso, las cuales son características a lo largo de gran parte de la estructura y permiten la filtración de agua y otros agentes característicos de las condiciones ambientales a las que esta expuesta la placa de cubierta, que cabe la pena aclarar, no se encuentra cubierta en su totalidad.



Figura 11. Erosiones en mampostería. Fuente: Elaboración propia.

Las erosiones presentadas en la figura 11, solo fueron identificadas en la mampostería, estas pudieron deberse a las condiciones ambientales del primer piso del parqueadero y puntualmente estos muros de cerramiento que se encuentran en la parte del fondo de la planta y también, al efecto de los gases químicos emitidos por los vehículos.



Figura 12. Filtraciones de emulsión asfáltica. Fuente: elaboración propia.

Se pudo observar que la placa también presenta filtración de emulsión asfáltica, proveniente de la reparación de la placa en la parte superior, es decir, en la superficie de rodadura del parqueadero en el segundo piso, filtraciones que se muestran en la figura 12.



Figura 13. Corrosión o carbonatación en los aceros de refuerzo de la placa. Fuente: elaboración propia.

Otra lesión relevante en la estructura es la corrosión o carbonatación en los aceros de refuerzo de la placa, como se observa en la figura 13, donde ya ha existido un desprendimiento del concreto de recubrimiento y se observa el deterioro del acero de refuerzo.

8.5 Datos generales del entorno.

La zona donde se ubica el paciente es una zona residencial y comercial, las obras vecinas son conjuntos de apartamentos. Debido al uso de la estructura, ésta se encuentra en

frecuente contacto de gases contaminantes provenientes de la combustión de los vehículos que son estacionados allí.

Bogotá se caracteriza por tener un clima moderadamente frío, con una temperatura promedio cercana a los 14°C, en los días muy soleados la sensación térmica puede incrementarse hasta los 23°C o más, Aun cuando tiene una humedad aproximada cercana al 80% (Alcaldia mayor de Bogotá, 2018).

El nivel freático de la estructura se encuentra a 4,5 m de profundidad (Aguiles, 1987)

8.6 Arquitectura

8.6.1 Contexto Histórico.

La historia de Ciudad Salitre se remonta a los años 30, cuando la Hacienda El Salitre fue cedida por el señor José Joaquín Vargas a la Beneficencia de Cundinamarca, y posteriormente, en 1967, se inició el Plan de Integración Urbana, que daría origen tiempo después a la localidad occidental. El impacto previsible del proyecto sobre la ciudad sufrió una paulatina dispersión y una disminución, pues de aquel globo de tierra de 800 hectáreas disponibles en 1967 pasó a tener, en 1988, 200 hectáreas.

Hasta los años 70 el proyecto El Salitre se concibió como una ciudad dentro de la ciudad, organizada por los principios del urbanismo moderno.

Así, tras 20 años de parálisis del proyecto, en 1987 la Beneficencia de Cundinamarca entregó en fiducia al Banco Central Hipotecario 200 hectáreas para desarrollar el proyecto Ciudad Salitre, impulsado por la Presidencia de La República en cabeza de Virgilio Barco, la Gobernación de Cundinamarca y la Alcaldía Mayor de Bogotá. La construcción de Ciudad Salitre se ordenó en el espacio comprendido entre la Avenida El Dorado y la Calle 22, y entre la Carrera 50 y la Avenida Boyacá.

8.6.2 Estilo Arquitectónico.

El conjunto residencial, es una estructura construida a finales de la década de los 80 (1987) como una continuación de una arquitectura proveniente de la década de los 50, se ve un intento de albergar una variedad de familias, dado que se cuenta con 5 viviendas tipo con diferentes áreas y espacios.

Es un conjunto que trata de ser muy autónomo, albergando una variedad de usos, donde el principal como ya se menciona es el de vivienda, sin embargo, cuenta con comercio en el primer piso de parqueaderos, y cuenta con servicios como biblioteca y guarderías. Donde busca apoyo en otros conjuntos cercanos que suplen otras necesidades.

Se utiliza una construcción conjunta entre muros de carga en el sector de las viviendas y estructura de pórticos para el sector del parqueadero. De igual manera se da gran importancia al manejo del ladrillo como fachada, estando este presente tanto en las viviendas como en la fachada de parqueaderos. Por lo que se ve evidente el uso del concreto y el ladrillo como acabados arquitectónicos en la estructura.

8.7 Estructura.

El sistema constructivo del edificio de parqueaderos está conformado por pórticos de concreto y losa o placa aligerada con torta superior.

Cuenta con columnas circulares, losa aligerada, vigas y viguetas y con un sistema tectónico mixto compuesto de elementos monolíticos, que conforman la estructura en concreto, y elementos compuestos, como las fachadas en ladrillo. Se identifica un sistema de concreto de pórticos fundido posiblemente en situ, y un sistema de mampostería tradicional para levantamiento de fachadas en ladrillo. La estructura pertenece a la calificación por diseño A. 10.2.2.1 NSR-10, por estado de la estructura A. 10.2.2.1 NSR-10, evaluación de la estructura en general.

8.8 Suelos y cimentaciones.

El área prevista para el desarrollo del proyecto Salitre se encuentra localizada sobre el depósito sedimentario de tipo lacustre y paludal, que llenó durante el cuaternario reciente el sinclinal de la Sabana. Conocido como formación sábado de Bogotá, el depósito está constituido principalmente por arcillas y limos algo orgánicos, que en ocasiones presenta bolsas de turbas y lentes areno- limosos. Tanto la actual "costra superficial", como atrás más profundas que en algún momento constituyeron la superficie del depósito, exhiben los efectos de intensos períodos de desecación. (*Aquiles, 1987*)

Por lo anterior, en el área del Salitre los efectos de esta desecación son algo más intensos y notorios que las áreas más Nor-occidentales de la ciudad. Los efectos positivos

de aumento en la resistencia y disminución de la compresibilidad por el fenómeno llamado pre-consolidación por desecación aquí se ven afectados negativamente por una intensa fisuración de las capas limosas sub- superficiales debido a la excesiva retracción durante la desecación.

No se evidencia que el edificio presente fallas producto o generadas por el suelo y sus características estipuladas en el estudio de suelos. (Aquiles, 1987)

9. DIAGNÓSTICO

9.1 Descripción de Lesiones mecánicas, físicas y químicas

Con el fin de lograr una descripción precisa de las lesiones halladas en la estructura según el trabajo de campo realizado, en la tabla 4 se describe la lesión de humedad, lo mismo para la tabla 5 en cuanto a corrosión, carbonatación y la tabla 6 se describe la eflorescencia.

Tabla 4
Descripción lesión Humedad

HUMEDAD		
Origen	Los elementos en mampostería del edificio presenta manchas en la base de los muros afectado principalmente por la humedad presente en el subsuelo que es absorbida por la capilaridad característica del ladrillo, considerando que en su diseño no se contempló medidas de protección del mismo	
Agentes Causantes	Procesos degenerativos	
	Proceso Físico	Proceso Diseño
	Al ser una cimentación superficial (1m), en momentos de alta precipitación, genera que el suelo se sature, al igual que el nivel freático suba.	No se tuvieron en cuenta, barreras de protección en la cimentación, lo que ha generado que el agua no sea controlada a nivel general a nivel del subsuelo.
Evolución	Durante el tiempo que se realizó el seguimiento a las lesiones del paciente, no se ha generado humedades adicionales a las existentes. Manifestando que el subsuelo tiene diferentes niveles de humedad a diferentes profundidades.	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 5

Descripción de lesión de corrosión y carbonatación.

CORROSION Y CARBONATACIÓN		
Origen	Al ser un edificio de parqueaderos, se encuentra expuesto a alto contenido de CO ₂ , lo que ha generado que se genere carbonatación, bajando el PH del concreto, afectando la resistencia del acero de refuerzo generando procesos de expansión del mismo, por lo que en el concreto se ha generado fisuras y grietas.	
	Así mismo los aceros de refuerzo no tienen un recubrimiento adecuado, requerido actualmente de acuerdo a la NSR 10 siendo el espesor total de la laca de concreto de 4 cm.	
	Dado que no es un daño generalizado en toda la placa, es posible que donde se presente ella sido por fallas durante la construcción, donde no se tomaron medidas para suspender el acero de refuerzo, quedando este de manera superficial. Lo que ha generado que sea afectado de manera severa por agentes como carbonatación, humedad, y otros compuestos, Generando su corrosión y posterior expansión, fracturando de manera importante la superficie.	
Agentes Causantes	Procesos degenerativos	
	Proceso Químico	Proceso constructivo
	Por la constante presencia de Co ₂ generado en el espacio a generado que se produzca carbonatación en el concreto afectando el acero de refuerzo, generado un proceso de oxidación y la expansión del mismo (fisuras superficiales).	No se separó adecuadamente el acero de refuerzo con relación a la superficie, lo que genera afectación en un tiempo menor del diseñado, debido a agentes químicos y ambientales, que llegaron al acero por medio de la porosidad presente en el concreto.
Durante el tiempo que se realizó el seguimiento a las lesiones del paciente, no se ha manifestado desprendimiento de la placa, más de los existente, por lo que es posible que sean casos aislados generado por una mala instalación de su momento.		

Nota: Elaboración propia.

Tabla 6

Descripción lesión Eflorescencia.

EFLORESCENCIA	
Origen	Debido a la porosidad existente del concreto, por factores químicos como ambientales, diferentes compuestos se han introducido al interior del elemento propiamente dicho, acidificando la pasta de cemento, lo que empieza a corroer el acero de refuerzo a su interior, expandiéndose y generando micro fisuras, fisuras y/o grietas. Permitiendo que la humedad y otros elementos se introduzcan al interior de la placa, llevando por lavado las sales y otros minerales, los cuales se manifiestan en forma de manchas en la superficie del elemento de concreto.
Agentes Causantes	Procesos degenerativos
	Proceso Químico
	La eflorescencia es un proceso químico que se da al interior de los materiales en presencia de agua, que a generado que se disuelva los sales del interior, manifestándose en manchas blancas que aparecen en la superficie de la placa de concreto.

fuelle: Elaboración propia.

9.2 Ensayos destructivos y no destructivos

Para el presente estudio patológico se realizó la elección de dos ensayos no destructivos debido a que una de las condiciones de poder visitar el paciente por el tiempo del estudio, fue no realizar ninguna afectación a elementos estructurales o no estructurales al paciente.

El primero de ellos, el ensayo de esclerómetro con corrección de carbonatación, se realizó en cinco elementos estructurales de toda la planta o área de estudio cuya ubicación se representa en la figura 14 .

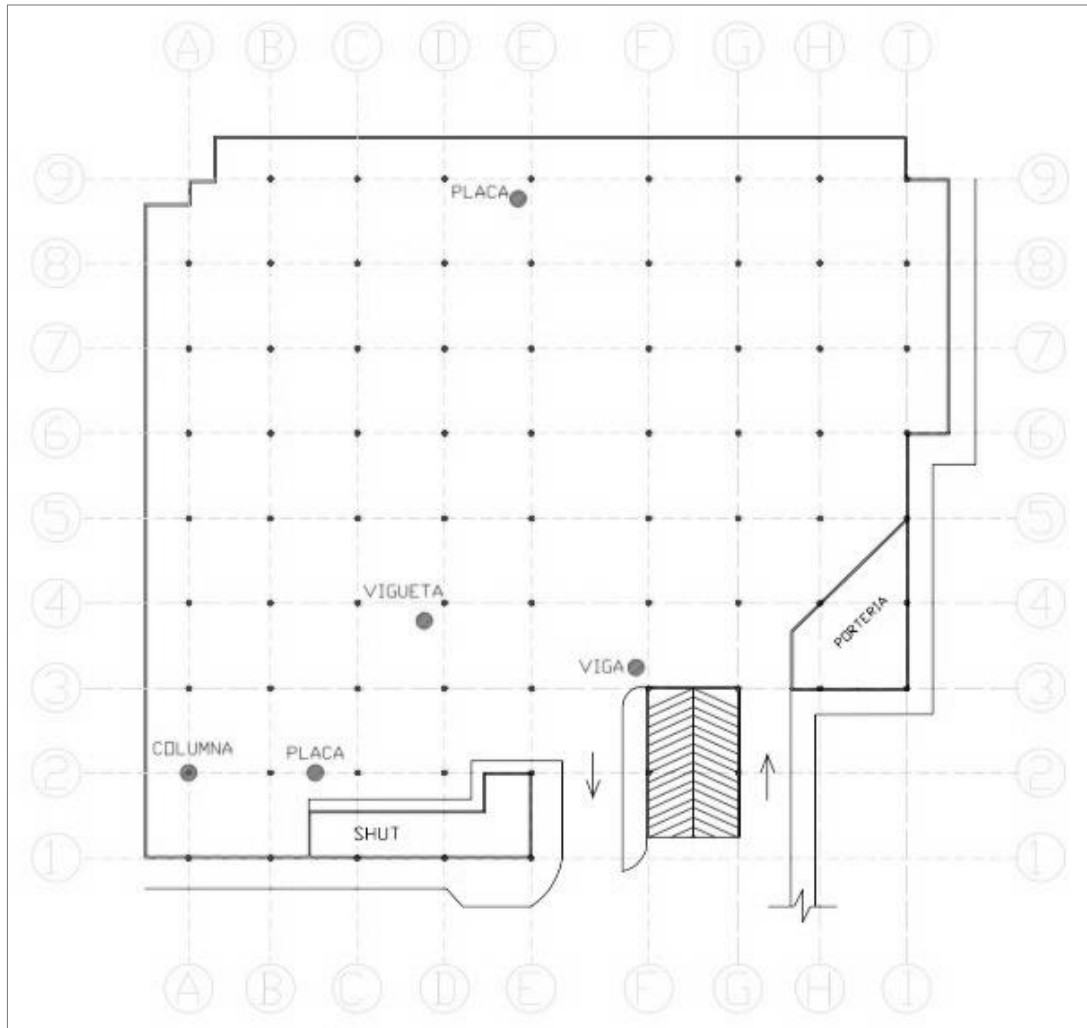


Figura 14. Plano de ubicación de los puntos donde se realizó pruebo de esclerómetro. Fuente: elaboración propia.

Este ensayo busca comprobar la resistencia actual del concreto de las columnas, viga, viguetas y placa, y así mismo corroborar la resistencia con la que fueron diseñados inicialmente según el cálculo estructural consultado en el expediente del proyecto, y así, obtener información de los materiales en su estado actual

Durante el ensayo no destructivo ejecutado, se utilizaron unos elementos básicos. El primero fue el esclerómetro de referencia 58_C0181/N, también se empleo una malla de

marcación que permitió tomar de manera simultánea a los 25 puntos en las áreas seleccionadas.

Para este ensayo, se limpió la superficie a golpear en los cinco elementos: Viga, Vigüeta, Columna, Losa sana y Losa lesionada, luego se fijó la malla guía de marcación para los 25 golpes realizados a cada una de las áreas elegidas, como se observa en las fotografías de la figura 15.

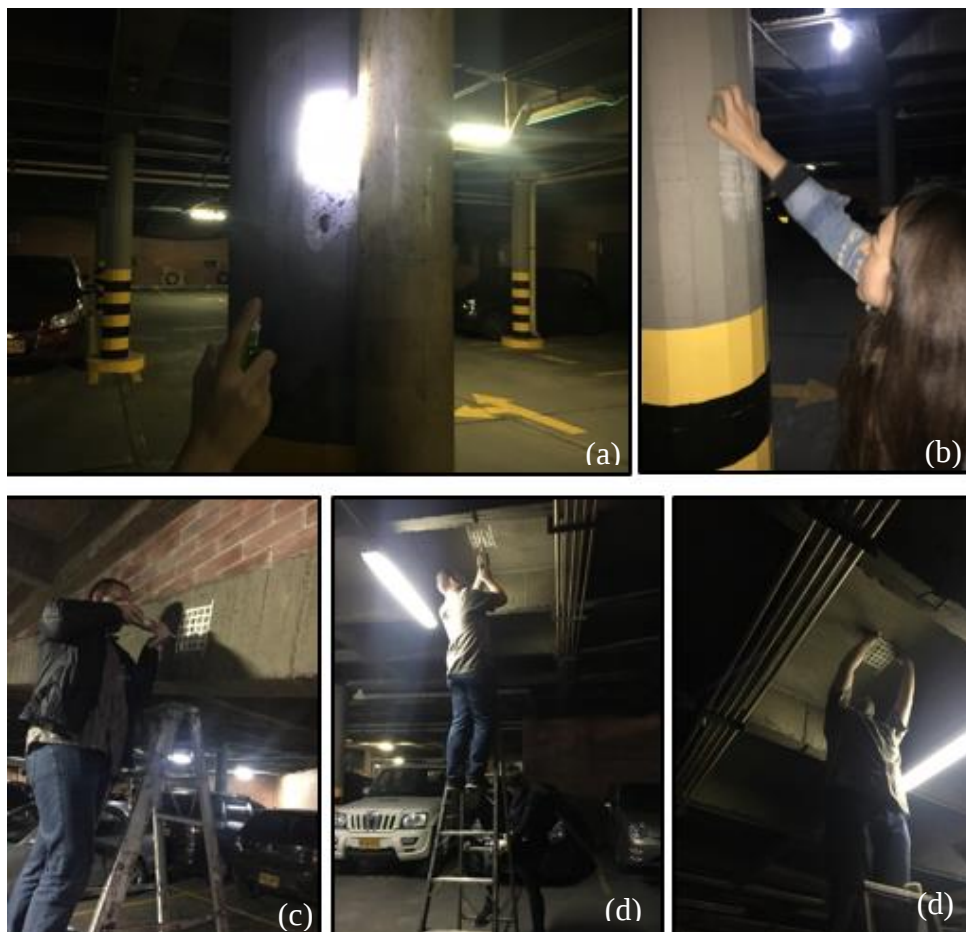


Figura 15. Registro fotográfico prueba esclerómetro. (a) Verificación nivel de carbonatación. (b) Limpieza de la superficie. (c) Ubicación malla guía. (d) Ejecución de golpes sobre elemento estructural.

Fuente: elaboración propia.

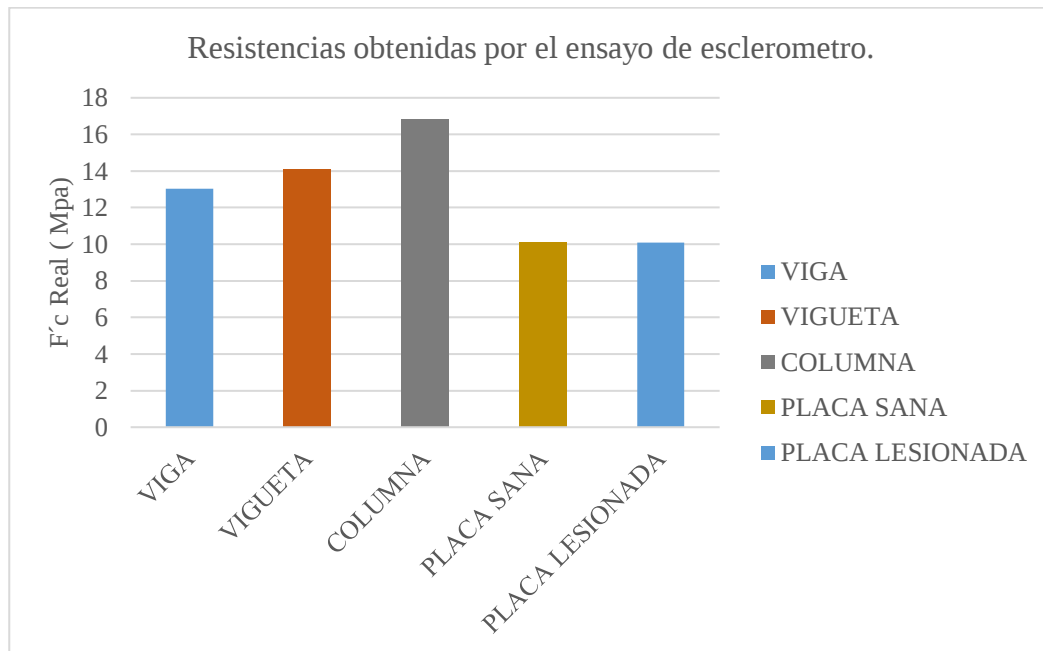


Figura 16. Resultados ensayo esclerómetro. Fuente: elaboración propia.

Los resultados que se muestran en la figura 16, ningún elemento cumple con mínimos de resistencia requeridos por la NSR 10, teniendo un requerimiento mínimo 21 Mpa de acuerdo con esta norma. También se puede observar que el concreto de la placa en su totalidad se encuentra afectado, pues se tomaron dos zonas de la placa una que mostraba carbonatación e exposición de los aceros de refuerzo al medio ambiente y otra zona relativamente sana es decir sin lesiones a la vista, pero al momento de ejecutar el ensayo se obtiene una resistencia de 10 Mpa para ambas zonas de la placa.

El segundo ensayo no destructivo elegido para el presente estudio patológico, fue emplear fisurómetros para medir si las fisuras y grietas se encontraban activas, pues esta característica es determinante para plantear una propuesta de intervención. Para este ensayo se realizó medición y seguimiento en 16 puntos de la placa (figura 17).

Tabla 7
Resultados ensayo esclerómetro

# 1 VIGA						
3	2,8	3,6	2,3	2,4	Promedio	2,8
3	2,4	3,4	2,8	4,2	F _c ' (PSI)	3000
3,4	2,4	2,4	2,4	2,4	Corrección	0,62
2,8	2,8	3	2,6	2,6	F _c ' Real (PSI)	1860
3	3,6	2,9	3,2	2,7		
# 2 VIGUETA						
2,2	3	2,8	3	2,4	Promedio	2,9
2,8	2,8	3	3	2,8	F _c '	3250
2,2	3,6	2,8	2,4	3	Corrección	0,62
3	3,2	3,2	3	2,9	F _c ' Real (PSI)	2015
3	3	2,8	3	2,6		
# 3 COLUMNA						
4	3,2	3,8	3,6	3,6	Promedio	3,3
3,4	4,2	3,4	3	3,4	F _c '(PSI)	4000
3,8	2,8	3,2	2,4	2,8	Corrección	0,6
2,6	2,6	3,6	3,4	2,8	F _c ' Real (PSI)	2400
2,6	3,4	3,4	3,2	3,6		
# 3 PLACA SANA						
3	3,5	2,8	3,2	3,2	Promedio	3
3	3	3	3,6	3	F _c '(PSI)	2400
3	3	3,8	3,6	4	Corrección	0,6
3,6	4,4	4,5	4	4,5	F _c ' Real (PSI)	1440
2,9	2,8	3	3,6	2,8		
# 3 PLACA LESIONADA						

2,4	3	3,4	3,5	2,4	Promedio	3
3	2,9	3,6	3,6	3,4	F'c (PSI)	2400
2,4	2,8	2,8	3	2,9	Corrección	0,6
2,8	3	2,4	3,2	2,8	F'c Real (PSI)	1440
3	3,2	3,1	2,9	3,2		

fuelle: Elaboración propia.

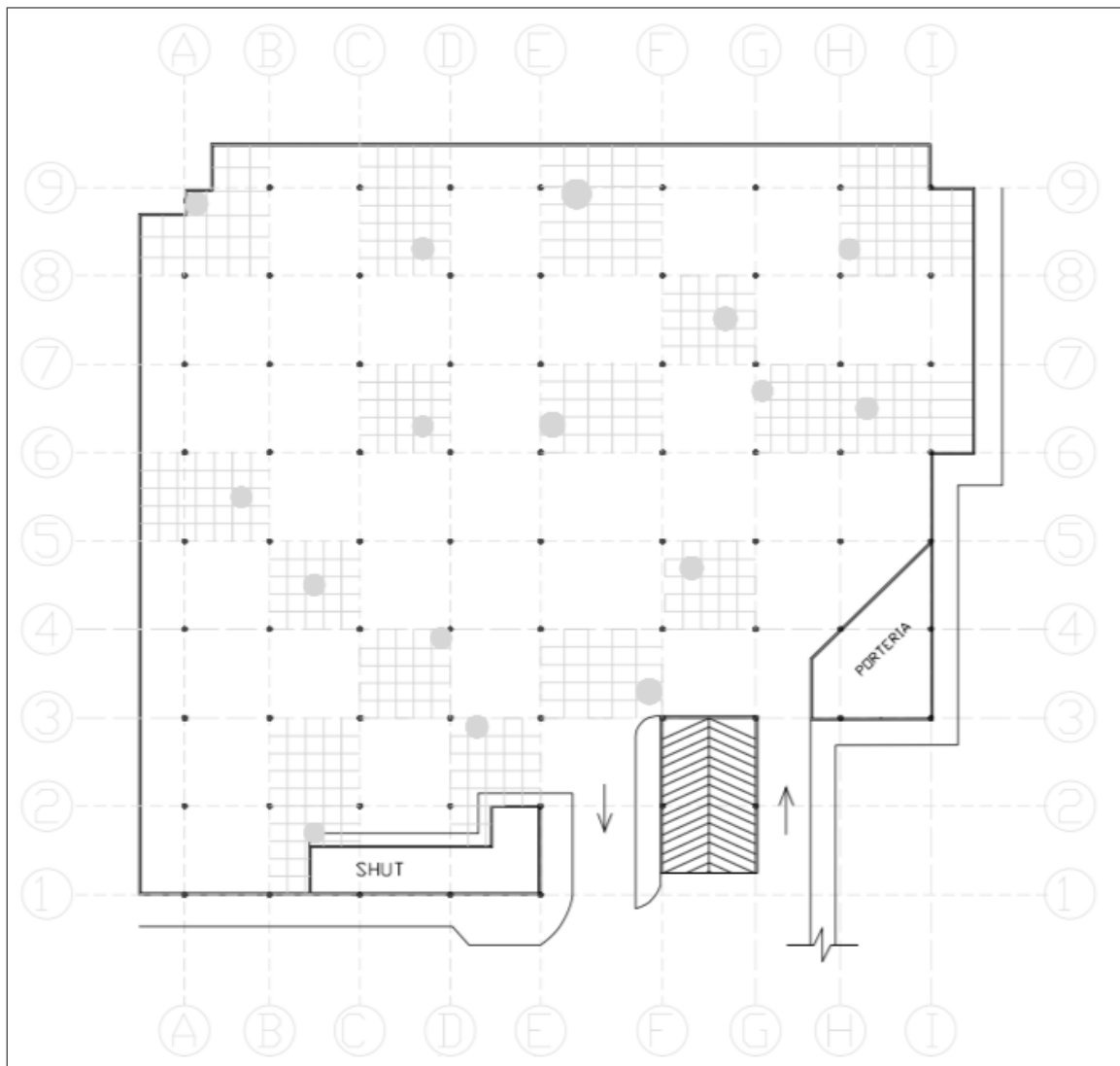


Figura 17. Plano de ubicación puntos a instalar fisurómetros. Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. Registro fotográfico de Fisurómetros en placa entrepiso. Fuente: elaboración propia.

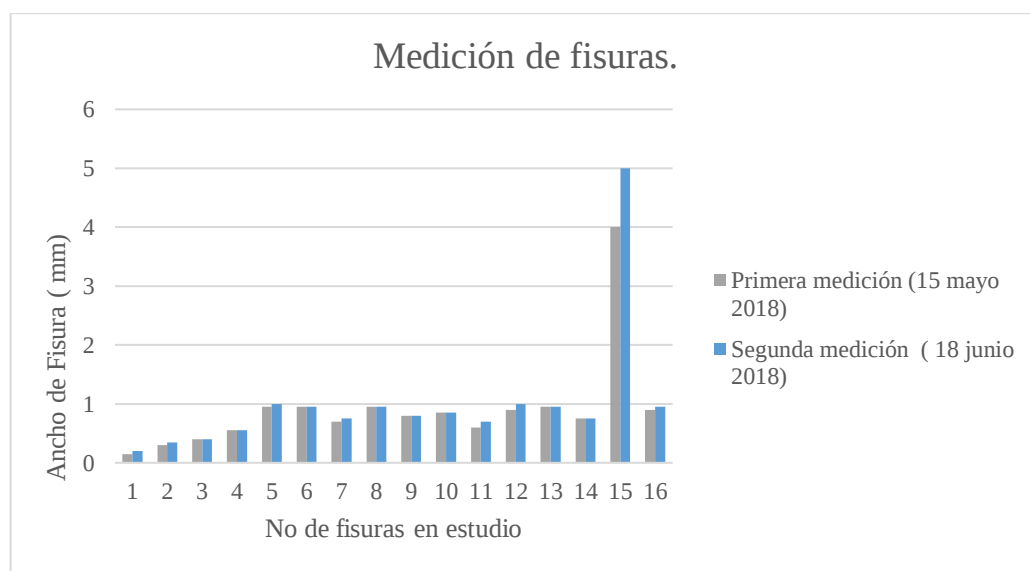


Figura 19. Resultados medición de grietas y fisuras. Fuente: elaboración propia.

El 56% de las fisuras medidas se encuentran activas, como se puede observar en la figura..

solo 7 fisuras no presentaron variación en se ancho, las demás fisuras si presentaron una variación en un promedio de 0,03 mm, excepto para la fisura 18 cuya variación de espesor alcanzo 1 mm.

Tabla 8
Resultados obtenidos de la medición de grietas y fisuras en mm

#	Primera medición 15/05/18	Segunda medición 18/06/18
1	0,15	0,2
2	0,30	0,35
3	0,4	0,4
4	0,55	0,55
5	0,95	1
6	0,95	0,95
7	0,70	0,75
8	0,95	0,95
9	0,8	0,8
10	0,85	0,85
11	0,60	0,7
12	0,90	1
13	0,95	0,95
14	0,75	0,75

15	4	5
16	0,90	0,95

Fuente : Elaboración propia.

10. ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA

10.1 Microzonificación sísmica

Para el estudio de la vulnerabilidad sísmica de la estructura, se utilizó la microzonificación sísmica para la ciudad de Bogotá, donde se clasifica el tipo de suelo existente en la zona como se muestra en la figura 20.

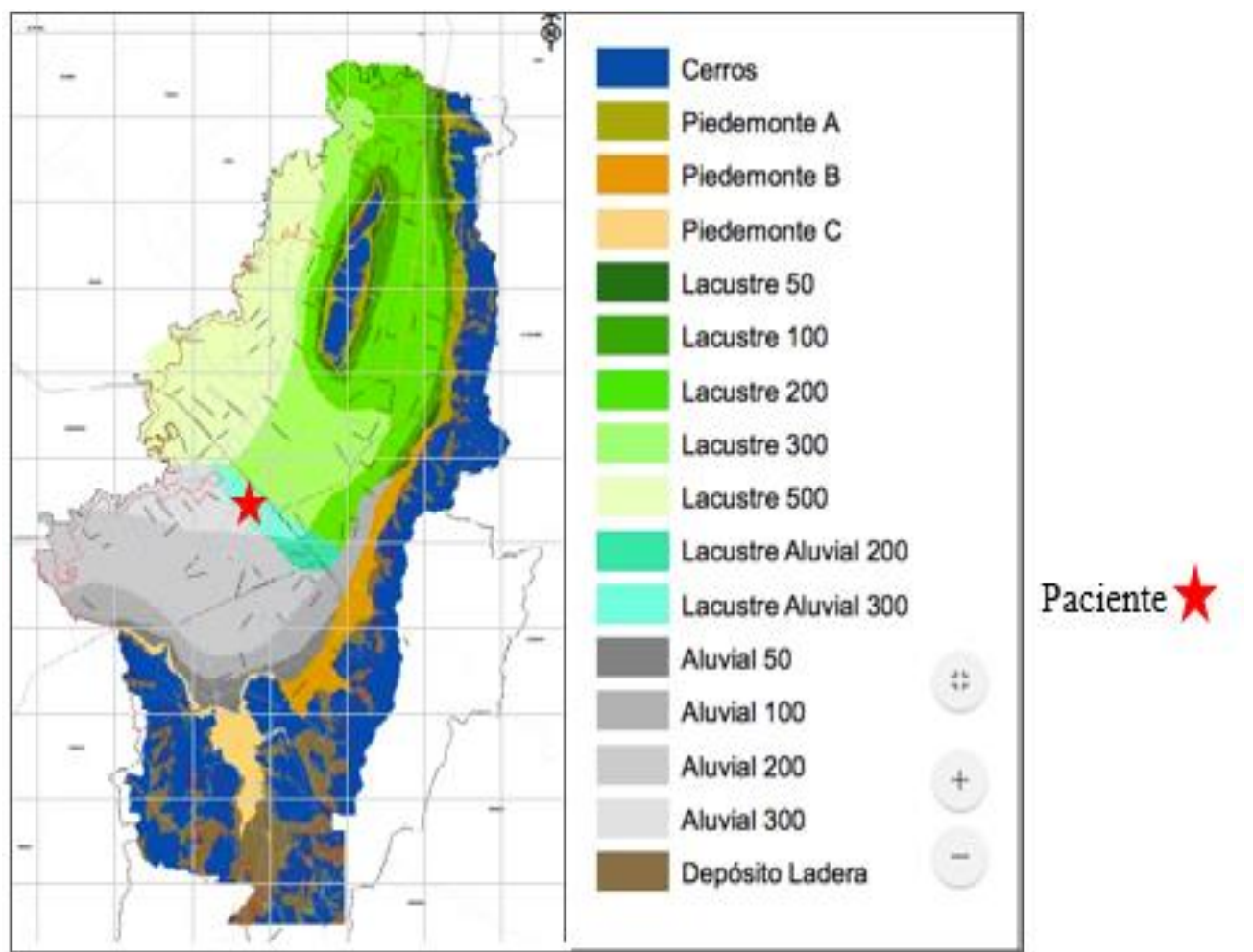


Figura 20. Mapa de ubicación de la estructura en la microzonificación sísmica. Fuente: (Secretaría distrital de planeación, 2010)

Zona	A_0 (475) (g)
CERROS	0.18
PIEDEMONTES A	0.22
PIEDEMONTES B	0.26
PIEDEMONTES C	0.24
LACUSTRE-50	0.21
LACUSTRE-100	0.20
LACUSTRE-200	0.18
LACUSTRE-300	0.16
LACUSTRE-500	0.14
LACUSTRE ALUVIAL-200	0.17
LACUSTRE ALUVIAL-300	0.15
ALUVIAL-50	0.20
ALUVIAL-100	0.18
ALUVIAL-200	0.16
ALUVIAL-300	0.14
DEPÓSITO LADERA	0.22

NIVEL DE AMENAZA AO	
ALTA	$<0,2$
MEDIA	$0,1 < AO < 0,2$
BAJA	$<0,1$



Figura 21. Zona sísmica del paciente. Fuente: (Secretaría distrital de planeación, 2010)

10.2 Análisis de vulnerabilidad

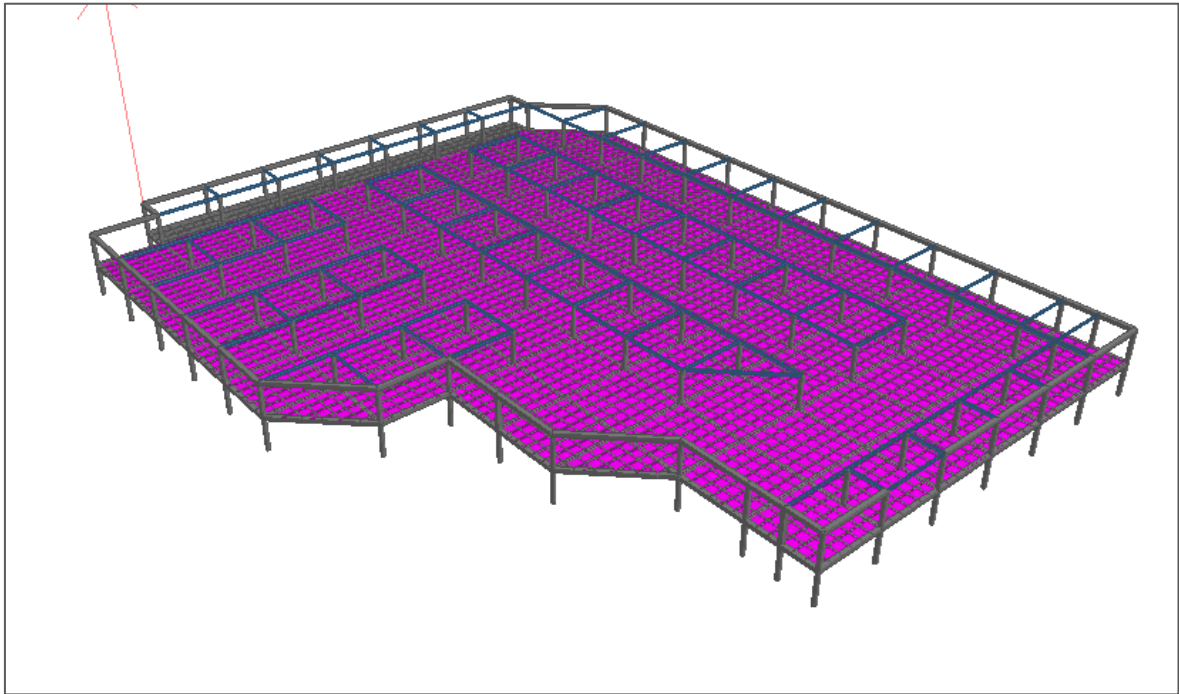


Figura 22. Diagrama análisis de vulnerabilidad sísmica. Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenida la resistencia de los materiales por medio de los ensayos de esclerómetro y los valores de Aceleración pico efectiva A_a (0,15g) y A_v (0,2g) a partir de la microzonificación Sísmica de Bogotá se realizó un análisis de vulnerabilidad utilizando el software de Bentley System (Staad Pro), con el que se chequeó derivas del edificio ante la presencia de un sismo, generando los resultados de acuerdo al Anexo 3 y relacionándola con la NSR 10 de acuerdo a la tabla 9 .

Tabla 9
Resultados verificación de derivas ante la presencia de un sismo.

Nivel	Derivada	Derivadas obtenidas en
	Permitida NSR10	Modelo
+3.5 m	35mm	38mm
+5.9 m	59mm	89mm

Fuente: Elaboración propia.

De lo anterior, se determina que el edificio no cumple con la NSR10, requiriéndose un reforzamiento a la estructura actual, con el fin de cumplir con la normativa vigente.

11. PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

11.1 Primera propuesta de intervención

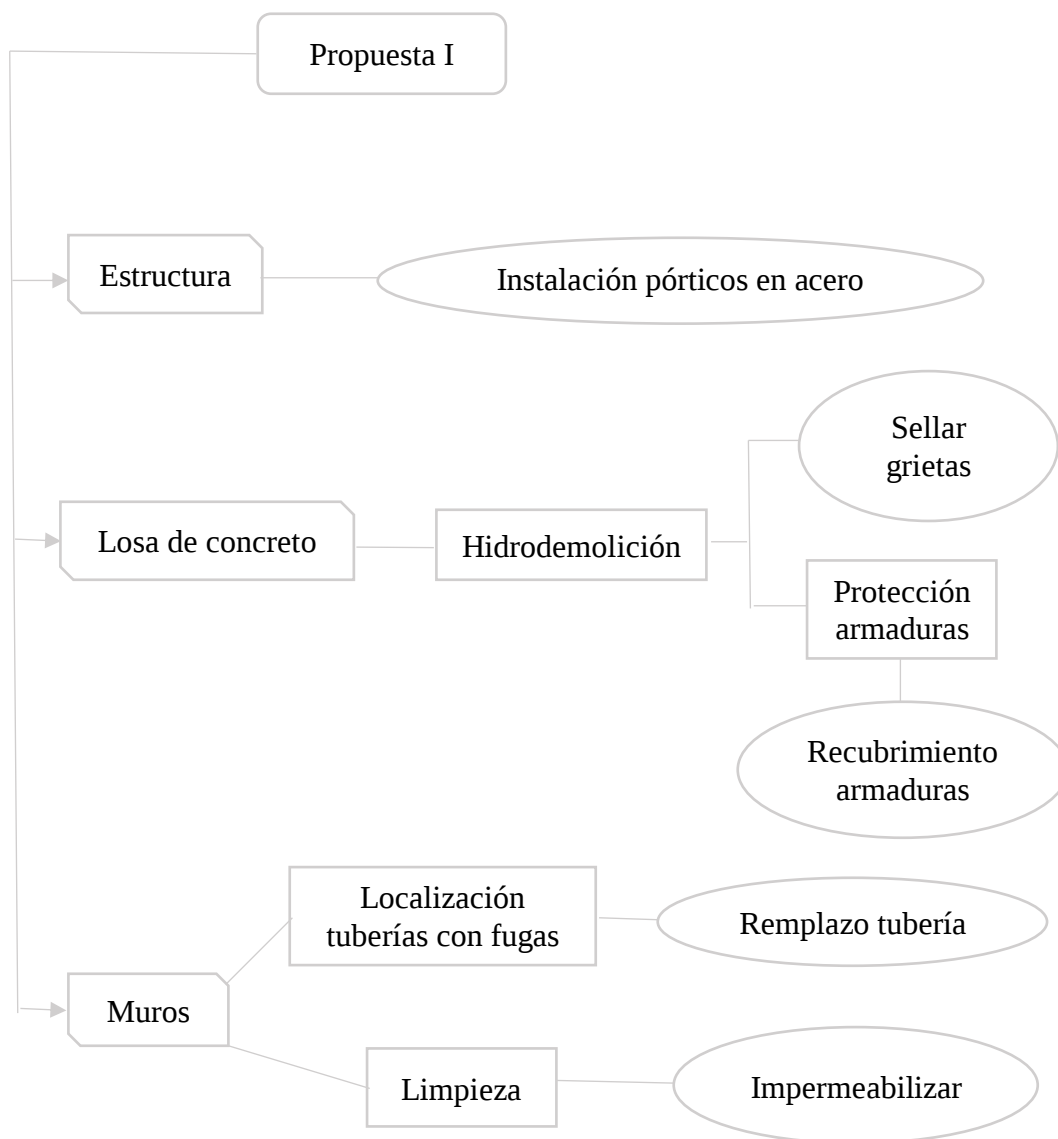


Figura 23. Esquema general primera propuesta de intervención. Fuente: Elaboración Propia

11.1.1 Tratamiento losa de entrepiso.

Como se ha venido exponiendo a lo largo de este documento, la losa de entrepiso es la más afectada en la estructura del parqueadero, debido a que presenta lesiones mecánicas y químicas, tales como fisuración, corrosión, carbonatación y filtraciones. Para la reparación de la losa se propone realizar las siguientes actividades:

11.1.2 Hidrodemolición.

Con la técnica de hidrodemolición se pretende retirar el concreto contaminado, limpiar los aceros de refuerzo y determinar los espesores de las varillas, para sustituir las varillas que hayan perdido sección debido a la corrosión.

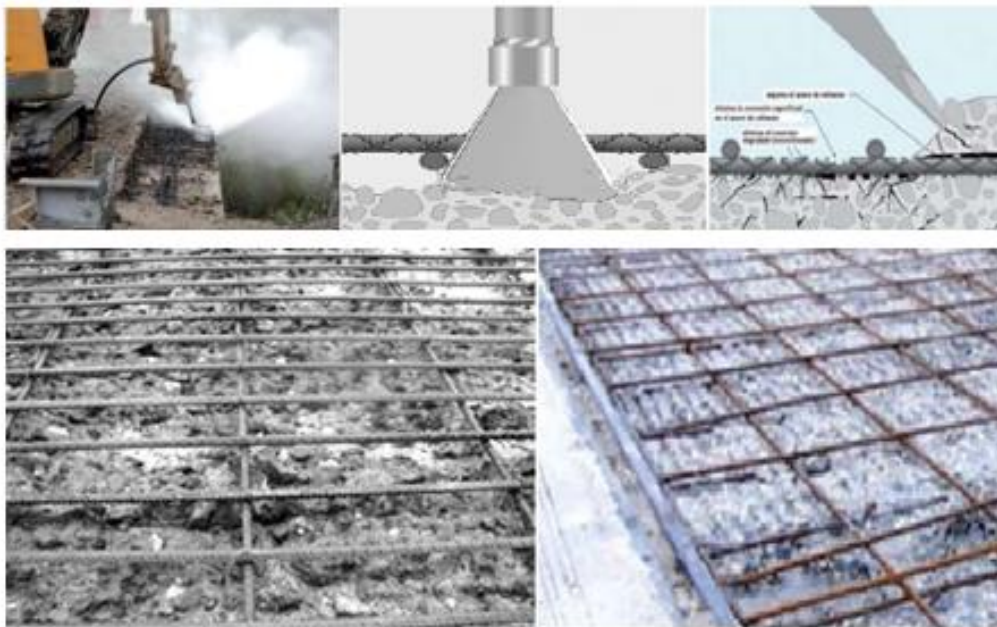


Figura 24. Descripción grafica proceso de hidrodemolición. Fuente: (ACI RAP-14, 2011)

Una vez se tiene la superficie limpia, el acero expuesto y limpio como se muestra en la figura 21, se realiza la análisis de la armadura y determinación de barras a remplazar debido a la pérdida de sección de las misma. En la imagen 43 se muestra un ejemplo claro de una varilla que ha perdido sección debido a proceso de oxidación.

En la figura 22, se muestra el procedimiento de traslape de varilla, con el cual se sustituye la varilla afectada por la corrosión, para el proceso de reparación de la armadura de la losa del parqueadero se retirará con el fin de evitar que el acero nuevo y el existente se contamine.

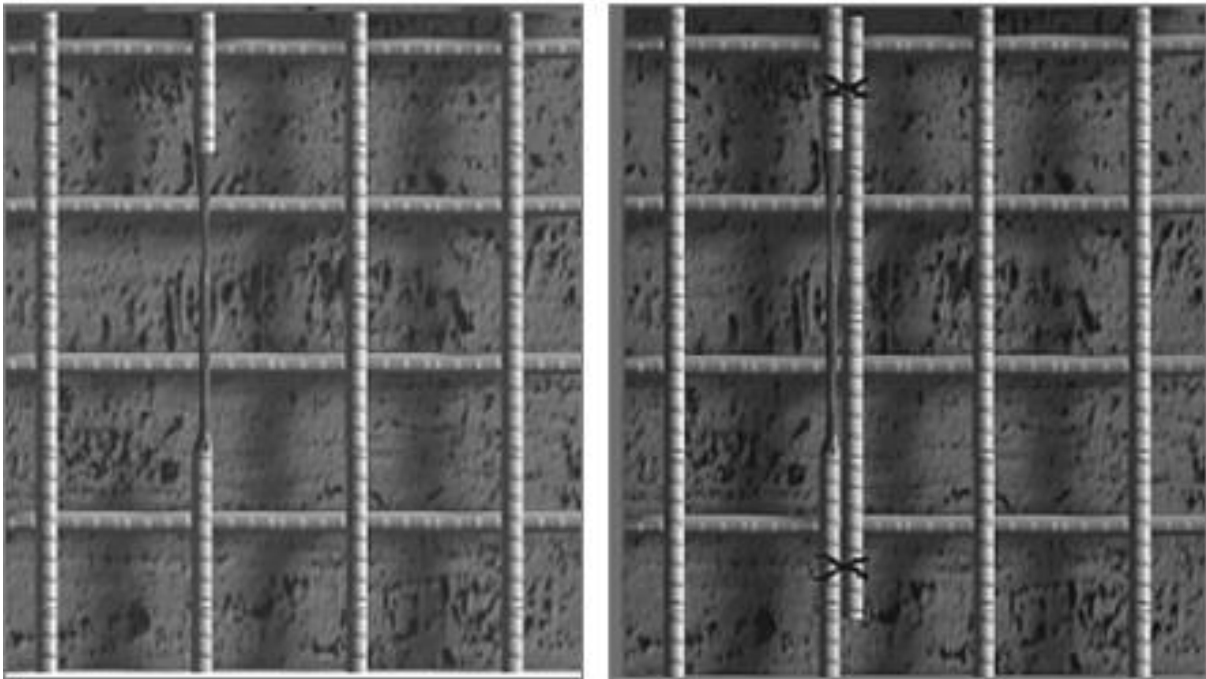


Figura 25. Desgaste y traslape de refuerzo metálico. Fuente: (ACI RAP-5, 2011)

11.1.3 Sellado de Grietas.

Una vez con la superficie limpia se retiran las fisuras superficiales y procedemos a sellar grietas, las cuales permiten la filtración de agua proveniente del segundo piso. Para sellar estas grietas utilizaremos un producto de la marca Toxement; Euco inyección 100 el cual es un epóxico de dos componentes de baja viscosidad recomendado para inyección en grietas estructurales expuestas a la humedad.

11.1.4 Protección de Armaduras de refuerzo.

Con el fin de proteger la armadura y evitar un posible ataque por carbonatación, se utiliza un recubrimiento anticorrosivo para armaduras de la marca Toxement: Toc armadura **6037**, el cual es un mortero formado por dos componentes (A y B), que se mezclan antes de su aplicación. Además de brindar protección a la armadura permite la adherencia entre el acero y el concreto nuevo con el que vamos a recubrir la parte inferior de la losa. Se debe esperar 24 horas después de su aplicación para realizar el recubrimiento con concreto.

11.1.5 Recubrimiento de armaduras, por medio de bombeo de concreto.

Con el fin de recubrir las armaduras y obtener el espesor requerido de recubrimiento es decir 5 cm, se realizara el encofrado de la losa como se muestra en la figura 25.

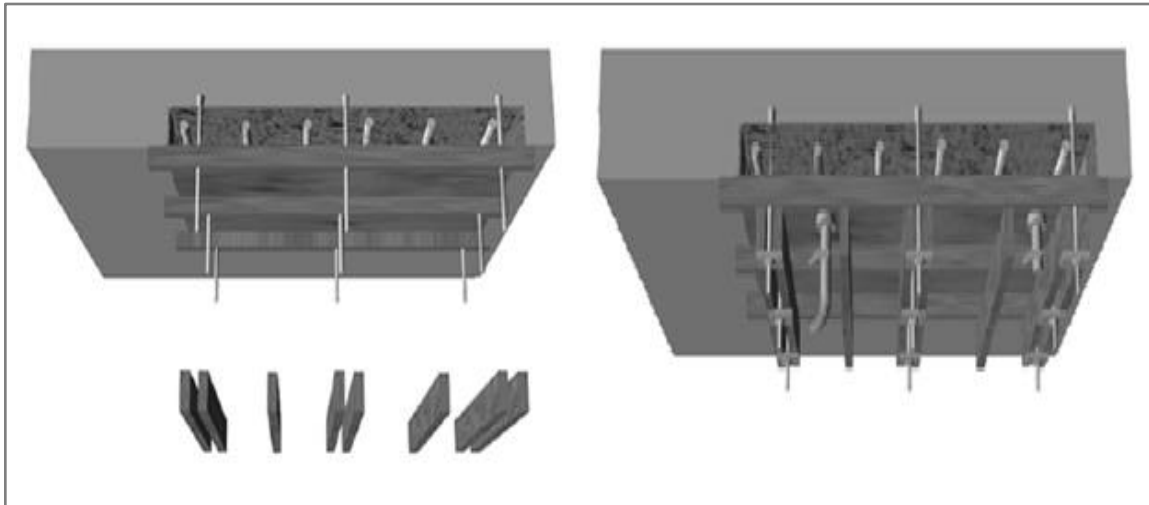


Figura 26. Encofrado de losa. Fuente: (ACI RAP-5, 2011).

Una vez se tenga encofrada la sección de losa a recubrir y las boquillas estén instaladas, se procede a realizar el bombeo del concreto de este procedimiento de intervención (figura 27).

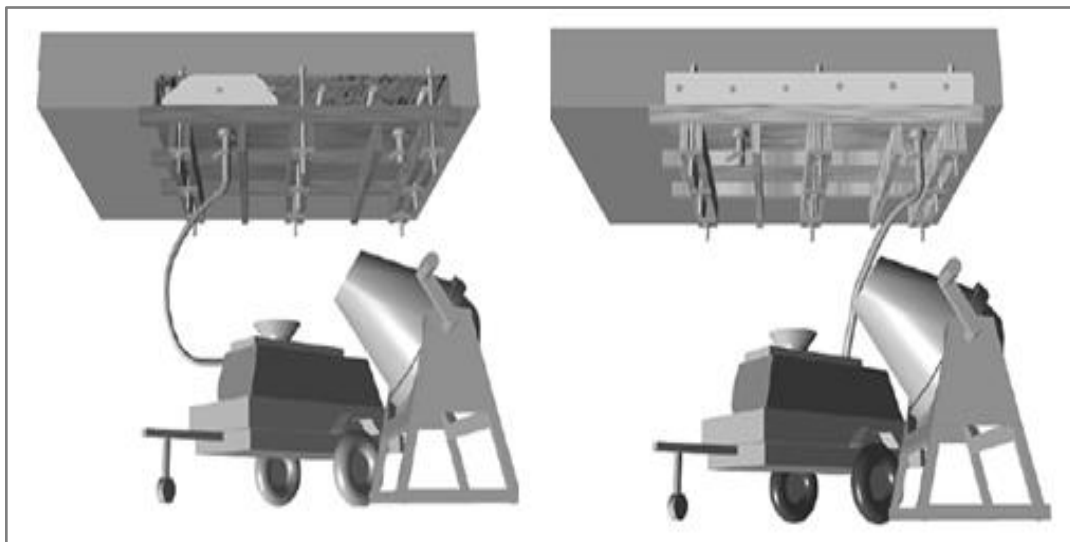


Figura 27. Bombeo de concreto a losa de entrepiso. Fuente: (ACI RAP-5, 2011).

11.1.6 Reforzamiento de estructura con pórticos de Acero.

Con el fin de aumentar la resistencia de la estructura, se contempla la instalación de pórticos en acero, todo esto para hacer más resistente la estructuras debido a las cargas a las cual está expuesto el parqueadero debido a los vehículos que son estacionados en el segundo nivel de la estructura.

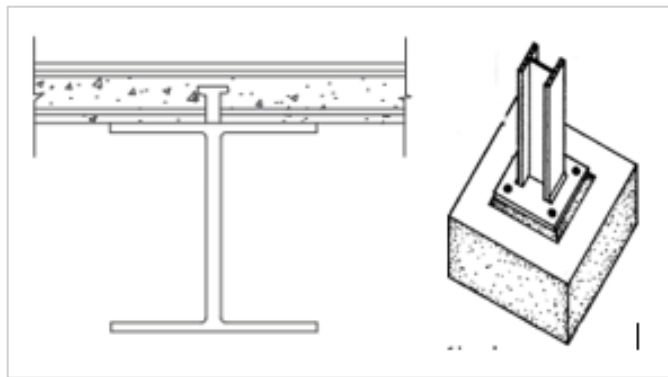


Figura 28. Perfil I viga de acero soportando losa de concreto y columna perfil H. fuente: (Arquitectura en Acero)

Para la unión entre viga – columna se realizará unión de alma mediante angulares emperrados. Se contempla instalar la perfilera de acero continua a los pórticos de concreto existentes en la estructura todo con el fin de aprovechar la zapata de cimentación con la que cuenta el parqueadero y poder realizar la unión de los pilares a la zapata como se muestra en la figura 29.

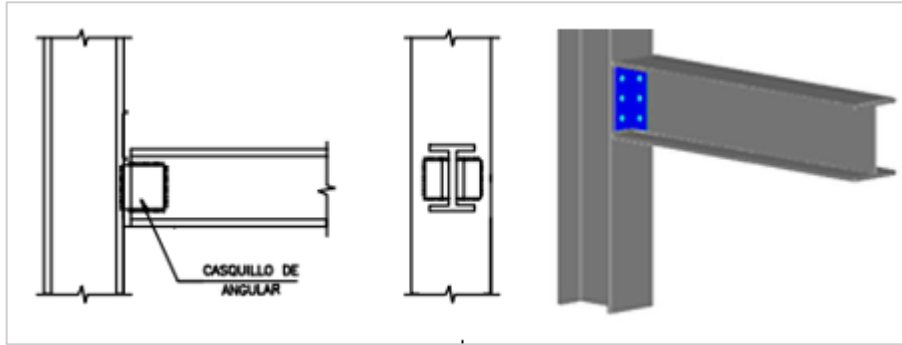


Figura 29. Unión viga, columna. Fuente: (Arquitectura en Acero)

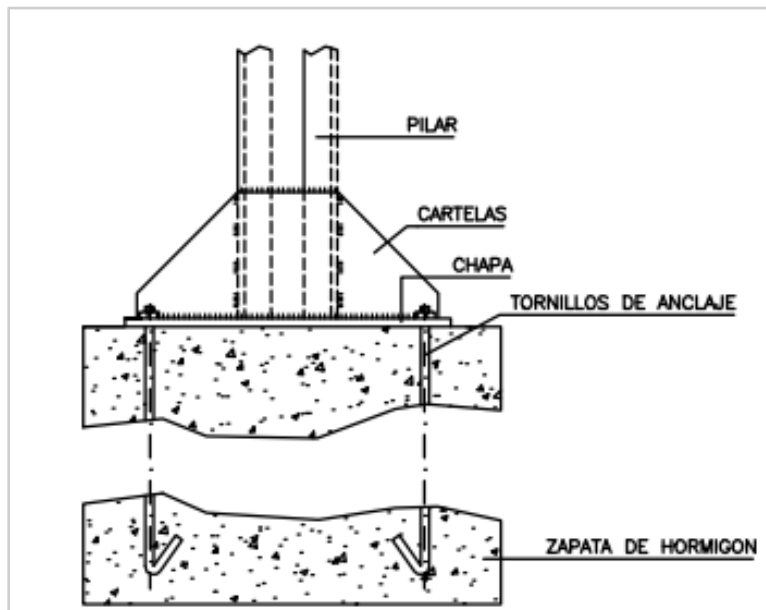


Figura 30. Unión de pilares a zapatas. (García & Perales).

11.1.7 Limpieza de muros.

Para la limpieza de los muros se realizara con hidro lavadora a presión (figura 30), para la superficie que se encuentra mancha y con eflorescencia como adicional se utilizara producto limpiador para fachadas el cual retirara las manchas blancas, negras y/o eflorescencias, antes de colocar repelentes al agua (hidrófugos), producto de la marca sika : SIKA LIMPIADOR RISE.



Figura 31. Proceso hidrolavado. Fuente: (perez, 2012)

11.1.8 Impermeabilización de muros.

Con el fin de proteger los muros, se propone una impermeabilización general, ya que del diagnostico se deduce que algunas zonas del los muros presentan humedad, esta humedad es por capilaridad la cual puede provenir de rotura accidental de tubos y en algunas zonas por filtración, con el fin de proteger los muros ante el ataque del agua y agentes químicos que pueden transportarse por ella se utilizara un impermeabilizante de la marca SIKA llamado: sika Imper Mur el cual se usa para prevenir y reparar la humedad ascendente por capilaridad, penetrando profundamente en el sustrato y formando una barrera invisible que protege contra la humedad.

11.2 Segunda propuesta de intervención

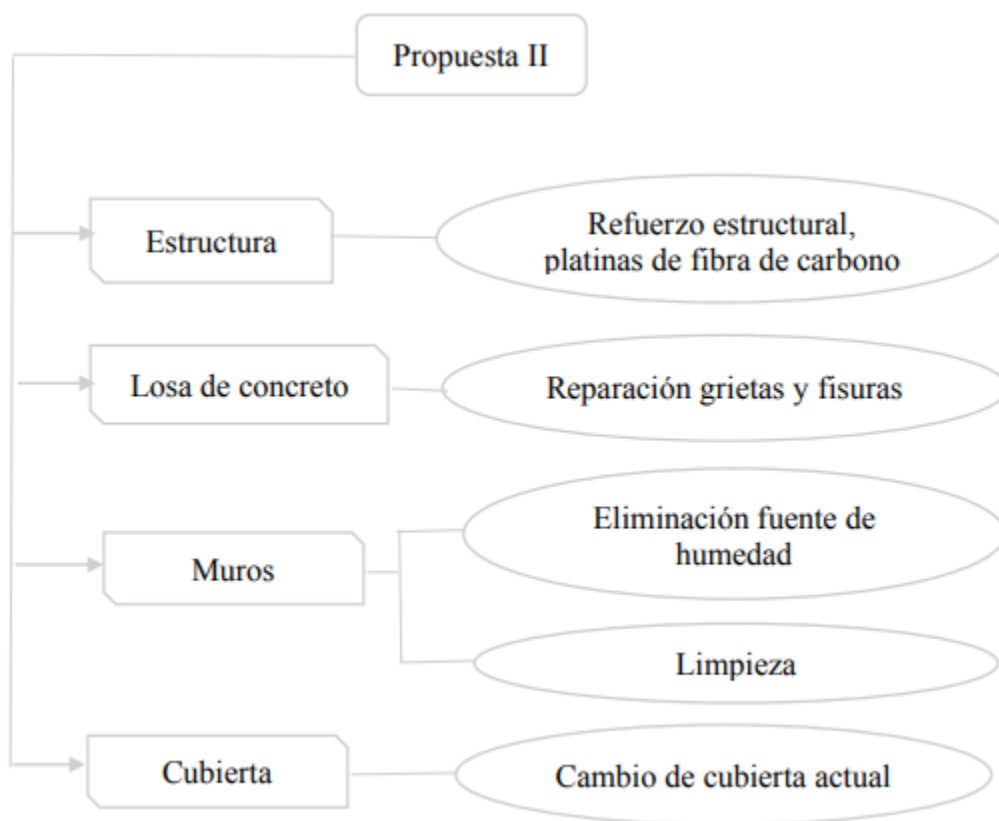


Figura 32. Esquema general segunda propuesta de intervención. Fuente: elaboración Propia

En esta segunda propuesta, se plantea intervenir cuatro aspectos puntuales en el edificio de parqueaderos: Primero, se busca realizar la reparación de grietas y fisuras encontradas, garantizando su sellado definitivo evitando las filtraciones de agua y otros líquidos y así mismo, que se generen mas lesiones en la placa; Segundo, se propone reforzamiento estructural de placa y columnas, debido a que una de las grandes conclusiones de este estudio patológico es que la estructura no cumple con la normativa vigente; Tercero, se plantea realizar una revisión y limpieza general de muros de cerramiento y remates de muro y placa en ambos niveles al interior y en las fachadas, puesto que la filtración de agua se identificó a

lo largo de toda la planta, sobre todo en los espacios de aparcamiento cercanos a los muros; y por último, se considera construir una nueva cubierta en segundo nivel reemplazando la existente, para garantizar que las condiciones ambientales no afecten las intervenciones realizadas en los elementos estructurales y de cerramiento.

Estas cuatro actividades pretenden reparar los daños identificados, tanto en estructura de entrepiso como en muros de cerramiento, y también prevenir daños y gastos futuros a los propietarios del Conjunto residencial.

11.2.1 Reparación de grietas y fisuras.

Se proponen las siguientes actividades de obra:

- a. Utilizando los resultados obtenidos con el ensayo de medición con fisurómetros, identificar en el plano las grietas para abrir un área aferente a cada una de ellas y verificar el daño real de la torta superior, que es la mas afectada, limpiando el área.
- b. Realizar la inyección de cada una de las grietas, utilizando una resina epóxica para volver a unir el hormigón como el xypex el cual se activa con el agua, y es adecuado para el tipo de lesiones presentadas.
- c. Reparar con mortero las fisuras encontradas a lo largo de la placa con Sika® CarboDur® S, para lo cual la superficie debe estar seca, limpia y exenta de lechadas superficiales, hielo, agua estancada, grasas, aceites y tratamientos superficiales, como las que vimos en el paciente durante las visitas realizadas.

- d. Hacer seguimiento de las grietas más grandes para verificar que el trabajo sea efectivo y permanente, antes de continuar con el resto de la intervención.

El recurso humano empleado aproximado es: 4 maestros de obra. Teniendo en cuenta que el parqueadero se está usando actualmente, se propone intervenir primero un área para no bloquear el ingreso y salida de todos los vehículos con andamios y equipo de trabajo. Luego de terminar con esa área, se procederá a trabajar en las zonas demarcadas según se muestra en la figura 31.

Esta actividad requiere realizarse por etapas ya que la altura de primer piso no permite un trabajo sin andamio o escalera, ocupando parte de la circulación o espacios de estacionamiento a lo largo del parqueadero, pues serán dos cuadrillas de dos personas trabajando al tiempo en la reparación de fisuras y grietas.



Figura 33. Planta de primer piso, área demarcada de trabajo por etapas. fuente: elaboración propia.

Esta actividad tiene una duración aproximada de: 10 días.

11.2.2 Reforzamiento estructural de vigas y columnas.

Se proponen las siguientes actividades de obra:

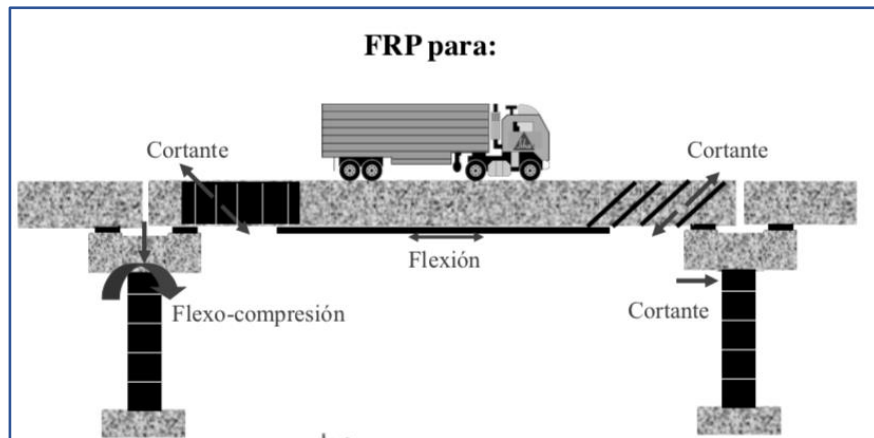


Figura 34. Esfuerzos en una estructura sometida a cargas verticales y de sismo. Fuente: (Mosquera, 2015)

- Se opta por una opción de reforzamiento de ambos elementos estructurales, vigas y columnas, con platinas de fibra de carbono en el caso de las vigas transversales y longitudinales principales, y tejidos de fibra de carbono para las columnas, debido a que el aumento de la sección eleva la carga propia de la estructura y en el caso de las columnas ocuparían más espacio, como se muestra en la figura 34.
- Se deben instalar andamios para iniciar los trabajos, se prepara la superficie de la placa, verificando su resistencia. Luego se procede a cortar la platina con segueta, se limpia la platina, se realiza la mezcla de adhesivo, se pone el adhesivo sobre el concreto y también sobre la platina sin instalar.
- Se procede a la colocación de la platina y se realiza presión a lo largo de toda la superficie para que el asentamiento de las platinas de fibra de carbono (figura 33)

embebidas en una matriz endurecida de resina epóxica que está constituida por 70% de fibra y 30% de resina.

- d. Para las columnas, se propone la instalación de tejidos de fibra de carbono a través del sistema húmedo en el cual se debe mezclar la resina epóxica e impregnarla en el tejido extendido, luego se impregna la superficie donde se va a instalar y se coloca el tejido.
- e. Finalmente, se cubre la superficie tratada con resina epóxica.



Figura 35. Procedimiento instalación platinas de fibra de carbono. Fuente: (Mosquera, 2015).

El recurso humano empleado aproximado es: 10 a 15 maestros de obra. Esta actividad tiene una duración aproximada de: 21 días.

Teniendo en cuenta que el parqueadero se esta usando actualmente, se propone intervenir primero un área (ver figura 32) para no bloquear el ingreso y salida de todos los vehículos con andamios y equipo de trabajo. Luego de terminar con esa área, se procederá a trabajar en las zonas demarcadas en la figura 35.



Figura 36. Procedimiento instalación tejidos de fibra de carbono. Fuente: (Mosquera, 2015)

Esta actividad requiere realizarse por etapas ya que la altura de primer piso no permite un trabajo sin andamio o escalera, ocupando parte de la circulación o espacios de estacionamiento a lo largo del parqueadero y todo el equipo de trabajo trabajara al tiempo en la instalación de cada platina y tejido por las dimensiones de la placa.



Figura 37. Planta primer piso, área demarcada de trabajo por etapas.fuente: elaboración propia.

11.2.3 Revisión y limpieza de muros y remates.

Se proponen las siguientes actividades de obra:

- a. Tal como se observó en la visita de inspección, las principales lesiones de muros son eflorescencias y manchas debido a humedades por filtración del agua desde la placa, por eso se propone hacer un lavado de muros tras haber eliminado la fuente de humedad, dejando que se sequen.
- b. Se propone utilizar agua a presión y retirar la suciedad, manchas y eflorescencias con un cepillo de cerdas naturales. Para realizar este tipo de limpieza se debe elegir un día caluroso para que el agua se evapore y la superficie quede seca, de lo contrario las sales se disolverían de nuevo en el interior del área tratada.
- c. Si los cristales no se disuelven con el agua se podría utilizar un limpiador de ácido clorhídrico, el cual debe aplicar a presión.

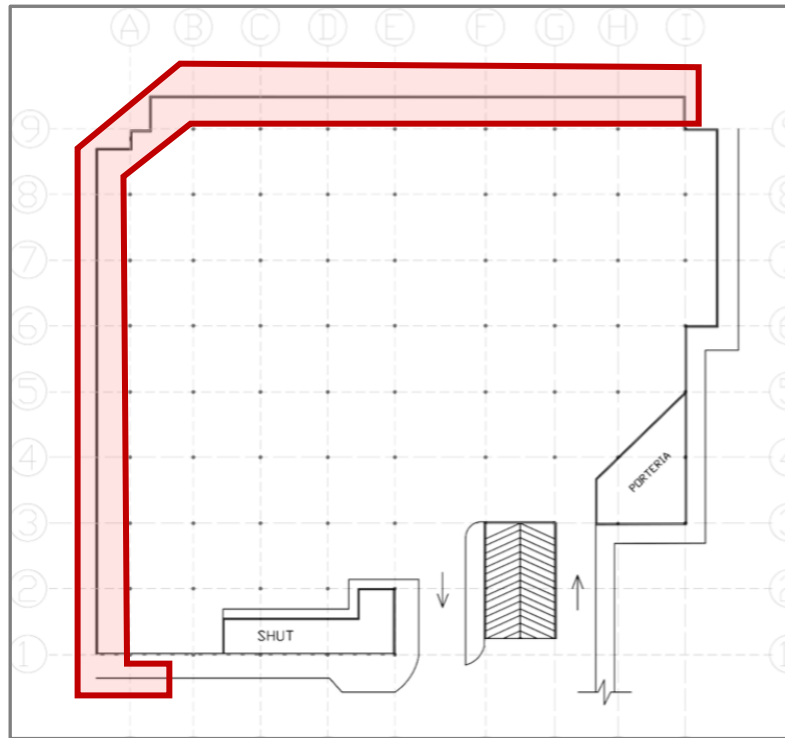


Figura 38. Planta de primer piso, área muros intervenidos. Fuente: elaboración propia.

- d. Para evitar que las eflorescencias vuelvan a salir se hará impermeabilizar la zona afectada una vez haya sido tratada.
- e. Esta intervención incluye muros bajos, fachada principal y remates de cubierta.

El recurso humano empleado aproximado es: tres maestros de obra. Esta actividad tiene una duración aproximada de: 7 días.

11.2.4 Cambio de cubierta actual.

Se proponen las siguientes actividades de obra:

- a. Retirar la cubierta actual para verificar estado y así mismo revisar los remates de muro-borde de placa, estado de canales, posibles espacios entre estructura de cubierta y placa o muro, pues estos detalles también pueden ser parte de la filtración directa del agua que ataca al paciente.
- b. Utilizar SikaTop®-Seal 107, un mortero de dos componentes con base en cemento y polímeros modificados, para recubrimientos impermeables, listo para usar, Como revestimiento impermeable apto para estar en contacto con agua.

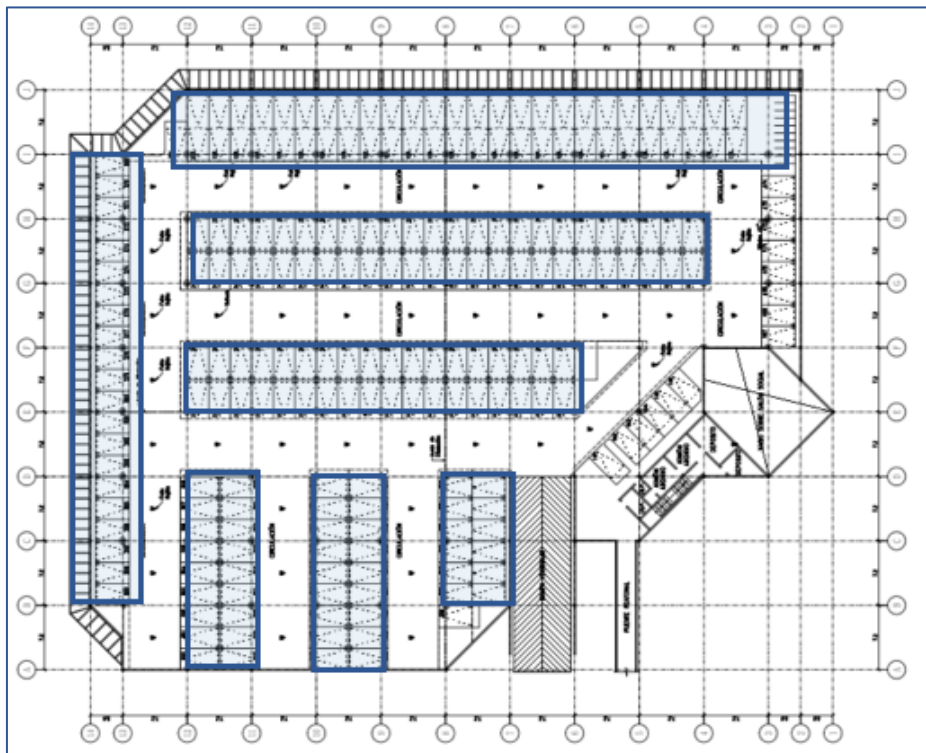


Figura 39. Planta de cubiertas. Área cubierta en segundo nivel. Fuente: elaboración propia.

El recurso humano empleado aproximado es: dos maestros de obra.

Esta actividad tiene una duración aproximada de: 10 días.

Con estos cuatro aspectos intervenidos se espera que la administración del conjunto en compañía de la asamblea general no tengan que recurrir si no a un mantenimiento general periódico, cada seis meses el primer año después de los trabajos, y luego una vez al año, con el fin de identificar nuevas lesiones y el estado de las reparaciones realizadas.

12. PRESUPUESTO ESTIMADO DE LAS INTERVENCIONES

Tabla 10
Presupuesto para primera propuesta de intervención.

PRIMERA PROPUESTA					
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	Observación
Intervención de placa de entrepiso, retirando la superficie inferior hasta el 2 cm encima del acero de refuerzo por medio de hidro-demolición, incluye equipo, mano de obra y andamios.	M2	3,700	\$ 37,681	\$ 139,418,567	Por medio de hidro demolición se retira concreto afectado de la superficie del elemento, hasta visualizar el acero de refuerzo.
Reemplazo de acero de refuerzo afectado por la oxidación existente en varilla de 5/8"	kg	229,400	\$ 5,209	\$ 1,195,016,288	Se verifica el acero de refuerzo, aquellos que hayan perdido diámetro se reemplazan por acero de igual o mayor diámetro realizando un traslapo mínimo de 50 cm con acero que no se encuentre afectado.
Tratamiento de grietas y fisuras con EUCO Inyección 100	Kg	528.6	\$ 153,114	\$ 80,931,875	La fisura de la placa superior debe ser rellena por medio de inyección epoxica, con el fin de evitar que elementos dañinos del medioambiente tengan acceso al interior de el elemento de concreto y afecte el PH de cemento, permitiendo la corrosión del acero de refuerzo.
Tratamiento anticorrosivo de acero de refuerzo de placa de	M2	3,700	\$ 46,200	\$ 170,940,000	El acero de refuerzo que no requirió reemplazo, debe ser

entrepiso por medio de TOC Armadura 6037					protegido por medio de un agente anticorrosivo que sea compatible con el mortero, para garantizar la durabilidad de la intervención.
Reconstrucción Placa de concreto de 3500 PSI de 5cm de espesor	M2	3,700	\$ 45,500	\$ 168,350,000	Se debe reconstruir la placa de concreto por medio de una mezcla que no tenga una resistencia superior al 20% de la resistencia del resto de la estructura, dado que si se unen concretos de resistencias desiguales estas actúan de maneras diferente frente a la misma carga, lo que generaría fisuras.
Suministro e instalación de pórticos metálicos Perfil PHR 305 x 80, incluye unión pernada, recubrimiento de tratamiento anticorrosivo y pintura epoxica para su proteccion.	Kg	2,360.8	\$ 20,240	\$ 47,782,592	Dado que la estructura actual no cumple con la deriva requerida por medio de la NSR 10, se requiere un refuerzo de elementos metálicos. Esto con el fin de realizar una intervención que no afecte el normal desarrollo de las actividades
Mantenimiento en Ladrillo a la Vista del Parqueaderos consistente en el Lavado de fachada, Impermeabilización Sika Imper Mur, Mano de Obra, Equipo de Alturas y suministro de material	M2	1,300.4	\$ 25,100	\$ 32,640,040	El ladrillo a la vista presenta eflorescencias, producto del Smog del parqueadero, por lo que se requiere limpieza e impermeabilización con el fin de proteger el ladrillo del ambiente actual, cada 2 o 3 años.

COSTO DIRECTO		\$ 1,835,079,362
Administración	16%	\$ 293,612,698
Imprevisto	3%	\$ 55,052,381
Utilidad	5%	\$ 91,753,968
Iva Sobre Utilidad	19%	\$ 17,433,254
COSTO TOTAL		\$ 2,292,931,662

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11
Presupuesto para segunda propuesta de intervención.

SEGUNDA PROPUESTA					
Descripción de actividad	Unidad	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	Observación
Limpieza general de placa de entepiso, retirando productos anteriores, eflorescencias entre otros con hidro lavadora y limpieza mecánica.	M2	3,700	\$ 8,000	\$ 29,600,000	Dado que actualmente en la placa de entepiso se ha realizado otro proceso tratando de solventar el problema, se requiere realizar limpieza de estos elementos con el fin de que se genere una superficie adecuada.
Reforzamiento de placa de entepiso con Sika® CarboDur® S	Ml	2,624.4	\$ 159,607	\$ 418,873,136	Dado que la estructura de concreto no cumple con la resistencia requerida por la NSR 10, es requerido realizar un reforzamiento de la placa con el fin de garantizar la resistencia mínima requerida.
Tratamiento de grietas y fisuras con XYPEX FCM 80	M2	3,700.0	\$ 96,074	\$ 355,474,074	La fisura de la placa superior debe ser rellenas por medio de inyección epóxica, con el fin de evitar que elementos dañinos del medio ambiente tengan acceso al interior del elemento de concreto y se afecte el PH de cemento dando paso a la corrosión.

Tratamiento de reforzamiento estructural de columnas por medio de Sika CarboDur S-1012 embebidas en una matriz endurecida de resina epoxica que está constituida por 70% de fibra y 30% de resina. por columna intervenida	Und	75	\$ 3,800,000	\$ 285,000,000	Dado que la estructura de concreto no cumple con la resistencia requerida por la NSR 10, es requerido realizar un reforzamiento de las columnas con el fin de garantizar la resistencia mínima requerida y cumplir derivas.
Tratamiento de reforzamiento estructural de vigas por medio de Sika CarboDur S-1012 embebidas en una matriz endurecida de resina epoxica que esta constituida por 70% de fibra y 30% de resina. por columna intervenida	Und	300	\$ 3,125,000	\$ 937,500,000	Dado que la estructura de concreto no cumple con la resistencia requerida por la NSR 10, es requerido realizar un reforzamiento de las vigas y viguetas con el fin de garantizar la resistencia mínima requerida
Mantenimiento en Ladrillo a la Vista del Parqueaderos consistente en el Lavado de fachada, Impermeabilización Sika Imper Mur, Mano de Obra, Equipo de Alturas y suministro de material	M2	1,300.4	\$ 25,100	\$ 32,640,040	El ladrillo a la vista presenta eflorescencias, producto del Smog del parqueadero, por lo que se requiere limpieza de estos elementos e impermeabilización con el fin de proteger el ladrillo del ambiente actual, cada 2 o 3 años.
Retiro y reinstalación de cubierta existente, fin verificar su estado actual.	m2	2,073.6	\$ 8,000	\$ 16,588,800	La cubierta del segundo piso presenta filtraciones, se requiere retiro y reinstalación de ésta con el fin de verificar daños reales a las mismas.
Realizar intervención con SikaTop®-Seal 107 para realizar impermeabilización en las zonas afectadas.	M2	3,700	\$ 33,500	\$ 123,950,000	Con el fin de garantizar que la capa de concreto se encuentra impermeabilizada es requerido aplicar el producto nombrado, garantizando el control de los niveles de agua.
COSTO DIRECTO				\$ 2,199,626,050	

Administración	16%	\$ 351,940,168
Imprevisto	3%	\$ 65,988,781
Utilidad	5%	\$ 109,981,302
Iva Sobre Utilidad	19%	\$ 20,896,447
COSTO TOTAL		\$ 2,748,432,749

Fuente: elaboración propia.

13. PROGRAMACIÓN ESTIMADA DE LAS PROPUESTAS

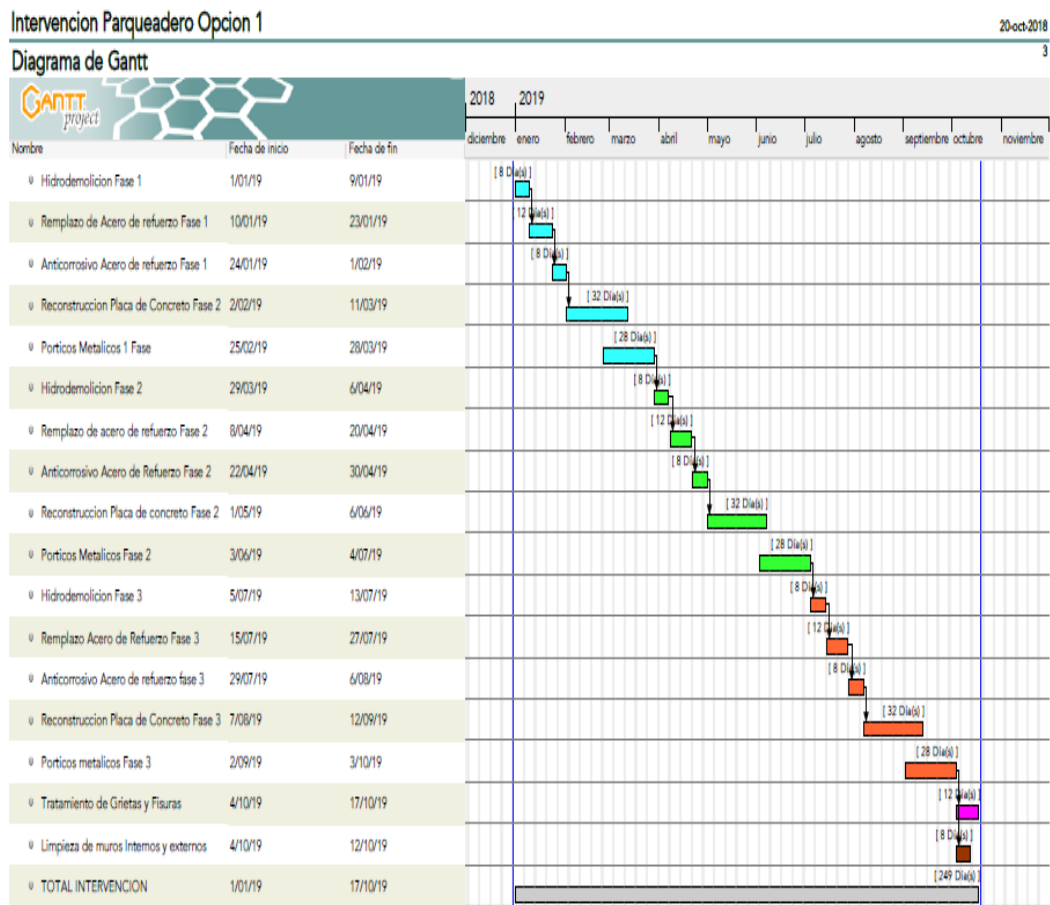


Figura 40. Programación propuesta intervención No1. Fuente: Elaboración propia

El trabajo en la propuesta 1 se realizaría en tres fases, teniendo una duración de 9 meses y medio, lo anterior con el fin de no inhabilitar completamente el parqueadero, en cada fase se realizaría demolición, reforzamiento y reconstrucción, se incluye tiempo de fraguado de 28 días en cada fase. Finalmente se realizara una limpieza total a la estructura.

Diagrama de Gantt

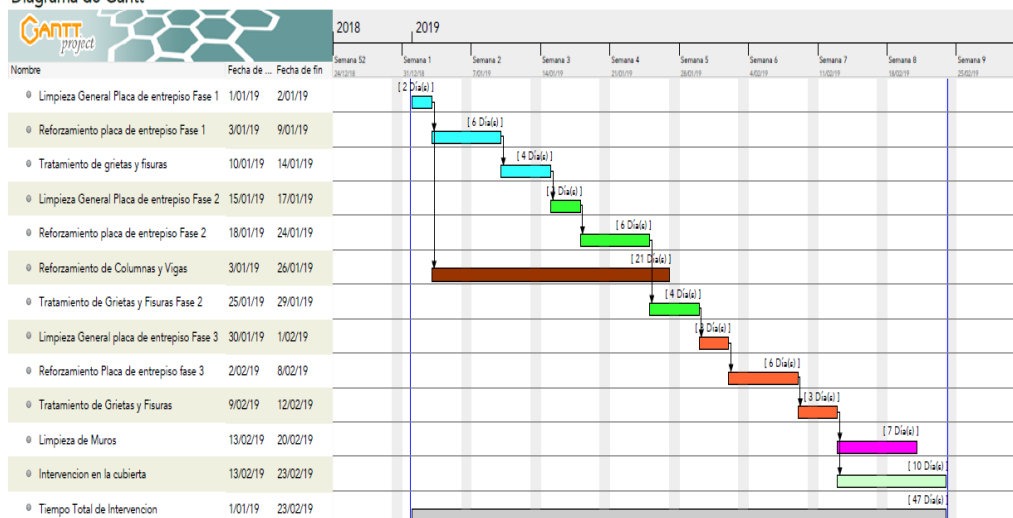


Figura 41. Programación propuesta Intervención No2. Fuente: elaboración propia.

El trabajo en la propuesta 2 tiene una duración de dos meses, dado que por medio de este método no es necesario inhabilitar sectores del parqueadero, así mismo se puede intervenir de general todo el parqueadero. Sin embargo se optó por dividir en tres secciones, dado que aunque no requiere inhabilitar el sector por un periodo prolongado, con el fin de instalar las placas de carbono es requerido andamios y otros elementos que evitara que se realice uso del parqueadero por periodos cortos.

CONCLUSIONES

Se observaron grietas que atraviesan la torta superior permitiendo no solo el paso de agua que agrava aún más la lesión si no el paso directo de la misma que permite que el agua se empoce sobre carros y sobre la placa de piso

La corrosión de los aceros en algunas vigas principales, ha dejado a la vista los refuerzos metálicos exponiendo el elemento estructural. Las grietas en algunas zonas de la placa atraviesan las viguetas presentándose continuidad a lo largo de los casetones, con aspecto de araña.

El edificio sufre lesiones físicas, mecánicas, químicas y biológicas. Muchas de las cuales son producto de falencias en el diseño, a la hora de prever la presencia de agua y dióxido de carbono en los elementos que conforman el edificio.

Como parte de las condiciones de la administración, se realizaron ensayos no destructivos, esclerometría y fisuómetro, los cuales indicaron que en la actualidad la edificación no cumple con la normatividad de la NSR-10 la cual consiste en utilizar concretos con resistencia mayor a 17,5 Mpa.

Los fisurómetros evidenciaron que la placa maciza de concreto presenta fisuras que superan lo recomendado por documentos del ACI American Concrete Institute, facilitando que agentes corrosivos ingresen y afecten de manera directa el acero de refuerzo.

Los resultados de los ensayos realizados confirman la necesidad de ejecutar alguna de las intervenciones planteadas en este estudio, debido a que las lesiones encontradas podrían debilitar la estructura a tal punto de afectar su estabilidad, teniendo en cuenta códigos NSR 10 y documentos del American Concrete Institute

Cualquiera de las dos intervenciones que deseen adoptar los propietarios, están enfocadas en eliminar la causa de las lesiones, todo con el fin de que la estructura solo se vea sometida a mantenimientos preventivos en el futuro, y que no se presenten de nuevo las lesiones que han afectado el funcionamiento del parqueadero.

RECOMENDACIONES

Suspender el uso de la segunda planta del parqueadero, mientras se realiza algún tipo de intervención que contemple el refuerzo de la placa de entre piso, puesto que la carga que ejercen los vehículos es fuente de generación de fisuras o grietas, motivo por el cual ninguna de las intervenciones realizadas en el pasado han sido exitosas.

Sin importar la intervención a realizar, es fundamental implementar un plan de mantenimiento mensual, semestral y anual, con el fin de garantizar la duración en el tiempo del mantenimiento. Ejercicio que actualmente no se está realizando.

Realizar ensayo de extracción de núcleos para ser expuestos a pruebas de compresión, y corroborar de manera precisa la resistencia del concreto de las columnas verificando los datos obtenidos en el presente estudio, dado que la prueba de esclerometría genera un porcentaje de error de 10% aproximadamente y se podría requerir un mantenimiento para retirar el concreto afectado por la carbonatación.

ANEXOS

Anexo 1:	Registro fotográfico visita de inspección preliminar al paciente
Anexo 2:	Fichas historia clínica del paciente
Anexo 3:	Plano de levantamiento y clasificación del paciente
Anexo 4:	Análisis de vulnerabilidad
Anexo 5:	Registro fotográfico ensayos No destructivos
Anexo 6:	Calculo estructural del expediente original
Anexo 7:	Memoria de cálculos del expediente original
Anexo 8:	Estudio de suelos del expediente original
Anexo 9:	Planos originales de conjunto residencial – edificio de parqueaderos

BIBLIOGRAFIA

- A. A. (1987). *Estudio de Suelos, proyecto Sauzalito primera etapa*. Bogotá.
- ACI 201.1 R-08. (2008). *Guía inspección visual del concreto en servicio*. U.S.A: American concrete institute.
- ACI 201.2R-08 Guide to durable concrete. (JUNIO de 2008). U.S.A: American concrete institute.
- ACI 211.1. (1997). *Standard practice for selecting proportions for normal heavyweight and mass concrete*. American concrete institute.
- ACI RAP-14. (2011). *Concrete removal using hydrodemolition*. American concrete institute.
- ACI RAP-5. (2011). *Surface Repair Using Form and Pump Techniques*. American concrete institute.
- Alcaldía mayor de Bogotá. (primero de julio de 2018). Obtenido de <http://www.bogota.gov.co/ciudad/clima>
- Alcaparros de sauzalito. (s.f.). Obtenido de http://www.alcaparrosdesauzalito.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=48:terminos-de-referencia-obras-mantenimiento-parqueadero&Itemid=211
- Archivo Distrital de planiación . (s.f.). *Expediente No 116909*. Bogotá.
- Arquitectura en Acero. (s.f.). *arquitecturaenacero.org*. Obtenido de Conexiones típicas en estructuras de acero: <http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/soluciones-constructivas/conexiones-tipicas-en-estructuras-de-acero>
- Congreso de Colombia. (03 de 08 de 2001). LEY 675. Bogotá, Colombia.
- García, L. L., & Perales, J. L. (s.f.). Tipología de Uniones entre elementos estructurales. En *Elementos de construcción*. Universidad de Castilla-La Mancha. Obtenido de https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_const/ElementosConstruccion03.PDF
- H. S., & G. T. (2011). *Procesos y técnicas de construcción* (Quinta ed.). Santiago de Chile: Ediciones universidad católica de Chile. Obtenido de <https://www.pdf-archive.com/2016/05/30/procesos-y-tecnicas-de-construccion-5a-ed/procesos-y-tecnicas-de-construccion-5a-ed.pdf>
- Instituto Español del cemento y sus aplicaciones. (2017). *Componentes y propiedades del cemento*. Obtenido de Instituto Español del cemento y sus aplicaciones: <https://www.ieca.es/componentes-y-propiedades-del-cemento>

Mosquera, J. A. (Septiembre de 2015). Reforzamiento de puentes con materiales compuestos FRP.

perez, L. (23 de Agosto de 2012). *Hidrolavado de paredes y frentes de ladrillos vista*. Obtenido de Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=o_r_SHZjYqo

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. (1998). *NSR 98*.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. (2010). *NSR 10*.

Secretaria distrital de planeación. (Diciembre de 2010). Zonas de respuestas sísmicas. Bogotá. Obtenido de <http://www.scg.org.co/wp-content/uploads/MCZSB-Respuesta-2010.pdf>