

ESTUDIO PATOLOGICO DE EDIFICIO 354 EN SEDE MELENDEZ DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE EN LA CIUDAD DE CALI

Ing. Sigifredo Álvarez Andrade

Ing. Jorge Humberto Torres Arana

Universidad Santo Tomás de Aquino

Notas del Autor:

Trabajo realizado para optar por el título de Especialista en Patología de la Construcción

Director de Proyecto de Grado:
Ing. Walter Mauricio Barreto Castillo

Facultad de Ciencias y Tecnologías
Especialización en Patología de la Construcción

Medellín 2017

Tabla de Contenido

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	8
1. OBJETIVOS.....	9
1.1 Objetivo General	9
1.2 Objetivos específicos.....	9
1. DATOS GENERALES SOBRE LA EDIFICACIÓN.....	10
2.1 Antecedentes	10
2.2 Descripción de edificio 354.....	13
2.3 Clima y medio ambiente	13
2.4 Tipología estructural	14
2.5 Distribución arquitectónica	14
Primer piso.....	14
Segundo Piso	16
2. METODOLOGÍA.....	19
3. LESIONES PATOLÓGICAS.....	20
4.1 Agrietamientos en fachadas	20
4.1.1 Localización y descripción del elemento afectado	20
4.1.2 Descripción de la lesión.....	21
4.2 Perdida de concreto en elementos de celosía en fachadas	21
4.2.1 Localización y descripción del elemento afectado	22
4.2.2 Descripción de la lesión.....	23
4.3 Pérdida de concreto en elementos de fachadas	24
4.3.1 Localización y descripción del elemento afectado	24
4.3.2 Descripción de la lesión.....	25
4.4 Alfajías de concreto para ventanas de fachada.....	25
4.4.1 Localización y descripción del elemento afectado	26
4.4.2 Descripción de la lesión.....	26
4.5 Desprendimiento de columneta de concreto en fachada	27
4.5.1 Localización y descripción del elemento afectado	28
4.5.2 Descripción de la lesión.....	28
4.6 Asentamiento en zona de circulación externa.	30
4.6.1 Localización y descripción del elemento afectado	30

4.6.2 Descripción de la lesión.....	31
4.7 Humedad en cubierta de concreto	33
4.7.1 Localización y descripción del elemento afectado	33
4.7.2 Descripción de la lesión.....	34
4.8 Lesiones estructurales	35
4.8.1 Localización y descripción del elemento afectado	36
4.8.2 Descripción de la lesión.....	36
4. ESTUDIOS Y RESULTADOS DE LABORATORIO	37
5.1 Estudio de suelos	38
5.2 Inspección de especies arbóreas en el área aledaña al edificio	39
5.2.1 Árbol de mango	39
5.2.2 Árbol de caucho.....	40
5.3 Levantamiento altimétrico de deflexiones en estructura de fachada.....	41
5.4 Análisis de calidad del concreto de la estructura	44
5.4.1 Resultados de ensayos a compresión en núcleos.....	45
5.4.2 Resultados de ensayo de carbonatación y resistencia por pulso ultrasónico	45
5. DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS	46
6.1 Agrietamientos en fachadas	47
6.2 Pérdida de concreto en elementos de celosía en fachadas	49
6.3 Pérdida de concreto en elementos de fachadas	51
6.4 Alfajías de concreto para ventanas de fachada.....	52
6.5 Desprendimiento de columneta de concreto en fachada	53
6.6 Asentamiento en zona de circulación externa	56
6.7 Humedad en cubierta de concreto	57
6.8 Lesiones estructurales	59
6. INTERVENCIONES.....	60
7.1 Intervención 1 – Agrietamiento en fachadas.....	61
7.2 Intervención 2 – Pérdida de concreto en elementos de fachada.....	62
7.3 Intervención 3 – Pérdida de concreto en ventanas de fachadas	62
7.4 Intervención 4 – Alfajías de concreto para ventanas de fachada	63
7.5 Intervención 5 – Desprendimiento de columneta de concreto en fachada.....	63
7.6 Intervención 6 - Asentamiento en zona de circulación externa	63

7.7 Intervención 7 - Humedad en cubierta de concreto.....	64
7.8 Intervención 8 - Lesiones estructurales.....	66
8. PRESUPUESTO.....	68
9. PROGRAMACIÓN DE OBRA.....	69
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
Lista de Figuras.....	71
Referencias.....	74
ANEXOS	75

RESUMEN

Debido a la presencia en los últimos años de lesiones en la planta física de las diferentes edificaciones de las escuelas de ingeniería de la sede Meléndez de la universidad del valle, se proyectó realizar un estudio patológico de la construcción en el edificio No. 354 de la escuela de ingeniería eléctrica y electrónica, edificación que fue seleccionada por presentar el mayor número de lesiones, comparadas con el resto de edificios de la ciudadela universitaria que en el año 1972 fue galardonada con el premio nacional de arquitectura.

Esta edificación fue construida a finales de los años sesenta y principios de los años setenta, con más de cuarenta años de servicio presenta en sus diferentes elementos patologías que a pesar de presentarse periódicamente mantenimiento en su planta física, especialmente al interior del edificio donde presta el servicio de oficinas, laboratorios y salas de computo, presenta lesiones en los diferentes elementos arquitectónicos del segundo nivel de fachada como fisuras, desprendimiento de concreto, deterioro severo en elementos prefabricados de concreto, grietas en su fachada. En el interior del edificio, humedades en el cielo y en la cubierta de concreto, así mismo, en el primer nivel presenta desprendimiento de algunos elementos prefabricados como columnetas, presencia de dilataciones en el piso de las áreas de circulación perimetral del edificio en estudio, deflexiones en las ventanas que ocasionan dilataciones progresivas entre el elemento en cuestión y la losa de entrepiso. Por otra parte, se evidencia posibles deflexiones de la edificación que se manifiestan con hundimientos en la placa del piso exterior de la edificación.

El presente estudio patológico se desarrolla en el marco del Trabajo Profesional Integrado –TPI para optar por el título de Especialista en Patología de la Construcción de la Universidad Santo

Tomás y el resultado obtenido es el diagnóstico de las lesiones identificadas con su respectivo tratamiento, presupuesto y cronograma de ejecución de su tratamiento.

Palabras Clave: escuelas de ingeniería, patológico, arquitectura, lesiones, fisuras, grietas, desprendimientos de concreto, dilataciones, circulación perimetral, hundimientos.

ABSTRACT

Due to the presence in recent years of injuries in the physical plant of the different buildings of the engineering schools of the Meléndez campus of the Universidad del Valle, it was planned to carry out a pathological study of the construction in building No. 354 of the Universidad del Valle. school of electrical and electronic engineering, a building that was selected for presenting the highest number of injuries, compared to the rest of the buildings of the university citadel that in 1972 was awarded the national architecture prize.

This building was built at the end of the 1960s and beginning of the 1970s, with more than forty years of service, it presents pathologies in its different elements that, despite periodically presenting maintenance on its physical plant, especially inside the building where the service offices, laboratories and computer rooms, presents injuries in the different architectural elements of the second level of the facade such as fissures, detachment of concrete, severe deterioration in prefabricated concrete elements, cracks in its facade. Inside the building, humidity in the ceiling and in the concrete cover, likewise, on the first level there is detachment of some prefabricated elements such as columns, presence of dilations in the floor of the perimeter circulation areas of the building under study, deflections in the windows that cause progressive expansion between the

element in question and the mezzanine slab. On the other hand, possible deflections of the building are evidenced, which are manifested with subsidence in the exterior floor plate of the building.

The present pathological study is developed within the framework of the Integrated Professional Work -TPI to opt for the title of Specialist in Construction Pathology of the Santo Tomás University and the result obtained is the diagnosis of the injuries identified with their respective treatment, budget and execution schedule of your treatment.

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo del TPI para optar para el título de Especialista en Patología de la Construcción, se han realizado los diagnósticos del paciente ubicado en la Universidad del Valle en la sede Meléndez de la Ciudad de Cali. El paciente es un edificio construido entre los años 1969 y 1971 cuando en el país la Ingeniería no había adoptado mediante norma un reglamento para la construcción sismorresistente. Esta edificación se ha conservado sin intervenciones estructuralmente y la inspección realizada confirma el poco mantenimiento preventivo, especialmente en sus fachadas y cubierta.

Para el diagnóstico se emplearon fichas de apoyo, visitas, entrevistas a funcionarios sobre sus observaciones, consultas bibliográficas de trabajos de pregrado y consulta en los archivos de Planeación Universitaria quien concedió los permisos para realizar el estudio.

Sobre la base de los diagnósticos de cada una de las lesiones identificadas, se realizó la propuesta de intervención para cada lesión con su respectivo presupuesto estimado y cronograma de ejecución de actividades.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Realizar el estudio patológico en el edificio 354 de la Universidad del Valle, sede Meléndez.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar la inspección del paciente a estudiar
- Identificar y reseñar las lesiones presentadas en la edificación
- Diagnosticar las causas de las diferentes lesiones identificadas en el edificio
- Proponer las intervenciones a cada una de las lesiones estudiadas
- Definir el presupuesto de obra y el cronograma de las intervenciones propuestas

1. DATOS GENERALES SOBRE LA EDIFICACIÓN

2.1 Antecedentes

El campus Meléndez de la Universidad del Valle se ubica en la ciudad de Santiago de Cali en el suroccidente colombiano, en el departamento del Valle del Cauca, en la planicie del Valle, en la Carrera 100 con Calle 13. Es uno de los campus universitarios más grandes de Colombia con una extensión de 1 000 000 m² (de los cuales una gran parte pertenece a áreas verdes y espacios abiertos) lo cual lo convierte en el segundo campus universitario más grande del país después del campus principal de la Universidad Nacional en Bogotá. Se ubica a unos 1000 metros de altitud con respecto al nivel del mar. La universidad fue fundada el 11 de junio de 1945, es un establecimiento público educativo de nivel superior reconocido como una de las mejores universidades del país por su excelencia académica e investigativa.

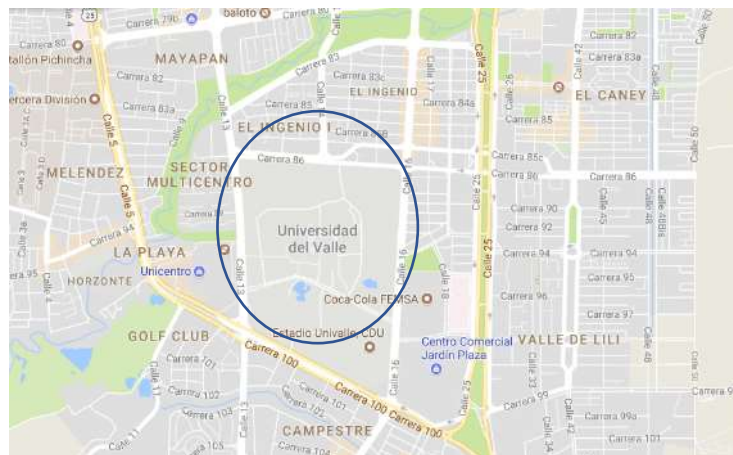


Imagen 1 Ubicación de la Universidad del Valle

En sus comienzos la universidad estaba ubicada en la sede San Fernando donde aún están las facultades de Salud y Administración; cuando se ve la necesidad de ampliarla, comienza la

búsqueda de un área que cumpla los requisitos para tal fin para lo cual la familia Garcés Giraldo ofrece ceder el título gratuito de un terreno logrando conseguir 1.000.021 m².

En el año 1965 se conforma un grupo de diseño que comienzan a desarrollar el proyecto de la Ciudad Universitaria del Valle finalizándolo en 1968; a partir de este momento y hasta 1971, con motivo de los Juegos Panamericanos, se ejecuta el proyecto. Su diseño urbano, arquitectónico y de construcción fue desarrollado por los arquitectos Jaime Cruz y Diego Peñaloza. En cuanto a la calidad ambiental de los edificios, tienen en cuenta la incidencia del sol y como integrarse al entorno paisajístico comprendido por espacios abiertos y las visuales hacia los Farallones.



Imagen 2 Plan de desarrollo físico facultad de ingenierías 1969

El terreno donde se localiza el campus universitario estaba destinado al cultivo de caña y por ello se encontraba desprovisto de arborización. Sin embargo, el lugar poseía un fuerte potencial paisajístico por su localización estratégica con visual hacia los Farallones de Cali y hacía las colinas de Pance. Desde comienzos del proyecto en esta zona se visionó su arborización, siendo la arquitecta Lyda Caldas de Borrero quien por medio de su diseño paisajístico logró una fuerte

restitución ecológica, convirtiendo la Universidad del Valle en un lugar de conexión y conservación de la flora y fauna de la ciudad.

En su concepción se tuvieron en cuenta diversos aspectos que hacen parte del ecosistema tales como el relieve, la secuencia de bosques y praderas, los cambios de estación de la región, las precipitaciones, la composición y fertilidad del suelo, el estudio de los árboles en toda su estructura así como su tamaño, forma de copa, colorido y capacidad de dar sombra entre otros; además se tuvo en cuenta su comportamiento en relación con la arquitectura y el espacio.

El diseño paisajístico se concentró en dos hechos: el primero fue el carácter de la región, sus visuales, el clima que le aportan una identidad propia y el segundo la arquitectura y el cómo los espacios generados interactúan con el exterior por lo cual el proyecto paisajístico se pensó como un espacio de transición entre el paisaje y la ciudad que diera un carácter propio al lugar pero reafirmando el paisaje propio de la región.

El agua también juega un papel trascendental con la construcción de dos grandes lagos que aumentan el valor ambiental del campus. Estos cuerpos de agua se caracterizan por ser ecosistemas acuáticos lénticos y son reconocidos por su importancia vital, como zona de amortiguamiento de lluvias, tránsito de aves migratorias y presencia de múltiples organismos que ayudan a la regulación y renovación del ecosistema.

(Universidad del Valle, 1945-1957) Todos estos atributos comprenden las características que convirtieron la Universidad del Valle en un hito urbano del diseño paisajístico y un ejemplo de la capacidad de los actores locales en el desarrollo arquitectónico de la ciudad y la región. Esta obra fue considerada Premio Nacional de Arquitectura en el año de 1972.

2.2 Descripción de edificio 354

Esta edificación pertenece a la Facultad de Ingeniería eléctrica y electrónica. La edificación fue construida entre 1969 y 1971, tiene un área construida de 1.122 m² y su uso desde su construcción hasta el uso actual es de institución educativa. No se han presentado intervenciones en su estructura o arquitectura.

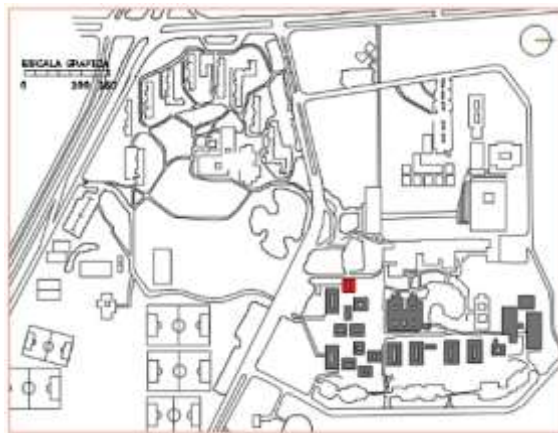


Imagen 3 Localización del edificio 354 dentro de la Universidad del Valle

2.3 Clima y medio ambiente

El clima es de sabana tropical. La cordillera Occidental bloquea los frentes de aire húmedo provenientes del océano Pacífico aunque es notable que la brisa marina llega a la ciudad. La cordillera Occidental tiene 2.000 m de altitud promedio en el norte de la ciudad y alcanza los 4.000 metros en el sur; esto hace que en la ciudad la región suroccidental, donde se ubica la Universidad del Valle, sea más lluviosa que la noroccidental. En promedio la precipitación anual va desde los 900 mm en las zonas más secas hasta los 1.800 mm en las zonas más lluviosas, con 1.000 mm promedio sobre la mayor parte del área Metropolitana de Cali. La temperatura media es de 23.1 °C (73.6 °F) con un mínimo promedio de 15 °C (66 °F) y un máximo promedio de 32 °C (86 °F), con un máximo absoluto de 36 °C y mínimo absoluto de 13 °C; en ciertas épocas del año se

registran altos niveles de humedad hasta de un 89%. Las estaciones secas van de diciembre a febrero y de julio a agosto y la estación de lluvias de marzo a mayo y de septiembre a noviembre. La temperatura más alta registrada en Cali fue de 39 °C el día 16 de agosto de 1979, y la más baja fue de 14 °C el 18 de junio de ese mismo año.

2.4 Tipología estructural

(Edwin Enrique Galarza) Su construcción es anterior al CCCSR-84 y según planos consultados fue diseñado con el código americano ACI-318-63. La cimentación es superficial con base en zapatas individuales y vigas de cimentación para su amarre. Su estructura es en pórticos de concreto reforzado y corresponde a una edificación regular tanto en planta como en altura en dos pisos. Posee losa aligerada en una dirección para la cubierta y el entrepiso.

2.5 Distribución arquitectónica

Primer piso

Programa		Area M2
Oficinas		229,93
1003	Oficina de tesis pregrado	17,53
1004	Oficina Profesor	8,73
1005	Oficina Profesor	8,74
1006	Oficina Profesor	13,58
1007	Oficina Profesor	10,13
1008	Oficina Profesor	10,13
1009	Oficina Tesis posgrado	31,73
1010	Oficina Profesor	11,25
1011	Oficina Profesor	11,34
1012	Oficina Profesor	11,28
1013	Oficina Profesor	5,77
1013-1	Oficina Profesor	11,58

	1014 Oficina Profesor	11,54
	1015 Oficina Profesor	12,58
	1016 Oficina Profesor	11,67
	1017 Oficina Profesor	10,61
	1018 Sala de Reuniones tesis	31,74
	Buitrón	3,48
Circulaciones		292,98
	Circulación cubierta interna	87,55
	Circulación cubierta externa	205,25
Muros y columnas		42,59

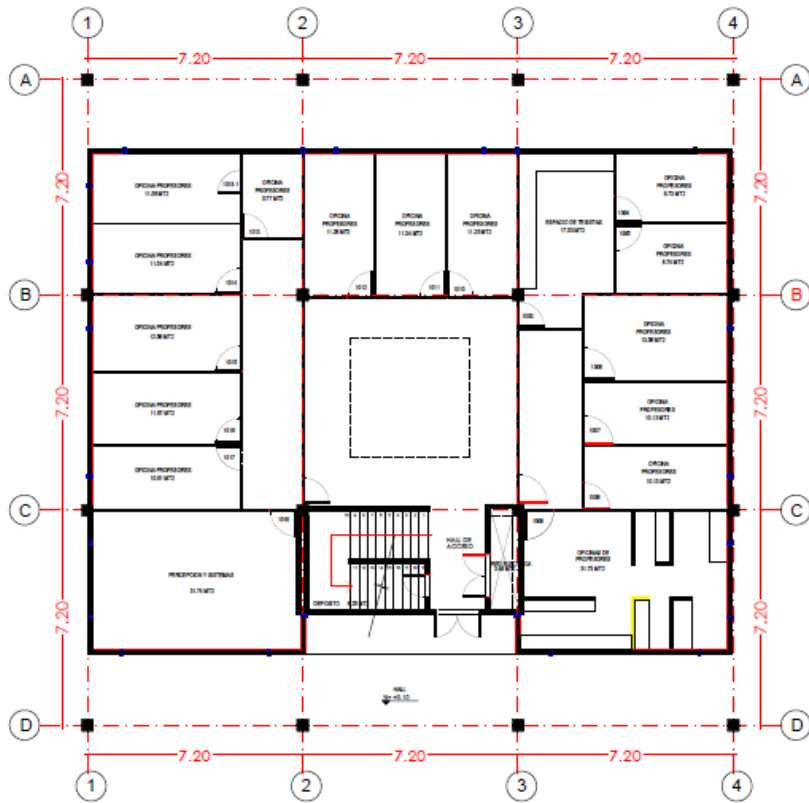


Imagen 4 Planta Primer piso

Segundo Piso

	Programa	Area M2
Laboratorio		72,80
	2007 Laboratorio Int. Computacional	35,60
	2007-1 Laboratorio Robótica móvil	37,20
	2010 Salón de sistemas	52,66
	2010-1 Salón de sistemas	53,63
Salón Común		63,39
	Salón audiovisual Ing. Eléctrica y electrónica	63,39
Oficinas		165,57
	2008 Salón tesis Ing. Eléctrica y electrónica	19,60
	2009 Salón tesis Ing. Eléctrica y electrónica	22,67
	2006 Oficina de contratistas (investigación)	31,22
	2011 Oficina grupo de estudiantes	20,74
	2029 Disponible 1	28,91
	2029-1 Disponible 2	22,72
	2029-2 Archivo	10,34
	2030 Oficina de tesis	9,37
	Buitrón	3,48
Circulaciones		109,06
	Circulación cubierta interna	63,16
	Circulación cubierta externa	46,44
Muros y columnas		32,61

ESTUDIO PATOLÓGICO DE EDIFICIO 354 DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE EN LA CIUDAD DE CALI

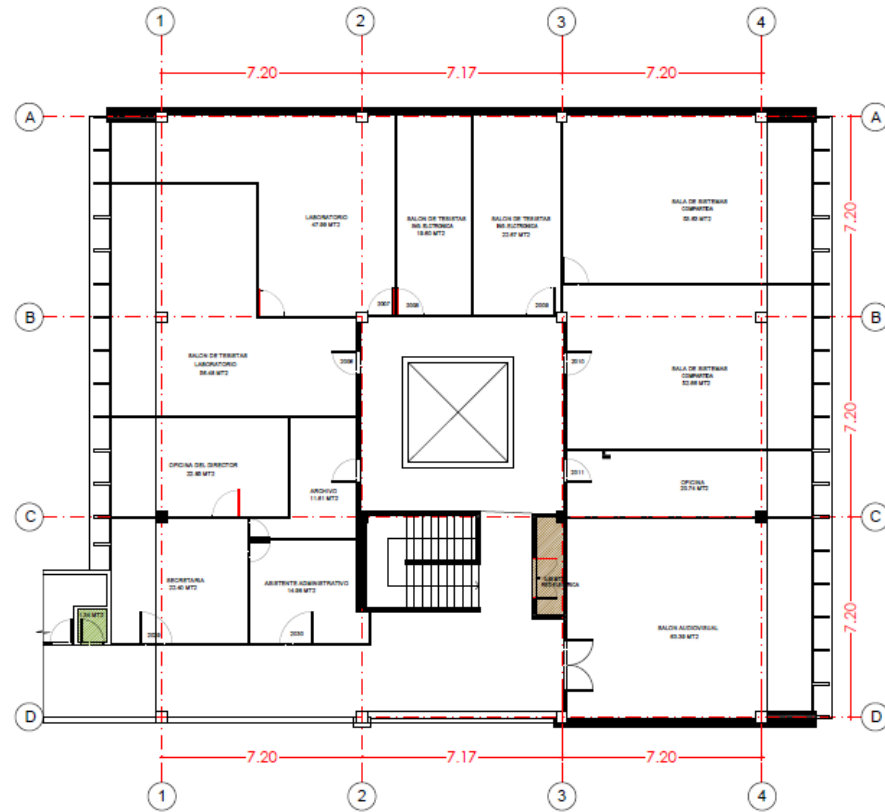


Imagen 5 Planta Segundo piso

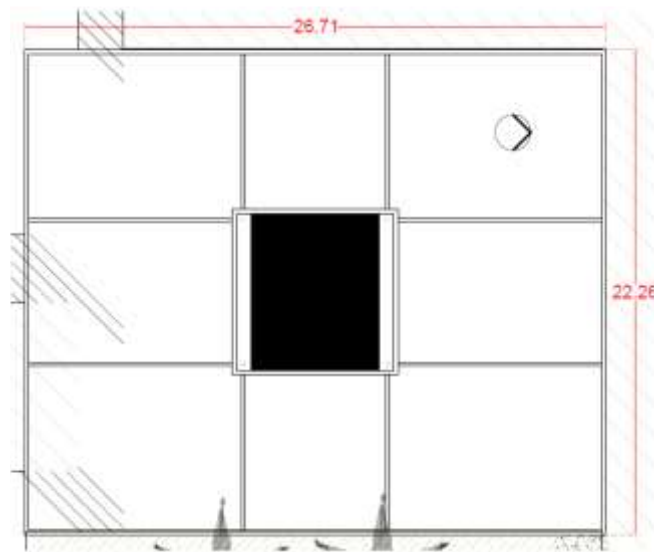


Imagen 6 Planta de cubierta

2. METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos planteados en el presente estudio patológico se estableció una metodología que permitiera su consecución y se esquematiza en el siguiente gráfico:

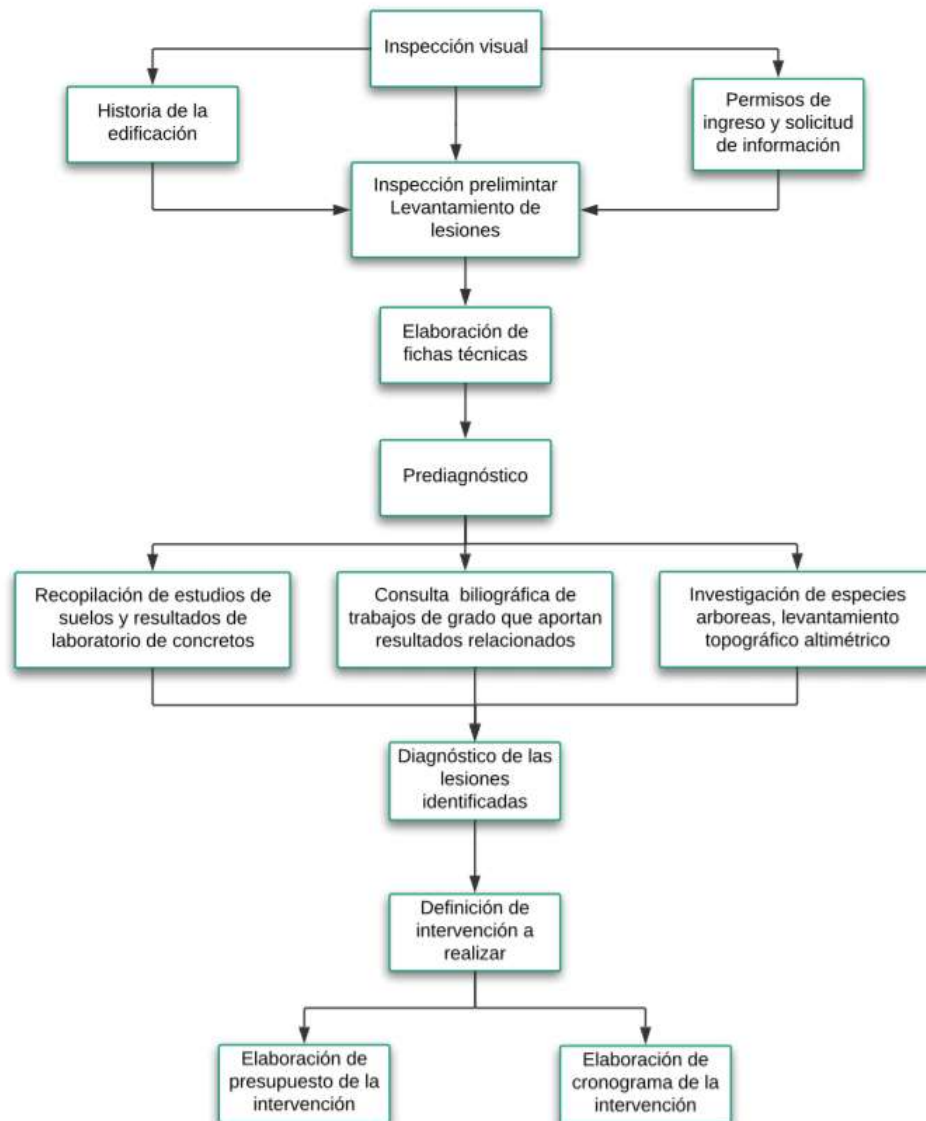


Imagen 7 Metodología aplicada

3. LESIONES PATOLÓGICAS

4.1 Agrietamientos en fachadas



Imagen 8 Grietas en paneles de fachada

4.1.1 Localización y descripción del elemento afectado

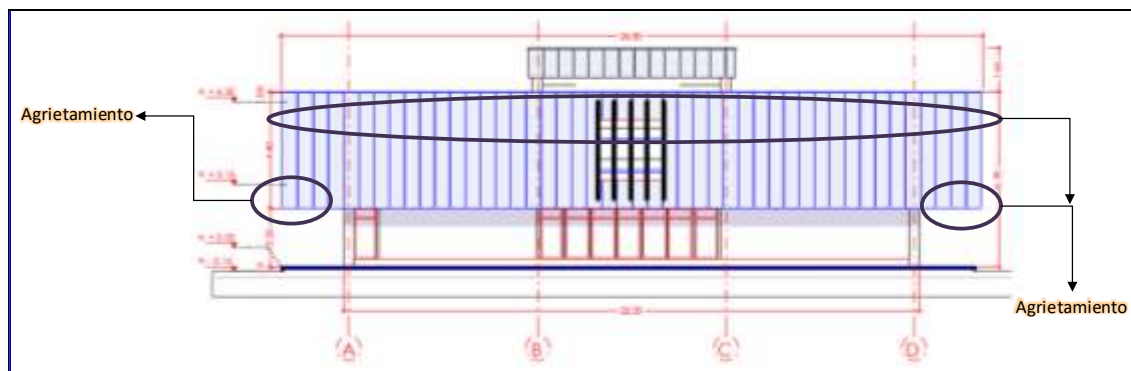


Imagen 9 Localización de agrietamientos en fachada

La fachada es en doble muro de ladrillo común con repello y acabado en granito.

4.1.2 Descripción de la lesión

Se presentan fisuras horizontales y diagonales en las esquinas de la edificación y longitudinal a lo largo de la fachada al nivel de la losa del segundo piso. La afectación de la patología presentada tiene una incidencia directa en la seguridad, debido a la ubicación de este elemento sobre la fachada del edificio que, en caso de presentarse un desprendimiento de alguna parte, puede causar lesiones en transeúntes. El grado de la lesión es severo porque se está presentando en forma localizada, específicamente, en los extremos donde está en voladizo la edificación.



Imagen 10 Grietas en granito y repello en esquina de la fachada

4.2 Perdida de concreto en elementos de celosía en fachadas



Imagen 11 Celosías prefabricadas de concreto sobre las ventanas de fachada

4.2.1 Localización y descripción del elemento afectado

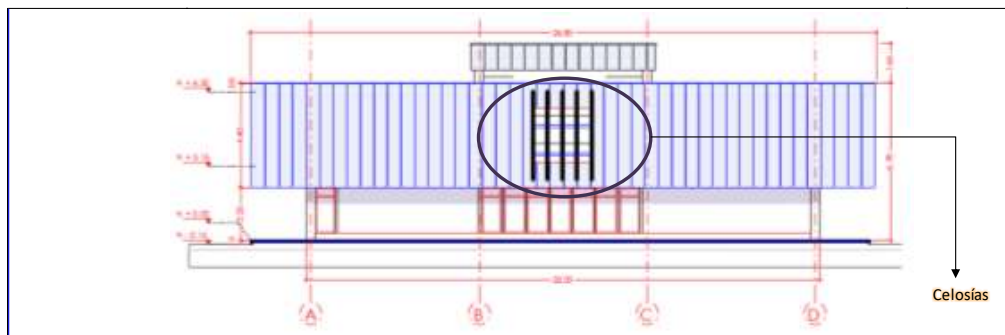


Imagen 12 Perdida de concreto en elementos de celosía en fachadas

Las celosías de concreto prefabricadas hacen parte de la fachada como elementos arquitectónicos, son elementos en concreto empotrados en la fachada del segundo piso de la edificación. El espesor de los elementos de concreto es de aproximadamente seis (6) centímetros.

4.2.2 Descripción de la lesión

La patología presentada tiene una afectación en su aspecto y en su seguridad, estos elementos prefabricados sobre la fachada del edificio, como se observa en las imágenes presentan desprendimiento de sus partes en el concreto en la parte externa del elemento, que pueden causar accidentes y genera un mal aspecto funcional del elemento arquitectónico. El nivel de recuperación es necesario para mejorar su aspecto y evitar cualquier riesgo en la caída de sus partes. El grado de la lesión es severo porque se está presentado en todo el elemento, específicamente, en su cara externa, esta lesión es característica en los otros elementos arquitectónicos de fachada de las edificaciones vecinas.



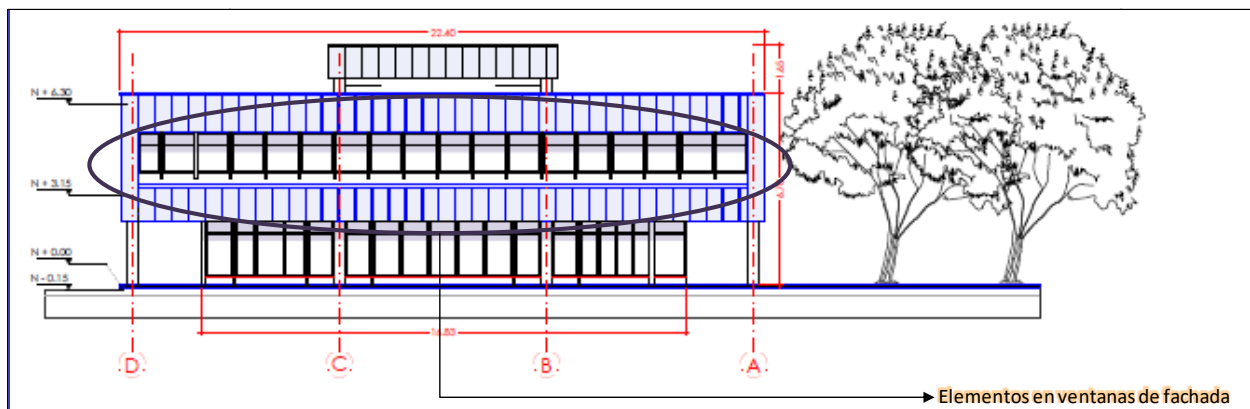
Imagen 13 Detalle del deterioro de los elementos

4.3 Pérdida de concreto en elementos de fachadas



Imagen 14 El concreto deteriorado presenta pérdida de material

4.3.1 Localización y descripción del elemento afectado



Los elementos afectados son paneles de concreto de cinco (5) centímetros de espesor que van en las ventanas sobre la fachada del segundo piso de la edificación.

4.3.2 Descripción de la lesión

Esta lesión es directa sobre los elementos arquitectónicos de concreto que hacen parte de las fachadas, presenta deterioro severo, y descascaramiento del concreto, que con el simple tacto desprende sus partes dejando expuesto el acero de refuerzo.

4.4 Alfajías de concreto para ventanas de fachada.



Imagen 15 Perdida del concreto en las alfajías de las ventanas

4.4.1 Localización y descripción del elemento afectado

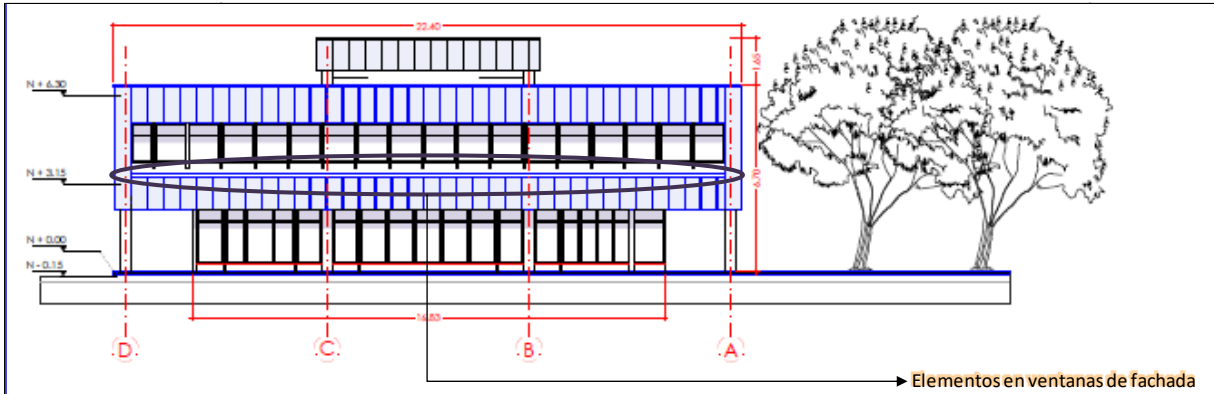


Imagen 16 Alfajías de concreto para ventanas de fachada

Las alfajías de concreto hacen parte de la fachadas como elementos arquitectónicos, son elementos en concreto empotrados en la mampostería de la edificación, tienen cinco (5) centímetros de espesor.

4.4.2 Descripción de la lesión

Es directa sobre los elementos de fachada del edificio, su grado de deterioro es severo. Se observa en varias partes de la alfajía que ha perdido el concreto completamente y solo queda el acero expuesto, presencia de musgo, gramíneas, humedad e insectos.



Imagen 17 Alfajía con elementos biológicos y pérdida de concreto

4.5 Desprendimiento de columneta de concreto en fachada



Imagen 18 Desprendimiento de anclaje superior de la columneta de fachada y dilatación de ventana respecto a la losa de entrepiso

4.5.1 Localización y descripción del elemento afectado

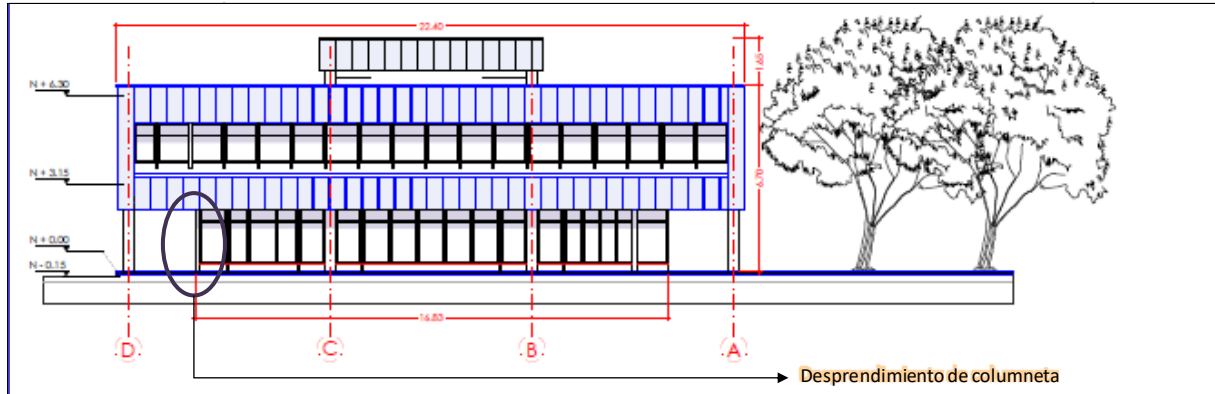


Imagen 19 Desprendimiento de columneta de concreto en fachada

Las columnetas prefabricadas de concreto hacen parte de la fachada como elementos arquitectónicos, están empotrados con los otros elementos de fachada del edificio y no hacen parte del sistema estructural de la edificación.

4.5.2 Descripción de la lesión.

Esta lesión es mecánica debido a deformaciones en el piso, es indirecta sobre los elementos de fachada como ventanas, hay aberturas de las ventanas en las fachadas en su parte superior, presenta desprendimiento en el elemento superior, deja ver su afectación en la ventana de la fachada.

Este elemento presenta problemas patológicos por desprendimiento del elemento en su parte superior, ocasionando una abertura continua en la ventana de la fachada en el sector cercano a la esquina del edificio, como se observa en la imagen, en su unión con el elemento de fachada en su parte inferior no presenta ninguna patología hasta el momento. La afectación de la patología presentada tiene una afectación en su aspecto y seguridad, por la ubicación de estos elementos sobre la fachada del edificio. El nivel de recuperación es necesario para contrarrestar cualquier

riesgo en la seguridad de las oficinas. El grado de la lesión es moderado porque se está presentado en forma localizada, específicamente, en el área externa de la edificación. Puede estar asociada a la patología del hundimiento del piso externo en el área perimetral.



Imagen 20 Desprendimiento de columneta de la losa de segundo piso



Imagen 21 Desprendimiento de columnetas y carpintería.

4.6 Asentamiento en zona de circulación externa.



Imagen 22 Cambios de nivel en pisos del área perimetral del edificio

4.6.1 Localización y descripción del elemento afectado

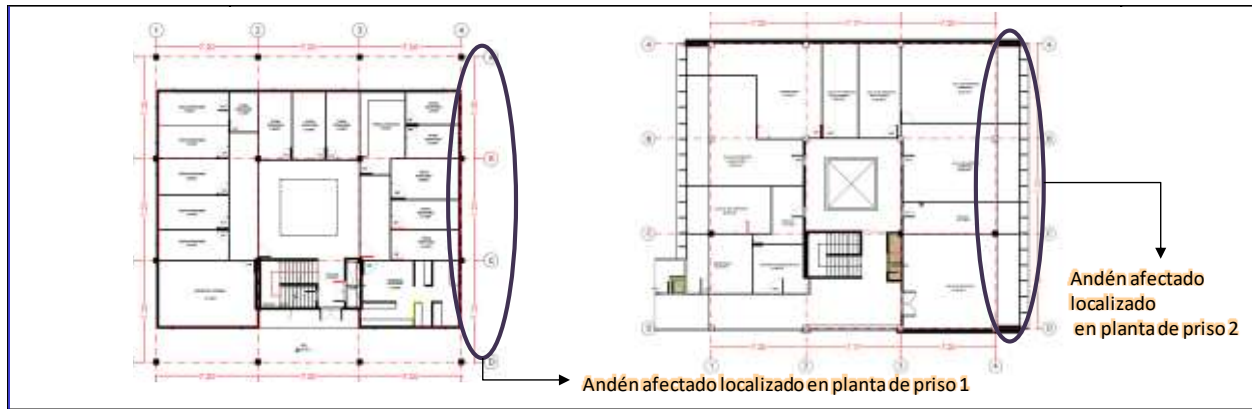


Imagen 23 Asentamiento en zona de circulación externa

La edificación tiene andén perimetral bajo el volado de la segunda planta. El andén afectado está al frente de la fachada norte y es en piso de tablón de gres. Se observa que está apoyado sobre tierra.

4.6.2 Descripción de la lesión

El andén presenta fallas por asentamientos que han obligado a continuas reparaciones y un evidente cambio de nivel entre ellos. El grado de la lesión es alta porque se está presentado en forma localizada, específicamente, en la fachada norte de la edificación, y puede llegar a afectar la edificación por asentamientos diferenciales.



Imagen 24 Desprendimiento de la tableta de enchape del piso

4.7 Humedad en cubierta de concreto



Imagen 25 Humedad severa sobre el cielo bajo la cubierta

4.7.1 Localización y descripción del elemento afectado

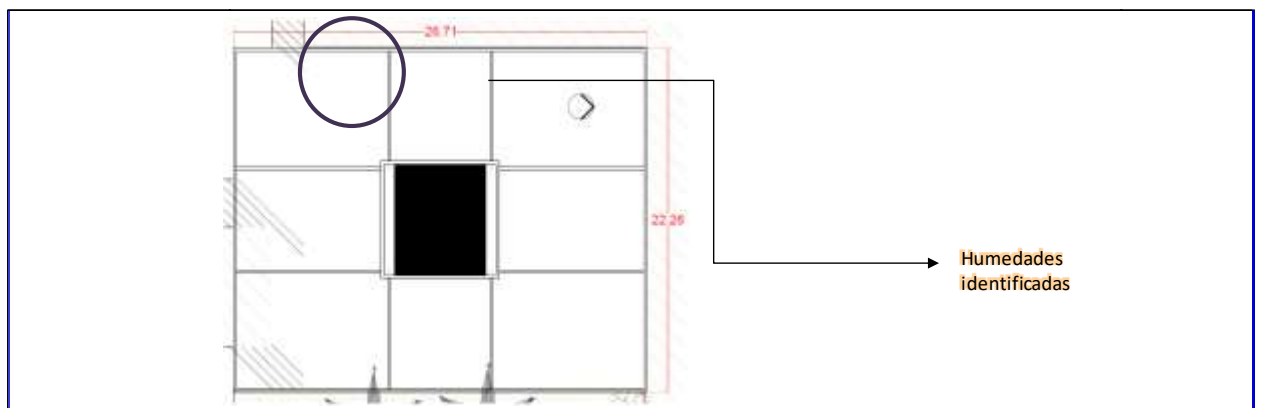


Imagen 26 Humedad en cubierta de concreto

La cubierta de la edificación es en losa de concreto aligerada. Se desagua con 4 bajantes, tiene un área de 594.6 m²

4.7.2 Descripción de la lesión

La afectación de la patología presentada tiene una afectación en su funcionalidad, El nivel de recuperación es imprescindible para contrarrestar las filtraciones y los posibles riesgos por los daños a equipos eléctricos y electrónicos de la sala de computo, oficina y en laboratorios.



Imagen 27 Humedades afectando espacios de oficinas



Imagen 28 Humedades sobre elementos eléctricos que pueden ser afectados

4.8 Lesiones estructurales



Imagen 29 Superficie de concreto de columnas

4.8.1 Localización y descripción del elemento afectado

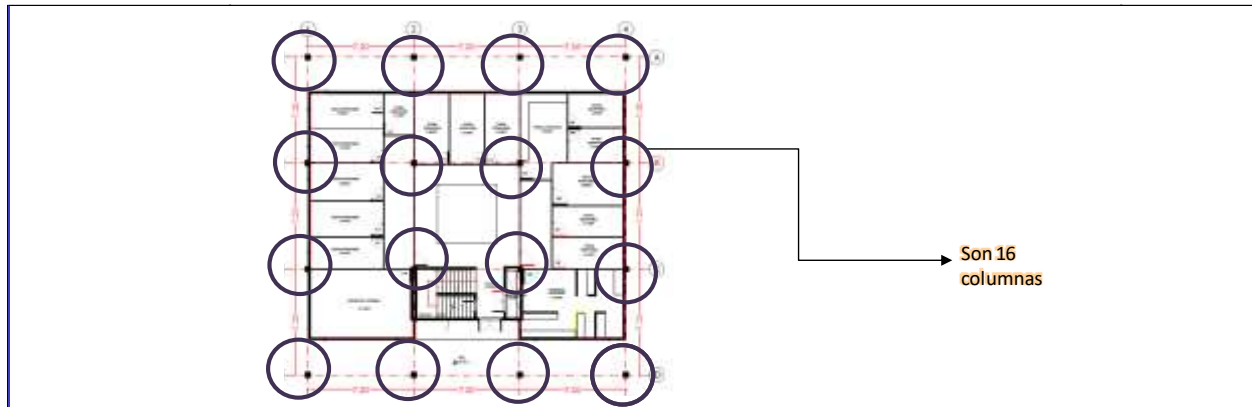


Imagen 30 Lesiones estructurales

El sistema estructural de la edificación es en pórticos de concreto reforzado, rectangular y con 16 columnas cuadradas de 40 x 40 cms. Las columnas se encuentran con buena apariencia, sin fisuras notables, sin desprendimientos y con un acabado con colorante gris basalto.

4.8.2 Descripción de la lesión

Las columnas no presentan lesiones patológicas visibles, pero por ser elementos estructurales importantes es necesario evaluar su condición.



Imagen 31 Columnas en buen estado de conservación visual

4. ESTUDIOS Y RESULTADOS DE LABORATORIO

Para el análisis de las lesiones patológicas presentadas en el capítulo anterior se analizó información existente de estudios de suelos y ensayos de laboratorios realizados en el contexto de otros proyectos académicos dentro de la Universidad del Valle. A continuación se presentan los resultados de estos estudios y se consolidan para que sean la base del diagnóstico de cada una de las patologías que afecta la edificación.

5.1 Estudio de suelos

Contiguo a la edificación en estudio, a 20 metros de distancia, se construyó una edificación para la cual en marzo de 2010 la empresa Geocontrol Ltda realizó el estudio de suelos. También los estudiantes Andrés Felipe Gómez y Andrés Rauch para optar por el título de ingenieros civiles en su trabajo de grado “Estudio de vulnerabilidad sísmica del edificio 355 de la escuela de ingeniería eléctrica y electrónica de la Universidad del Valle” realizaron perforaciones y apiques contiguos a la edificación del presente estudio.



Imagen 32 Al fondo edificio en ladrillo con estudio de suelos de Geocontrol, a la izquierda edificio 355 estudiado por Gomez y Rauch

En el estudio de suelos realizado por Geocontrol Ltda concluye que el suelo se encuentra seco y preconsolidado con propiedades contractoexpansivas bajas que no afectan las estructuras. La

resistencia es variable con la profundidad desde media hasta alta, pero adecuada para soportar las cargas de las edificaciones.

En las investigaciones realizadas por Gómez y Rauch se determinó que el suelo de la edificación no tiene peligrosidad por índice de desecación y que es medianamente expansivo sin llegar a ser un problema crítico para la edificación.

5.2 Inspección de especies arbóreas en el área aledaña al edificio

Una vez se realizó el recorrido en el perímetro de la escuela de Ingeniería eléctrica, se pudo constatar que el sector donde se están presentando patologías en los andenes del primer nivel y patologías en la fachada con desprendimiento de elementos arquitectónicos concreto, fisuras y grietas en el piso, así como asentamientos en el andén perimetral; hay presencia de raíces de dos especies arbóreas que penetran la base del andén perimetral sector norte del edificio, las especies arbóreas identificadas son árbol de Mango y árbol de Caucho.

5.2.1 Árbol de mango

(Familia Anacardiáceas, *Mangifera indica*, Mango, melocotón de los trópicos).



Imagen 33 Árboles de mango cerca de la edificación

El árbol de mango posee unas raíces pivotantes bastante profundas. Pueden alcanzar hasta 6 metros de manera vertical y tener una extensión lateral considerable a medida que va creciendo. Esto también dependerá de la profundidad del suelo, si no es la apropiada sus ramificaciones se extenderán lateralmente a medida que crece.

A medida que el árbol de mango alcanza su etapa adulta, desarrolla un sistema donde sus raíces se anclan de manera superficial, que puede llegar a alcanzar 2 metros de radio. Los cuidados que se le puedan dar como el riego y el abonado, así como las condiciones climáticas también pueden condicionar la extensión lateral de las raíces.

5.2.2 Árbol de caucho

(Familia de las moráceas, Angiosperma, plantas con flores y frutos con semillas).



Imagen 34 Árbol de caucho y sus raíces bajo el andén perimetral

Originario de la India, el Ficus elástica es un árbol de los llamados epífitos, que desarrolla un tronco y además raíces que van creciendo de tal manera que forman un pilar lo suficientemente sólido para que la planta se puede sostener por sí misma. No es parásita, como sí lo es el Ficus benghalensis, pero las raíces son muy invasivas.

Posee un sistema radicular invasivo y agresivo, motivo por el cual no es recomendable para arbolado urbano y en ningún tipo de acera, ya que con los años las levantará y dañará. De crecimiento rápido.

5.3 Levantamiento altimétrico de deflexiones en estructura de fachada

Con el objetivo de analizar descolgamientos de la fachada o deflexiones se hizo levantamiento altimétrico de dos líneas de fachada donde se han presentado las tres esquinas fisuradas. El

levantamiento se realizó el día 24 de abril de 2018 con equipo de topografía nivel de precisión Topcom AT4. Con el levantamiento realizado se dibujaron los perfiles correspondientes.



Imagen 35 Levantamiento altimétrico de fachada

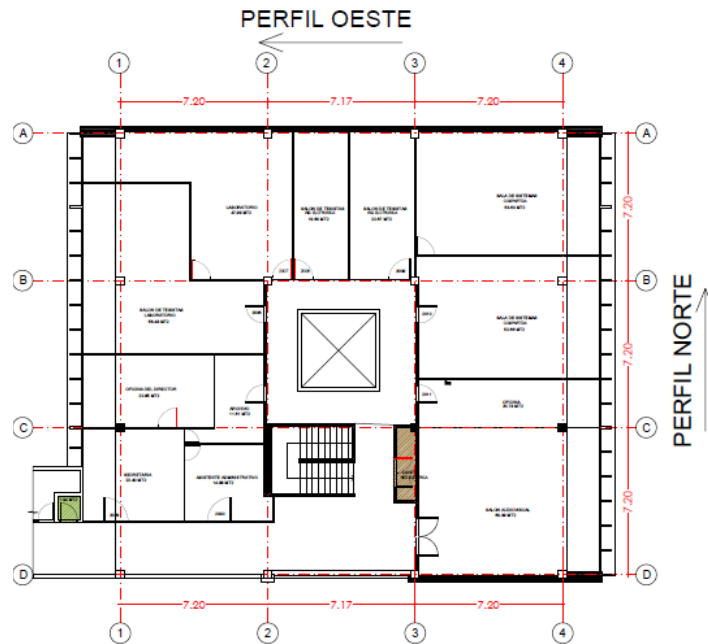


Imagen 36 Perfiles altimétricos

PERFIL NORTE			
ABSCISA	Ai	Vi	Cota
0	1,298	1,038	2,336
3		1,032	2,33
6		1,031	2,329
9		1,035	2,333
12		1,035	2,333
15		1,04	2,338
18		1,036	2,334
21		1,029	2,327
22,3		1,014	2,312

Imagen 37 Cartera de Perfil norte

PERFIL OESTE			
ABSCISA	Ai	Vi	Cota
0	1,737	0,575	2,312
3		0,61	2,347
6		0,614	2,351
9		0,623	2,36
12		0,625	2,362
15		0,626	2,363
18		0,626	2,363
21		0,626	2,363
22		0,629	2,366
23,6		0,625	2,362

Imagen 38 Cartera de Perfil oeste

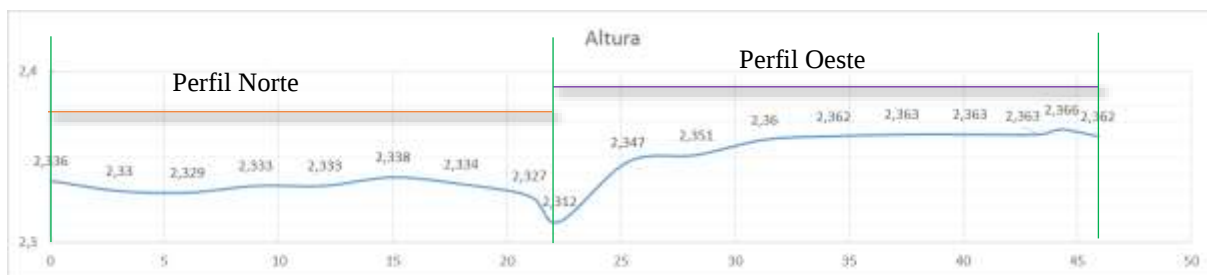


Imagen 39 Perfiles Norte y Oeste

5.4 Análisis de calidad del concreto de la estructura

La estructura de la edificación es en concreto reforzado construida en el año 1970 y su diseño se basó en las especificaciones del ACI-318-63 Diseño Plástico. Las columnas y elementos de concreto se observan en buen estado y no presentan lesiones visibles, pero en trabajos académicos del programa de ingeniería civil y de planeación universitaria se han obtenido datos de su resistencia y carbonatación.

5.4.1 Resultados de ensayos a compresión en núcleos

Los estudiantes Andrés Felipe Gómez y Andrés Rauch para optar por el título de ingenieros civiles en su trabajo de grado “*Estudio de vulnerabilidad sísmica del edificio 355 de la escuela de ingeniería eléctrica y electrónica de la Universidad del Valle*” realizaron extracción de núcleos y se ensayaron en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Civil de la misma universidad. Los resultados obtenidos son:

Muestra	Columna	Longitud (cm)	Carga (Lb)	Factor de corrección	Resistencia corregida (Psi)
1	A-1	13	16735	0,996	2860
2	A-2	14	21250	1,002	3652
3	A-4	15	11400	1,005	1966
4	B-2	14	15350	1,002	2638
5	B-4	15	12140	1,005	2092
6	C-2	14,5	23300	1,004	4013
7	D-1	12	18925	0,996	3233
8	D-4	14,5	19730	1,004	3398

Imagen 40 Resultados de ensayos a compresión en núcleos

Estos resultados corresponden a núcleos extraídos en el edificio contiguo 355 construido bajo el mismo diseño y en la misma construcción de la edificación del presente estudio.

5.4.2 Resultados de ensayo de carbonatación y resistencia por pulso ultrasónico

6.1 Agrietamientos en fachadas

Con los resultados de los estudios de suelos y con los perfiles de topografía se descartó que las fisuras fueran causadas por asentamientos de la edificación, por tanto se analizaron otros elementos. Se realizó levantamiento altimétrico para verificar deflexiones provocadas por el voladizo de 1.75 metros que presenta la losa y su fachada. En el levantamiento altimétrico se encontró que una de las esquinas tiene una deflexión de 2 cm aproximadamente y puede ser una de las causas para las grietas de esquina.

El microclima de la edificación es húmedo por la abundante vegetación, por tanto otro factor que influye en la aparición de estas grietas es por factores higrotérmicos debidos a las variaciones de temperatura que en el día pueden alcanzar los 36°C y en las noches 15°C, esto en conjunto con la presencia de elementos biológicos como insectos, musgos y gramíneas que se radican en las grietas y desagües mal ejecutados que terminan con humedad en la fachada y generando las grietas.



Imagen 42 Nido de insectos en las fisuras



Imagen 43 Desagüe de aire acondicionado sobre la fachada

Las fisuras horizontales se presentan a nivel de losa de primer y segundo piso, estas se deben a cambios de rigidez en el nivel donde se encuentra la losa y al no existir una dilatación, se presentará en forma de fisura.

6.2 Perdida de concreto en elementos de celosía en fachadas

El microclima del ambiente de la edificación es muy húmedo con abundante vegetación y los concretos de estos elementos no estructurales de celosías no fueron protegidos o sellados para bloquear el ingreso de agua, CO₂ y otros elementos que atacan el concreto desintegrándolo y corroyendo el acero de refuerzo. Se observa que la falta de mantenimiento y el ensuciamiento por mal diseño que no permite el escurrimiento del agua mediante goteros, sino que por tensión superficial el agua se queda en el elemento y el concreto de pobre calidad y mucha porosidad es afectado hasta su desintegración.



Imagen 44 Pérdida de concreto y acero expuesto

En la imagen anterior se observa que los elementos de la celosía han perdido concreto y el acero no presenta un evidente estado de corrosión, pues aún se observa la corruga y por tanto no se puede atribuir el fisuramiento del concreto a la corrosión del acero. El concreto es de pobre calidad se afectó por factores atmosféricos y falta de protección y mantenimiento.



Imagen 45 Presencia de organismos sobre la superficie del concreto

6.3 Pérdida de concreto en elementos de fachadas

Se ha evidenciado en el diagnóstico de los elementos de fachada no estructurales en concreto que están contruidos con concreto de pobre calidad y alta porosidad que permiten el ingreso de elementos atmosféricos y que por su descascaramiento por capas que se pueden quitar con la mano es posible que haya ataque de sulfatos generados por la presencia de microorganismos sobre la superficie de concreto que experimentan descomposición biológica de carácter aeróbico en sustancias orgánicas que habitualmente contienen proteínas y/o azufre.

6.4 Alfajías de concreto para ventanas de fachada

El microclima del ambiente de la edificación es muy húmedo con abundante vegetación y organismos biológicos. Los concretos de estos elementos no estructurales como alfajías tiene alta porosidad y un diseño deficiente para el agua de escurrimiento al no tener goteros y permitiendo la acumulación de agua en su superficie. La porosidad del material ha permitido el crecimiento de vegetación, instalación de nidos de insectos y otros agentes biológicos que desintegran el concreto con sus producciones químicas que tienen sulfatos.



Imagen 46 Crecimiento de vegetación en la superficie del concreto



Imagen 47 Presencia de organismos y vegetación en la superficie del concreto

6.5 Desprendimiento de columneta de concreto en fachada

En el análisis de los datos arrojados en los estudios de suelos se verificó que la edificación no estuviera afectada por suelos expansivos y se analizó el ambiente, clima y vegetación alrededor de la edificación y se evidenció que el sector norte presenta una depresión en el terreno lo que permite que se acumule agua en el terreno, con el agravante de tres árboles muy próximos a la edificación plantados a menos de 10 metros de distancia.

Estos árboles son de dos de mango y uno de caucho. El árbol de caucho se encuentra muy cerca al sitio donde se encuentra la lesión de la columneta y es evidente el crecimiento de sus raíces bajo el andén próximo y la edificación. Estos árboles pueden producir desecamiento del terreno y con la topografía que permite encharcamientos en las lluvias, se presenta un constante cambio de

humedades que afectan el suelo y provocan movimientos en los elementos superficiales como la columneta de fachada y andenes.



Imagen 48 Árbol de caucho con radiculación hacia la edificación



Imagen 49 Proximidad de árboles a fachada norte



Imagen 50 Edificación con la arborización del entorno

6.6 Asentamiento en zona de circulación externa

El diagnóstico de esta lesión es similar al diagnóstico del desprendimiento de la columneta descrito en el numeral anterior. La desecación del terreno por la presencia de árboles como el caucho y el mal drenaje del terreno provocan asentamientos en el suelo.

En el presente estudio también se evidenció que este andén perimetral de la fachada norte se ha construido sobre tierra amarilla sin algún relleno o base granular. También se evidenció el ingreso de las raíces del árbol de caucho bajo su estructura.



Imagen 51 Anden sobre tierra



Imagen 52 Ingreso de raíz de caucho bajo el anden

6.7 Humedad en cubierta de concreto

El drenaje de aguas lluvias de la losa principal se realiza con la utilización de 4 bajantes de diámetro 4" en cemento, ubicadas paralelas a las columnas internas del edificio. El techo están expuesto permanentemente a la acumulación de hojas provenientes de los arboles próximos.

El área de la cubierta es de 594.6 m² y con cuatro bajantes, a cada bajante le toca un área aferente aproximada de 150 m². Se tiene de tablas de diseño que para una lluvia de 150 mm/hora la capacidad de un bajante de 4" es de 214 m², por lo que serían suficientes los bajantes existentes.



Imagen 53 Bajantes de aguas lluvias

La vida útil de los bajantes ha terminado, son de cemento y requieren cambio. Las humedades se presentan por fallas en la impermeabilización de la losa que es plana y requiere de mantenimiento constante y también se presentan humedades en alfajías, remates de muro y otros elementos arquitectónicos que no tienen gotero para cortar el recorrido del agua por tensión superficial.



Imagen 54 Humedades por tensión superficial

En la imagen anterior se observa una superficie con una reparación menor a 6 meses y que nuevamente se está deteriorando por tener elementos para el manejo de la escorrentía superficial del agua como cortagoteros.

6.8 Lesiones estructurales

La configuración en planta de la edificación es óptima, es casi cuadrada y no presenta irregularidades geométricas. La distribución arquitectónica de los muros divisorios es más densa en el segundo piso que en el primero y esto hace que haya diferentes rigideces ocasionando una debilidad estructural conocida como piso débil. Igualmente, debido a la distribución arquitectónica y a la construcción de muros divisorios adheridos a los pórticos estructurales, la edificación es susceptible al fenómeno de columna corta.

Los ensayos de resistencia por extracción de núcleos y pulso ultrasónico arrojaron pruebas dispersas lo que es un indicio de la irregularidad en la preparación, colocación y curado del concreto, sin embargo los resultados son aceptables. Se debe modelar la estructura para diseñar su refuerzo para actualizarlo a la norma NSR-10 y para rigidizar el primer piso mediante arriostramientos metálicos, pantallas, muros u otros elementos diseñados para tal fin.

La medición del frente de avance de carbonatación evidenció que el acero de refuerzo está despasivado y vulnerable a la corrosión. Esta es una lesión importante a tener en cuenta por su gravedad.

6. INTERVENCIONES

La situación de la escuela de ingeniería eléctrica y electrónica edificio No. 354 de la sede Meléndez de la Universidad del Valle no presenta alto riesgo de colapso, ya que las patologías más relevantes detectadas no son estructurales que puedan causar una posible caída del edificio.

Pero evitar un avance de las patologías detectadas que puedan afectar otros elementos estructurales, o causar posibles accidentes por la caída de piezas de los elementos de fachada que actualmente están seriamente dañados, se procede a presentar la propuesta de intervención para atacar el origen de las lesiones, puesto que las causas que han originado las lesiones siguen presentes.

La Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica no necesita medidas complejas para realizar la terapéutica de intervención. Para llevar a cabo los trabajos de rehabilitación se debe realizar la

señalización de las áreas a intervenir y se debe ejecutar de acuerdo a las especificaciones del presente estudio. Este estudio, valora y entiende el interés arquitectónico que despierta la Escuela de Ingeniería, ya que hace parte de una ciudadela universitaria declarada desde el año 1972 “Patrimonio Arquitectónico de la Ciudad de Santiago de Cali”. Por lo anterior y debido a que las lesiones no responden a un mal comportamiento de la estructura sino a una combinación del deterioro de la cubierta, cambios de temperatura y humedad del medio ambiente que causó daños en fachadas, el poco control de las especies arbóreas especialmente por la acción radicular e infiltración de las aguas lluvias bajo la estructura de base del andén perimetral sumado al casi inexistente cuidado en el proceso de la construcción para garantizar la durabilidad del hormigón, se intervendrá la edificación vía rehabilitación.

7.1 Intervención 1 – Agrietamiento en fachadas

Para intervenir estos elementos de mampostería de la fachada, y como mitigación a las causas que originaron estas grietas, se recomienda lo siguiente:

- Realizar sustitución de elementos dañados de mampostería
- Realizar la preparación del área a intervenir, limpieza y preparación del sustrato afectado.
- Retirar el mortero dañado o que ha perdido su capacidad de pega.
- Realizar la pega de los nuevos elementos con mortero.
- Se recomienda adherir al mortero de pega malla venada para mitigar los cambios de temperatura.

- Rehabilitar el acabado de la fachada con granito lavado.
- Instalar junta de dilatación en el muro de antepecho de la cubierta que está sobre la fachada.

7.2 Intervención 2 – Pérdida de concreto en elementos de fachada

Debido al mal estado de las alfajías en la cual más del 60% de sus elementos presentan problemas de carbonatación, descascaramiento de concreto y corrosión de los aceros, se recomienda la reposición total del elemento prefabricado.

Las especificaciones técnicas de los nuevos elementos prefabricados deben cumplir lo siguiente:

- Concretos denso de muy baja porosidad
- Uso de cemento con resistencia a los sulfatos.
- Supervisión y control en la producción de los elementos
- Garantizar recubrimiento del acero como lo especifica la norma NSR-10.
- Cumplir con todas las recomendaciones de un concreto durable.

7.3 Intervención 3 – Pérdida de concreto en ventanas de fachadas

Por las características actuales del concreto, por su alto grado de carbonatación, el recubrimiento de concreto que no cumple con la norma y por el nivel de corrosión de los aceros, se recomienda la reposición total de los elementos prefabricados y cumplir las recomendaciones de la intervención 2 del numeral 6.2 del presente estudio patológico.

7.4 Intervención 4 – Alfajías de concreto para ventanas de fachada

Por las características actuales del concreto, por su alto grado de carbonatación, el recubrimiento de concreto que no cumple con la norma y por el nivel de corrosión de los aceros, se recomienda la reposición total de los elementos prefabricados. Cumplir las recomendaciones de la intervención 2 del numeral 6.2 del presente estudio patológico.

7.5 Intervención 5 – Desprendimiento de columneta de concreto en fachada

Se debe realizar la intervención No. 6 descrita en el siguiente numeral y luego proceder a la reparación del desprendimiento de la columna de la siguiente forma:

1. Se retiraran elementos de concreto suelto y se hará limpieza y preparación del sustrato.
2. Se inyectará mortero a base de cemento sin retracción.

7.6 Intervención 6 - Asentamiento en zona de circulación externa

Como se evidenció en el estudio de las especies arbóreas, las raíces, especialmente del árbol de caucho, son una de las principales causas del deterioro de la fachada zona norte. En la intervención se debe tener en cuenta que eliminar un árbol debe ser la última y drástica opción, por lo tanto, se procederá con lo siguiente:

- Realizar paralelo al andén perimetral de la zona norte de la edificación una zanja de 1,20 metros de profundidad por 0,50 metros de ancho y separada entre 0,5 y 1,5 metros del andén.
- Posteriormente cortar todas las raíces que en la excavación aparecen y que tienen comunicación con la estructura base de la cimentación y del andén.
- Aplicar cicatrizante para árboles (uso agrícola) en los cortes realizados, los cuales quedaran en la cara anterior o de inicio de la excavación más cercana al árbol.
- Posteriormente, fundir una barrera a lo largo de la excavación de 1,2 metros de profundidad, 10 cms de espesor y con concreto de 3000 psi con refuerzo en las dos direcciones con acero de 3/8” cada 20 cms en ambas direcciones dentro de la excavación para crear una barrera, evitando así el ingreso de estas raíces.
- En cuanto a la infiltración de aguas lluvias que se concentran en el área aledaña a la fachada norte de la edificación en estudio, se recomienda realizar diseño de sistemas de drenaje con filtro francés o tubería perforada que evite empozamientos.
- Realizar mantenimiento preventivo a la zona intervenida, así como el seguimiento al crecimiento radial invasivo de las raíces.

7.7 Intervención 7 - Humedad en cubierta de concreto

Se debe localizar las zonas de entrada de agua en la losa de concreto para actuar en la causa del problema y realizar las siguientes actividades:

- Efectuar mantenimiento periódico en la cubierta para el retiro de elementos orgánicos (hojas y ramas) que provienen de las especies arbóreas cercanas.
- Retirar el manto asfáltico que está instalado, el cual presenta deficiencias en los empalmes en su instalación, así como en los puntos cercanos a los drenajes de aguas lluvias.
- Adecuar al sistema de drenaje, instalar dos (2) bajantes de salida de la cubierta, para completar los cuatro (4) que fueron inicialmente diseñados, se aclara que los dos (2) bajantes a instalar fueron retirados en años anteriores.
- La superficie a impermeabilizar debe estar limpia, libre de mugre, partes sueltas u otros materiales que impidan la adherencia de la impermeabilización al sustrato.
- Revisar el concreto superficial de la losa, debe estar sano y libre de imperfecciones, hormigones y partes sueltas.
- La superficie debe estar totalmente seca, para esto se instalaran plásticos sobre la cubierta para mantener las condiciones aptas en el área a impermeabilizar.
- Respetar la pendiente de la losa garantizando el flujo de las aguas lluvias hacia los diferentes puntos donde están ubicados los bajantes.
- Para garantizar el correcto funcionamiento de la impermeabilización de la cubierta, se debe cumplir con el sello de todo su perímetro, o sea en el encuentro con los muros.
- Se sugiere la ejecución de la media caña para luego ser impermeabilizada con un sistema de poliuretano o sistema de PVC.
- El impermeabilizante a usar debe ser con base en emulsión aniónica con base en asfalto, mejorado con llenantes especiales, es una tela de fibra de poliéster con

refuerzo. Este producto se puede encontrar en el mercado entre otros como IGASOL CUBIERTA.

- Una vez esté solucionada la causa de las humedades se procede a realizar la reparación en los cielos donde se presentan las eflorescencias y mohos, para esto se procede a retirar todo el material deteriorado sobre el cielo.
- Luego, se debe proceder a aplicar hipoclorito en la zona afectada con moho, una vez aplicada se deja secar debidamente.
- Finalmente, aplicar el acabado arquitectónico en la superficie con el estuco y pintura vinilo para ambientes interiores.

7.8 Intervención 8 - Lesiones estructurales

Se recomienda realizar un diseño para realizar el reforzamiento estructural de la edificación y cumplir con la normatividad vigente NSR-10. El diseño del reforzamiento debe contemplar rigidización para solucionar patologías de piso débil y columna corta que actualmente presenta la edificación.

Se debe realizar la recuperación de los diferentes elementos estructurales, especialmente las columnas que presentan carbonatación, poco recubrimiento de concreto de los aceros y corrosión. En la inspección visual las columnas presentan un aspecto sano, pero los resultados de carbonatación demostraron que se debe reparar y repasar el acero de refuerzo.

La repasivación se debe realizar con protección indirecta utilizando mortero de base cementicia en las 16 columnas de la edificación y debe realizarse en las siguientes etapas:

Remoción del concreto carbonatado y preparación del sustrato

Se debe remover la capa de recubrimiento existente hasta descubrir el acero de refuerzo por lo menos dos centímetros detrás del refuerzo. Esta escarificación debe ser manual o mecánica.

Limpieza del sustrato

Se debe limpiar el sustrato con chorro de agua fría garantizando que no queden partículas sueltas o fisuradas en el sustrato de los elementos.

Especificación de los materiales

Se hará la restitución del concreto con mortero polimérico de base cemento. Se puede utilizar productos de marcas comerciales conocidas como SIKA. Se sugiere el uso de SIKA Grout 212

Procedimiento de ejecución

El sustrato debe estar saturado y sin encharcamientos. Se prepara la mezcla de acuerdo a las recomendaciones del fabricante del mortero polimérico de base cemento y se aplica mediante lanzado o formaleta hasta obtener el recubrimiento mínimo de 4 centímetros para el acero de refuerzo. Se debe realizar el curado al mortero con productos especializados, con humedecimiento constante y con protección de la radiación solar por lo menos durante 48 horas.

Controles de calidad y de seguridad

Se requiere mano de obra calificada y supervisión técnica durante la ejecución de las actividades.

8. PRESUPUESTO

Se realiza presupuesto de ejecución de obras de acuerdo a las intervenciones propuestas en el presente estudio. En el presupuesto se incluye un monto para interventoría y/o supervisión técnica para garantizar la calidad de las actividades realizadas. El presupuesto se divide en 5 capítulos en los cuales se agruparon las intervenciones por tipo. El presupuesto completo se encuentra en los anexos de este estudio y su resumen es:

COSTOS INDIRECTOS		
TOTAL COSTOS DIRECTOS		115.246.484
ADMINISTRACION	15,00%	17.286.973
IMPREVISTOS	2,00%	2.304.930
HONORARIOS	3,00%	3.457.395
TOTAL AIU	20,00%	23.049.298
TOTAL PRESUPUESTO OBRA		138.295.782
INTERVENTORÍA Y SUPERVISION TÉCNICA		6.914.789
TOTAL PRESUPUESTO INTERVENCIÓN		145.210.571

Imagen 55 Resumen de presupuesto de intervención

Los precios utilizados son tomados de los precios oficiales de la Gobernación del Valle según decreto 0847 de junio 12 de 2017 y la moneda es pesos colombianos.

9. PROGRAMACIÓN DE OBRA

Las intervenciones para la reparación de las lesiones identificadas en la edificación se agruparon en cinco grupos o frentes de trabajo. Estos frentes de trabajo al ser independientes se consideran que inician labores simultáneas de tal forma que el tiempo sea el menor posible y se puedan programar las actividades en períodos de vacaciones estudiantiles.

Los frentes de trabajo programados son:

1. Repasivación de acero de refuerzo
2. Reparación fachadas y columneta
3. Reemplazo elementos prefabricados en concreto
4. Mejoramiento de drenaje de terreno
5. Reparación de bajantes y humedades

La programación en formato Microsoft Project con su respectiva ruta crítica tiene una duración de 45 días calendarios y se anexa en el presenta estudio patológico.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el estudio patológico realizado la metodología empleada se basó en fichas de apoyo, investigación y recopilación documental, levantamiento de información en campo, análisis de resultados de laboratorio y análisis del entorno micro climático; se logró el objetivo de diagnosticar las lesiones y sobre la base del diagnóstico formular las intervenciones requeridas.

Dentro del contexto académico, se recomienda en la inspección visual y recorrido de la obra, prestar mucha atención con el entorno, sin descartar ningún detalle que pueda estar involucrado en las causas de la patología.

Por el estado de la edificación y la arquitectura similar de la ciudadela universitaria, se recomienda realizar el estudio patológico de las demás edificaciones teniendo en cuenta las condiciones particulares de cada una de ellas.

La Universidad del Valle cuenta con innumerables estudios relacionados con la vulnerabilidad estructural, ensayos y pruebas a los concretos de los elementos estructurales, pero las acciones correctivas han sido aplazadas quedando muchos de ellos solo en documentos técnicos y/o académicos de consulta en la Biblioteca.

Se recomienda que se ejecute la intervención para evitar el deterioro del inmueble y garantizar que la integridad personal de quienes usan la edificación se encuentre en los niveles de servicio que una edificación de carácter institucional debe cumplir.

Lista de Figuras

Imagen 1 Ubicación de la Universidad del Valle	10
Imagen 2 Plan de desarrollo físico facultad de ingenierías 1969.....	11
Imagen 3 Localización del edificio 354 dentro de la Universidad del Valle.....	13
Imagen 4 Planta Primer piso	15
Imagen 5 Planta Segundo piso	18
Imagen 6 Planta de cubierta	18
Imagen 7 Metodología aplicada.....	19
Imagen 8 Grietas en paneles de fachada	20
Imagen 9 Localización de agrietamientos en fachada	20
Imagen 10 Grietas en granito y repello en esquina de la fachada.....	21
Imagen 11 Celosías prefabricadas de concreto sobre las ventanas de fachada.....	22
Imagen 12 Perdida de concreto en elementos de celosía en fachadas	22
Imagen 13 Detalle del deterioro de los elementos	23
Imagen 14 El concreto deteriorado presenta perdida de material.....	24
Imagen 15 Perdida del concreto en las alfajías de las ventanas.....	25
Imagen 16 Alfajías de concreto para ventanas de fachada	26
Imagen 17 Alfajía con elementos biológicos y pérdida de concreto	27
Imagen 18 Desprendimiento de anclaje superior de la columneta de fachada y dilatación de ventana respecto a la losa de entrepiso	27
Imagen 19 Desprendimiento de columneta de concreto en fachada.....	28
Imagen 20 Desprendimiento de columneta de la losa de segundo piso.....	29
Imagen 21 Desprendimiento de columnetas y carpintería.	29

Imagen 22 Cambios de nivel en pisos del área perimetral del edificio	30
Imagen 23 Asentamiento en zona de circulación externa.....	31
Imagen 24 Desprendimiento de la tableta de enchape del piso	32
Imagen 25 Humedad severa sobre el cielo bajo la cubierta.....	33
Imagen 26 Humedad en cubierta de concreto.....	33
Imagen 27 Humedades afectando espacios de oficinas	34
Imagen 28 Humedades sobre elementos eléctricos que pueden ser afectados	35
Imagen 29 Superficie de concreto de columnas	35
Imagen 30 Lesiones estructurales	36
Imagen 31 Columnas en buen estado de conservación visual	37
Imagen 32 Al fondo edificio en ladrillo con estudio de suelos de Geocontrol, a la izquierda edificio 355 estudiado por Gomez y Rauch.....	38
Imagen 33 Arboles de mango cerca de la edificación	40
Imagen 34 Árbol de caucho y sus raíces bajo el andén perimetral.....	41
Imagen 35 Levantamiento altimétrico de fachada	42
Imagen 36 Perfiles altimétricos	43
Imagen 37 Cartera de Perfil norte.....	43
Imagen 38 Cartera de Perfil oeste.....	44
Imagen 39 Perfiles Norte y Oeste	44
Imagen 40 Resultados de ensayos a compresión en núcleos	45
Imagen 41 Resultados de carbonatación y resistencia por pulso ultrasónico	46
Imagen 42 Nido de insectos en las fisuras	48
Imagen 43 Desagüe de aire acondicionado sobre la fachada.....	48

Imagen 44 Pérdida de concreto y acero expuesto	50
Imagen 45 Presencia de organismos sobre la superficie del concreto	51
Imagen 46 Crecimiento de vegetación en la superficie del concreto.....	52
Imagen 47 Presencia de organismos y vegetación en la superficie del concreto.....	53
Imagen 48 Árbol de caucho con radiculación hacia la edificación	54
Imagen 49 Proximidad de árboles a fachada norte	55
Imagen 50 Edificación con la arborización del entorno	55
Imagen 51 Anden sobre tierra.....	56
Imagen 52 Ingreso de raíz de caucho bajo el anden	57
Imagen 53 Bajantes de aguas lluvias	58
Imagen 54 Humedades por tensión superficial	59
Imagen 55 Resumen de presupuesto de intervención	68

Referencias

Patología de la edificación, el lenguaje de las grietas. Francisco serrano Alcudia. Fundación escuela de la construcción. Madrid, 1998

Rehabilitación y mantenimiento de estructuras de concreto. Paulo Helene, Fernanda Pereira. 2007

Estudio de vulnerabilidad sísmica del edificio 355 de la escuela de ingeniería eléctrica y electrónica de la Universidad del Valle. Andrés Felipe Gómez, Oliver Rausch. Trabajo de Grado. Universidad del Valle. Cali, 2003.

Diagnóstico de los materiales “Edificio Escuela de Ingeniería Civil Universidad del Valle”. Edwin Enrique Galarza, Oscar Javier Tigreros. Trabajo de Grado. Universidad del Valle. Cali, 2003.

Estudio de diagnóstico de las condiciones físicas actuales de las edificaciones de las sedes de la Universidad del Valle. Alvaro perez A y CIA. Marzo de 2012.

ANEXOS