

7. Alcances y Limitaciones

El presente documento tiene como finalidad el estudio de los procesos patológicos evidenciados en el proyecto denominado “Edificio Multifamiliar Atlantis” ubicado en la ciudad de Bucaramanga.

Dicho estudio será llevado a cabo desde el reconocimiento de las patologías presentadas en la estructura, pasando por una inspección visual hasta el análisis para el diagnóstico final, finalizando con una propuesta de intervención que permita solucionar aquellos daños más relevantes, que pudiesen afectar el funcionamiento de la estructura y la comodidad de sus habitantes.

Se aclara que, este es un ejercicio netamente académico, sin embargo, los conceptos acá presentados son realizados por profesionales de las áreas de ingeniería y pueden ser usados como base de intervención a la estructura en caso de ser requerida, por supuesto, complementando con ensayos e información requerida.

8. Metodología

Este estudio se desarrolla con base en la inspección preliminar del paciente mediante registro fotográfico, y el análisis de la información técnica disponible para la edificación denominada “Edificio Multifamiliar Atlantis”. La metodología se divide en cuatro objetivos, los cuales se relacionan a continuación:

Tabla 3. Metodología.

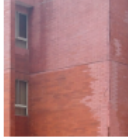
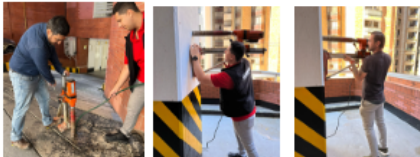
Objetivo 1 Identificación del proceso patológico.		
#	Actividad	Evidencia
1	Recolección de información existente, en relación con el estado y mantenimiento de la fachada del Edificio Multifamiliar Atlantis.	
2	Inspección preliminar de la edificación mediante registro fotográfico de los elementos afectados. Se encuentran lesiones como humedad, fisuras, suciedad, organismos y eflorescencias.	 
Objetivo 2 Ensayos de laboratorio		
1	Toma de muestras de elementos de mampostería.	
2	Medición de grietas y fisuras en elementos.	 
3	Ensayo in-situ de esclerometría, extracción de núcleos y absorción de agua.	 
4	Ensayos realizados en laboratorio. Absorción de agua, resistencia a compresión y eflorescencias en elementos de mampostería.	

Tabla 3. Metodología.

Objetivo 3 Análisis de resultados.		
1	Prueba de absorción en pipeta de Karsten: El resultado del ensayo es una absorción promedio de 0,76 ml/min, lo que indica un valor que sobrepasa el valor de referencia para la condición de exposición.	
2	Medición de grietas y fisuras: Se encontraron grietas entre 0,90 mm y 1,10 mm de abertura, con longitudes que no superaban los 30 cm. Estas grietas no mostraron avance durante un periodo de 1 mes de seguimiento.	
3	Ensayo de esclerometría: Los resultados de todos los ensayos realizados, superaron el valor nominal de la resistencia a compresión del concreto colocado.	
4	Ensayo de extracción y falla de núcleos: Los resultados de los ensayos cumplen con los parámetros establecidos en las normas para considerar el concreto estructuralmente adecuado.	
5	Resistencia a compresión de unidades de mampostería: El resultado promedio del ensayo (338,35 Kg/cm ²) supera ampliamente la especificación para este tipo de elementos (140 Kg/cm ²)	
6	Eflorescibilidad: Los resultados de los ensayos indican que los elementos de mampostería son no eflorescibles.	

8.1. Descripción de la selección del paciente

La localización de la estructura en evaluación facilita la inspección para las personas que llevaran a cabo el estudio de patologías, además de esto, el conocimiento del propietario y su deseo manifestado de intervenir la estructura fueron las motivaciones principales para ejercer dicho estudio.

8.2. Preparación y planteamiento del estudio

En concordancia con lo descrito en el punto anterior, se procede con la consecución de la información necesaria para llevar a cabo el análisis, así como los permisos de acceso necesarios para llevar a cabo la inspección visual de los elementos afectados.

8.2.1. Inspección preliminar del paciente.

Mediante el análisis “In Situ” se determinó en primera medida si las lesiones encontradas corresponden a algún problema de tipo estructural o geotécnico.

Adicional a esto, se realiza la revisión de la fachada para identificar las diferentes lesiones presentes con el fin de poder catalogarlas, identificarlas, calificarlas y poder conformar el proceso patológico que permita la elaboración asertiva de la hipótesis de origen, evolución y estado actual para dar la formulación de las diferentes opciones de intervención que permitan solucionar de manera efectiva dichas patologías.

Se realizan diferentes visitas para tomar el registro fotográfico de las lesiones de fachada y adicional a esto se realiza una inspección visual en una unidad residencial que permitió evidenciar afectaciones en el interior de la estructura.

8.2.2. Recopilación de información necesaria para el estudio.

Adicional a las visitas realizadas, se cuenta con el acceso a levantamientos de tipo arquitectónico. Se cuenta con una edificación de 11 pisos más terrazas y tres semisótanos, la estructura está conformada por un sistema estructural tipo pórtico (columnas y vigas) de concreto reforzado, las placas de entre pisos son aligeradas de 45 centímetros de espesor.

Esta edificación se encuentra ubicada en Bucaramanga, Santander, por lo tanto, está en una zona de amenaza sísmica alta. No se logra identificar el sistema de cimentación debido a que la placa de contrapiso del último sótano no permite identificar el sistema, no obstante, se estima que se deben tratar de zapatas aisladas unidas por vigas de cimentación o una placa de cimentación.

Luego de una revisión desde los sótanos hasta las cubiertas se pudo determinar que la estructura no presenta ninguna falla a la vista de tipo Estructural, ni por asentamientos, o sea, de tipo Geotécnico, por lo tanto, tanto el suelo como la estructura no presentan ninguna falla ni afectación a lo largo de la vida útil de la

estructura, ni están directamente relacionadas con las afectaciones en la zona de fachadas.

La fachada está conformada por una fachaleta en gres de arcilla pegada por medio de una pega cementosa y conformada por unidades de fachaleta horizontal, las brechas están conformadas con un espesor aproximado de 1 - 5 milímetros. La fachada presenta dilataciones horizontales en la parte inferior de cada entrepiso, delimitando la parte inferior de la placa y un descolgado de mampostería enchapado con fachaleta en forma vertical donde se conforma un gotero de borde.

8.2.3. Permisos y autorizaciones para abordar el estudio del paciente.

Por parte del propietario de la estructura, se manifiesta interés en conocer los daños que pueden afectar su construcción y las posibilidades de reparar, mejorar o reemplazar los elementos que sean necesarios para mejorar su funcionalidad.

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

Los autores de este documento llevarán a cabo las visitas técnicas requeridas y en caso de requerir ensayos adicionales, estos serán contratados garantizando la idoneidad de las labores y la confiabilidad de los resultados.

8.2.5. Definición de los medios para realizar la exploración.

Se realizaran visitas, registro fotográfico, ensayos, testimonios de habitantes de la estructura.

8.3. Historia Clínica.

Se llevara un registro de las inspecciones realizadas, junto con su diagnóstico, con la finalidad de establecer el proceso patológico con certeza y de esta manera proveer las posibles soluciones.

8.3.1. Responsables del Estudio.

Los autores de este documento son los directos responsables de la información recopilada y su respectivo análisis. Los autores son profesionales de las áreas de ingeniería civil e industrial y son aspirantes al título de especialista en patología de construcción.

8.3.2. Fecha de Realización del Estudio.

Este estudio se llevara a cabo durante lo corrido del año 2022, iniciando con las inspecciones preliminares en el mes de marzo de 2022 y estimando una finalización cercana al mes de noviembre de 2022.

8.3.3. Datos Generales del Paciente.

Nombre: Edificio Multifamiliar Atlantis.

Localización: Carrera 39 A # 44 – 58, Barrio Cabecera, Bucaramanga, Santander.

Uso: Residencial.

Fecha de construcción: Noviembre de 1993.

Sistema constructivo: Tipo pórtico (columnas y vigas en concreto reforzado).

Técnica constructiva: Cimentación en zapatas aisladas con vigas de amarre, sobre terreno conformado, la super estructura se conforma de columnas y vigas, con placas aligeradas.

Uso actual y previsto del sector: Residencial y comercial.

Importancia del paciente: Estructura ubicada en uno de los sectores residenciales más importantes de Bucaramanga, cuenta con 44 unidades habitacionales, lo que se traduce en aproximadamente 130 habitantes.

Sistema estructural y constructivo: Sistema tradicional tipo pórtico, con vigas y columnas en concreto reforzado, las placas de entrepiso son aligeradas de 45 cm de espesor y la cimentación consta de zapatas aisladas con vigas de amarre sobre terreno conformado.

Normativa actual que lo rige: Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10 con su última actualización del año 2010, junto con las normas adicionadas como las Normas Técnicas Colombianas.

8.3.4. En la Edificación y/o Construcción Civil.

Tipo de cimentación: Debido al tipo de sistema constructivo y a las condiciones de suela de la zona, se asume que la cimentación corresponde a zapatas aisladas conectadas con vigas de amarre. Debido a la disposición de la estructura en la actualidad, no es posible acceder a la cimentación y verificar estos elementos.

Altura: La altura total de la edificación es de 35 metros sobre el nivel de suelo.

Área: Teniendo en cuenta que los elementos a evaluar corresponden a fachada, se realiza un levantamiento topográfico de áreas, en donde se obtiene un total de 1673 m² incluyendo todos los costados.

Estado general de la construcción: Edificación de 11 pisos con terraza y 3 semi sótanos, sistema estructural tipo pórtico (columnas y vigas de concreto reforzado) y placas aligeradas de entrepiso de 45 cm de altura. Ubicada en la ciudad de Bucaramanga (Santander), en una zona de amenaza sísmica alta. En revisión de sótano a cubierta se puede identificar que la estructura no presenta falla de tipo estructural o geotécnico, y no se relación con las patologías de fachada analizadas en este documento. La fachada está conformada por fachaleta en gres de arcilla unida con pega cementicia y conformada por unidades de fachaleta horizontal, presenta dilataciones horizontales en la parte inferior de cada contra piso.

Información existente: Dado el tiempo de construcción, no se cuenta con información fidedigna que permita detallar procedimientos constructivos que hayan podido influenciar las patologías estudiadas.

Fidelidad de los planos: Debido a la carencia de información disponible, se llevan a cabo levantamientos topográficos de las fachadas de la estructura, con el objeto de determinar las áreas a intervenir, en caso de ser requerido.

Constatación del estado del paciente: Se realiza una inspección preliminar para detectar las patologías a estudiar, y se realiza levantamiento de fachadas que permitan ubicar dichas patologías y cuantificar las posibles áreas a intervenir.

8.3.5. Aplicación Patológica.

Geriátrica: Debido a la edad de la obra, se procede con un estudio geriátrico de lesiones que pudiesen haber sido ocasionadas por las condiciones propias de durabilidad del proyecto.

Forense: Esta estructura ha estado sometida a procedimientos de tratamiento de las patologías de fachada, el uso de productos de limpieza y reparación ha ocasionado daños adicionales que deben ser analizados para el tratamiento futuro.

Preventiva: Tratamiento futuro para garantizar la funcionalidad de la estructura.

8.3.6. Datos Específicos de las Lesiones.

Especificados en las fichas.

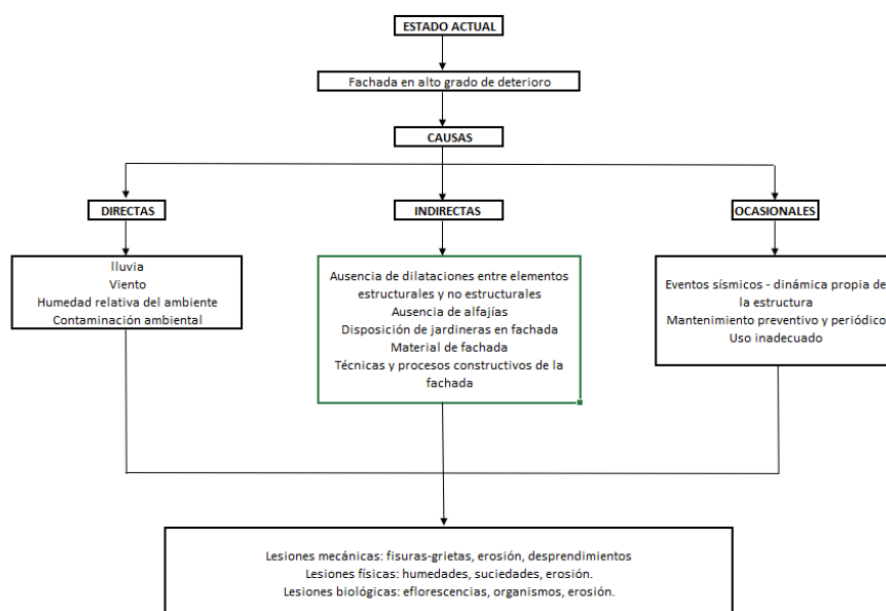
8.3.7. Descripción de la Patología más Relevante en el Paciente.

Fisuras que se han venido propagando con el tiempo, debido a la ausencia de dilataciones.

8.3.8. Clasificación y Origen de la Patología.

Se presenta en la ilustración 8, el diagrama de tipos de lesiones encontradas, con las causas más relevantes.

Ilustración 8. *Diagrama de clasificación.*



8.3.9. Datos Generales del Entorno.

Edificaciones vecinas: Por los costados Norte y Sur, se encuentran edificaciones de altura, colindantes, y por los costados Oriente y Occidente se encuentran vías de acceso.

Medio ambiente: Se pueden encontrar valores de humedad en la ciudad de Bucaramanga, entre 60% y 80% dependiendo de la etapa del año, en general se presentan condiciones de ambiente húmedo.

Temperatura: En la zona se tiene una temperatura promedio de 24 grados, considerada cómoda.

Precipitaciones: Entre 60% y 70% dependiendo de la época del año.

Nivel freático y escorrentías: Las vías y estructuras aledañas cuentan con adecuados sistemas de drenaje que permiten el flujo de agua y no provocan afectación a los suelos y/o cimentaciones.

8.3.10. Arquitectura.

Estilo: Estructura tradicional con fachada de arcilla.

Contexto histórico: Edificación con más de 30 años de construcción, ubicada en un sector exclusivo de la ciudad de Bucaramanga, en donde generalmente se encuentran construcciones residenciales de uno o dos niveles, y durante los últimos años han cambiado a estructuras de gran altura. Este sector incluye los estratos más altos de la ciudad y concentra un alto volumen residencial y comercial.

Materiales: Estructura en concreto reforzado con fachadas en mampostería de elementos de arcilla.

8.3.11. Estructura.

Por diseño y construcción: Calificación buena, se utilizan sistemas constructivos tradicionales que siguen siendo usados hoy en día, los materiales que se presume que se utilizaron son adecuados para este tipo de construcciones.

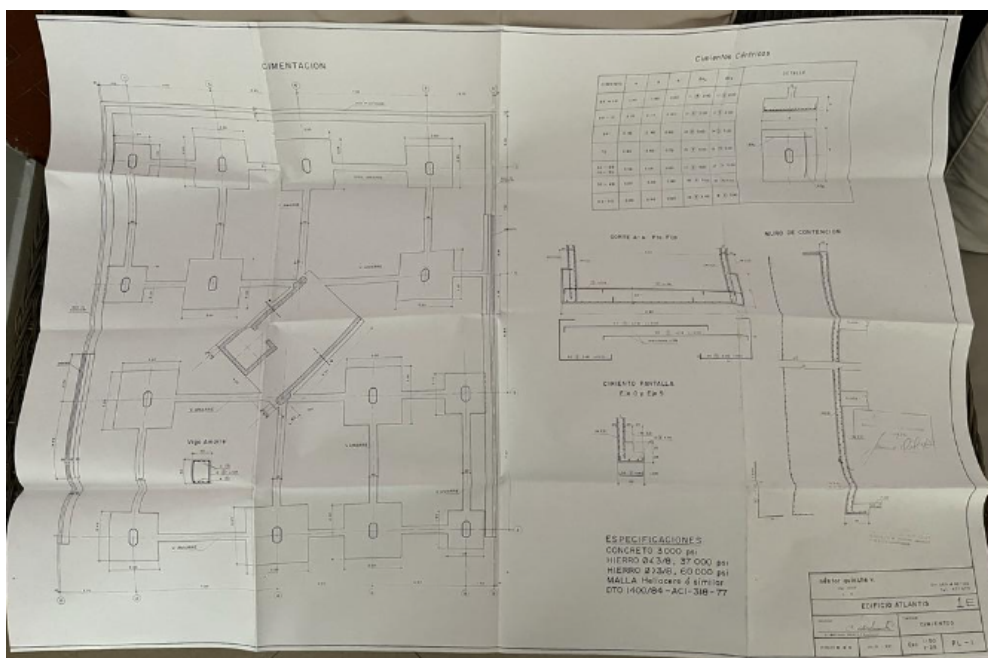
Por estado de la estructura: Calificación buena, la estructura está funcionando según su objetivo final, las patologías encontradas no afectan su funcionalidad, sin embargo, su correcto tratamiento puede mejorar la calidad de vida de los ocupantes.

8.3.12. Suelos Y Cimentaciones.

Los suelos presentes en el proyecto corresponden según la clasificación del reglamento de construcciones sismorresistentes NSR-10 a un perfil de suelo tipo C compuesto por suelos aluviales que a nivel de cimentación cuenta con suelo competente de 40 ton/m^2 , peso unitario de 18 KN/m^3 y ángulo de fricción de 30° . (Suarez, 2013, p.68)

La cimentación de la edificación se sustenta en zapatas aisladas concéntricas enlazadas por medio de una retícula de vigas de cimentación y los taludes de excavaciones fueron estabilizados por medio de muros de contención de concreto reforzado.

Ilustración 9. Plano de cimentación.



8.4. Diagnóstico.

8.4.1. Lesiones.

Ante la información levantada de lesiones en la edificación y ensayos realizados de diferentes materiales, se identifica principalmente que los procesos patológicos se presentan en su sistema de fachada, ya que está se compone en su totalidad por fachaleta cerámica de arcilla de color ladrillo, la cual ha iniciado desprendimientos en algunas zonas de la edificación, generando alarmas en los usuarios, por otro lado, la generación de grietas y fisuras en zonas de interacción entre la estructura (placa) y elementos no estructurales (muros de mampostería de fachada) ante la ausencia de dilataciones entre estos, conforman las afectaciones más prevalentes en el paciente, no obstante, la propagación de grietas y fisuras a lo largo de todo el sistema de fachada es generalizada tanto en paños planos como en esquineros, donde se muestran los focos de humedad y proliferación de organismo biológicos, hacen parte de nivel de deterioro que presenta el sistema de fachada del edificio.

Detectando el panorama de lesiones se iniciaron estudios sobre el sistema de fachada, para verificar las causas y corroborar el estado de los materiales. Encontrando que la fachada estaba sumergida en una cantidad de micro fisuras, fisuras y grietas, que por su origen terminan afectando directamente el acabado de la fachada, esto por ser el elemento más expuesto en el sistema de fachada en la estructura, abrieron un foco para generación de humedad y de organismos biológicos como musgo y plantas.

Para revisar la profundidad el tema se realizaron seguimientos a toda la estructura por medio de ensayos como:

- Ensayo de absorción: se buscó verificar que tan permeable era la fachada en el momento actual.
- Se realizó medición de fisuras existentes, verificando su diámetro, su actividad (activas -inactivas), y su contenido de humedad o agua.
- Esclerometrías y extracción y falla de núcleos para verificar la calidad del sustrato, en este caso el hormigón armado que compone la estructura.
- Ensayos a la mampostería para verificar su resistencia y eflorescibilidad.

Dentro de este seguimiento por medio de ensayos se pudieron definir varios aspectos del origen de la patología como:

- Algunas fisuras son de origen estructural, ocasionadas por la ausencia de un diseño de juntas adecuado.
- Parte de la mampostería y pañetes están afectados por la humedad constante que presenta toda la fachada, a causa del estado de fisuras y grietas presentes en esta.
- Dentro de los estudios arrojados al hormigón armado, se obtuvo un parte de tranquilidad al verificar que se encuentra dentro los rangos de diseño.

8.4.2. Ensayos destructivos y no destructivos.

Se llevan a cabo una serie de ensayos destructivos, no destructivos, y de laboratorio, cuyos resultados se presentan a continuación:

- Ensayo de extracción y falla de núcleos:

Ensayo destructivo que permite determinar de manera directa la resistencia a compresión de una estructura de concreto. Se realiza siguiendo los parámetros de la norma NTC 3658. Método para la obtención y ensayos de núcleos extraídos y vigas de concreto aserradas. Se realiza extracción y falla de núcleos en elementos ubicados en nivel de sótano y placa de entrepiso, obteniendo resultados satisfactorios de acuerdo con los parámetros de aceptación que indica la norma NSR-10.

Ilustración 10. *Núcleos extraídos.*



- Ensayo de esclerometría:

Ensayo no destructivo que permite evaluar de manera comparativa la resistencia a compresión de una estructura de concreto. Se realiza siguiendo