

ESTUDIO PATOLÓGICO Y ESTRATEGIA DE REHABILITACIÓN PARA
EDIFICACIONES EXISTENTES, Y CRITERIOS A TENER EN CUENTA PARA
EDIFICACIONES NUEVAS. CASO DE ESTUDIO MANZANA UBICADA ENTRE LAS
CARRERAS 15 Y 16A Y LAS CALLES 77 Y 79, BARRIO EL LAGO.

ING. STIVEN PADILLA PEÑA

DIRECTOR DE PROYECTO DE GRADO: ING. OSMAR ALBERT GAMBA GÓMEZ

PROYECTO DE GRADO
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD INGENIERÍA CIVIL
MAESTRÍA EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
BOGOTÁ, COLOMBIA
2025

Resumen

El presente estudio desarrolla una evaluación patológica integral de la manzana ubicada entre las carreras 15 y 16A y las calles 77 y 79 del barrio El Lago (Bogotá D.C.), con el propósito de estructurar un modelo metodológico replicable tanto para la rehabilitación de edificaciones existentes con deterioro avanzado como para la definición de criterios preventivos aplicables al diseño y construcción de nuevas edificaciones dentro de entornos urbanos consolidados sometidos a procesos de renovación. La investigación adopta un enfoque mixto de carácter técnico-normativo y perceptual, articulando tres componentes fundamentales: i) levantamiento de lesiones constructivas mediante inspección visual estandarizada, ii) análisis comparativo con los marcos regulatorios nacionales e internacionales aplicables a estructuras existentes y nuevas (ISO 13822, ASCE 41-17, NSR-10, AIS 100-24, POT 555/2021 y Guías IDIGER), y iii) recolección de percepción social mediante encuesta aplicada a residentes, comerciantes y peatones.

El análisis normativo permitió establecer un esquema metodológico jerarquizado basado en la evaluación por niveles, la verificación de desempeño sísmico y la correlación entre tipologías de daño, severidad y riesgo para el entorno peatonal. La triangulación entre criterios técnicos y percepción ciudadana evidenció la necesidad de abordar el deterioro no solo como un fenómeno material, sino como un problema de gestión urbana asociado a la ausencia de mantenimiento preventivo, debilidad en el control de obras colindantes y falta de integración entre políticas de renovación y conservación de las estructuras.

En consecuencia, se propone la adopción de un modelo de intervención basado en matrices de priorización por riesgo, protocolos de rehabilitación diferenciados por tipo de patología y lineamientos constructivos para nuevas edificaciones que garanticen compatibilidad estructural, control de impactos sobre predios vecinos y protección del espacio público. Este enfoque permite transitar de una gestión reactiva del deterioro a una gestión preventiva del patrimonio construido, aportando insumos directos para la formulación de lineamientos técnicos y de política pública aplicables a zonas en transformación como Unilago–El Lago.

Palabras clave: Patología estructural, Rehabilitación estructural, Renovación urbana, Fisuración, Mampostería, Espacio público deteriorado, Gestión del riesgo urbano

Tabla de contenido

<i>Resumen</i>	<i>1</i>
<i>Lista de tablas</i>	<i>3</i>
<i>Lista de figuras.....</i>	<i>3</i>
<i>Lista de abreviaturas</i>	<i>5</i>
<i>Glosario</i>	<i>5</i>
<i>Introducción</i>	<i>6</i>
<i>Formulación del problema.....</i>	<i>6</i>
<i>Delimitación del problema.....</i>	<i>7</i>
<i>Justificación</i>	<i>8</i>
<i>Objetivos</i>	<i>9</i>
Objetivo general	9
Objetivos específicos	9
<i>Marco Teórico.....</i>	<i>9</i>
Introducción marco teórico	9
Fundamentos teóricos y normativos.....	9
Análisis crítico del marco normativo	10
Renovación urbana.....	10
Patologías constructivas	10
Nuevas edificaciones.....	10
<i>Metodología</i>	<i>12</i>
Enfoque metodológico	12
Tipo de investigación	12
Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	12
Técnicas de análisis.....	12
Criterios éticos	12
Fases del proceso metodológico.....	13
<i>Resultados</i>	<i>13</i>
Identificación del caso de estudio	13
Revisión de antecedentes	16
Diagnóstico	16
Propuesta de Ensayos para la evaluación:.....	17
Análisis de medidas y presupuesto (estimativo)	17
Encuesta sobre renovación urbana y estado de las edificaciones en el barrio el lago ..	18
Evaluación Comparativa del Estado Patológico: Integración Normativa, Ensayos de Laboratorio y Percepción Social	19
Análisis comparativo normativo – técnico.....	19
Percepción social vs. diagnóstico técnico	22
Ensayos de laboratorio vs. síntomas visibles	24
<i>Discusión.....</i>	<i>26</i>

Análisis prospectivo: Estrategias de intervención y escenarios de intervención	
Estrategias de intervención:	27
<i>Propuesta metodológica y criterios constructivos para nuevas edificaciones.</i>	29
1. Principios rectores	29
2. Fases metodológicas.....	30
3. Herramientas de apoyo.....	31
4. Entregables finales	32
5. Limitaciones	32
<i>Conclusiones y recomendaciones</i>	32
<i>Bibliografía</i>	36
<i>Anexos</i>	40
<i>Anexo A-1 Ficha de levantamiento de lesiones</i>	40
<i>Anexo A-2 Formato base encuesta realizada</i>	42

Lista de tablas

Tabla 1. Fases del proceso metodológico	13
Tabla 2. Resumen levantamiento de lesiones	16
Tabla 3. Presupuesto estudio patológico (estimado).....	18
Tabla 4. Resumen de resultados muestra de muretes de mampostería.....	24
Tabla 5. Análisis prospectivo: escenarios de intervención	28
Tabla 6. Plan de mantenimiento preventivo, Fuente: Autoría propia (2025).	35

Lista de figuras

Figura 1 Árbol de Problemas	7
Figura 2 Rehabilitación de edificaciones	11
Figura 3 Técnicas estadísticas de análisis	11
Figura 4 Diagrama de flujo fases del proceso metodológico	13
Figura 5 Localización por Google Maps manzana entre CRA 15 y 16a y CLL 77 y 79, barrio El Lago, localidad Chapinero, Bogotá D.C.	14
Figura 6 Localización por Google Maps manzana CRA 15 y CLL 77, barrio El Lago, localidad Chapinero, Bogotá D.C.	14
Figura 7 Localización por Google Maps manzana CRA 15 y CLL 79, barrio El Lago, localidad Chapinero, Bogotá D.C.	15
Figura 8 Localización por Google Maps manzana CRA 16a y CLL 79, barrio El Lago, localidad Chapinero, Bogotá D.C.	15
Figura 9 Localización por Google Maps manzana CRA 16a y CLL 77, barrio El Lago, localidad Chapinero, Bogotá D.C.	15

Figura 10 <i>Resultados de encuesta de percepción social parte 1, Fuente: Autoría propia (2025).</i>	22
Figura 11 <i>Resultados de encuesta de percepción social parte 2, Fuente: Autoría propia (2025).</i>	23
Figura 12 <i>Resultados de encuesta de percepción social parte 3, Fuente: Autoría propia (2025).</i>	23
Figura 13 <i>Resumen de resultados muestra de adoquines de concreto, Fuente: Autoría propia (2025).</i>	24
Figura 14 <i>Resumen de resultados muestra de ladrillos prensados (fachada), Fuente: Autoría propia (2025).</i>	25
Figura 15 <i>Resumen de resultados muestra 1 de adoquines de arcilla (espacio público), Fuente: Autoría propia (2025).</i>	25
Figura 16 <i>Resumen de resultados muestra 2 de adoquines de arcilla (espacio público), Fuente: Autoría propia (2025).</i>	26
Figura 17 <i>Resumen de resultados muestra 2 de adoquines de arcilla - Eflorescencia (espacio público), Fuente: Autoría propia (2025).</i>	26
Figura 18 <i>Diagrama de flujo Propuesta metodológica y criterios constructivos para nuevas edificaciones , Fuente: Autoría propia (2025).</i>	29
Figura 19 <i>Anexo A-1 Ficha de levantamiento de lesiones (Fachada), Fuente: Autoría propia (2025).</i>	40
Figura 20 <i>Anexo A-1 Ficha de levantamiento de lesiones (Espacio público), Fuente: Autoría propia (2025).</i>	41
Figura 21 <i>Anexo A-2 Formato base encuesta realizada (Parte 1), Fuente: Autoría propia (2025).</i>	42
Figura 22 <i>Anexo A-2 Formato base encuesta realizada (Parte 2), Fuente: Autoría propia (2025).</i>	43
Figura 23 <i>Anexo A-2 Formato base encuesta realizada (Parte 3), Fuente: Autoría propia (2025).</i>	44
Figura 24 <i>Anexo A-2 Formato base encuesta realizada (Parte 4), Fuente: Autoría propia (2025).</i>	45

Lista de abreviaturas

Abreviatura	Significado
AIS	Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica
ASCE	American Society of Civil Engineers
END	Ensayos No Destructivos
FRP	Fiber Reinforced Polymer (Polímeros Reforzados con Fibra)
IDIGER	Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático
ISO	International Organization for Standardization
NTC	Norma Técnica Colombiana
NSR-10	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
UPZ	Unidad de Planeamiento Zonal

Glosario

- **Asentamiento diferencial:** Desplazamiento vertical irregular de una cimentación que genera concentraciones de esfuerzos y fisuramientos en muros o pavimentos.
- **Fisuración por retracción higrométrica:** Grietas provocadas por pérdida de humedad en morteros o concretos que generan contracción volumétrica.
- **Desprendimiento de recubrimiento:** Pérdida de capas de revoque, pintura o estuco por pérdida de adherencia debido a humedad o fatiga superficial.
- **Eflorescencias:** Cristalización de sales solubles en la superficie de muros o juntas como resultado de transporte capilar de humedad.
- **Delaminación estructural:** Separación interna de capas en elementos de mampostería o concreto, que compromete su comportamiento monolítico.
- **Capilaridad ascendente:** Movimiento vertical del agua desde el subsuelo a través de los poros del material, generando humedad permanente en muros o pavimentos.
- **Recalce de cimentación:** Procedimiento de refuerzo o sustitución parcial de la cimentación para mejorar capacidad portante ante asentamientos.
- **Juntas de dilatación:** Separaciones controladas en estructuras o pavimentos que permiten movimientos por cambios térmicos o asentamientos sin producir fisuras.
- **Adoquín:** Elemento prefabricado de concreto o arcilla cuyo desempeño depende del confinamiento y transferencia de cargas por fricción y trabazón lateral.
- **Retrofit estructural (ASCE 41):** Intervención técnica destinada a mejorar el desempeño sísmico o portante de una estructura existente mediante refuerzos compatibles.
- **Patología constructiva:** Lesiones cuya causa raíz se origina en el diseño/construcción (primarias) o en procesos externos como humedad, carga o intervención vecina (secundarias).

Introducción

La presente investigación aborda el análisis patológico integral de las edificaciones y del espacio público de la manzana comprendida entre las carreras 15 y 16A y las calles 77 y 79 del sector Unilago, en la localidad de Chapinero (Bogotá D.C.), área construida principalmente entre las décadas de 1970 y 1990 bajo normativas preexistentes a la NSR-10 y que hoy presenta signos de deterioro avanzado. En este contexto, el tema central del estudio se formula como: evaluar las patologías constructivas presentes en el entorno edificado y su impacto en la seguridad estructural y peatonal, estableciendo lineamientos técnicos y normativos para la intervención, rehabilitación o renovación de edificaciones y espacio público en sectores urbanos consolidados con obsolescencia funcional.

El enfoque metodológico adoptado es de tipo mixto con predominio técnico-instrumental, articulando inspección visual estandarizada conforme a las Guías del IDIGER, ensayos normalizados según NTC 4017, NTC 3495, NTC 2017 y NTC 3829, y verificación normativa conforme a ISO 13822, ASCE 41-17, NSR-10 y AIS 100-24. Este esquema permite caracterizar con rigor científico la naturaleza, origen y severidad de las lesiones presentes —Fisuración, desprendimientos, eflorescencias, asentamientos y deformaciones permanentes— y determinar sus implicaciones en términos de estabilidad estructural, durabilidad funcional y riesgo para usuarios y transeúntes.

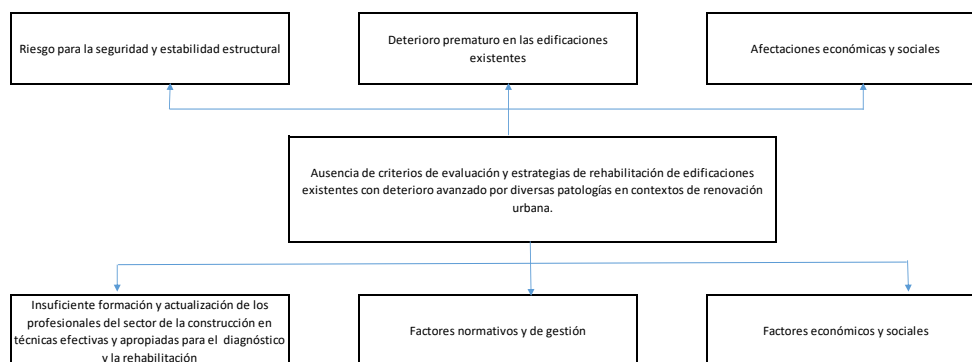
Desde esta perspectiva, se plantea la siguiente hipótesis de trabajo: si las patologías identificadas en las edificaciones y elementos del espacio público del sector Unilago son el resultado combinado de deficiencias constructivas originales, ausencia de actualización normativa y falta de mantenimiento preventivo, entonces la aplicación sistemática de criterios de evaluación estructural (ISO 13822), verificación sísmica (NSR-10, AIS 100-24, ASCE 41) y ensayos de caracterización de materiales (NTC 4017, 2017, 3829) permitirá establecer protocolos de intervención eficientes que reduzcan significativamente los niveles de riesgo estructural y peatonal.

Finalmente, se integra el componente urbano-regulatorio mediante la incorporación del Plan de Ordenamiento Territorial (Decreto 555 de 2021), lo que permite relacionar el diagnóstico constructivo con instrumentos de gestión del riesgo, accesibilidad, protección del espacio público y regulación de futuras intervenciones o reemplazos estructurales. De esta manera, la investigación no solo diagnostica el estado actual del tejido construido, sino que propone una ruta técnica, normativa y operativa replicable para la rehabilitación o sustitución responsable de edificaciones en sectores urbanos envejecidos con alta incidencia peatonal.

Formulación del problema

Ausencia de criterios de evaluación y estrategias de rehabilitación de edificaciones existentes con deterioro avanzado por diversas patologías en contextos de renovación urbana.

Figura 1 *Árbol de Problemas*



Nota: Árbol de problemas, (problema central, causas y efectos) Fuente: Autoría Propia (2025).

Delimitación del problema

La investigación se encuentra delimitada espacialmente a la manzana comprendida entre las carreras 15 y 16A y las calles 77 y 79 del barrio El Lago, en la localidad de Chapinero (Bogotá D.C.), zona en la que se localiza el Centro Comercial Unilago junto con edificaciones comerciales contiguas que comparten tipologías constructivas y dinámicas de uso similares. El estudio se focaliza exclusivamente en elementos expuestos al entorno urbano, específicamente en fachadas y en los andenes del espacio público adyacente, descartando expresamente cualquier intervención en interiores, cubiertas, instalaciones técnicas internas o componentes removibles sin incidencia estructural.

El horizonte temporal de referencia se establece para el año 2025, considerando el estado observable durante dicho periodo y complementándolo con antecedentes históricos, registros normativos vigentes y comparativos documentales. El alcance técnico se circunscribe a la identificación, tipificación y pre-diagnóstico de patologías constructivas, diferenciando entre:

- Lesiones primarias, asociadas a procesos estructurales o mecánicos que comprometen la estabilidad del soporte o la funcionalidad del material base.
- Lesiones secundarias, derivadas de la acción progresiva de factores externos como humedad, agentes atmosféricos, contaminación urbana, deformaciones por uso o intervenciones no reguladas.

Quedan excluidos del análisis los elementos temporales, publicidad exterior, mobiliario removible y afectaciones ocasionadas por eventos aislados sin recurrencia comprobable. Esta delimitación estratégica permite concentrar el diagnóstico en los componentes con mayor incidencia en el riesgo potencial para peatones y en la percepción de degradación urbana, asegurando al mismo tiempo la replicabilidad metodológica en otros entornos consolidados con envejecimiento constructivo semejante.

Justificación

La presente investigación parte de la necesidad de responder al interrogante central: ¿Cómo pueden integrarse estrategias de evaluación y rehabilitación, considerando parámetros técnicos, tecnologías innovadoras y políticas públicas, para intervenir edificaciones con deterioro avanzado en procesos de renovación urbana, y qué criterios constructivos deben guiar el desarrollo de nuevas edificaciones en estos contextos?

Este planteamiento se vuelve especialmente pertinente en el barrio El Lago — específicamente en la manzana donde se emplaza el Centro Comercial Unilago—, donde el diagnóstico preliminar evidencia un deterioro progresivo asociado a procesos como excavaciones profundas, construcciones colindantes sin control, deficiencias en la impermeabilización y ausencia de mantenimiento preventivo. Dichas condiciones han generado grietas en fachadas, asentamientos diferenciales en andenes y fisuras en elementos de cerramiento, configurando un escenario de riesgo estructural y afectación al peatón, especialmente en zonas de alta afluencia comercial.

En este sentido, la evaluación patológica rigurosa se plantea como el primer paso para comprender la magnitud y el origen de las afectaciones. Siguiendo los postulados de Calavera Ruiz (2001) y Moreno Mazo (2014), la rehabilitación efectiva no puede limitarse a intervenciones puntuales o estéticas, sino que debe sustentarse en criterios técnicos verificables, integrando análisis mecánicos, caracterización de materiales, condiciones ambientales y contexto urbano. A su vez, la incorporación de tecnologías de monitoreo, mapeo digital de lesiones y modelos predictivos permite objetivar el diagnóstico y orientar soluciones más eficientes.

Paralelamente, es indispensable considerar que la renovación urbana no debe limitarse a reparar lo existente, sino a prevenir futuras patologías en las nuevas edificaciones. Según las recomendaciones del Instituto Eduardo Torroja (2007) y normas como NSR-10, ASCE 41 e ISO 13822, el diseño de nuevas estructuras en entornos consolidados debe contemplar compatibilidad estructural, control de cargas inducidas, estabilidad de linderos y protección del espacio público para evitar impactos negativos sobre edificaciones vecinas.

Finalmente, los resultados del estudio se proyectan como insumo estratégico para la formulación de políticas públicas, reforzando la necesidad de establecer protocolos obligatorios de evaluación previa a demoliciones, regulación de excavaciones contiguas, mantenimiento obligatorio por parte de copropiedades y la rehabilitación urbana. De esta manera, el proyecto no solo aporta desde el campo técnico y académico, sino que fortalece la articulación entre diagnóstico patológico, planificación urbana y gestión del riesgo, promoviendo una ciudad más segura, resilientes y responsable con su patrimonio construido

Objetivos

Objetivo general

Formular una propuesta metodológica para la evaluación patológica y la intervención técnica de edificaciones en mampostería y del espacio público adyacente con deterioro avanzado, así como establecer criterios constructivos aplicables a nuevas edificaciones, con base en el caso de estudio de la manzana comprendida entre las carreras 15 y 16A y las calles 77 y 79 del barrio El Lago, Bogotá D.C.

Objetivos específicos

1. Identificar las principales patologías constructivas y estructurales presentes en las edificaciones del área de estudio, analizando sus síntomas, causas y nivel de afectación, como base para establecer un diagnóstico técnico confiable.
2. Determinar las deficiencias en los criterios técnicos y estrategias de rehabilitación aplicadas en contextos similares de renovación urbana, a partir del análisis de normativa vigente, estudios de caso y revisión bibliográfica especializada.
3. Proponer lineamientos técnicos para la intervención de edificaciones existentes y criterios constructivos para nuevas edificaciones, que permitan mejorar la seguridad, funcionalidad y sostenibilidad urbana en procesos de transformación del entorno construido.

Marco Teórico

Introducción marco teórico

El presente marco teórico y normativo fundamenta la investigación sobre los impactos de la renovación urbana en sectores consolidados y el desarrollo de estrategias de intervención para edificaciones existentes con deterioro, así como los criterios constructivos aplicables a nuevas edificaciones. A partir de una revisión de la literatura especializada, se exponen los conceptos de renovación urbana, rehabilitación de edificaciones, patologías constructivas, y el marco legal vigente en Colombia. Esta revisión proporciona el contexto necesario para estructurar el estudio de caso aplicado al barrio El Lago, en Bogotá D.C.

Fundamentos teóricos y normativos

La evaluación de edificaciones existentes requiere integrar guías internacionales y normativas locales:

- ISO 13822 (2001): establece principios para la evaluación de estructuras existentes, considerando fiabilidad y consecuencias de falla.
- ASCE 41 (2017): guía internacional para la evaluación y reforzamiento sísmico de edificaciones, aplicable en contextos similares al de El Lago.
- NSR-10 (Colombia): norma de obligatorio cumplimiento para seguridad estructural y sísmica. (Minvivienda, 2010).
- AIS 100-24 (AIS, 2024) Diseño y construcción de edificaciones sismo resistentes

- NTC (2017, 3495, 3829, 4017, 4205-2, 4205-3): métodos de ensayo y especificaciones técnicas para materiales, mampostería y adoquines de arcilla y concreto.
- Guías IDIGER: metodologías locales de inspección y gestión del riesgo urbano.
- Plan de Ordenamiento Territorial – POT (Decreto 555 de 2021): Define directrices para la renovación urbana, el uso del suelo y la gestión del riesgo en Bogotá. Incluye zonas de actuación estratégica que pueden afectar edificaciones existentes.

Análisis crítico del marco normativo

Aunque estas normativas establecen una base técnica sólida, su aplicación presenta limitaciones prácticas. La NSR-10, por ejemplo, no contempla con claridad criterios de intervención para edificaciones construidas bajo normativas antiguas, lo cual exige flexibilidad técnica y evaluaciones contextuales. El POT, por su parte, prioriza el desarrollo de nuevos proyectos, pero no siempre articula lineamientos claros para la conservación y protección de edificaciones existentes en áreas de renovación (Redalyc, 2019).

Renovación urbana

- Proceso que transforma zonas deterioradas con intervenciones físicas, sociales y económicas.
- Objetivo: mejorar entorno construido y promover sostenibilidad (Minvivienda, 2022).
- Riesgos: excavaciones profundas, vibraciones, sobrecargas → daños en edificaciones existentes (Salazar, Torres & Canchón, 2025).

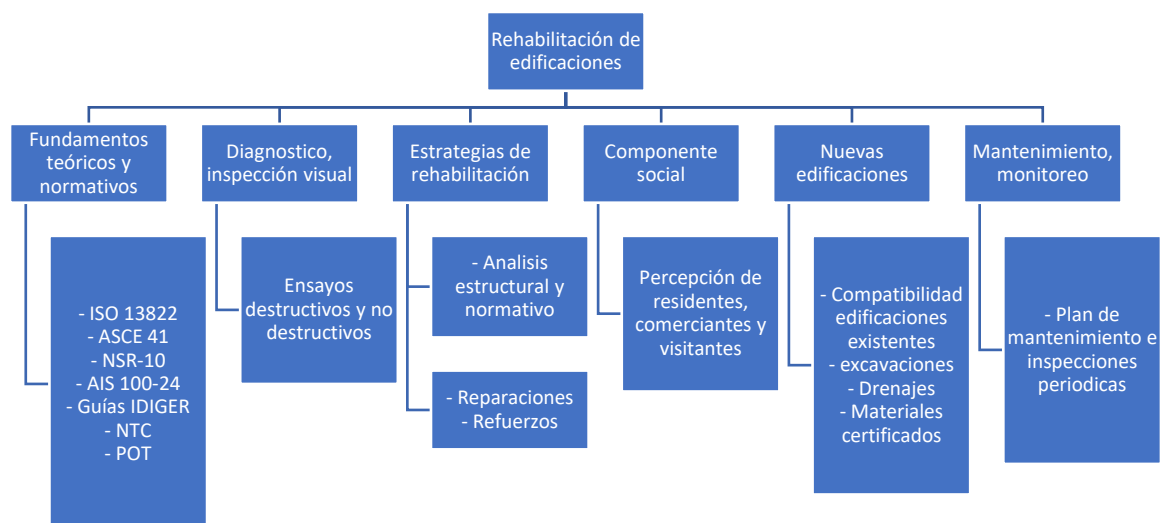
Patologías constructivas

- Manifestaciones de daño: grietas, fisuras, desprendimientos, humedades (Calavera Ruiz, 2001).
- Agravadas por la interacción entre edificaciones nuevas y antiguas.
- Diagnóstico debe relacionar síntomas ↔ causas ↔ estrategias (Moreno Mazo, 2014).
- Estrategias de intervención
- Enfoque integral y progresivo (Aguilar & Álvarez, 2010).
- Materiales compatibles y tecnologías no invasivas.
- Considerar impacto temporal de obras nuevas y garantizar habitabilidad.

Nuevas edificaciones

- Deben prever interacción estructural con el entorno (Instituto Eduardo Torroja, 2007).
- Criterios: compatibilidad geotécnica, sostenibilidad, eficiencia energética, integración con espacio público.

Figura 2 Rehabilitación de edificaciones

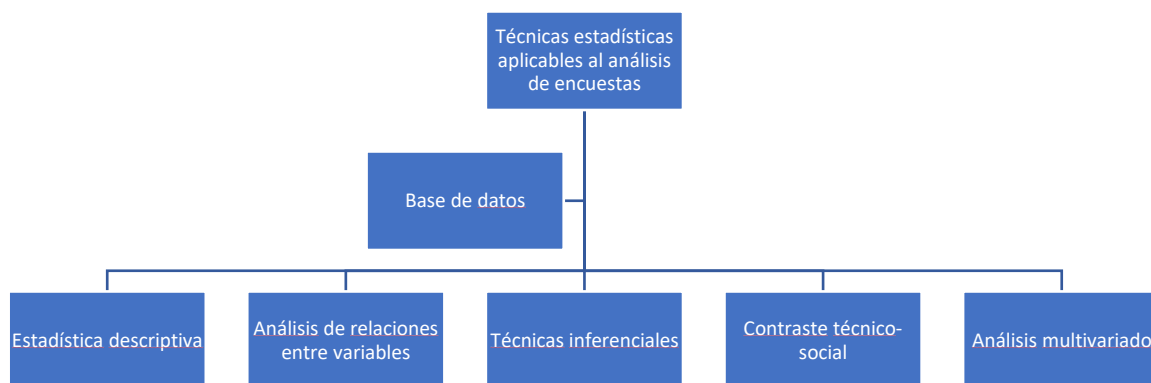


Nota: Rehabilitación de edificaciones, Fuente: Autoría Propia (2025).

Técnicas estadísticas aplicables al análisis de encuestas

Las encuestas socio-demográficas y de percepción en proyectos de patología de la construcción permiten complementar el diagnóstico técnico con la visión social y comunitaria, estas encuestas complementan el diagnóstico técnico con visión social, La estadística permite resumir, identificar relaciones, validar hipótesis y detectar patrones.

Figura 3 Técnicas estadísticas de análisis



Nota: Técnicas estadísticas de análisis, Fuente: Autoría Propia (2025).

Metodología

Enfoque metodológico

La investigación se desarrollará bajo un enfoque mixto, que integra elementos cualitativos y cuantitativos, con el fin de abordar de manera integral el estudio de patologías constructivas, estrategias de rehabilitación y criterios de diseño para edificaciones nuevas en contextos de renovación urbana. Este enfoque permitirá triangular información técnica, normativa y contextual, facilitando la comprensión del impacto que generan las intervenciones urbanas sobre edificaciones existentes, así como la formulación de propuestas pertinentes y aplicables.

El diseño metodológico se basa en el estudio de caso único (Yin, 2014), dado que se analiza una unidad espacial específica —la manzana comprendida entre las carreras 15 y 16A y las calles 77 y 79, en el barrio El Lago, Bogotá D.C.— con el propósito de generar conocimiento situado que sirva como insumo para futuras intervenciones en sectores consolidados.

Tipo de investigación

El estudio se clasifica como una investigación aplicada y explicativa-descriptiva. Es aplicada porque busca resolver un problema práctico en el entorno urbano real y es explicativa porque pretende comprender las causas del deterioro estructural y funcional de las edificaciones afectadas. A su vez, se emplean descripciones técnicas del estado actual y normativo para proponer soluciones fundamentadas.

Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para responder a los objetivos planteados, se emplearán las siguientes técnicas e instrumentos:

- **Observación técnica directa:** registro fotográfico sistemático, fichas de inspección patológica (literatura especializada como Calavera Ruiz, 2001), y diario de campo.
- **Levantamiento de información secundaria:** revisión documental de normativas aplicables (NSR-10, POT, AIS 100-24, guías del IDIGER), estudios previos de intervenciones en El Lago, tesis y artículos científicos.

Técnicas de análisis

El análisis de la información recolectada se realizará mediante:

- Clasificación y codificación de patologías según tipologías constructivas.
- Triangulación de datos teóricos, empíricos y normativos.
- Análisis de vacíos normativos en relación con el impacto de la renovación urbana.

Criterios éticos

La información técnica recolectada será usada exclusivamente para fines académicos y de investigación.

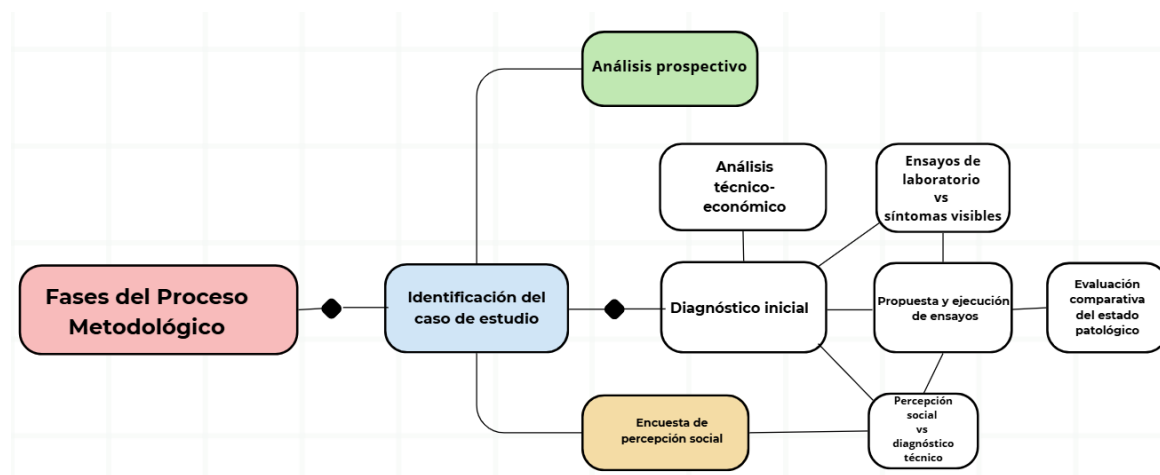
Fases del proceso metodológico

Tabla 1. Fases del proceso metodológico

Fase	Actividad
Exploratoria	Revisión bibliográfica inicial, observación preliminar, planteamiento del problema.
Descriptiva	Levantamiento del estado actual del caso de estudio mediante fichas técnicas y fotografías.
Analítica	Revisión teórica y normativa, identificación de causas del deterioro.
Comparativa	Contraste entre el caso de estudio, normativas y experiencias similares.
Proyectiva	Formulación de propuestas de intervención y lineamientos técnicos para nuevas edificaciones.
Confirmatoria	Evaluación de coherencia entre hipótesis, objetivos, resultados y propuesta final.

Nota: Fases del proceso metodológico del proyecto. Fuente: Autoría propia (2025).

Figura 4 Diagrama de flujo fases del proceso metodológico



Nota: Diagrama de flujo fases del proceso metodológico, Fuente: Autoría Propia (2025).

Resultados

Identificación del caso de estudio

Caso de estudio manzana ubicada entre las carreras 15 y 16a y las calles 77 y 79, barrio el lago, Bogotá D.C.

Figura 5 Localización por Google Maps manzana entre CRA 15 y 16a y CLL 77 y 79, barrio El Lago, localidad Chapinero, Bogotá D.C.

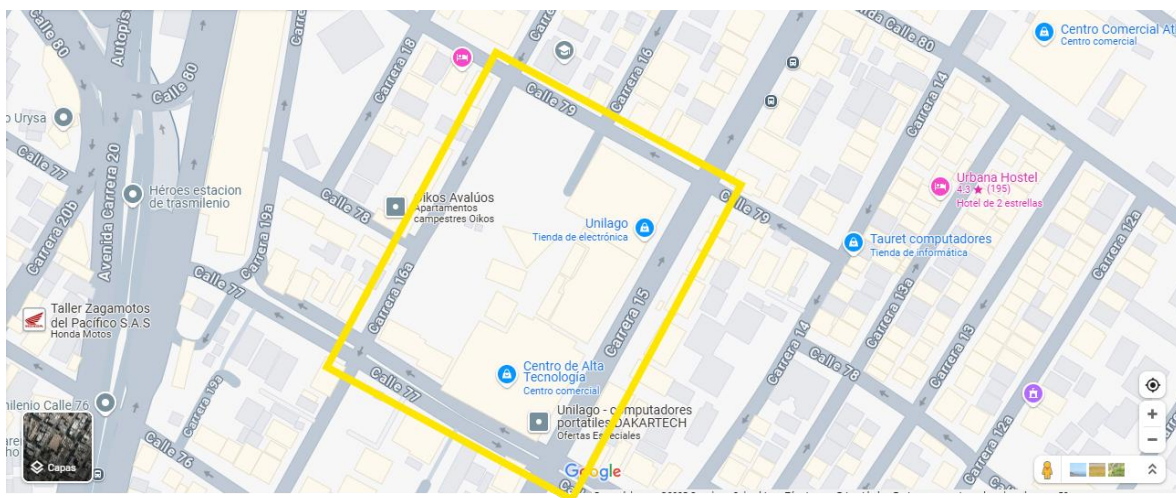


Figura 6 Localización por Google Maps manzana CRA 15 y CLL 77, barrio El Lago, localidad Chapinero, Bogotá D.C.

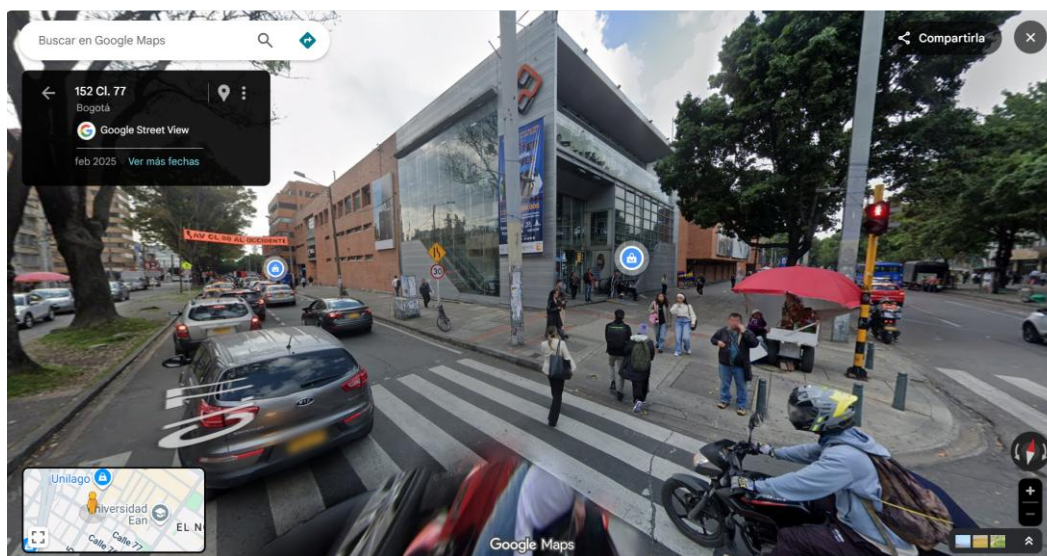


Figura 7 Localización por Google Maps manzana CRA 15 y CLL 79, barrio El Lago, localidad Chapinero, Bogotá D.C.

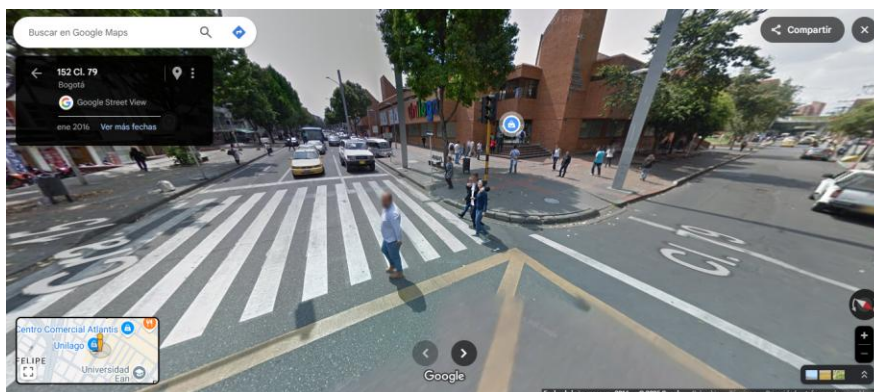
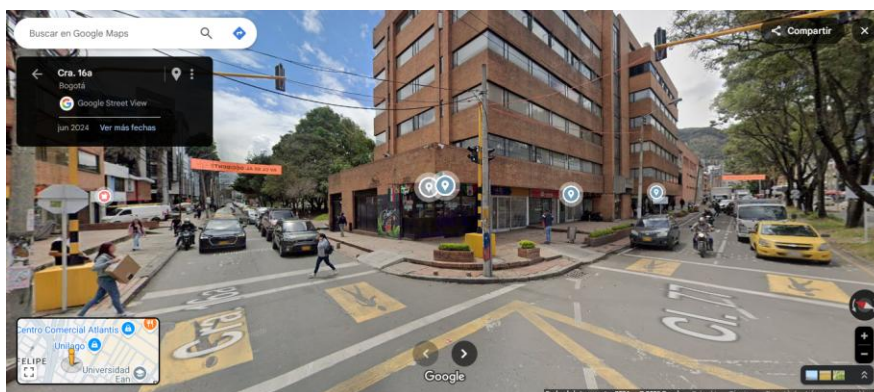


Figura 8 Localización por Google Maps manzana CRA 16a y CLL 79, barrio El Lago, localidad Chapinero, Bogotá D.C.



Figura 9 Localización por Google Maps manzana CRA 16a y CLL 77, barrio El Lago, localidad Chapinero, Bogotá D.C.



Revisión de antecedentes

- Desarrollo urbanístico intensivo en las últimas décadas.
- Presencia de construcciones contiguas con excavaciones profundas que han alterado el comportamiento del suelo.
- Falta de mantenimiento preventivo.
- Transformaciones informales en las edificaciones.
- Presión del mercado inmobiliario por procesos de renovación urbana y densificación.

Diagnóstico

El caso de estudio elegido presenta diversas lesiones entre las cuales las más evidentes se presentan en las siguientes tablas resumen de inspección técnica de lesiones (ampliar información en anexo A1-Fichas de levantamiento de lesiones):

Tabla 2. Resumen levantamiento de lesiones

Elemento	Tipo de lesión (Primaria/Secundaria)	Descripción técnica	Causa preliminar	Recomendación inicial
Fachada	Primaria (Grieta vertical)	Fisura vertical de 1-3 mm en junta de mortero	Movimiento diferencial + retracción	Sellado con mortero modificado y monitoreo
Fachada	Primaria (Grieta diagonal)	Grieta diagonal en esquina de vano	Asentamiento fundacional o empuje lateral	Evaluación estructural + inyección epóxicas
Fachada	Secundaria (Desprendimiento superficial)	Caída de unidades de mampostería que conforman el muro de fachada	Humedad por capilaridad	Reparación localizada + barrera antihumedad
Fachada	Primaria (Eflorescencia)	Manchas blancas en ladrillo cocido	Migración de sales por humedad	Limpieza química + sellado hidrófugo
Espacio Público	Primaria (Hundimiento localizado)	Depresión de 3-5 cm en adoquines	Asentamiento del terreno + base insuficiente	Recomponer base granular y reinstalar adoquines
Espacio Público	Secundaria (Rotura de adoquín)	Fracturas en piezas individuales	Impacto mecánico + desgaste	Sustitución puntual de piezas

Espacio Público	Primaria (Aparición de vegetación)	Maleza emergente en juntas de pavimento	Filtración + falta de mantenimiento	Limpieza + arena polimérica
Espacio Público	Primaria (Eflorescencia en arcilla)	Manchas blancas por migración salina	Humedad ascendente + drenaje deficiente	Lavado + sellado hidrófugo

Nota: Resumen levantamiento de lesiones, Fuente: Autoría propia (2025).

Propuesta de Ensayos para la evaluación:

Ensayos destructivos sugeridos:

- Extracción de testigos para análisis de resistencia.
- Resistencia a la compresión de unidades de mampostería
- Resistencia a la compresión de muretes de mampostería
- Absorción de agua de unidades extraídas
- Eflorescencia de unidades de mampostería extraídas
- Tolerancia dimensional a unidades de mampostería y prefabricados

Análisis de medidas y presupuesto (estimativo)

Medidas priorizadas:

- Se realizaron Ensayos técnicos de laboratorio para validar la calidad de los materiales.
 - Se tomaron las siguientes muestras de la zona de estudio:
 - Una (1) Muestras de muretes de mampostería (3 unidades)
 - Dos (2) Muestras de unidades de mampostería en arcilla (5 unidades de cada muestra)
 - Una (1) Muestras de adoquines en concreto (5 unidades)
 - Dos (2) Muestras de adoquines de arcilla (5 unidades de cada muestra)

Presupuesto estimado (rango):

- Ensayos de laboratorio: PSI Ingeniería & Laboratorio apoyó el desarrollo de este proyecto de grado y patrocinó la ejecución de los ensayos.
- Estudio patológico:

Tabla 3. Presupuesto estudio patológico (estimado)

Ítem / Fase	Unidad	Cant.	Valor Unitario	Total
Preparación documental y permisos (Revisión documental, solicitud de planos/licencias, permisos de acceso.)	Global	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
Inspección preliminar y levantamiento visual (Inspección visual, registro fotográfico, fichas por elemento (fachadas, muros, andenes) 2 profesionales × 3 días.	Global	1	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
Muestreo y ensayos de laboratorio	Global	1	\$ 3.641.550	\$ 3.641.550
Formulación de estrategias de intervención (Alternativas técnicas de rehabilitación, Documento con criterios constructivos para nuevas edificaciones.	Global	1	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
Informe final y socialización (Redacción de informe integral, Presentación técnica a comunidad/entidad.)	Global	1	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
TOTAL ESTIMADO				\$ 29.641.550

Nota: Presupuesto estimado del estudio patológico. Fuente: Autoría propia (2025).

El valor exacto depende del alcance final definido con el contratante, la cantidad de ensayos a realizar y la profundidad de la investigación.

Encuesta sobre renovación urbana y estado de las edificaciones en el barrio el lago

Se realizó una encuesta para ampliar los conocimientos sobre el sector, sobre sus residentes, comerciantes, visitantes, entre otros, y los impactos que les ha causado la renovación urbana.

Con base en la información disponible, ofrecer una cifra exacta de la población que transita o comercia en la zona de estudio es bastante impreciso. No se encontraron estudios de aforo o censos de población flotante específicos para este lugar, sin embargo, se realizó una aproximación estadística basada en los datos disponibles:

- Población de comerciantes: Se estima que Unilago cuenta con más de 250 locales comerciales. Si consideramos un promedio de dos (2) empleados por local, el número

de personas que trabajan en el centro comercial podría estar aproximadamente en 500 personas. Esta sería la población que "comercia" en el lugar.

- Población flotante (clientes y visitantes): No hay cifras oficiales, pero se sabe que el centro comercial es un referente a nivel nacional para la compra de productos tecnológicos. Se podría inferir que el aforo diario es considerable, especialmente los fines de semana. Por su ubicación estratégica, transitan por la zona una cantidad considerable de personas diariamente que usan Transmilenio y otros sistemas de transporte público.

En resumen:

- No existe una cifra precisa sobre la población que transita o comercia en Unilago.
- La población de comerciantes se puede estimar entre 500 y 750 personas.
- La población flotante (clientes y visitantes) es una cifra considerable, pero no hay datos estadísticos públicos para cuantificarla
- Se estimó un total aproximado de 1000 personas y se realizó la encuesta al 10% de la población.

Para obtener una cifra más acertada, se requeriría un estudio de aforo peatonal o una encuesta de movilidad que no se encuentra disponible.

(Ver anexo A2 – Formato base encuesta realizada)

Evaluación Comparativa del Estado Patológico: Integración Normativa, Ensayos de Laboratorio y Percepción Social

Análisis comparativo normativo – técnico

- **Revisión de normas aplicables:** La aplicación efectiva de las normas identificadas requiere estructurar el proceso de evaluación patológica y rehabilitación bajo un esquema operativo por fases, donde cada norma define qué validar, cómo medirlo y qué decisión tomar. Para efectos del caso de estudio, se propone el siguiente mecanismo de integración:

a) Plan de evaluación estructural y funcional (ISO 13822:2010)

- **Nivel preliminar:** revisión documental, reconocimiento visual, registros fotográficos y fichas de inspección para identificar lesiones críticas (fisuras, desprendimientos, hundimientos).
- **Nivel detallado:** aplicación de ensayos destructivos y no destructivos, análisis estructural y verificación de desempeño.
- **Matriz de incertidumbre:** documentar ausencia de planos, intervenciones previas y condiciones ocultas.

- **Criterios de aceptabilidad por uso:** segmentar según ocupación (comercio, circulación peatonal, espacio público) para priorizar intervenciones.

b) Seguridad sísmica y refuerzo estructural (ASCE 41-17 + NSR-10 + AIS 100-24)

- **Tier 1 (Evaluación preliminar sísmica visual):** listas de chequeo para identificar vulnerabilidades típicas en mampostería confinada, pórticos y elementos no estructurales susceptibles al desprendimiento.
- **Escalamiento a Tier 2/Tier 3:** si se detectan deficiencias críticas (falla por volteo, grietas diagonales, distorsión excesiva).
- **Selección de técnicas de refuerzo compatibles:** FRP, encamisados, anclajes, amarras estructurales y conectores diafragma-muro.
- **Verificación final con NSR-10/AIS 100-24:** para garantizar desempeño mínimo

c) Ensayos y control de calidad de materiales (Normas NTC aplicables)

El análisis material del caso de estudio debe regirse por las normas técnicas colombianas (ICONTEC) que establecen los métodos de evaluación de unidades de mampostería y pavimentos prefabricados, diferenciando entre normas de ensayo y normas de especificación:

Métodos de ensayo aplicables:

- **NTC 4017 – Métodos para muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla:** Permite determinar resistencia, absorción, densidad y características físicas de unidades existentes.
- **NTC 3495 – Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de muretes de mampostería:** Aplicable para verificar el desempeño del conjunto unidad + mortero en estado real.
- **NTC 3829 Adoquín de arcilla para tránsito peatonal y vehicular liviano:** Establece los procedimientos para medir resistencia, absorción, desgaste y estabilidad de piezas cerámicas en espacio público.
- **NTC 2017 Adoquines de concreto para pavimentos:** Define ensayos para módulo de rotura a flexión, abrasión, absorción y tolerancias dimensionales en pavimentos prefabricados de concreto.

Especificaciones técnicas aplicables:

- **NTC 4205-2 Unidades de mampostería de arcilla cocida. Parte 2: Mampostería no estructural:** Establece los rangos de aceptación para resistencia mínima, absorción máxima y defectos superficiales en ladrillos o bloques utilizados en mampostería no estructural.
- **NTC 4205-3 Unidades de mampostería de arcilla cocida. Ladrillos y bloques cerámicos. Parte 3: mampostería de fachada:** Establece los rangos de aceptación para resistencia mínima, absorción máxima y defectos superficiales en ladrillos o bloques utilizados en mampostería de fachada.

Aplicación directa al caso Unilago: Para el levantamiento patológico del sector analizado, estas normas permitirán:

- Determinar la pérdida de capacidad mecánica en fachadas y muros de fachada, mediante ensayos sobre ladrillos o muretes (NTC 4017 + NTC 3495).
- Evaluar el deterioro funcional del espacio público, diferenciando si los adoquines fallan por baja calidad (NTC 2017 o NTC 3829) o por asentamientos del terreno.
- Definir con objetividad cuándo reparar, reforzar o reemplazar, con base en comparaciones con los valores mínimos permitidos por cada norma.

d) Inspección y gestión del riesgo (Guías IDIGER + criterios propios de evaluación cualitativa)

- Guías IDIGER (Manual de Inspección Técnica Distrital) → Define las categorías de lesiones, riesgo, severidad y acciones inmediatas.
- Protocolos municipales de gestión del riesgo → Obligan a reportar elementos con potencial de caída o colapso hacia el espacio público.
- Matriz de priorización basada en probabilidad de desprendimiento + nivel de exposición peatonal.

Aplicación en el caso de estudio:

- Elaborar **fichas de registro por elemento**
- Clasificar **riesgo “Alto”** todo elemento con fisura abierta, desplazamiento visible o falta de anclaje.
- **Medidas temporales sugeridas:** cerramiento peatonal, apuntalamiento ligero, señalización.
- Comparación entre lo exigido por la norma y lo evidenciado en las lesiones (fisuras, desprendimientos, humedad, hundimientos).

e) Compatibilidad urbana y ocupacional (POT 555/2021 – Decreto Distrital)

- Compatibilidad estructural con nuevas edificaciones vecinas (altura, cimentación, empujes laterales).
- Control de excavaciones profundas colindantes, incluyendo instrumentación geotécnica obligatoria.
- Protección del peatón y espacio público: exigencia de barreras físicas, rutas temporales y mantenimiento vial seguro.

Percepción social vs. diagnóstico técnico

- Resultados de la encuesta aplicada a residentes, comerciantes y visitantes.

Figura 10 Resultados de encuesta de percepción social parte 1, Fuente: Autoría propia (2025).

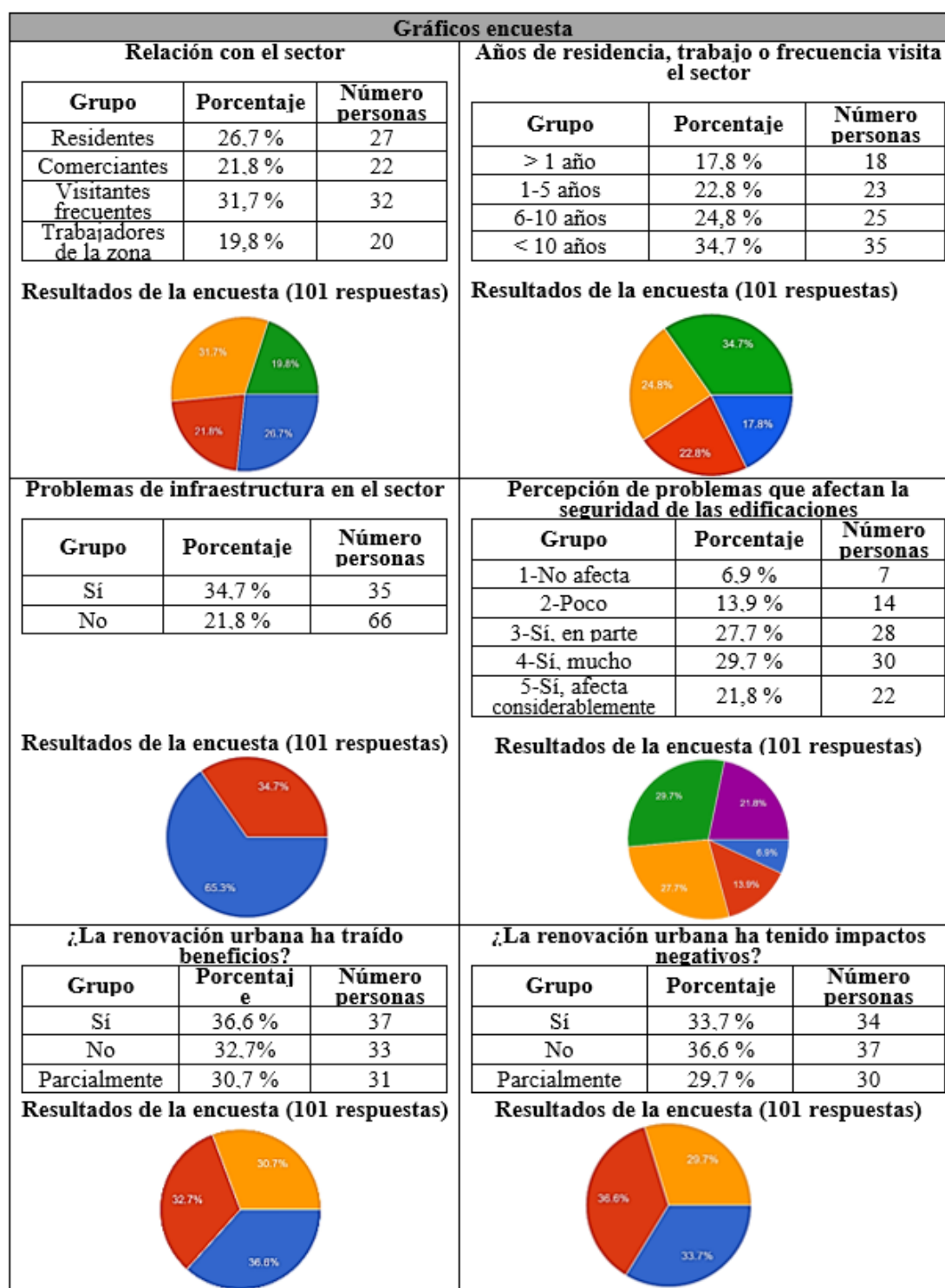


Figura 11 Resultados de encuesta de percepción social parte 2, Fuente: Autoría propia (2025).

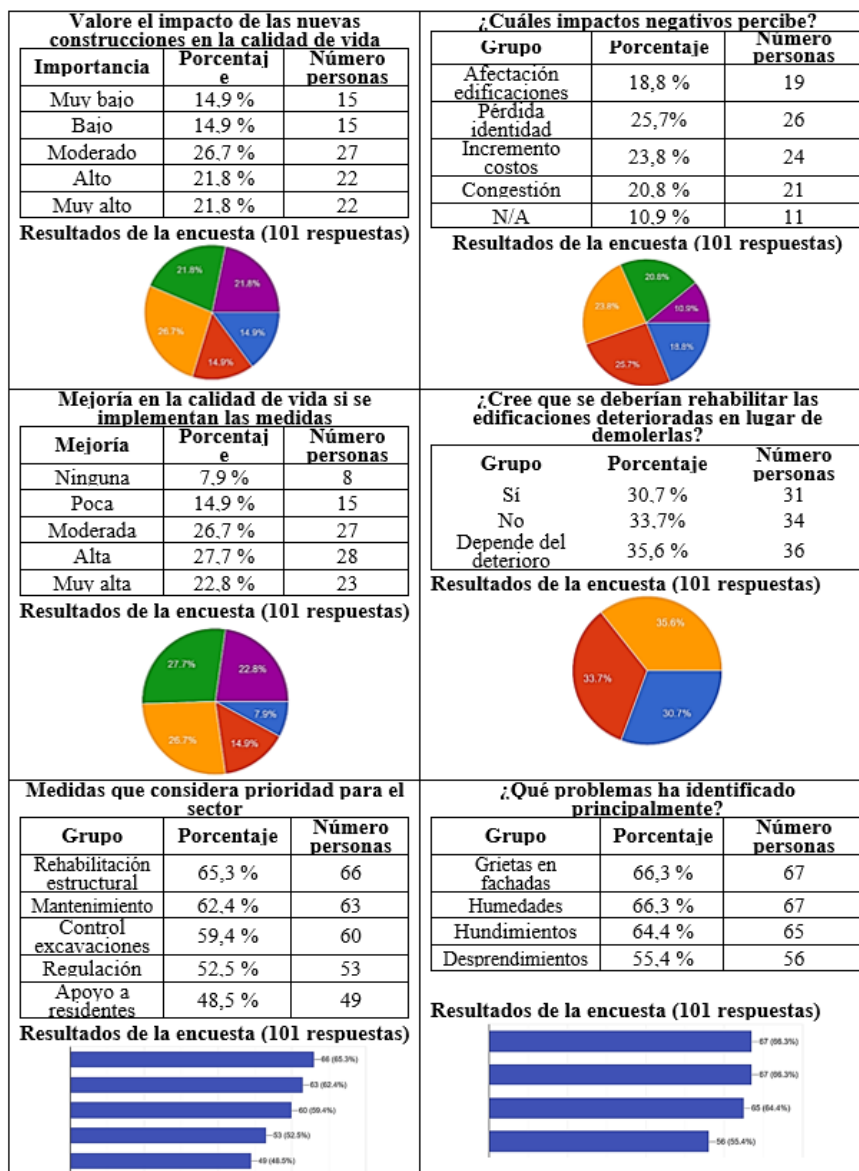
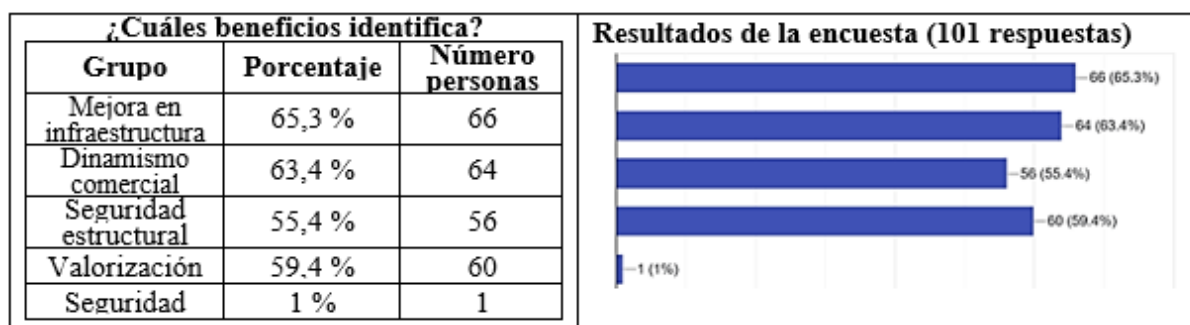


Figura 12 Resultados de encuesta de percepción social parte 3, Fuente: Autoría propia (2025).



Ensayos de laboratorio vs. síntomas visibles

Presentación de resultados de ensayos de muretes mampostería, ladrillos de arcilla, adoquines de concreto y adoquines de arcilla.

Muretes de mampostería: Las muestras de muretes de mampostería extraídos de la fachada, obtuvieron un resultado en promedio de 10,48 MPa, su desviación estándar fue de 0,145 y su coeficiente de variación de 1,38.

Tabla 4. Resumen de resultados muestra de muretes de mampostería

Muestra Muretes (Fachada)									
Muestra	Long. (mm)	Espesor (mm)	Alto (mm)	Perforaciones (mm)		Resistencia (MPa)	Promedio Resistencia (MPa)	Desviación Estándar	Coeficiente de variación
Muestra 1	381	122	336	(3*69*76)	(1*75*17)	10,32	10,48	0,145	1,38
Muestra 2	382	122	262	(3*69*76)	(1*75*17)	10,56			
Muestra 3	381	121	331	(3*69*76)	(1*75*17)	10,58			

Nota: Resumen de resultados muestra de muretes de mampostería, Fuente: Autoría propia (2025).

Adoquines de concreto: Las muestras ensayadas de adoquines de concreto usados en el espacio público, cumplen la especificación de la NTC 2017 numeral 4.3 absorción de agua y 4.4 resistencia a la flexo-tracción, a excepción de la muestra A-EP-1-5, que su módulo de rotura individual no cumple, pero el promedio sí.

Figura 13 Resumen de resultados muestra de adoquines de concreto, Fuente: Autoría propia (2025).

Muestra Adoquines de concreto (Espacio Público) - Flexión / Absorción															
Muestra	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Resistencia (MPa)	Promedio Resistencia (MPa)	Desviación Estándar	Coeficiente de variación	Especificación Módulo de rotura (MPa)	Cumple Si/No	Absorción (%)	Promedio Absorción (%)	Desviación Estándar	Coeficiente de variación	Especificación Absorción (%)	Cumple Si/No
A-EP-1-1	199,79	97,44	80,01	6,8	5,8	1,52	26,16	≥ 5 MPa	SI	2,3	2,68	0,79	29,66	≤ 7%	SI
A-EP-1-2	200,84	100,11	80,66	5,6					SI	3,1					SI
A-EP-1-3	199,92	99,10	77,31	7,7					SI	1,6					SI
A-EP-1-4	200,04	99,45	79,52	5,4					SI	3,7					SI
A-EP-1-5	198,56	99,89	79,53	3,7					Individual No Promedio SI	2,7					SI

Ladrillos prensados de arcilla (fachada): Las muestras ensayadas de unidades de arcillas extraídas de la fachada del cc Unilago, cumplen las especificaciones de la NTC 4205-2 numeral 6.1.2 resistencia mecánica a la compresión y la NTC 4205-3 numeral 6.1 absorción de agua.

Figura 14 *Resumen de resultados muestra de ladrillos prensados (fachada), Fuente: Autoría propia (2025).*

Muestra Ladrillos Prensados (Fachada) - Compresión															
Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Resistencia (MPa)	Promedio Resistencia (MPa)	Desviación Estandar	Coefficiente de variación	Especificación	Cumple Si/No	Absorción (%)	Promedio Absorción (%)	Desviación Estandar	Coefficiente de variación	Especificación Absorción (%)	Cumple Si/No
A-F-1-1	245,89	121,51	60,41	44,2	39,7	3,26	8,22	Promedio mínimo 5 unidades 14 MPa, individual 10 MPa	SI	8,4	8,22	0,22	2,64	≥ 5 % Máx 13%	SI
A-F-1-2	245,71	121,37	60,03	41,7					SI	8,1					SI
A-F-1-3	244,43	121,18	60,97	36,5					SI	8,3					SI
A-F-1-4	245,15	121,35	60,40	39,2					SI	8,4					SI
A-F-1-5	245,55	121,42	60,59	36,9					SI	7,9					SI

Adoquín de arcilla (espacio público – muestra 1): Las muestras ensayadas de adoquines de arcilla extraídas de la zona de espacio público de la manzana de estudio, comparando los resultados con la especificación de la NTC 2017 numeral 4.4 resistencia a la flexo-tracción, cumplen la especificación, sin embargo, es importante en próximos estudios contar con más muestras para evaluar su resistencia a la compresión, para el caso del ensayo de absorción de agua, todas las muestras cumplen la especificación de la norma NTC 3829 numeral 5.1 requisitos físicos y mecánicos aplicables para adoquines tipo I y tipo II.

Figura 15 *Resumen de resultados muestra 1 de adoquines de arcilla (espacio público), Fuente: Autoría propia (2025).*

Muestra Adoquines de arcilla (Espacio Publico) - Flexión / Absorción															
Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Resistencia (MPa)	Promedio Resistencia (MPa)	Desviación Estandar	Coefficiente de variación	Especificación	Cumple Si/No	Absorción (%)	Promedio Absorción (%)	Desviación Estandar	Coefficiente de variación	Especificación Absorción (%)	Cumple Si/No
A-EP-1-1	246,07	123,40	60,00	12,8	11,4	1,28	11,23	N/A	-	7,6	5,68	1,52	26,68	Tipo I Max 8% Tipo II Max 14%	SI
A-EP-1-2	245,39	122,24	58,40	12,4					-	4,2					SI
A-EP-1-3	245,55	122,53	60,19	11,6					-	7					SI
A-EP-1-4	243,11	121,56	58,93	9,8					-	4,9					SI
A-EP-1-5	243,88	121,79	60,12	10,4					-	4,7					SI

Adoquín de arcilla (espacio público – muestra 2): Las muestras ensayadas de adoquines de arcilla extraídas de la zona de espacio público de la manzana de estudio, comparando los resultados con la especificación de la NTC 2017 numeral 4.4 resistencia a la flexo-tracción, cumplen la especificación, sin embargo, es importante en próximos estudios contar con más muestras para evaluar su resistencia a la compresión, para el caso del ensayo de absorción de agua, las muestras no cumplen la especificación de la norma NTC 3829 numeral 5.1 requisitos físicos y mecánicos aplicables para adoquines tipo I, sin embargo, para adoquines tipo II. Si cumplen la especificación.

Figura 16 *Resumen de resultados muestra 2 de adoquines de arcilla (espacio público), Fuente: Autoría propia (2025).*

Muestra Adoquines de arcilla (Espacio Público) - Flexión / Absorción															
Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Resistencia (MPa)	Promedio Resistencia (MPa)	Desviación Estandar	Coefficiente de variación	Especificación	Cumple Si/No	Absorción (%)	Promedio Absorción (%)	Desviación Estandar	Coefficiente de variación	Especificación Absorción (%)	Cumple Si/No
A-EP-2-1	260,04	128,54	50,38	11,1	9,7	1,28	13,21	N/A	-	9,4	10,02	1,01	10,09	Tipo I Max 8% Tipo II Max 14%	Tipo I - No cumple Tipo II - Cumple
A-EP-2-2	259,81	127,30	51,36	7,8					-	9,4					Tipo I - No cumple Tipo II - Cumple
A-EP-2-3	262,85	128,60	51,54	9,8					-	9,7					Tipo I - No cumple Tipo II - Cumple
A-EP-2-4	261,10	124,99	52,30	10,5					-	9,8					Tipo I - No cumple Tipo II - Cumple
A-EP-2-5	264,01	129,76	50,74	9,1					-	11,8					Tipo I - No cumple Tipo II - Cumple

Figura 17 *Resumen de resultados muestra 2 de adoquines de arcilla - Efluorescencia (espacio público), Fuente: Autoría propia (2025).*

Muestra Adoquines de arcilla (Espacio Público) - Efluorescencia		
Muestra	Registro fotografico	Resultado
A-EP-2-1	 Muestra durante ensayo Muestra despues del ensayo	Muestra efluorescente, con manchas blancas en forma de polvo

Discusión

El análisis comparativo entre los resultados obtenidos y los valores de referencia normativos evidencia que las patologías identificadas en el entorno del Centro Comercial Unilago no se originan principalmente por pérdida de resistencia de los materiales, sino por condiciones externas asociadas a degradación por agentes ambientales, falta de confinamiento estructural y afectación por actividades urbanas colindantes.

En el caso de los muretes de mampostería, la resistencia a compresión promedio registrada fue de 10,48 MPa, valor que, al ser contrastado con el parámetro estimado mediante la fórmula de diseño establecida en la NSR-10, Título D, numeral D.3.7.5 (f'_m), arroja un valor esperado de 6,41 MPa para la calidad de materiales y mortero identificada en campo. Esto indica que los muretes presentan un desempeño 63,5 % superior al mínimo estimado, lo que confirma una capacidad resistente adecuada, concordante con lo descrito por Calavera (2002), quien plantea que en edificaciones en proceso de deterioro urbano la pérdida de estabilidad suele deberse más a acciones indirectas que a fallas intrínsecas del material.

En relación con los ladrillos prensados de arcilla empleados en fachada, los ensayos aplicados demostraron que las unidades cumplen con los requisitos mecánicos de resistencia a compresión y absorción exigidos por las normas NTC 4205-2 y NTC 4205-3, lo cual reafirma que las manifestaciones visibles de Fisuración o desprendimiento no se asocian a pérdida de integridad del material, sino a condiciones como humedad prolongada, empujes laterales o falta de refuerzo en juntas verticales, tal como expone Moreno Mazo (2014) respecto al comportamiento de muros no confinados en entornos urbanos consolidados.

En cuanto al pavimento del espacio público, los adoquines de concreto mostraron un comportamiento estructural estable, presentando únicamente una ligera desviación individual en la muestra A-EP-1-5, lo cual coincide con lo planteado por Aponte y Bueno (2019), quienes indican que la falla puntual en pavimentos modulares suele estar asociada a colocación deficiente o asiento diferencial del terreno, más que a fallas de fabricación.

Por el contrario, los adoquines de arcilla evidenciaron una mayor variabilidad entre lotes ensayados. La muestra 1 presentó valores compatibles con un adoquín de tránsito peatonal, mientras que la muestra 2, además de mostrar comportamientos mecánicos propios de adoquín Tipo II, registró presencia de eflorescencia superficial, observada como manchas blancas pulverulentas, indicativa de migración salina por absorción capilar y ciclos repetitivos de humedad-secado. Este fenómeno coincide con lo expuesto por Estrada Barrera et al. (2020), quienes identifican la eflorescencia como un indicador temprano de deterioro funcional en pavimentos cerámicos expuestos a infiltraciones o deficiente drenaje superficial.

En conjunto, los resultados permiten concluir que la capacidad resistente de los materiales es adecuada en la mayoría de los casos analizados, y que las lesiones visibles responden principalmente a la acción combinada de humedad, falta de confinamiento estructural y alteraciones del entorno urbano, coherente con el enfoque de evaluación planteado en ISO 13822 (2010) y los lineamientos del Instituto Eduardo Torroja (2007) para intervenciones en estructuras existentes.

- **Relación entre propiedades mecánicas de los materiales y lesiones observadas en sitio:** con base a los resultados de los ensayos realizados, no se relacionan directamente las lesiones evidenciadas en sitio con la calidad de los materiales, estas lesiones pueden ser causadas por factores diferentes o externos a otros materiales no evaluados en este estudio.

Análisis prospectivo: Estrategias de intervención y escenarios de intervención **Estrategias de intervención:**

Recomendaciones/propuestas para la mejora de la zona específica de estudio

- Revisión estructural detallada.
- Demolición y construcción de muros con mayor afectación
- Inyección de grietas con resinas epóxicas.
- Reposición de juntas de construcción con sellantes flexibles.

- Limpieza e impermeabilización de muros afectados por humedad.
- Retiro y estabilización de suelos con hundimientos y socavaciones
- Reposición o instalación de nuevos elementos prefabricados por deterioro o en mal estado
- Plan de mantenimiento preventivo periódico.
- Restricción temporal de nuevas cargas estructurales hasta concluir el refuerzo.

Para proyectar el comportamiento futuro de las patologías identificadas en la manzana objeto de estudio (Cra. 15-16A / Cl. 77-79), se plantean tres escenarios posibles de actuación, evaluados en términos de seguridad, costo de ciclo de vida e impacto funcional.

Tabla 5. Análisis prospectivo: escenarios de intervención

Escenario	Descripción	Evolución esperada	Indicadores de éxito / fracaso
Escenario 1 – No intervención (tendencial)	Se mantienen las condiciones actuales sin acciones correctivas ni preventivas.	Progresión acelerada de fisuras, humedades y desprendimientos. Mayor vulnerabilidad ante sismo o lluvias intensas.	• Aumento $\geq 30\%$ anual en lesiones activas • Índice de Condición de Fachada (ICF) $< 50/100$ • Probabilidad de desprendimiento > 0.20 (según matriz IDIGER) • Costo de ciclo de vida proyectado x3 en 10 años
Escenario 2 – Intervención parcial (correctivos aislados)	Reparaciones puntuales sin criterio integral ni articulación con normativa.	Mejora visual temporal, pero sin control de causas estructurales. Persistencia de filtraciones y empujes laterales.	• Reducción limitada ($< 15\%$) de lesiones activas • ICF entre 50-70/100 • Riesgo residual medio-alto • Repetición de fallas en < 3 años
Escenario 3 – Intervención integral (rehabilitación estructurada)	Aplicación de la estrategia propuesta basada en ISO 13822 + NSR-10 + ASCE 41 + NTC + Guías IDIGER.	Estabilización progresiva, control de humedad y refuerzo de elementos críticos. Mejora del desempeño sísmico y funcional.	• Reducción $\geq 70\%$ en probabilidad de desprendimiento • ICF $> 85/100$ • Riesgo clasificado como bajo según IDIGER • Costo de ciclo de vida

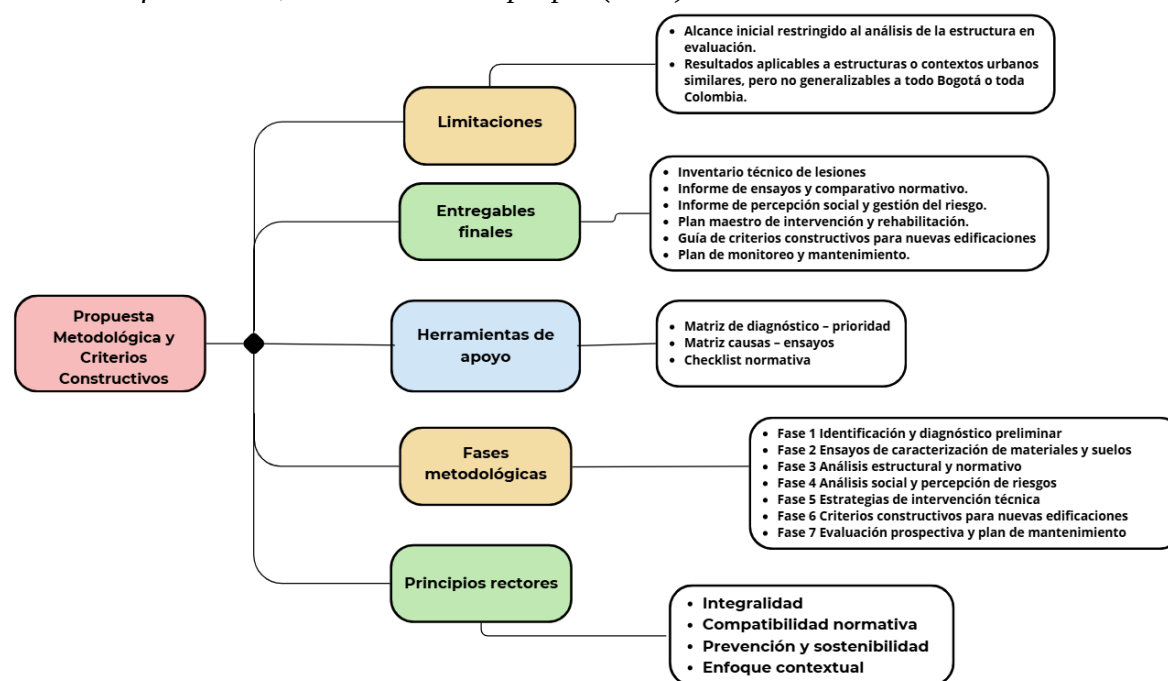
			optimizado con retorno en <7 años
--	--	--	-----------------------------------

Nota: Análisis prospectivo: escenarios de intervención, *Fuente: Autoría propia (2025).*

Propuesta metodológica y criterios constructivos para nuevas edificaciones.

A continuación, se presenta la propuesta metodológica para la evaluación patológica y la intervención técnica de edificaciones con deterioro avanzado, y criterios constructivos para nuevas edificaciones.

Figura 18 Diagrama de flujo Propuesta metodológica y criterios constructivos para nuevas edificaciones, *Fuente: Autoría propia (2025).*



1. Principios rectores

- Integralidad:** se combinan inspección visual, ensayos no destructivos (END), ensayos destructivos controlados, análisis estructural (incluyendo desempeño sísmico), y evaluación social.
- Compatibilidad normativa:** los diagnósticos y soluciones se contrastan con la NSR-10, AIS 100-24, normas NTC (2017, 3495, 3829, 4017, 4205-2, 4205-3) y guías IDIGER, complementando con estándares internacionales y nacionales adicionales tales como ASCE 41, ISO 13822, AIS 410-23.

- Prevención y sostenibilidad: priorizar la rehabilitación y mantenimiento periódico antes de recurrir a la demolición, reduciendo riesgos, costos y huella ambiental.
- Enfoque contextual: propuestas adaptadas a la realidad del barrio El Lago y a los impactos de la renovación urbana (nuevas construcciones, excavaciones, cambios de uso).
- Seguridad y continuidad de uso: proteger la integridad de ocupantes y usuarios mediante medidas inmediatas de mitigación cuando existan riesgos altos.

2. Fases metodológicas

Fase 1 — Identificación y diagnóstico preliminar

- Aplicar fichas de inspección y literatura técnica
- Levantamiento fotográfico y georreferenciado de lesiones (fisuras, grietas, humedades, eflorescencias, desprendimientos, hundimientos, entre otras).
- Mapa preliminar de afectaciones.

Fase 2 — Ensayos de caracterización de materiales y suelos

- Ensayos no destructivos (END): esclerómetro, ultrasonido, termografía infrarroja, medición de humedad.
- Ensayos destructivos: extracción de testigos de mampostería, concreto y aceros (Métodos para muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla. (NTC 4017), ensayo de adoquines de concreto y arcilla (NTC 2017, 3829), Método para la obtención y ensayo de núcleos extraídos (NTC 3658), Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación, para refuerzo de concreto. (NTC 2289), Definiciones y métodos para los ensayos mecánicos de productos de acero (NTC 3353), Alambre de acero liso y grafilado y mallas electrosoldadas para refuerzo de concreto. (NTC 5806), Análisis químico para aceros al carbono y baja aleación por el método de espectrometría de emisión atómica de chispa (NTC 5231)
- Ensayo en morteros: contenido de cemento, análisis de sales, adherencia – Pull Off, resistencia a la compresión (NTC 3546)
- Geotecnia: estudios de suelo si se evidencian hundimientos o asentamientos diferenciales. (SPT o CPT)

Fase 3 — Análisis estructural y normativo

- Integrar resultados de Fase 1 y 2.
- Clasificación de lesiones según mecanismo: retracción, asentamiento, sobrecargas, corrosión, infiltración, entre otras.
- Evaluación de seguridad estructural → niveles de riesgo (bajo, medio, alto).
- Contrastar hallazgos con: NSR-10, AIS 100-24, POT de Bogotá, ASCE 41, ISO 13822, AIS 410-23.

- Identificar brechas en edificaciones previas a la NSR-10.

Fase 4 — Análisis social y percepción de riesgos

- Sistematizar encuestas a residentes, comerciantes y visitantes.
- Analizar impactos percibidos (positivos y negativos) de las renovaciones urbanas.
- Comparar percepción social con el diagnóstico técnico.

Fase 5 — Estrategias de intervención técnica

- Acciones inmediatas: inyección de grietas, sellado de juntas, impermeabilización de muros con humedad, apuntalamientos y otro tipo de reparación dependiendo a la lesión evidenciada
- Acciones de mediano plazo: reposición de muros severamente dañados, reforzamiento con FRP, acero o concreto proyectado.
- Acciones urbanas: control de excavaciones vecinas, monitoreo topográfico, restricción temporal de cargas.
- Diseño de soluciones compatibles con materiales originales y normativa vigente.

Fase 6 — Criterios constructivos para nuevas edificaciones

- Actas de vecindad
- Compatibilidad estructural con edificaciones colindantes.
- Control de excavaciones → instrumentación geotécnica y topográfica obligatoria.
- Sistemas de drenaje adecuados para evitar filtraciones en predios vecinos.
- Diseño con juntas de dilatación y sellos flexibles.
- Uso de materiales certificados conforme a NTC o normas internacionales para materiales no normalizados en Colombia.
- Plan de monitoreo estructural post-construcción.

Fase 7 — Evaluación prospectiva y plan de mantenimiento

- Escenarios de evolución:
- No intervención → progresión de lesiones y riesgo de colapso parcial.
- Intervención parcial → mitigación limitada.
- Intervención integral → prolongación de la vida útil, seguridad y sostenibilidad.
- Propuesta de mantenimiento periódico: inspecciones anuales, limpieza de drenajes, control de grietas y humedad.

3. Herramientas de apoyo

- Matriz de diagnóstico – prioridad: severidad de la lesión, probabilidad de falla, criticidad del uso.
- Matriz causas – ensayos: síntomas observables → ensayos requeridos.

- Checklist normativa: cumplimiento NSR-10, AIS, NTC, POT, entre otras normativas aplicables dependiendo al material o proceso constructivo.

4. Entregables finales

- Inventario técnico de lesiones
- Informe de ensayos y comparativo normativo.
- Informe de percepción social y gestión del riesgo.
- Plan maestro de intervención y rehabilitación.
- Guía de criterios constructivos para nuevas edificaciones.
- Plan de monitoreo y mantenimiento.

5. Limitaciones

- Alcance inicial restringido al análisis de la estructura en evaluación.
- Resultados aplicables a estructuras o contextos urbanos similares, pero no generalizables a todo Bogotá o toda Colombia.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones:

Enfoque Técnico-Estructural:

El análisis del caso de estudio revela que el deterioro observado en la manzana es predominantemente multifactorial y de origen externo a la calidad intrínseca de los materiales evaluados. Las patologías estructurales y no estructurales identificadas, como grietas, asentamientos diferenciales y desprendimientos, no se correlacionan directamente con las propiedades de los materiales (mampostería, adoquines) que cumplieron con la mayoría de las especificaciones normativas. Se infiere que la interacción de factores como excavaciones colindantes, falta de mantenimiento, asentamientos del terreno y la influencia de intervenciones urbanas no controladas técnicamente, han sido los principales agentes causales de la degradación observada. La alta ocupación de la zona agrava la criticidad de estas patologías.

Enfoque Social y Urbano:

La alta densidad de ocupación peatonal y comercial en la zona de estudio, evidenciada por la presencia de un centro comercial y numerosos locales, junto con la percepción de los residentes y comerciantes, subraya la urgencia de abordar las problemáticas de infraestructura y seguridad. La falta de intervenciones oportunas no solo compromete la integridad física de las edificaciones y el espacio público, sino que también genera una percepción de inseguridad y deterioro del entorno, afectando la calidad de vida y la identidad del barrio. La renovación urbana, sin una planificación que considere la dimensión social, puede exacerbar estas percepciones negativas.

Enfoque Normativo y de Políticas Públicas:

Se constata una brecha entre la normativa existente y su aplicación efectiva en el control de intervenciones urbanas. La acumulación de patologías sugiere una debilidad en los mecanismos de control y seguimiento de obras, así como en la actualización y adaptación de criterios técnicos y normativos a las particularidades de edificaciones existentes. Si bien normativas como la NSR-10, AIS 100-24 y guías IDIGER proveen un marco, su aplicación contextualizada y el monitoreo riguroso son fundamentales. La metodología del proyecto, al integrar normativas internacionales y locales, sienta un precedente para un abordaje más holístico en la gestión del entorno construido.

La síntesis de los análisis revela que la problemática urbana en la manzana de estudio es un fenómeno complejo donde convergen deficiencias técnicas, impactos sociales y vacíos en la gestión normativa y de políticas públicas. La falta de un plan integral que considere la interrelación entre la estabilidad estructural, la seguridad de los ocupantes, la percepción del entorno y la aplicación rigurosa de la normatividad, ha propiciado un ciclo de deterioro. La urgencia de intervenciones se ve magnificada por la alta ocupación, haciendo imperativo un enfoque de gestión del riesgo y rehabilitación que integre estas tres dimensiones de manera coordinada.

Recomendaciones:

Corto Plazo:

- **Diagnóstico Detallado y Priorización de Intervenciones Inmediatas (Técnico-Estructural, Social, Urbano):** Realizar inspecciones técnicas detalladas (con énfasis en ENDs) en las edificaciones y zonas con mayor riesgo identificado (basado en la matriz de diagnóstico del proyecto). Priorizar la intervención en aquellas con potencial de colapso o que representen un riesgo inminente para la seguridad pública.
- **Establecer un Protocolo de Comunicación y Alerta Temprana (Social, Urbano, Políticas Públicas):** Crear canales de comunicación directos y eficientes entre las autoridades (IDIGER, Curadurías) y la comunidad (residentes, comerciantes) para reportar y atender emergencias o problemas de infraestructura de manera ágil y así mejorar la respuesta a incidentes y aumentar la percepción de seguridad y atención por parte de las autoridades.
- **Campaña de Sensibilización y Educación Ciudadana sobre Normativa de Construcción y Riesgos Urbanos (Social, Normativo):** Desarrollar campañas informativas dirigidas a propietarios, constructores y la comunidad en general sobre la importancia del cumplimiento normativo, los riesgos asociados a intervenciones no autorizadas y los procedimientos correctos para reportar anomalías, fomentando una cultura de responsabilidad y corresponsabilidad en la gestión del entorno urbano.

Mediano Plazo:

- **Desarrollo e Implementación de un Plan Maestro de Rehabilitación Urbana Gradual (Técnico-Estructural, Social, Urbano, Políticas Públicas):** Elaborar un plan maestro que contemple la rehabilitación progresiva de la manzana, priorizando intervenciones basadas en criterios técnicos, de impacto social y viabilidad económica. Este plan debe ser liderado por la administración distrital con participación activa de la comunidad y el sector privado, Abordando sistemáticamente el deterioro, mejorar la calidad del espacio público y las edificaciones, y revitalizar la zona de manera sostenible.
- **Actualización y Refuerzo de la Normativa de Control de Intervenciones Urbanas (Normativo, Políticas Públicas):** Revisar y actualizar la normativa local y distrital (POT, normativas de curaduría) para incluir requisitos más estrictos en el control de excavaciones, construcciones colindantes y cambios de uso. Incorporar la obligatoriedad de estudios patológicos previos para proyectos en zonas consolidadas y la exigencia de instrumentación geotécnica y topográfica para obras de impacto y así lograr prevenir la generación de nuevas patologías y asegurar la compatibilidad de nuevas intervenciones con el entorno existente.
- **Incentivar el Uso de Tecnologías de Diagnóstico No Destructivas (END) en el Control y Mantenimiento (Técnico-Estructural, Políticas Públicas):** Promover, a través de incentivos fiscales o normativos, la adopción de tecnologías END por parte de gremios de la construcción, administradores de propiedad y entidades de control para el monitoreo y diagnóstico de edificaciones. Establecer guías técnicas para su aplicación, facilitando el monitoreo preventivo, optimizar los procesos de diagnóstico y reducir costos a largo plazo.

Largo Plazo:

- **Integración de la Gestión del Riesgo y la Resiliencia Urbana en el Plan de Desarrollo Distrital (Políticas Públicas, Social, Urbano):** Incorporar de manera transversal en el plan de desarrollo de Bogotá, y en los planes de ordenamiento territorial de zonas similares, estrategias de gestión del riesgo de desastres y resiliencia urbana que aborden de forma integral las patologías constructivas y la vulnerabilidad del entorno construido, asegurando la sostenibilidad de las intervenciones y la capacidad de respuesta de la ciudad ante desafíos futuros.
- **Fomento de la Investigación Aplicada y la Transferencia de Conocimiento (Técnico-Estructural, Normativo, Políticas Públicas):** Crear programas de investigación y desarrollo financiados por entidades públicas y privadas, enfocados en la patología de la construcción, la rehabilitación urbana y la adaptación de normativas a contextos locales. Establecer mecanismos para la difusión y aplicación de estos conocimientos en el sector, generando conocimiento especializado; actualizar constantemente los criterios técnicos y normativos, y formar profesionales capacitados para enfrentar los desafíos de la construcción y rehabilitación en entornos urbanos complejos.

- **Establecimiento de Criterios Claros para la Rehabilitación vs. Demolición (Técnico-Estructural, Urbano, Políticas Públicas):** Desarrollar y aplicar criterios técnicos y económicos rigurosos para la toma de decisiones entre rehabilitar o demoler edificaciones, priorizando la rehabilitación y el aprovechamiento del patrimonio construido siempre que sea técnica y económicamente viable, Promoviendo la sostenibilidad, la preservación del patrimonio y la optimización de recursos en los procesos de renovación urbana.

Plan de mantenimiento preventivo resumido (ciclo anual recomendado)

Tabla 6. Plan de mantenimiento preventivo, Fuente: Autoría propia (2025).

Frecuencia	Actividades mínimas
Cada 6 meses	Inspección visual de fachadas y andenes, registro fotográfico comparativo y mantenimiento dependiendo lo identificado.
Cada año	Limpieza de juntas y superficies expuestas, revisión de filtraciones y drenajes.
Cada 3 años	Ensayos no destructivos puntuales (dependiendo a las posibles lesiones se definen cuales ensayos aplican)
Cada 5 años	Reevaluación estructural y actualización del diagnóstico

Nota: Este esquema se alinea con los principios de ISO 55000 (gestión de activos) y ISO 13822 (estructuras existentes), promoviendo una transición de gestión reactiva a gestión preventiva.

Líneas futuras de investigación e implementación

- Monitoreo geotécnico de excavaciones vecinas con instrumentación obligatoria para nuevas obras (p. ej., inclinómetros, celdas de carga).
- Evaluación dinámica del comportamiento sísmico de edificaciones contiguas bajo el enfoque de interacción estructural-medio urbano.
- Desarrollo de un Índice de Condición de Fachadas (ICF) para priorización de inversión pública en entornos comerciales densos.
- Modelos de financiación colaborativa tipo “reparación por valorización local”, donde los comerciantes benefactores contribuyan a la rehabilitación del espacio público.

Bibliografía

- Afanador-García, N., Pérez-Bayona, M., & Piscal-Arévalo, C. M. (2012). Patología estructural y funcional de edificio universitario. *Revista Ingenio*, 5(1), 9–16.
<https://doi.org/10.22463/2011642X.2001>
- Agresti, A. (2019). *An introduction to categorical data analysis* (3rd ed.). Wiley.
- Ahumada Forero, G. (2015). Reforzamiento y rehabilitación de fachadas de mampostería, construidas en Bogotá D.C. - Colombia, antes de la expedición del reglamento NSR-10 [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54911>
- Alcaldía Mayor de Bogotá – IDIGER. (2018). *Manual de inspección técnica de edificaciones*. Bogotá D.C.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2021). Plan de Ordenamiento Territorial - POT (Decreto Distrital 555 de 2021). <https://www.sdp.gov.co>
- Almendra Cueva Soto, V. (2021). Desarrollo de un manual de identificación de patologías estructurales para la reparación de viviendas sociales de albañilería en Lima Metropolitana [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27801>
- American Society of Civil Engineers. (2017). *Seismic evaluation and retrofit of existing buildings* (ASCE/SEI 41-17). ASCE.
- Aponte Rangel, J. A., & Bueno Arguello, J. A. (2019). Diagnóstico de patologías presentes en las fachadas de edificaciones de Bucaramanga y su área metropolitana [Trabajo de grado, Universidad Pontificia Bolivariana].
<https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/7374>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2024). AIS 100-24: Diseño y construcción sismo resistente de edificaciones. <https://asosismica.org.co/producto/ais-100-24-diseno-y-construccion-sismo-resistente-de-edificaciones/>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2024). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente – NSR-10 (con actualizaciones). AIS.
- Caez Pérez, J. C. (2004). Caracterización y patología de la mampostería en la ciudad de Barranquilla [Tesis de maestría, Universidad de los Andes].
<http://hdl.handle.net/1992/10167>
- ASTM International. (2015). *ASTM E2018-15: Standard guide for property condition assessments: baseline property condition assessment process*. ASTM International.
- Calavera Ruiz, J. (2001). *Lesiones de los edificios: Causas, diagnóstico y reparación*. Instituto Eduardo Torroja.
- Calavera, J. (2002). *Patología de estructuras de hormigón armado*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Camacol. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), Título C: Concreto estructural*.

https://camacol.co/sites/default/files/descargables/T%C3%ADtulo%20C%20NSR-10%20del%2019032010_0.pdf

- Cárdenas, A., & Sánchez, J. (2020). Lesiones patológicas en edificaciones de mampostería en Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.
- Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2018). Fluid mechanics: Fundamentals and applications (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Chávez Godoy, R. (2011). Método de evaluación de patologías en edificaciones de hormigón armado en Punta Arenas [Tesis de pregrado, Universidad de Magallanes]. https://www.umag.cl/biblioteca/tesis/chavez_godoy_2011.pdf
- Corre J., L. F., González S., E. A., Horta C., A. M., & Niño N., M. C. (2020). Identificación de lesiones patológicas de la construcción, del mecanismo de falla estructural y recomendaciones de reforzamiento de la Casa de la Cultura La Palma - Cundinamarca [Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás]. <http://hdl.handle.net/11634/27491>
- Díaz Barreiro, P. (2014). Protocolo para los estudios de patología de la construcción en edificaciones de concreto reforzado en Colombia [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/12694>
- Eras Arquitectónicas. (s.f.). Rehabilitación de barrios mediante estrategias sostenibles. <https://erasarquitectonicas.net/>
- Estrada Barrera, E. A., Lozano Escobar, V., Pacheco Pinilla, C. M., & López Hernández, L. S. (2020). Análisis sistemático de literatura sobre patologías en estructuras de mampostería confinada para viviendas de uno y dos pisos en la ciudad de Villavicencio, Meta [Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. <https://repository.ucc.edu.co/items/cc46292b-0609-4b09-9943-b701273bebf9>
- Field, A. (2018). Discovering statistics using IBM SPSS statistics (5th ed.). Sage.
- Guerrero Vargas, S. M. (2022). Análisis de las patologías estructurales y su propuesta de solución del piso de concreto de 64 años de antigüedad [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29648>
- Guerrero Vinuesa, M. B., & Merlo Navarrete, A. M. (2022). Evaluación y propuestas de soluciones a las patologías presentes en mampostería portante [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.puce.edu.ec/items/77f366e3-8043-4f55-abad-9c938ad055a8>
- Hair, J., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. (2019). Multivariate data analysis (8th ed.). Cengage.
- Hernández Parra, C. G., & Sánchez Vanegas, E. A. (2018). Manual de interventoría técnica para edificaciones en mampostería parcialmente reforzada [Trabajo de grado, Universidad La Gran Colombia]. <https://repository.ugc.edu.co/items/e1844372-d9a9-44df-bd52-e205433570f0>
- Hurtado, J. (2010). Metodología de la investigación: Guía para la comprensión holística de la ciencia. Quirón Ediciones.

- ICONTEC. (2009). NTC 4205-2 – Unidades de mampostería de arcilla cocida. Ladrillos y bloques cerámicos. Parte 2: Mampostería no estructural. ICONTEC.
- ICONTEC. (2018). NTC 2017 – Adoquines de concreto para pavimentos. ICONTEC.
- ICONTEC. (2018). NTC 4017 – Métodos para muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla. ICONTEC.
- Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER). (s.f.). Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales.
https://www.idiger.gov.co/documents/20182/112614/Guia_patologias_constructivas_estructurales_no_estructurales.pdf
- Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. (2018). *Manual de inspección técnica de edificaciones*. IDIGER.
- Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción. (2007). Manual de intervención en estructuras existentes. CSIC.
- International Organization for Standardization. (2010). ISO 13822: Bases for design of structures — Assessment of existing structures. ISO.
- International Organization for Standardization. (2017). *ISO 15686-5: Buildings and constructed assets — Service life planning — Part 5: Life-cycle costing*. ISO.
- International Organization for Standardization. (2014). *ISO 55000:2014 — Asset management — Overview, principles and terminology*. ISO.
<https://www.iso.org/standard/55088.html>
- Mahecha Valero, E., & Niño González, Á. (2019). Estudio de patología estructural para una edificación de cinco pisos [Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás].
<http://hdl.handle.net/11634/17142>
- Marín Guillén, F. (2015). Propuesta de metodología de diagnóstico y rehabilitación de estructuras de concreto armado usando FRP [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ingeniería]. <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/12482>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. <https://www.minvivienda.gov.co>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2022). Renovación urbana. <https://www.minvivienda.gov.co>
- Mokarram, M. (2020). *Rehabilitation of deteriorated concrete structures*. Springer.
- Mora Llanos, J. A. (2016). Manual técnico de interventoría para mampostería estructural en edificaciones multifamiliares tope VIS [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://repository.udistrital.edu.co/items/a53f593c-d4da-45b8-8d08-b3c4756bd63f>
- Moreno Mazo, L. J. (2014). *Patología de las estructuras y rehabilitación*. Editorial Reverté.
- Naciones Unidas – UNISDR. (2015). Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres 2015–2030. Naciones Unidas.

- Redalyc. (2019). Políticas y normativas para la sostenibilidad urbana en Colombia. <https://www.redalyc.org/>
- Restrepo Martínez, M., & Cano Barrera, Y. C. (2022). Revisión bibliográfica de patologías en muros de mampostería estructural y no estructural [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/32899>
- Rio Bueno, A. del. (2008). Patología, reparación y refuerzo de estructuras de hormigón armado de edificación [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://oa.upm.es/1159>
- Salazar, C., Torres, R., & Canchón, D. (2025). Renovación de entornos urbanos deteriorados: Transformando nuestras ciudades. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://blogs.iadb.org>
- Sánchez Aguilar, L. C. (2022). Factores que generan patologías en los elementos estructurales de concreto [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/31324>
- Universidad de Los Andes. (2019). Estudios sobre procesos de renovación urbana en Bogotá: Caso Chapinero y El Lago [Tesis de maestría en Urbanismo].
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2020). Estudio patológico del edificio central de la Facultad de Artes ASAB [Tesis de pregrado]. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstreams/58019fce-449d-4407-bb8c-a0b0c2aa39ce/download>
- Universidad Santo Tomás – CRAI. (2020). Repositorio institucional CRAI USTA: Documentos y tesis sobre patología de la construcción.
- Valbuena Porras, S. G., García-Ubaque, C. A., & Granados Sole, M. A. (2017). Metodología para el monitoreo estructural y patológico de viviendas afectadas por deslizamientos. *Revista Ingeniería y Ciencia*, 13(2), 97–110. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.13.2.7>
- Yin, R. K. (2014). Estudio de caso: Diseño y métodos (5ª ed.). Sage Publications.

Anexos

Anexo A-1 Ficha de levantamiento de lesiones

Figura 19 Anexo A-1 Ficha de levantamiento de lesiones (Fachada), Fuente: Autoría propia (2025).

ANEXO A1 - FICHA DE LEVANTAMIENTO DE LESIONES																																																																																																																																																																																																																																						
1. LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN			2. DATOS GENERALES DEL PACIENTE				3. DATOS DE LA INSPECCIÓN																																																																																																																																																																																																																															
			NOMBRE DEL PACIENTE: MANZANA UBICADA ENTRE LAS CARRERAS 15 Y 16A Y LAS CALLES 77 Y 79 DIRECCIÓN: CARRERAS 15 Y 16A Y LAS CALLES 77 Y 79 DEPARTAMENTO / CIUDAD: CUNDINAMARCA / BOGOTÁ D.C. LOCALIDAD / BARRIO: Chapinero, El Lago, localidad				IDENTIFICACIÓN DE FICHA: F-LES-001 FECHA DE LA INSPECCIÓN: sep-25 ELEMENTO REVISADO: MANZANA UBICADA ENTRE LAS CARRERAS 15 Y 16A Y LAS CALLES 77 Y 79 ESTADO GENERAL: REGULAR																																																																																																																																																																																																																															
			4. DATOS ESPECÍFICOS DEL PACIENTE SISTEMA CONSTRUCTIVO: Estructura de hormigón armado (pilotes y losas) con muros de mampostería TIPO DE CIMENTACIÓN: No identificado AÑO DE CONSTRUCCIÓN: finales de la década de 1980 (años 1987-1988) ALTURA / ÁREA: 20.000 m² USOS: Comercial (presencia del centro tecnológico Unilago) con edificaciones de mediana altura y alta ocupación peatonal.				5. IDENTIFICACIÓN AMENAZAS SOBRE EL PACIENTE <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">NIVEL</th> <th colspan="3">AMENAZA (Marque con una "X")</th> </tr> <tr> <th>INUNDACIÓN</th> <th>DESPLAZAMIENTO</th> <th>SEISMO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ALTO</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MEIO</td> <td>X</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>BAJO</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NIVEL	AMENAZA (Marque con una "X")			INUNDACIÓN	DESPLAZAMIENTO	SEISMO	ALTO				MEIO	X		X	BAJO		X																																																																																																																																																																																																											
NIVEL	AMENAZA (Marque con una "X")																																																																																																																																																																																																																																					
	INUNDACIÓN	DESPLAZAMIENTO	SEISMO																																																																																																																																																																																																																																			
ALTO																																																																																																																																																																																																																																						
MEIO	X		X																																																																																																																																																																																																																																			
BAJO		X																																																																																																																																																																																																																																				
6. DEFINICIÓN PRELIMINAR DE CAUSAS				7. OBSERVACIONES																																																																																																																																																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">CAUSAS</th> <th colspan="6">DIRECTA (marque con una "X")</th> <th colspan="2">INDIRECTA</th> </tr> <tr> <th colspan="6">TIPO (marque con una "X")</th> <th rowspan="2">Proyecto</th> <th rowspan="2">Otras</th> </tr> <tr> <th>Físicas</th> <th>Mecánicas</th> <th>Químicas/Biológicas</th> <th>Lesiones previas</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aluvión</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Viento</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Heladas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cambios térmicos</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contaminación ambiental</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Empujes</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Impactos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rizomorfismos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sobrecargas</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pérdida de capacidad portante</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Incompatibilidad de materiales</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pérdida de adherencia</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contaminación</td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Saltes solubles contenidos</td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agresiones de animales</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Organismos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Humedades</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Deformaciones</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fisuras y grietas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desprendimientos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comisiones</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Organismos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				CAUSAS	DIRECTA (marque con una "X")						INDIRECTA		TIPO (marque con una "X")						Proyecto	Otras	Físicas	Mecánicas	Químicas/Biológicas	Lesiones previas			Aluvión	X								Viento	X								Heladas									Cambios térmicos	X								Contaminación ambiental									Empujes									Impactos									Rizomorfismos									Sobrecargas		X							Pérdida de capacidad portante		X							Incompatibilidad de materiales		X							Pérdida de adherencia		X							Contaminación			X						Saltes solubles contenidos			X						Agresiones de animales									Organismos									Humedades				X					Deformaciones									Fisuras y grietas					X				Desprendimientos					X				Comisiones									Organismos									7.1. GENERALES: Lesiones directas localizadas. Se observan en la fachada y espacio público. 7.2. ESPECÍFICAS: Empujamientos de agua fluyente Polvo y suciedad No aplica. El elemento afectado está a la intemperie. No aplica. No aplica. No aplica. No aplica. Verificar (inspección detallada, consulta de planos / memorias o registros constructivos). Verificar (inspección detallada, consulta de planos / memorias o registros constructivos). Uso de materiales de baja durabilidad. Falta de juntas de dilatación adecuadas, el ingreso de agua por deficiencias en drenajes y sellos. Polvo y suciedad. Ingreso de agua por deficiencias en drenajes y sellos. No aplica. Ingreso de agua por deficiencias en drenajes y sellos. No aplica. Asentamientos diferenciales posiblemente asociados a excavaciones profundas y variación de esfuerzos en el terreno. Asentamientos diferenciales posiblemente asociados a excavaciones profundas y variación de esfuerzos en el terreno. No aplica. No aplica. No aplica. Verificar (inspección detallada, consulta de planos / memorias o registros constructivos). Verificar (inspección detallada, consulta de planos / memorias o registros constructivos). Verificar (inspección detallada, consulta de planos / memorias o registros constructivos). No aplica. Verificar (inspección detallada o registros constructivos). Verificar (inspección detallada, consulta de planos / memorias o registros constructivos). No aplica. Verificar (inspección detallada o registros de mantenimiento).					
CAUSAS	DIRECTA (marque con una "X")						INDIRECTA																																																																																																																																																																																																																															
	TIPO (marque con una "X")						Proyecto	Otras																																																																																																																																																																																																																														
	Físicas	Mecánicas	Químicas/Biológicas	Lesiones previas																																																																																																																																																																																																																																		
Aluvión	X																																																																																																																																																																																																																																					
Viento	X																																																																																																																																																																																																																																					
Heladas																																																																																																																																																																																																																																						
Cambios térmicos	X																																																																																																																																																																																																																																					
Contaminación ambiental																																																																																																																																																																																																																																						
Empujes																																																																																																																																																																																																																																						
Impactos																																																																																																																																																																																																																																						
Rizomorfismos																																																																																																																																																																																																																																						
Sobrecargas		X																																																																																																																																																																																																																																				
Pérdida de capacidad portante		X																																																																																																																																																																																																																																				
Incompatibilidad de materiales		X																																																																																																																																																																																																																																				
Pérdida de adherencia		X																																																																																																																																																																																																																																				
Contaminación			X																																																																																																																																																																																																																																			
Saltes solubles contenidos			X																																																																																																																																																																																																																																			
Agresiones de animales																																																																																																																																																																																																																																						
Organismos																																																																																																																																																																																																																																						
Humedades				X																																																																																																																																																																																																																																		
Deformaciones																																																																																																																																																																																																																																						
Fisuras y grietas					X																																																																																																																																																																																																																																	
Desprendimientos					X																																																																																																																																																																																																																																	
Comisiones																																																																																																																																																																																																																																						
Organismos																																																																																																																																																																																																																																						
8. VALORACIÓN VISUAL FINAL (marque con una "X")			10. DEFINICIÓN PRELIMINAR DE LAS CAUSAS																																																																																																																																																																																																																																			
8.1. GRADO DE LA LESIÓN <table border="1"> <tbody> <tr> <td>SEVERO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MODERADO</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>LEVE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NORMAL</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			SEVERO		MODERADO	X	LEVE		NORMAL		8.2. TIPO DE PATOLOGÍA <table border="1"> <tbody> <tr> <td>PREVENTIVO</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>CURATIVO</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>GENÉRICO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FONÉTICO</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			PREVENTIVO	X	CURATIVO	X	GENÉRICO		FONÉTICO		CAUSAS DIRECTAS Asociadas a asentamientos diferenciales, esfuerzos sísmicos o redistribución de cargas por excavaciones colindantes.				CAUSAS INDIRECTAS Efecto acumulado por movimientos estructurales, cambios higrotérmicos y materiales empujados, filtraciones y ascenso capilar, humedad persistente en muros, desgaste por tránsito y agua estancada.																																																																																																																																																																																																												
SEVERO																																																																																																																																																																																																																																						
MODERADO	X																																																																																																																																																																																																																																					
LEVE																																																																																																																																																																																																																																						
NORMAL																																																																																																																																																																																																																																						
PREVENTIVO	X																																																																																																																																																																																																																																					
CURATIVO	X																																																																																																																																																																																																																																					
GENÉRICO																																																																																																																																																																																																																																						
FONÉTICO																																																																																																																																																																																																																																						
8.3. NIVEL DE PRIORIDAD DE ATENCIÓN <table border="1"> <tbody> <tr> <td>ALTO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MEIO</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>BAJO</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			ALTO		MEIO	X	BAJO		8.4. AFECTACIÓN DEL DAÑO <table border="1"> <tbody> <tr> <td>SEGURIDAD</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>FUNCIONALIDAD</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>ASPECTO</td> <td>X</td> </tr> </tbody> </table>			SEGURIDAD	X	FUNCIONALIDAD	X	ASPECTO	X	11. DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE LESIÓN Las lesiones primarias se concentran en grietas diagonales, desprendimientos de recubrimiento y hundimientos diferenciales. Las lesiones secundarias son principalmente humedades, eflorescencias, fisuras superficiales, biodeterioro y deterioro de acabados/juntas, que reflejan falta de mantenimiento y el efecto acumulado de las primarias.																																																																																																																																																																																																																				
ALTO																																																																																																																																																																																																																																						
MEIO	X																																																																																																																																																																																																																																					
BAJO																																																																																																																																																																																																																																						
SEGURIDAD	X																																																																																																																																																																																																																																					
FUNCIONALIDAD	X																																																																																																																																																																																																																																					
ASPECTO	X																																																																																																																																																																																																																																					
9. TIPO DE LESIÓN PRIMARIAS: Grietas diagonales en muros de mampostería. Hundimientos y desmoronamientos en andenes/pavimentos. SECUNDARIAS: Eflorescencias superficiales en fachadas. Manchas de humedad y eflorescencias. Biodeterioro. Pieladura de material en adosquines y pavimentos. Fallos en juntas constructivas y sellos.			12. PREDIAGNÓSTICO Evidencia un deterioro progresivo tanto en elementos estructurales como no estructurales, resultado de la interacción entre deficiencias constructivas, falta de mantenimiento y condiciones externas del entorno urbano. Las lesiones más relevantes corresponden a grietas diagonales en muros de mampostería, indicativas de asentamientos diferenciales posiblemente asociados a excavaciones profundas y variación de esfuerzos en el terreno; hundimientos o desniveles en andenes y pavimentos, que confirman problemas de soporte en el suelo o deterioro de redes de drenaje.																																																																																																																																																																																																																																			
			13. PREVENCIÓN Todos los fenómenos deben ser verificados en el proceso de diagnóstico detallado con el fin de determinar el origen de la lesión y establecer la adecuada intervención. Se debe realizar un seguimiento con el fin de determinar su avance o aparición en otras zonas.																																																																																																																																																																																																																																			

Figura 20 Anexo A-1 Ficha de levantamiento de lesiones (Espacio público), Fuente: Autoría propia (2025).

ANEXO A1 - FICHA DE LEVANTAMIENTO DE LESIONES																																																																																																																																																																												
1. LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN			2. DATOS GENERALES DEL PACIENTE				3. DATOS DE LA INSPECCIÓN																																																																																																																																																																					
			NOMBRE DEL PACIENTE: MANZANA UBICADA ENTRE LAS CARRERAS 15 Y 16A Y LAS CALLES 77 Y 79 DIRECCIÓN: CARRERAS 15 Y 16A Y LAS CALLES 77 Y 79 DEPARTAMENTO / CIUDAD: CUNDINAMARCA / BOGOTÁ D.C. LOCALIDAD / BARRIO: Chapinero, El Lago, localidad				IDENTIFICACIÓN DE FICHA: F-LES-002 FECHA DE LA INSPECCIÓN: sep-25 ELEMENTO REVISADO: MANZANA UBICADA ENTRE LAS CARRERAS 15 Y 16A Y LAS CALLES 77 Y 79 ESTADO GENERAL: REGULAR																																																																																																																																																																					
			4. DATOS ESPECÍFICOS DEL PACIENTE				5. IDENTIFICACIÓN AMENAZAS SOBRE EL PACIENTE																																																																																																																																																																					
			SISTEMA CONSTRUCTIVO: Estructura de hormigón armado (pórticos y losas) con muros de mampostería TIPO DE CIMENTACIÓN: No identificado AÑO DE CONSTRUCCIÓN: finales de la década de 1980 (años 1987-1988) ALTURA / ÁREA: 20.000 m² USOS: Comercial (presencia del centro tecnológico Unillago) con edificaciones de mediana altura y alta ocupación peatonal.				<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">NIVEL</th> <th colspan="3">AMENAZA (Marque con una "X")</th> </tr> <tr> <th>INUNDACIÓN</th> <th>DESPLAZAMIENTO</th> <th>SISMO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ALTO</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MEDIO</td> <td>X</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>BAJO</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NIVEL	AMENAZA (Marque con una "X")			INUNDACIÓN	DESPLAZAMIENTO	SISMO	ALTO				MEDIO	X		X	BAJO		X																																																																																																																																																	
			NIVEL	AMENAZA (Marque con una "X")																																																																																																																																																																								
INUNDACIÓN	DESPLAZAMIENTO	SISMO																																																																																																																																																																										
ALTO																																																																																																																																																																												
MEDIO	X		X																																																																																																																																																																									
BAJO		X																																																																																																																																																																										
6. DEFINICIÓN PRELIMINAR DE CAUSAS				7. OBSERVACIONES																																																																																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CAUSAS</th> <th colspan="4">DIRECTA</th> <th colspan="2">INDIRECTA</th> </tr> <tr> <th>Físicas</th> <th>Mecánicas</th> <th>Química/Biológica</th> <th>Lesiones previas</th> <th>Proyecto</th> <th>Otros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Libre</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Viento</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Heladas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cambios térmicos</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contaminación ambiental</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Empujes</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Impactos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Asentamientos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sobrecargas</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pérdida de capacidad portante</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Incompatibilidad de materiales</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pérdida de adherencia</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contaminación</td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Salinización</td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agresiones de animales</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Organismos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Humedades</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Deformaciones</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fisuras y grietas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desplazamientos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Corrosiones</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Organismos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			CAUSAS	DIRECTA				INDIRECTA		Físicas	Mecánicas	Química/Biológica	Lesiones previas	Proyecto	Otros	Libre	X						Viento	X						Heladas							Cambios térmicos	X						Contaminación ambiental							Empujes							Impactos							Asentamientos							Sobrecargas		X					Pérdida de capacidad portante		X					Incompatibilidad de materiales		X					Pérdida de adherencia		X					Contaminación			X				Salinización			X				Agresiones de animales							Organismos				X			Humedades							Deformaciones							Fisuras y grietas				X			Desplazamientos				X			Corrosiones							Organismos							7.1. GENERALES: Lesiones directas localizadas. Se observan en la fachada y espacio público. 7.2. ESPECÍFICAS: Emporreamiento de agua lluvia. Polvo y suciedad. No aplica. El elemento afectado está a la intemperie. No aplica. No aplica. No aplica. No aplica. Verificar (inspección detallada, consulta de planos / memorias o registros constructivos). Verificar (inspección detallada, consulta de planos / memorias o registros constructivos). uso de materiales de baja durabilidad. falta de juntas de dilatación adecuadas, el ingreso de agua por deficiencias en drenajes y sellos. Polvo y suciedad. Ingreso de agua por deficiencias en drenajes. No aplica. No aplica. Ingreso de agua por deficiencias en drenajes. No aplica. No aplica. Asentamientos diferenciales posiblemente asociados a excavaciones profundas y variación de esfuerzos en el terreno. Asentamientos diferenciales posiblemente asociados a excavaciones profundas y variación de esfuerzos en el terreno. No aplica. No aplica. Verificar (inspección detallada, consulta de planos / memorias o registros constructivos). Verificar (inspección detallada, consulta de planos / memorias o registros constructivos). Verificar (inspección detallada, consulta de planos / memorias o registros constructivos). No aplica. Verificar (inspección detallada o registros constructivos). Verificar (inspección detallada, consulta de planos / memorias o registros constructivos). No aplica. Verificar (inspección detallada, consulta de planos / memorias o registros constructivos). No aplica. Verificar (inspección detallada o registros constructivos). No aplica. Verificar (inspección detallada o registros de mantenimiento).		
				CAUSAS	DIRECTA				INDIRECTA																																																																																																																																																																			
Físicas	Mecánicas	Química/Biológica	Lesiones previas		Proyecto	Otros																																																																																																																																																																						
Libre	X																																																																																																																																																																											
Viento	X																																																																																																																																																																											
Heladas																																																																																																																																																																												
Cambios térmicos	X																																																																																																																																																																											
Contaminación ambiental																																																																																																																																																																												
Empujes																																																																																																																																																																												
Impactos																																																																																																																																																																												
Asentamientos																																																																																																																																																																												
Sobrecargas		X																																																																																																																																																																										
Pérdida de capacidad portante		X																																																																																																																																																																										
Incompatibilidad de materiales		X																																																																																																																																																																										
Pérdida de adherencia		X																																																																																																																																																																										
Contaminación			X																																																																																																																																																																									
Salinización			X																																																																																																																																																																									
Agresiones de animales																																																																																																																																																																												
Organismos				X																																																																																																																																																																								
Humedades																																																																																																																																																																												
Deformaciones																																																																																																																																																																												
Fisuras y grietas				X																																																																																																																																																																								
Desplazamientos				X																																																																																																																																																																								
Corrosiones																																																																																																																																																																												
Organismos																																																																																																																																																																												
8. VALORACIÓN VISUAL FINAL (marque con una "X")			10. DEFINICIÓN PRELIMINAR DE LAS CAUSAS			12. PREDIAGNÓSTICO																																																																																																																																																																						
8.1. GRADO DE LA LESIÓN		8.2. TIPO DE PATOLOGÍA		CAUSAS DIRECTAS		CAUSAS INDIRECTAS		13. PREVENCIÓN																																																																																																																																																																				
SEVERO		PREVENTIVO	X	Son lesiones que indican fallo del sistema de soporte o del paquete estructural del pavimento; su corrección requiere intervención sobre la subrasante/cimentación o repotes de soporte.		Este tipo de lesiones son manifestaciones visibles que suelen originarse por causas profundas (primarias) o por falta de mantenimiento; su reparación superficial sin atacar la causa raíz conduce a recurrencia.		Todos los fenómenos deben ser verificados en el proceso de diagnóstico detallado con el fin de determinar el origen de la lesión y establecer la adecuada intervención. Se debe realizar un seguimiento con el fin de determinar su avance o aparición en otras zonas.																																																																																																																																																																				
MODERADO	X	CURATIVO	X																																																																																																																																																																									
LEVE		GERÁTRICO																																																																																																																																																																										
NORMAL		FORENSE																																																																																																																																																																										
9. TIPO DE LESIÓN			11. DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE LESIÓN			12. PREDIAGNÓSTICO																																																																																																																																																																						
PRIMARIA: Humedamientos/asentamientos diferenciales. Aflojamiento de cavidades / pérdida de soporte. Desplazamiento o fallo de bordillos. SECUNDARIAS: Desprendimiento de adoquines / piezas sueltas. Fisuras superficiales en losas y baldosas. Acumulación de agua y humedades superficiales. Deterioro de juntas y aparición de vegetación en juntas. Daños en mobiliario urbano debido a movimiento adyacente.			Lesiones primarias (origen en soporte/estructura del terreno o en cargas): * Humedamientos/asentamientos diferenciales en pavimento y andenes. * Aflojamiento de cavidades / pérdida de soporte por socavación. * Desplazamiento o fallo de bordillos debido a asentamiento diferencial o falta de la subrasante. Lesiones secundarias (derivadas de las primarias o por daño superficial): * Desprendimiento de adoquines / piezas sueltas por falta de adherencia o desgaste. * Fisuras superficiales en losas y baldosas, originadas por asentamientos, retracción o fatiga. * Acumulación de agua y humedades superficiales, consecuencia de pendientes inadecuadas, obstrucción de redes o roturas de tubería. * Deterioro de juntas.			En el espacio público de la manzana contigua a Unillago se identifican lesiones que indican un proceso de degradación con origen mayoritariamente geotécnico y de manejo de agua, agravado por deficiencias constructivas y falta de mantenimiento. Los hundimientos localizados, pérdida de soporte bajo adoquines y desniveles en bordillos señalan asentamientos diferenciales y/o socavación como causas primarias. Las fisuras superficiales, la caída o desalineamiento de piezas y la acumulación de agua son manifestaciones secundarias que evidencian la progresión del daño y favorecen la deterioración continua.																																																																																																																																																																						

Anexo A-2 Formato base encuesta realizada

Figura 21 Anexo A-2 Formato base encuesta realizada (Parte 1), Fuente: Autoría propia (2025).

ANEXO A2 - ENCUESTA SOBRE RENOVACIÓN URBANA Y ESTADO DE LAS EDIFICACIONES EN EL BARRIO EL LAGO

* Indica que la pregunta es obligatoria

Datos sociodemográficos

1. Nombre:

2. Edad: *

3. Nivel educativo: *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Primaria
- ☐ Secundaria
- ☐ Técnico-Tecnológico
- ☐ Pregrado
- ☐ Posgrado

4. Relación con el sector: *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Residente
- ☐ Comerciante
- ☐ Visitante frecuente
- ☐ Trabajador en la zona

5. ¿Hace cuántos años reside, trabaja o frecuenta este sector? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Menos de 1 año
- ☐ 1-5 años
- ☐ 6-10 años
- ☐ Más de 10 años

Figura 22 Anexo A-2 Formato base encuesta realizada (Parte 2), Fuente: Autoría propia (2025).

Percepción de las edificaciones

6. ¿Ha notado problemas de infraestructura en el sector? *

Marca solo un óvalo.

☐ Si

☐ No

7. Si respondió 'Si', ¿qué problemas ha identificado principalmente? *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

☐ Grietas en fachadas

☐ Humedades

☐ Hundimientos

☐ Desprendimientos

8. En una escala de 1 a 5, ¿qué tanto cree que estos problemas afectan la seguridad de las edificaciones? *

Marca solo un óvalo.

☐ 1 – No Afectan

☐ 2 – Poco

☐ 3 – Si, en parte

☐ 4 – Si, Mucho

☐ 5 – Si, Afecta Considerablemente

Impactos de la renovación urbana

9. ¿Considera que la renovación urbana en el barrio El Lago ha traído beneficios? *

Marca solo un óvalo.

☐ Si

☐ No

☐ Parcialmente

Figura 23 Anexo A-2 Formato base encuesta realizada (Parte 3), Fuente: Autoría propia (2025).

10. Si respondió 'Sí' o 'Parcialmente', ¿cuáles beneficios identifica? *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- ☐ Mejora en infraestructura
- ☐ Dinamismo comercial
- ☐ Seguridad estructural
- ☐ Valorización

11. ¿Cree que la renovación urbana ha tenido impactos negativos? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Parcialmente

12. Si respondió 'Sí' o 'Parcialmente', ¿cuáles impactos negativos percibe? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Afectaciones edificaciones
- ☐ Pérdida de identidad
- ☐ Incremento costos
- ☐ Congestión
- ☐ N/A

13. En una escala de 1 a 5, valore el impacto de las nuevas construcciones en su calidad de vida. *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Impacto muy bajo
- ☐ Impacto bajo
- ☐ Impacto moderado
- ☐ Impacto alto
- ☐ Impacto muy alto

Figura 24 Anexo A-2 Formato base encuesta realizada (Parte 4), Fuente: Autoría propia (2025).

Estrategias y expectativas

14. ¿Cree que se deberían rehabilitar las edificaciones deterioradas en lugar de demolerlas? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Depende del deterioro

15. ¿Qué medidas considera prioritarias para el sector? *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- ☐ Rehabilitación estructural
- ☐ Mantenimiento
- ☐ Control excavaciones
- ☐ Regulación
- ☐ Apoyo a residentes

16. En una escala de 1 a 5, ¿qué tanto mejoraría su calidad de vida si se implementaran estas medidas? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Ninguna mejora
- ☐ Poca mejora
- ☐ Mejoría moderada
- ☐ Alta mejoría
- ☐ Muy alta mejoría