

**Estudio de patologías en la mampostería del Colegio de Boyacá, Edificio Republicano
tramo sur, de la ciudad de Tunja**

Diego Alexander Cardozo Barrera

María Fernanda González Suarique

**Trabajo proyecto de investigación “TPI” para optar el título de Especialista en patología
de la construcción**

Director

Arq. Mg. Manuel Fernando Martínez Forero

Universidad Santo Tomás, Bogotá

Facultad Ingeniería Civil

Especialización en Patología de la construcción

2025

Contenido

	Pág.
Introducción	11
1 Aspectos Generales del Trabajo de investigación	13
1.1 Justificación.....	13
1.2 Contextualización.....	13
1.3 Problema de Investigación	15
1.4 Pregunta de investigación.....	16
2 Objetivos.....	17
2.1 Objetivo General	17
2.2 Objetivos específicos.....	17
3 Bases Teóricas y definiciones conceptuales.....	18
3.1 Antecedentes	18
3.2 Marco Teórico	20
3.2.1 Tipología y sus Causas.....	20
3.2.2 Lesiones Físicas.	20
3.2.3 Lesiones Mecánicas	20
3.2.4 Lesiones Químicas	20
3.3 Patología.....	21
3.3.1 Humedad.	21
3.3.2 Erosión Atmosférica.	22
3.3.3 Suciedad.....	22
3.3.4 Deformaciones.	22

3.3.5	Grietas	23
3.3.6	Desprendimiento.	23
3.3.7	Eflorescencias.	24
3.3.8	Organismos.	24
3.4	Causas de la Lesión.	25
4	Metodología.....	25
4.1	Diseño de investigación	25
4.2	Población y muestra	26
4.3	Instrumentos de recolección de datos.....	27
4.4	Procesamiento de Información.....	28
4.4.1	Ensayo de esclerometría (rebote) en elementos de concreto y mampostería.....	28
4.4.2	Ensayo con Ferroskan.	29
5	Historia del paciente caso de estudio.....	30
5.1	Proceso (1835 -1913)	31
5.2	Levantamiento	39
6	Sintomatología.....	46
6.1	Descripción de la Infraestructura	46
6.1.1	Conformación arquitectónica.....	46
6.1.2	Conformación en Alzado	47
6.1.3	Estado actual de la edificación Objeto de estudio	47
6.1.4	Coherencia de la NSR-10 frente al caso de estudio.....	47
6.1.5	Evaluación preliminar de irregularidades y coeficiente de disipación de energía:.	48
6.1.6	Evaluación de dimensionamiento:	48

6.1.7	Estructura de entrepiso:.....	50
6.1.8	Estructura de cubierta:	51
6.2	Metodología para el diagnóstico de lesiones.....	53
6.3	Laboratorios no destructivos aplicados	55
6.3.1	Resultados de ensayo a partir de esclerómetro	55
6.3.2	Resultados de ensayo a partir de ferrosan	58
6.4	Análisis de datos de la investigación.....	61
6.4.1	Resultados del análisis de Lesiones	62
6.5	Diagnóstico y propuesta de Intervención	72
6.5.1	Lesiones por contacto directo de humedad en la Mampostería.	72
6.5.2	Contacto directo de heces fecales en la Mampostería	74
6.5.3	Erosión y degradación de la mampostería expuesta debido a factores antropogénicos. 75	
6.5.4	Suciedad por lavado diferencial en las superficies del edificio.	76
6.5.5	Suciedad por depósito en las superficies del edificio	78
6.5.6	Propuesta de intervención Lesiones como Fisuras y Grietas.....	80
6.5.7	Propuesta de intervención Inexistencia de acero de refuerzo	81
7	Conclusiones.....	85
8	Referencias	87
	Anexos	88

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Coordenadas del proyecto</i>	15
Tabla 2. <i>Ficha: Ensayo de esclerometría (rebote) en elementos de concreto y mampostería.</i> ...	28
Tabla 3. <i>Ficha: Ensayo con Ferroskan.</i>	29
Tabla 4. <i>Índice de planimetría realizada como anexo a esta investigación.</i>	46
Tabla 5. <i>Clasificación Sistema Estructural con lo establecido en la NSR 10.</i>	48
Tabla 6. <i>Dimensiones mínimas de elementos estructurales con lo establecido en la NSR 10.</i>	48
Tabla 7. <i>Elementos en madera estructurales con lo establecido en la NSR 10.</i>	50
Tabla 8. <i>Elementos en madera estructurales para cubiertas con lo establecido en la NSR 10.</i> .	52
Tabla 9. <i>Ejemplo análisis de esclerometría.</i>	56
Tabla 10. <i>Resultados análisis de esclerometría planta primer piso</i>	57
Tabla 11. <i>Ejemplo análisis con Ferroskan.</i>	59
Tabla 12. <i>Resultados análisis de ferroskan</i>	60
Tabla 13. <i>Lesiones por contacto directo de humedad en la Mampostería.</i>	62
Tabla 14. <i>Lesiones por contacto directo de heces fecales en la Mampostería.</i>	64
Tabla 15. <i>Lesiones por erosión y degradación de la Mampostería.</i>	65
Tabla 16. <i>Lesiones suciedad por lavado diferencial.</i>	67
Tabla 17. <i>Lesiones suciedad por deposito.</i>	68
Tabla 18. <i>Fisuras y grietas presentes en la mampostería.</i>	70
Tabla 19. <i>Inexistencia de acero de refuerzo.</i>	71

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Ubicación tramo sur – Republicano Sede Francisco de Paula Santander (central)...</i>	14
Figura 2. <i>Localización Geodésica Magnas Sirgas</i>	15
Figura 3. <i>Detalle de la manzana del Colegio de Boyacá.....</i>	36
Figura 4. <i>Detalle de la manzana del Colegio de Boyacá.....</i>	38
Figura 5. <i>Detalle de la manzana del Colegio de Boyacá.....</i>	39
Figura 6. <i>Inspección visual inicial – levantamiento</i>	40
Figura 7. <i>Inspección visual inicial planta baja – levantamiento</i>	41
Figura 8. <i>Inspección visual general del estado de la edificación exterior</i>	41
Figura 9. <i>Inspección visual fachada externa</i>	42
Figura 10. <i>Inspección visual interior del estado de la edificación.....</i>	42
Figura 11. <i>Inspección visual exterior del estado de la edificación</i>	43
Figura 12. <i>Estado actual de cubierta.....</i>	44
Figura 13. <i>Estado actual interior.....</i>	45
Figura 14. <i>Vista Frontal del interior de la edificación.....</i>	50
Figura 15. <i>Sistema estructural de entrepiso</i>	51
Figura 16. <i>Estructura de cubierta.....</i>	52
Figura 17. <i>Formato ficha de Levantamiento de lesiones en mampostería</i>	53
Figura 18. <i>Formato ficha de calificación y descripción de lesiones en mampostería.....</i>	54
Figura 19. <i>Localización de elementos estructurales ensayo de esclerometría.....</i>	55
Figura 20. <i>Localización de elementos estructurales ensayo de ferrosan</i>	58
Figura 21. <i>Mampostería reforzada externamente.....</i>	82

Figura 22. <i>Refuerzo con platinas</i>	84
--	----

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo A. <i>Planimetría</i>	88
Anexo B. <i>Ficha de levantamiento de lesiones en mampostería</i>	89
Anexo C. <i>Ficha de calificación y descripción de lesiones en mampostería</i>	90
Anexo D. <i>Ensayo de esclerometria</i>	91
Anexo E. <i>Ensayo de ferrosan</i>	92

Resumen

Esta investigación aborda el análisis de las patologías presentes en la mampostería del Colegio de Boyacá (COLBOY), edificio Republicano tramo sur, ubicado en la ciudad de Tunja. Inmueble declarado Bien de Interés Cultural del ámbito Nacional mediante Resolución 0454 de 2022, el presente busca diagnosticar el estado actual de conservación de la mampostería, identificando las causas del deterioro, sus manifestaciones y posibles impactos en la estabilidad estructural del inmueble.

Para ello, se empleó una metodología de enfoque mixto que incluyó una revisión documental para contextualizar la construcción desde el ámbito histórico y constructivo, una inspección visual para registrar las patologías presentes, y una evaluación técnica mediante pruebas no destructivas de los materiales afectados. El proceso patológico fue clasificado según su naturaleza y severidad, abarcando daños como fisuras, manchas de humedad, erosión y desprendimientos.

Con base en lo anterior, se presentan los resultados que revelan que el deterioro de la mampostería del cual está causado directamente por factores ambientales, el envejecimiento de los materiales y la ausencia de un mantenimiento preventivo adecuado. En función de estos hallazgos, se formularon recomendaciones técnicas orientadas a la propuesta de intervención y conservación del edificio, priorizando el uso de materiales y técnicas compatibles con su valor patrimonial.

Abstract

This research addresses the analysis of the pathologies present in the masonry of the Colegio de Boyacá (COLBOY), a Republican building in the southern section, located in the city of Tunja. Property declared a National Asset of Cultural Interest through Resolution 0454 of 2022, this document seeks to diagnose the current state of conservation of the masonry, identifying the causes of deterioration, its manifestations and possible impacts on the structural stability of the property.

To achieve this, a mixed approach methodology was used that included a documentary review to contextualize the construction from the historical and constructive scope, a visual inspection to record the pathologies present, and a technical evaluation through non-destructive testing of the affected materials. The pathological process was classified according to its nature and severity, covering damage such as fissures, moisture stains, erosion and detachments.

Based on the above, results are presented that reveal that the deterioration of masonry is directly caused by environmental factors, the aging of materials and the absence of adequate preventive maintenance. Based on these findings, technical recommendations were formulated aimed at the proposal for intervention and conservation of the building, prioritizing the use of materials and techniques compatible with its heritage value.

Introducción

Los inmuebles patrimoniales son testigos del pasado con unos valores tangibles e intangibles otorgados por las comunidades, pero estos inmuebles, están expuestos a múltiples factores que comprometen su integridad estética y estructural con el paso del tiempo. En este caso de estudio, tomamos como paciente el Colegio de Boyacá, Edificio Republicano tramo sur, ubicado en la ciudad de Tunja, inmueble arquitectónico inmerso dentro del centro histórico de la ciudad; del mismo modo, declarado como Bien de Interés Cultural del ámbito Nacional mediante Resolución N° 0454 del 21 de diciembre de 2022 el cual es una insignia representativa histórica y cultural para el territorio. Sin embargo, como ocurre con muchas construcciones patrimoniales, en la ciudad la mayoría se encuentran deterioradas y con poco mantenimiento; lo anterior, obedece a la falta de estrategias de política públicas y de desconocimiento de los usuarios frente al tema.

En este estudio se resalta las lesiones que se originan en la mampostería del cual enfrenta diversas patologías derivadas de factores: como el deterioro de los materiales, el impacto ambiental, las intervenciones humanas y el envejecimiento natural.

Esta investigación tiene como objetivo principal identificar, analizar y evaluar las patologías presentes en la mampostería del tramo sur del edificio “Republicano”, con el fin de comprender sus causas, manifestaciones y posibles efectos en la estabilidad y conservación del inmueble. A través de un enfoque interdisciplinario, se busca generar un diagnóstico detallado que contribuya a la preservación de este inmueble patrimonial, sirviendo como base para futuras intervenciones de mantenimiento o restauración.

El estudio se desarrolla mediante un análisis visual, técnico y documental de las áreas afectadas, complementado con herramientas de inspección y evaluación de materiales. Los resultados obtenidos no solo permitirán caracterizar el estado actual de la mampostería, sino

también proponer estrategias para mitigar su deterioro y garantizar su conservación a largo plazo, en concordancia con las normativas aplicables en la gestión del patrimonio arquitectónico.

Con este trabajo, se espera no solo aportar al conocimiento técnico sobre patologías constructivas, sino también establecer un plan metodológico sobre su posible intervención y mitigar el riesgo que se propague las patologías en la mampostería de este tipo de edificaciones en el ámbito local, territorial y nacional, con la relevancia de proteger el legado arquitectónico del país para las generaciones futuras.

1 Aspectos Generales del Trabajo de investigación

1.1 Justificación

El Colegio de Boyacá, con más de dos siglos de historia, representa no solo un patrimonio arquitectónico notable, sino también un importante centro de memoria educativa y cultural en la región. Sin embargo, la falta de iniciativas efectivas para la intervención del tramo sur republicano y apropiación de este patrimonio ha limitado su impacto en la comunidad local y visitantes.

Esta propuesta de investigación propone abordar esta problemática mediante un enfoque integral que incluye la investigación histórica, el análisis arquitectónico, la recopilación y análisis de la patología inmersa de la mampostería dentro del tramo sur Republicano.

1.2 Contextualización

La sede Francisco de Paula Santander (sede central) se encuentra ubicada en el centro histórico de la ciudad de Tunja, en la Carrera 10ª N.º 18-51 al 99, en el Departamento de Boyacá. Se encuentra en el sector suroccidente de la Plaza de Bolívar de Tunja. Limita al oriente con el edificio de la Secretaría de Educación Departamental y la Alcaldía Mayor de Tunja; al occidente, con inmuebles de uso comercial; al norte, con el ICBA y la Gobernación de Boyacá; y al sur, con la Iglesia San Ignacio. Esta sede está conectada mediante ejes transversales y verticales con tres sedes adicionales del colegio, todas ellas insertas en el damero original del trazado urbano, el cual consiste en una cuadrícula perfecta en torno a una plaza principal (González, 2022).

La plaza principal está conformada por un cuadrado de 174 pasos por cada lado, diferenciándose de las manzanas circundantes, que solo cuentan con 150 pasos en cada lado (González, 2022).

Figura 1. Ubicación tramo sur – Republicano Sede Francisco de Paula Santander (central)



Fuente: Adaptado, Google Maps, 2024

Se trata de un inmueble de origen republicano que data del siglo XIX. Su construcción se llevó a cabo por la aprobación del proyecto por el secretario de obra públicas por el arquitecto Jacinto Caicedo Rubiano. Del cual fue aprobado en 1904, y su construcción del edificio neoclásico republicano se incluyó en 1913.

Para el desarrollo de esta línea histórica, se profundizará en el ciclo de conformación del "Colegio de Boyacá", tomando como referencia el período del proceso 1 (1835-1913) desarrollado en acápite 6.1.

Tabla 1. *Coordenadas del proyecto*

Coordenadas Elipsoidales		Coordenadas origen Nacional	
LATITUD (N)	LONGITUD (W)	NORTE (m)	ESTE (m)
5°31'53-80"N	73°21'46.57"O	2169245.402	4959816.937
Plancha IGAC			
Plancha 1:100000 443	Plancha 1:25000 443-III-D	Plancha 1:10000 443-III-D-1	

Figura 2. *Localización Geodésica Magnas Sirgas*

The screenshot displays the Magna Sirgas Pro 5.1 software interface. The main window is titled 'Cálculo Coordenadas Punto Individual'. It features several input fields and buttons for geodetic calculations. On the left, there are sections for 'Sistema de Referencia Partida' (set to MAGNA-SIRGAS), 'Nombre Punto Calculado' (set to Automático), 'Tipo de Coordenada Partida' (with options for Planas Cartesianas, UTM, and Gauss-Krüger), and 'Origen Cartesiano Partida' (set to Amazonas). On the right, there are sections for 'Sistema de Referencia Destino' (set to MAGNA-SIRGAS), 'Coordenada Destino' (set to Origen Nacional), and 'Origen Cartesiano Destino' (set to Amazonas). The 'Origen Nacional' section shows input fields for 'Norte(m): 2169245.402' and 'Este(m): 4959816.937'. A map on the right shows the Boyacá region with a point labeled 'Punto 1' near Tunja. At the bottom, there is a 'Planchas IGAC - Origen Nacional' section with a grid of map scales and a 'Calcular' button.

Adaptado de Magna Sirgas Pro 5.1

1.3 Problema de Investigación

El problema principal identificado en el contexto de Tunja, específicamente en relación con el Colegio de Boyacá, es la deficiente intervención en el caso de estudio. A pesar de ser un establecimiento educativo con más de doscientos años de historia significativa, relevancia cultural y educativa en la región, el Colegio de Boyacá enfrenta varios desafíos en cuanto a la intervención y mantenimiento de su patrimonio arquitectónico. Primero, la falta de iniciativas estructuradas y efectivas entorno a las intervenciones y mantenimiento de planta física del Colegio. Esto ha

resultado en una percepción generalizada de desconocimiento por parte del Establecimiento público educativo, con el consecuente deterioro de la infraestructura física (caso de estudio).

El "Edificio Republicano, tramo sur del Colegio de Boyacá, Tunja" presenta diversas patologías que ponen en riesgo su estabilidad en los mampuestos, su valor arquitectónico y su integridad como patrimonio histórico de la ciudad. A lo largo de los años, el edificio ha experimentado procesos de deterioro debido a factores como la exposición a la intemperie, la antigüedad de los materiales y la falta de mantenimiento adecuado, que han causado daños visibles en su estructura y en sus elementos decorativos.

Sin embargo, no existe un análisis detallado y sistemático que identifique las patologías presentes, clasifique su gravedad y determine sus causas y efectos en el edificio. Esta falta de conocimiento impide tomar decisiones informadas para implementar acciones de conservación e intervención efectivas. Si no se abordan estos problemas, el edificio corre el riesgo de sufrir un deterioro irreversible, lo que afectaría su funcional dentro del conjunto arquitectónico.

Por tanto, surge la necesidad de realizar un análisis de las patologías de la mampostería que afectan al Colegio de Boyacá, edificio Republicano tramo sur, con el objetivo de documentar y clasificar estas patologías proponiendo estrategias de intervención para su conservación.

1.4 Pregunta de investigación

Este ejercicio académico busca identificar y analizar las patologías de la mampostería presentes en el edificio caso de estudio, clasificar su grado de severidad y comprender los factores que han contribuido a su deterioro. A partir de este análisis, se pretende desarrollar estrategias de intervención que aseguren el funcionamiento del inmueble y su integridad como parte fundamental

del patrimonio arquitectónico educativo de Tunja. Teniendo en cuenta lo anterior, se formula la pregunta de investigación del cual daremos respuesta en el desarrollo del presente documento:

¿Qué patologías afectan a la mampostería del Colegio de Boyacá "Edificio Republicano, tramo sur, Tunja", son sus causas, el grado de afectación y cuáles son las estrategias adecuadas de intervención para su funcionamiento?

2 Objetivos

2.1 Objetivo General

Proponer mecanismos de intervención para las patologías en la mampostería dentro del Colegio de Boyacá, edificio Republicano Tramo sur, a partir del diagnóstico obtenido del paciente.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar levantamiento arquitectónico del estado actual del Colegio de Boyacá edificio Republicano Tramo sur.
- Recopilar a partir de fuentes primarias y secundarias la historia clínica del paciente caso de estudio.
- Elaborar diagnóstico de patologías primarias y secundarias en la mampostería.
- Aplicar ensayos no destructivos (esclerometría y ferroskan), con el fin de parametrizar la tipología y homogeneidad de los materiales utilizados.
- Desarrollar la propuesta de intervención según la patología y su gravedad en la mampostería del paciente caso de estudio.

3 Bases Teóricas y definiciones conceptuales

3.1 Antecedentes

Para la elaboración del análisis de patologías en los mampuestos en edificaciones históricas, se debe contar con una serie de bases teóricas y metodologías que sustenten su implementación teniendo en cuenta las características y autenticidad el mismo. Ahora bien, como caso de estudio el Colegio de Boyacá edificio Republicano tramo sur de Tunja, se propone un enfoque normativo y de antecedentes técnicos, el cual busque la conservación y seguridad estructural de los elementos arquitectónicos considerados como patrimonio, a continuación, se nombrarán los principales antecedentes normativos y técnicos aplicados.

- En Colombia, el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) propone lineamientos para el análisis estructural y diagnóstico de edificaciones, incluyendo aquellas de valor patrimonial,
- Ley 1185 de 2008 la cual otorga los lineamientos para intervenciones en bienes de interés cultural.
- Norma Técnica Colombiana (NTC), como la NTC 3692, la cual permite medir la resistencia del concreto mediante la esclerometría,
- El artículo “*Ancient architectural pathology of blue bricks and brick carvings in Northwest China: Example from the White Temple Tower*” analiza los efectos del envejecimiento acelerado en ladrillos antiguos, específicamente en las "Blue Bricks" utilizadas en la arquitectura histórica de China. Este estudio se centra en cómo factores ambientales como la temperatura, la humedad y las sales solubles que afectan la durabilidad y las propiedades físicas de los ladrillos, a través de ensayos de laboratorio que simulan condiciones reales, este estudio es un antecedente para el análisis de la mampostería del edificio republicano

del Colegio de Boyacá, ya que identifica factores ambientales como la humedad, temperatura y sales solubles que afectan la durabilidad y resistencia de los ladrillos. Las pruebas realizadas, son aplicables para evaluar la integridad de los materiales de mampostería. Además, destaca la importancia de evaluar condiciones ambientales para diagnosticar correctamente el deterioro en un contexto local como el del edificio republicano, considerando su exposición a climas fríos y húmedos.

- El artículo *Smart Technological Tools for Rising Damp on Monumental Buildings for Cultural Heritage Conservation* (Lombardo et al., 2023) destaca el uso de tecnologías avanzadas, como herramientas de neutralización de carga y software inmersos en las TIC, para gestionar problemas de humedad en edificios históricos sin intervenciones invasivas. Aplicar estas tecnologías en el Colegio de Boyacá edificio Republicano tramo sur, facilitaría la identificación y monitoreo de patologías,
- El artículo *"Analysis of structural integrity through the combination of non-destructive testing techniques in heritage inspections: The study case of San Segundo's hermitage (Ávila, Spain)"* (Solla et al., 2024) analiza el uso de técnicas no destructivas para evaluar la integridad estructural de edificaciones patrimoniales, el estudio propone cómo a partir de instrumentación correcta, es posible identificar patologías internas y externas optimizando la precisión en la detección de daños y proporcionando información detallada sobre las causas de deterioro. La aplicación de estas técnicas en el *Colegio de Boyacá* facilitaría un análisis de las condiciones estructurales sin dañar esta misma, permitiendo una conservación del patrimonio Arquitectónico.

3.2 Marco Teórico

La mampostería, es un sistema constructivo tradicional que consiste en la colocación manual de mampuestos, que pueden ser ladrillos, piedras, bloques de concreto y entre otros. Este método se utiliza para erigir muros y paramentos, y se caracteriza por su durabilidad y resistencia (Pérez Porto & Gardey, 2019).

3.2.1 Tipología y sus Causas.

Las lesiones constructivas se manifiestan de diversas maneras en una edificación debido a los numerosos materiales y unidades constructivo que se emplean; se establecen tres familias de procesos patológicos: físicas, mecánicas y químicas. Se consideran el punto de partida y por ende una base importante para el diagnóstico del proceso patológico (Broto, 2005).

3.2.2 Lesiones Físicas.

En las lesiones físicas se agrupan las lesiones de carácter físico en las cuales el problema patológico se basa en, por ejemplo: partículas, condensaciones y otras; evolucionan netamente en un sentido físico sin reacciones químicas que afecten los materiales, sin embargo, también se clasifican en cuanto al cambio de forma, color o humedad (Broto, 2005).

3.2.3 Lesiones Mecánicas

Siguiendo a Broto, este tipo de lesiones se definen de acuerdo con las condiciones de cada estructura en particular en torno al material, al uso, unidad constructiva, entre otros. Estas se clasifican como: grietas, fisuras, deformaciones, erosiones mecánicas o desprendimientos (Broto, 2005).

3.2.4 Lesiones Químicas

Las lesiones químicas, son los procesos patológicos que se generan en presencia de álcalis o sales ácidas las cuales, generan reacciones químicas ocasionando descomposición de materiales

afectando su durabilidad; estas se conforman por oxidaciones, erosiones químicas, corrosiones y eflorescencias (Broto, 2005).

3.3 Patología.

La patología, está definida etimológicamente de las raíces griegas *pathos* y *logos*, donde el primero se refiere a *enfermedades* y el segundo término es *estudio*, con lo cual la patología de las construcciones se considera la ciencia que estudia problemáticas constructivas en las edificaciones en términos de su diseño, construcción y vida útil (Pérez Porto & Gardey, 2019).

3.3.1 Humedad.

Se considera la humedad como la presencia de agua en un porcentaje mayor al óptimo en un material o elemento constructivo. Esta afecta las características físicas de los materiales. Se diferencian los siguientes tipos de humedad en función de las causas (Broto, 2005):

- De obra: se genera durante los procesos constructivos debido a inadecuada evaporación por falta de elementos de barrera.
- Humedad capilar: es causada debido al agua del suelo que sube por elementos verticales.
- Humedad de filtración: se trata de la humedad que ingresa en la edificación a través de fachadas o cubiertas.
- Humedad de condensación: se produce debido a la condensación de vapor de agua desde ambientes con mayor presión hacia menor presión.
- Condensación superficial interior: se genera debido a la falta de ventilación o encierro.
- Condensación intersticial: se genera en el centro de los cerramientos o entre sus capas.
- Condensación higroscópica: ocurre dentro de la porosidad del material que contiene sales lo que facilita la condensación del vapor de agua presente en el ambiente.

- Humedad accidental: como su descripción lo sugiere es la ocasionada debido a roturas de conducción de agua o desagües, se caracteriza por ser focos puntuales.

3.3.2 Erosión Atmosférica.

La erosión atmosférica se genera debido a la meteorización de materiales pétreos debido a la absorción de agua, generalmente de lluvia, que por acción de frío y cambios de temperatura que generan dilatación, ocasionan rupturas superficiales del material constructivo (Broto, 2005).

3.3.3 Suciedad.

La suciedad, es la acumulación de partículas suspendidas sobre las superficies, pueden quedar incrustadas en los poros de los diversos materiales. Se consideran los dos siguientes tipos de suciedad (Broto, 2005):

- Ensuciamiento por depósito: es la acumulación en las superficies, de partículas suspendidas debido a efectos de la gravedad.
- Ensuciamiento por lavado diferencial: se produce por partículas que se incrustan o penetran los poros de la superficie de los materiales; se evidencian, generalmente, en los exteriores de las edificaciones debido al efecto de agua lluvia.

3.3.4 Deformaciones.

Es el cambio de forma del material constructivo ocasionados en elementos estructurales o cerramientos debido a esfuerzos. Se dividen en cuatro subgrupos que desencadenan en lesiones secundarias como desprendimientos, fisuras o grietas (Broto, 2005):

- Se consideran *Flechas*: a la consecuencia de la flexión de elementos horizontales ocasionado por el exceso de cargas ortogonales o debido a diversos tipos de acciones estáticas en los cuales, los elementos horizontales se encuentran empotrados.

- Son *Pandeos*: los ocasionados por esfuerzos de compresión que deforman elementos verticales ya que sobrepasa la capacidad de deformación.
- Los *Desplomes*: se ocasionan debido a los empujes horizontales en la punta o cabeza de elementos verticales.
- Los *Alabeos* son: la rotación de elementos ocasionada comúnmente por esfuerzos horizontales.

3.3.5 *Grietas.*

Son aperturas las cuales intervienen el espesor de los elementos constructivos, estructurales o de cerramientos. Las fisuras difieren de las grietas ya que se generan en la superficie o acabados superpuestos en un elemento constructivo. Se distinguen dos (2) grupos de grietas en términos de los esfuerzos, generalmente mecánicos, que las originan (Broto, 2005):

- Ocasionadas por *exceso de carga*, son grietas que surgen cuando se sobrepasan las cargas para las cuales fueron diseñados los elementos estructurales. Cuando se ocasionan este tipo de grietas, se requiere establecer un mecanismo de reparación con la finalidad de asegurar la unidad constructiva.
- Las grietas ocasionadas por dilataciones y contracciones higrotérmicas: son aquellas que se generan en cerramientos de fachada o cubierta y a su vez afectan la estructura cuando no se ejecutan las juntas de dilataciones.

3.3.6 *Desprendimiento.*

Es la separación entre el soporte y el material de acabado por la carencia de adherencia, comúnmente se generan por lesiones previas como humedades, grietas o deformaciones. Estas, afectan tanto a los acabados continuos, así como algunos elementos independientes. Lo anterior, requiere mayor atención ya que son un peligro para la seguridad del transeúnte (Broto, 2005).

3.3.7 *Eflorescencias.*

Se definen, como un proceso patológico ocasionado en consecuencia previa a la aparición de humedad. Algunos materiales constructivos contienen sales solubles los cuales son desplazados por el agua hacia el exterior por efecto de la evaporación generando cristalización en superficies, los cuales se consideran en dos grupos (Broto, 2005):

- Eflorescencia ocasionada por sales cristalizadas que no están presentes en los materiales y son consecuencia de agregados adyacentes, los cuales se encuentran, comúnmente, sobre morteros protegidos o unidos por ladrillos.
- Se considera Criptoflorescencia a las sales cristalizadas en oquedades y/o hormiguero donde se producen desprendimientos.

3.3.8 *Organismos.*

Los animales y los vegetales pueden afectar la superficie de los materiales. El proceso patológico se puede considerar químico ya que se puede producir debido a la segregación de sustancias que afectan al material en su estructura física. Se diferencian dos grupos (Broto, 2005):

- Animales: se consideran debido a ciertas especies, como por ejemplo: los insectos, los cuales se alojan en los materiales y se alimentan de este; así mismo, existen especies como aves o pequeños mamíferos que pueden ocasionar lesiones erosivas en la estructura.
- Plantas: estas pueden generar lesiones debido a su peso en torno a sus raíces, se consideran las plantas microscópicas que pueden causar lesiones de índole químico; estas, se consideran en dos grupos: mohos (se alojan, generalmente, en los pozos de los materiales y allí se generan sustancias químicas que se traducen en cambios de color, tamaño, aspecto e incluso erosión) y los hongos (se presentan, generalmente, en la madera donde ocasionan un progresivo deterioro).

3.4 Causas de la Lesión.

Se debe aclarar que un proceso patológico se debe resolver hasta que la causa sea anulada por lo cual, la causa es el objetivo principal de estudio ya que es el verdadero origen de las lesiones; si solo se centra en reducir las lesiones dejando de lado las causas, aparecerán nuevamente (Broto, 2005).

Las lesiones pueden tener varias causas por lo cual es importante dar prioridad a identificar y estudiar la tipología de estas. Las causas se dividen en dos:

- Las *causas directas*: son el origen intrínseco del proceso patológico tales como esfuerzos mecánicos, contaminación, sustancias atmosféricas, etc.
- Las *causas indirectas*: se consideran cuando son errores o defectos de diseño e inclusive en la ejecución. Son las causas que se debe estudiar y prevenir en primera instancia.

4 Metodología

4.1 Diseño de investigación

Para abordar este trabajo de proyecto de investigación (TPI), se empleó una metodología con enfoque mixto, que parte de las técnicas cualitativas y cuantitativas del cual permitieron analizar de manera integral las patologías presentes en la mampostería del Colegio de Boyacá del Edificio Republicano tramo sur. La metodología se estructuró en diversas etapas, diseñadas para comprender las causas, manifestaciones y efectos del deterioro, así como para generar un diagnóstico que sirva como base para establecer propuestas de intervenciones de conservación.

En primer lugar, se llevó a cabo una revisión documental para contextualizar el estudio desde el ámbito histórico, arquitectónico y constructivo. Esta etapa incluyó la recopilación de planos originales, registros históricos, y normativa vigente relacionada con la conservación del

patrimonio arquitectónico. Dicha revisión, permitió identificar las características generales del edificio y las condiciones primarias y secundarias que podrían influir en la aparición de patologías en su mampostería.

Posteriormente, se realizó una inspección visual-sistemática, con el objetivo de identificar las patologías presentes en la mampostería y registrar su ubicación, tipo y severidad. Para ello, se emplearon fichas de diagnóstico visual y se generaron levantamientos arquitectónicos de daños detallados, complementados con el registro fotográfico. Esta etapa permitió documentar lesiones físicas, mecánicas y químicas.

En consecuencia con lo anterior, con el fin de profundizar en el análisis, se desarrolló una evaluación técnica de los materiales presentes en los muros y del estado fisicoquímico de sus áreas afectadas. Para ello, se utilizaron técnicas no destructivas, como ensayo de esclerometría y evaluación de la presencia de acero de refuerzo con ferroscañ.

Finalmente, con base en los hallazgos obtenidos se formula propuesta para reparar y mitigar las patologías identificadas asegurando su conservación de la mampostería a mediano y largo plazo. Esta propuesta, incluye estrategias de intervención compatibles con los materiales originales, así como sugerencias para el monitoreo y mantenimiento preventivo del inmueble.

4.2 Población y muestra

La población objeto de estudio en esta investigación corresponde a las patologías de mampostería (físicas, químicas y mecánicas) presentes en el tramo sur del edificio republicano. Esta sección del inmueble, es seleccionada por la importancia funcional y su estado actual de conservación, que puede evidenciar patologías estructurales y superficiales asociadas a su uso, antigüedad y los factores medio ambientales inmersos en este inmueble.

Para el análisis de las condiciones físicas de la mampostería, se realizó un levantamiento de los daños en el tramo seleccionado, utilizando metodologías como inspección visual detallada, registro fotográfico, pruebas no destructivas y análisis histórico-constructivo. La muestra incluye elementos representativos del estado general de la mampostería, considerando distintos materiales, técnicas constructivas y áreas afectadas por patologías específicas.

4.3 Instrumentos de recolección de datos

El presente estudio cuenta con una serie de actividades in situ, para la realización de un diagnóstico adecuado:

- Inspección preliminar del paciente (caso de estudio): Consiste en una evaluación visual general para identificar signos visibles de deterioro, como fisuras, humedades o deformaciones. Se presta especial atención a la fachada, elementos estructurales como pilares, vigas, muros de carga y las condiciones del entorno que puedan estar afectando la edificación.
- Planeación de ensayos de exploración necesarios para la valoración de las estructuras: esto se realiza seleccionando las pruebas adecuadas para evaluar la homogeneidad de los materiales, analizando la presencia de acero de refuerzo con ensayos no destructivos, que permitan conocer en detalle el estado de la estructura sin comprometerla.
- Toma de información necesaria: implica la recopilación de datos técnicos y arquitectónicos del edificio, incluyendo planos, materiales utilizados.
- Tratamiento de datos levantados y análisis de registro fotográfico: se realiza la organización de la información obtenida para identificar patologías específicas y su grado de severidad, del cual permite el análisis de los problemas encontrados.

- Elaboración de fichas patológicas: estas aportan orden y sintetizan claramente los hallazgos realizados, con el fin de proporcionar un diagnóstico.

4.4 Procesamiento de Información

En este trabajo proyecto de investigación (TPI) se hizo el uso de dos instrumentos preliminares de recolección de información basados en ensayos no destructivos, que aportan datos frente a las condiciones de homogeneidad de los materiales utilizados y la presencia de acero de refuerzo en sus elementos estructurales, como lo son pilares y muros, a continuación, se presenta ficha de tipología de los ensayos realizados.

4.4.1 Ensayo de esclerometría (rebote) en elementos de concreto y mampostería.

Tabla 2. Ficha: Ensayo de esclerometría (rebote) en elementos de concreto y mampostería.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
ENSAYO	MÉTODO DE ENSAYO PARA MEDIR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO
NORMA	NTC 3692
OBJETIVO	Este ensayo, utilizado en concreto, puede adaptarse a mampostería y materiales similares, Consiste en medir la dureza superficial mediante un martillo de rebote. El método de ensayo abarca la determinación del número de rebote del concreto endurecido usando un martillo de acero impulsado por resorte Este método de ensayo es aplicable para evaluar la uniformidad del concreto colocado en el sitio; para delimitar variaciones en la calidad del concreto a lo largo de una estructura, y para estimar la resistencia in situ, siempre y cuando se haya desarrollado una correlación con un ensayo destructivo Este permite obtener una estimación preliminar de la resistencia superficial del material sin causar daños significativos, lo cual es especialmente útil en estructuras antiguas donde es preferible limitar las intervenciones destructivas. Los resultados ayudarán a determinar la calidad y uniformidad de los materiales en distintas partes de la estructura (ICONTEC, 2018).
NUMERO DE MUESTRAS	Se realizarán en por lo menos cuatro (4) elementos estructurales, por cada dos, núcleos extraídos.
PUNTOS DE MUESTREO	Estos se ubicarán en elementos estructurales tales como, pilares en mampostería y muros.
EQUIPO	Esclerómetro o Martillo de rebote
CUIDADOS Y RECOMENDACIONES	Selección de la superficie de ensayo: *Los miembros de concreto a ser ensayados deben ser al menos de 100 mm de espesor y estar fijos dentro de una estructura. *Los especímenes más pequeños deben estar soportados rígidamente. *Deben evitarse las áreas que exhiban hormigueros, escamado, o alta porosidad. *No compare los resultados de ensayos si el material de la formaleta contra el cual se colocó el concreto no es similar. *Las superficies alisadas con llana metálica generalmente exhiben números de rebote

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
	mayores que los de acabados de pantallas o formaleteados. *Si es posible, las placas estructurales deben ser ensayadas desde la parte inferior para evitar superficies terminadas *Un área de ensayo debe ser de al menos 150 mm de diámetro. *Las superficies de textura gruesa, blanda o con mortero suelto, deben ser pulidas con la piedra abrasiva *Las superficies pulidas por la formaleta o alistadas con llana metálica no deben pulirse antes del ensayo *No se deben comparar superficies pulidas con las no pulidas. Si hay agua superficial presente, remuévala antes del ensayo.
IMAGEN DE REFERENCIA	

4.4.2 Ensayo con Ferroskan.

Tabla 3. Ficha: Ensayo con Ferroskan.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
ENSAYO	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXISTENCIA DE ELEMENTOS DE REFUERZO
NORMA	N/A
OBJETIVO	Es una técnica no destructiva utilizada para detectar la ubicación, profundidad y diámetro de las barras de refuerzo (acero) en elementos estructurales de concreto. Este tipo de escáner permite obtener una imagen de la distribución del acero de refuerzo sin necesidad de romper o dañar la estructura, siendo especialmente útil en inspecciones de edificaciones antiguas o en casos donde se desconoce la configuración de los elementos de refuerzo.
NUMERO DE MUESTRAS	Se realizarán en por lo menos ocho (8) elementos estructurales.
PUNTOS DE MUESTREO	Estos se ubicarán en elementos estructurales tales como, pilares en mampostería y muros.
EQUIPO	FERROSCAN
CUIDADOS Y RECOMENDACIONES	Evitar interferencias: Elementos metálicos cercanos (como conductos o tuberías de acero) pueden interferir con la lectura del equipo, por lo que se debe asegurar que no haya objetos metálicos externos en la zona de escaneo. Superficie limpia y lisa: La superficie de concreto debe estar lo más limpia y lisa posible para evitar lecturas incorrectas. Cualquier irregularidad o revestimiento debe ser removido previamente. Calibración precisa: Es importante realizar la calibración correcta del equipo, adaptándolo a las condiciones específicas de la estructura. Una calibración incorrecta puede generar errores en la detección. Distancia del escaneo: Es importante seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto a la distancia óptima entre el equipo y la superficie del concreto para evitar lecturas inexactas. Condiciones climáticas: En ambientes con alta humedad o temperaturas extremas, el equipo

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
	podría tener problemas de rendimiento. En lo posible, realice el ensayo en condiciones estables.
IMAGEN DE REFERENCIA	

5 Historia del paciente caso de estudio

La creación del Colegio de Boyacá se ejecutó como un proyecto de la Nación en el año 1822, en cumplimiento de la Constitución Política y de la Ley de Educación de 1821. Los predios que actualmente ocupan el Colegio de Boyacá formaban parte del Virreinato de la Nueva Granada y estos fueron entregados a los primeros moradores de la ciudad, donde trajeron una serie de cambios en cuanto a su uso y sirvió como eje estratégico de conexión entre el sur y norte.

La ciudad de Tunja, era considerada como uno de los centros administrativos y políticos más importantes de la Nueva Granada, del cual como estrategia de expandir sus dominios tuvo desarrollo del cual se ve reflejado con su magnificencia en la belleza de edificaciones civiles, militares y religiosas distribuidas a lo largo de la traza urbana (González, 2022).

A partir de lo anterior, se abordará en el caso específico el de la construcción republicana teniendo cuenta que el tramo sur, hace parte de la conformación para el año de 1919 cuando se realizó la construcción del sector republicano inmerso dentro del colonial en el Colegio de Boyacá en la sede Central.

5.1 Proceso (1835 -1913)

El Colegio de Boyacá fundado por Francisco de Paula Santander en 1822 y que funcionó en el convento de San Agustín, fue trasladado en 1835 al edificio que fue claustro de los jesuitas durante los siglos XVII y XVIII. Como uno de los principales proyectos de la nueva república, el Colegio sufrió y fue testigo de las mismas vicisitudes, improvisaciones, crisis económicas y guerras civiles, que determinaron buena parte de la historia colombiana del siglo XIX, pues no siendo suficientes las batallas relacionadas a las luchas de independencia, a partir de 1824 “... se dieron ocho guerras civiles generales, catorce guerras civiles locales, dos guerras internacionales con el Ecuador, tres golpes de cuartel, para rematar el convulsionado siglo en la guerra de los mil días” (Villegas & Yunis, 1989, citado por González, 2022).

Directamente en la estructura y funcionamiento del sistema educativo nacional, generaron una serie de disputas e interés particular por controlar instituciones como colegios, universidades y liceos, con el propósito de adoctrinar a los jóvenes y asegurar la difusión de sus respectivas ideologías. En este contexto, el Colegio sufrió numerosas transformaciones, cambiando de nombre en seis ocasiones a lo largo de aproximadamente setenta años. Entre las denominaciones que adoptó se encuentran: Colegio de Boyacá, Universidad de Boyacá, Colegio Académico de Boyacá, Colegio Ricaurte, Colegio León XIII e Instituto Agrícola de Boyacá, junto con modificaciones significativas en sus programas¹.

Sin embargo, para principios del siglo XX se encontraba ya en avanzado estado de deterioro, debido a los diversos usos y abandonos que durante el siglo XIX ocuparon sus

¹ “A partir de la Reforma educativa de 1842...tuvo que suspender las cátedras de medicina y teología. Continuó con las cátedras de jurisprudencia, ciencias físicas y matemáticas, filosofía y literatura y la escuela de primeras letras. En los años 1848 y 1849 se inició el proceso de privatización de la enseñanza, contra las ideas santanderinas de la educación pública”. (Colegio de Boyacá, s.f.).

instalaciones. Hospital, cementerio (en alguna parte del solar), edificio abandonado, durante las múltiples guerras civiles sirvió como cuartel, siendo su aplicación castrense la que peor parte le dio a la construcción pues como se describe en varios documentos tuvo este uso en varias de las guerras civiles. En la guerra civil de 1854, entre 1860 y 1865 debido a la guerra civil que se desató en Boyacá y durante las dos últimas guerras civiles del siglo XIX, la de 1895 y luego la de los mil días entre 1899 y 1902, al parecer la más grave para el colegio, pues los alumnos abandonaron las aulas para incorporarse a las filas de los bandos, el edificio fue ocupado militarmente, las tropas hicieron trincheras con los libros de la biblioteca y con los instrumentos traídos desde Europa, y la estructura financiera y arquitectónica del plantel se derrumbó. Estas luchas armadas produjeron el estancamiento de los sectores agropecuario y comercial, y el retroceso del industrial y el artesanal sumiendo a Boyacá en una situación de atraso, situación a la que el Colegio no fue ajeno quedando cerrado, nuevamente, esos 3 años:

Decreto No.36 del 12 de febrero de 1902 “Considerando

1°. Que el Colegio Ricaurte no podrá funcionar en el presente año, a causa del deterioro en que se encuentra el local de su propiedad;

2°. Que las reparaciones que requieren el edificio y la consecución del mobiliario necesario exigen mucho tiempo y grandes gastos;

De manera que, después del uso y el abuso más la falta de recursos para la reparación de los daños ocasionados en el pasado, finalmente para finales de 1903 varios tramos se desplomaron debido al descuido de las cañerías que, generando humedad en los cimientos, determinaron su caída.

“En el año de 1903 no habiéndose podido abrir oficialmente el colegio, por los desastres que le tocaron por la reciente guerra de tres años, los canónigos dres. Honorio Ángel y Olarte y Cayo Leonidas Peñuela, obtuvieron permiso del colegio para abrir en el mismo local un colegio privado con el título de Colegio León XIII, el cual funcionó en ese año con un auxilio del gobierno...” “Al concluir los exámenes de dicho año (1903), se desplomó el tramo del segundo patio, que contenía dos grandes salones, de los cuales el superior servía de dormitorio. Por fortuna no ocurrió desgracia personal alguna, porque los estudiantes que habían estado en él acababan de salir. Ese tramo se cayó porque

durante el acuartelamiento de tropas que hubo en la guerra, la cañería principal del colegio quedo descuidada, y humedeció los cimientos y paredes que quedaron en ruina.

Por la Ley 39 de ese año se reestableció el colegio con su nombre original Colegio de Boyacá con el cual continuo desde el año de 1904.

“El local ya por su antigüedad, como por el deterioro que ha sufrido en las guerras, ha exigido ha exigido frecuentes refacciones en que se han invertido sumas considerables, y no esta en completo buen estado; por lo cual el actual gobierno del departamento ha determinado ir reconstruyéndolo paulatinamente, por un plano formado por el director de obras publicas de la ciudad, y aprobado por la sección de ingenieros de Ministerio correspondiente. (Briceño y Rubio, p. 198; citado por González , 2022).

Queda entonces aprobado el plano dibujado por el Ingeniero Jacinto Caycedo Rubiano en 1904, quien para ese momento era director de obras públicas de la ciudad y ya tenía experiencia en construcciones de corte republicano, pues es el autor del monumento del obelisco del puente de Boyacá. Sin embargo, como se verá más adelante solo hasta finales de 1913 se inició la obra de reconstrucción del colegio.

De acuerdo con las fuentes consultadas parece que el colegio perdió segmentos de construcción varias veces entre 1903 y 1905, que lo hicieron inadecuado para desarrollar las labores retomadas en 1904, haciendo urgente una intervención para la recuperación del espacio construido que le devolviera su funcionalidad. A pesar de todo, el Colegio seguía funcionando con 202 estudiantes en 1906, 62 internos y 140 externos, aunque con un presupuesto muy reducido de \$10520 que revela la decrecida situación económica del que fue el colegio más rico del país para 1850. Esta profunda crisis económica impidió que las reparaciones se realizaran ágilmente, obligando a las directivas del colegio y del departamento a realizar gestiones políticas, ante el gobierno, el congreso y los Ministerios, para la consecución de los recursos financieros para adelantar las obras.

“El local del Colegio, decía el director de Instrucción Pública de Boyacá, en su informe de 1907, se halla en la más completa ruina, de tal suerte que si no se provee inmediatamente a hacerle no solamente formales reparaciones sino a construir la parte que por acción del tiempo y del continuado servicio se destruyó en el año de 1905, se hace casi imposible la continuación de las tareas en el local que nos legaron sus dignos fundadores” (Informe, Archivo regional, 1907 – el Boyacense, citado por Suescún).

Según Germán Téllez, los colegios y universidades oficiales de la época republicana se instalaron primero en cuanta construcción colonial los acogía, con el subsiguiente desmedro eventual de las mismas, pero luego, especialmente a partir de los años finales del siglo XIX, ingresaron gradualmente al género “educativo” nuevo en arquitectura. Los edificios republicanos creados para fines didácticos rara vez fueron muy gratos ambientalmente, o funcionalmente eficaces. Como por ejemplo el complejo educativo de la Presentación (San Facón) en Bogotá realizado entre 1905 y 1908 con planos de Lelarge y que en teoría, sirvió como modelo para la construcción de los excusados del colegio de Boyacá, como se demuestra en los folios que se transcriben a continuación:

“Ordené como director que soy he sido de la construcción del Colegio, el hacer la obra de la alcantarilla para los nuevos excusados, aprovechando las vacaciones; he sido informado de que se puede, con costo bastante reducido, ejecutarlos por un sistema que ha dado buenos resultados a los hermanos cristianos de Bogotá, por lo que juzgo de la mayor conveniencia que el oficial director Rafael Hernández haga un breve viaje estudiarlos y aun tomar medidas para ejecutarlos aquí. Creo que con unos veinte pesos se puede costear este viaje.” 1914 Folio 29

Dentro del análisis de los folios para el año de 1918 aún no había iniciado la construcción del bloque sur del edificio republicano, sección primer patio A continuación, se transcribe el contrato de ejecución de algunas obras en el Colegio realizadas celebradas en 1921, entre las que se cuentan, la construcción de 23 excusados, un par de cañerías ubicadas a lo largo de todo el

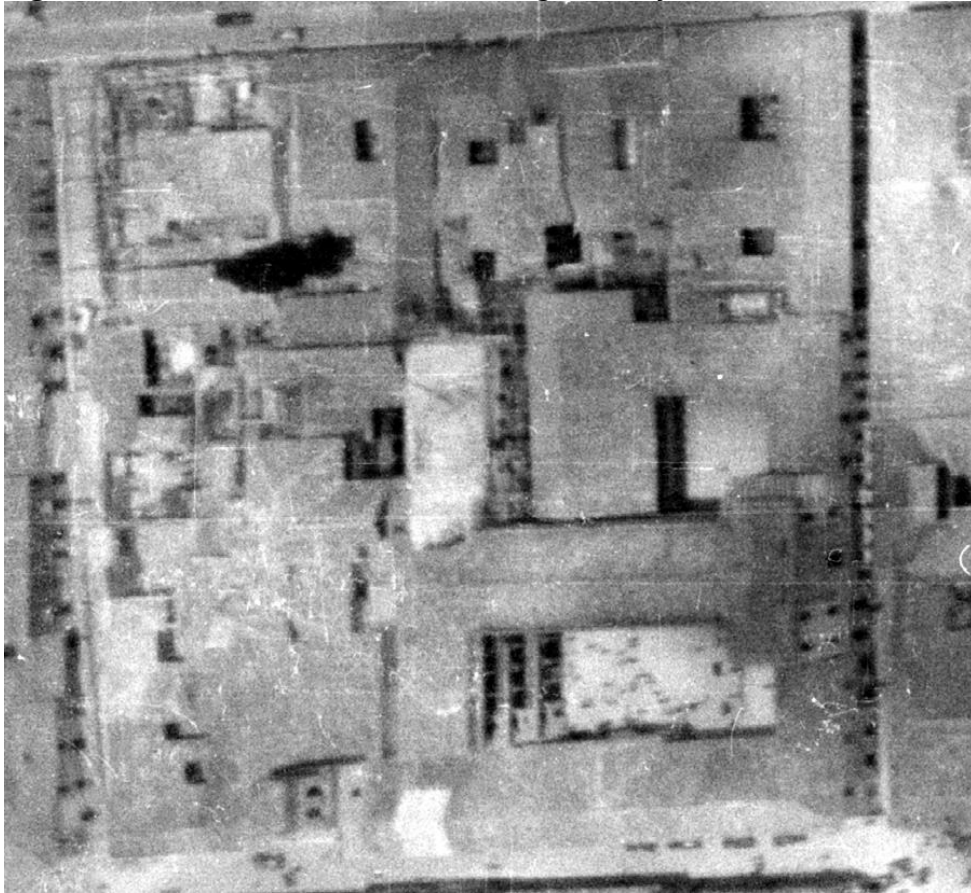
sector sur del colegio que involucran la construcción sur-occidental, conocida como ‘casa de la contratista’ y el patio del Colegio que da a la Iglesia de San Ignacio, un par de sifones entre otras:

“Hacemos constar que por medio del presente documento que hemos celebrado el siguiente contrato: Hernández se compromete a hacer las obras que a continuación se expresan en el edificio del colegio de Boyacá: PRIMERA veintitrés excusados para el servicio del Colegio, en las condiciones que adelante se expresaran, para la construcción de las cuales deberá ejecutar el contratista Hernández las obras que se expresan enseguida

a.- una cañería de ladrillo construida desde el patio de la casa de la contratista hasta la pared oriental del patio del Colegio que da a la Iglesia de San Ignacio en forma ovalada, que tendrá 45 cm. de ancho en todo el trayecto, 1 metro en la parte de los excusados en los restantes 50 cms; tendrá un pañete de cemento tosco y otro fino; b) otra cañería de ladrillo muy bien construida y suficientemente capaz, también cementada como la anterior que comunique la primera con el caño del derramadero de la cocina de la casa de la contratista; c) un sifón en el patio de la casa de la contratista y otro en el de la cocina de la misma casa para recoger las aguas lluvias que han de ir a la cañería de los excusados; d) una construcción de ladrillo con tejado de capilla y cubierta en teja ordinaria sobre la cañería de los excusados; esta construcción además de la parte de los excusados, que será de 1 m. 5 cm de ancho, tendrá un [...] corredor de un metro de ancho con su correspondiente [...] de ladrillo; el piso de toda la construcción será de cemento, las columnas llevarán pañetes de cemento tosco y fino y los cielos rasos y las paredes irán pañetadas de cal y blanqueadas; e) las divisiones de los excusados con pañetes de cal tosco y fino como las demás paredes y blanqueadas; y f) [...] en todas las puertas de los excusados, en suma dejara Hernández esta en el estado de que el Colegio no tenga que hacer mas que colocar los excusados pero el valor de estos y su colocación no entran en este contrato y serán de cuenta del Colegio. Segunda: arreglo y ornamentación de las dos piezas del edificio nuevo destinadas para el rectorado, [...] en pañetes toscos y finos, zócalos, estuco de las paredes, cielo raso de una de las piezas y colocación de un cielo metálico que le suministrará el Colegio, en la otra cornisas, la madera y la piedra que sobre de la construcción del edificio nuevo se le dio para esta obra...” A 21 de oct de 1921 folio 90.

Según las referencias encontradas la construcción del edificio del sector sur-occidental es anterior a la obra emprendida para 1913, y es nombrada como la “casa de la contratista”, siendo la primera referencia de su uso como alojamiento para internos de 1905. La contratista era la persona encargada de alimentar a los alumnos internos. Dicha construcción era probablemente de dos pisos y hacía parte de una construcción más grande, que abarcaba parte del actual almacén Ley. La intervención para añadirle el tercer piso fue iniciada simultáneamente con la obra del bloque central del edificio republicano.

Figura 3. *Detalle de la manzana del Colegio de Boyacá.*



Fuente: Aerofotografía de 1939 - Tunja. IGAC

De acuerdo con lo anterior, gracias a la aerofotografía de 1939, y a las fotografías anteriores a este año, es posible establecer el proceso de construcción del edificio republicano. En primer lugar, se observa que el bloque del costado oriental del edificio donde funcionaba el internado y la casa de la contratista, ya se le había añadido el tercer piso. Así mismo, es posible pensar que el patio principal de este edificio era de mayores dimensiones teniendo en cuenta su relación espacial con el bloque original del costado sur del segundo patio, antes de que se empezara a construir el edificio republicano. Se conserva aún la fisonomía original del segundo patio que era cuadrado, al mismo tiempo que la construcción del bloque occidental del edificio republicano se encuentra en plena construcción.

Esta construcción, empezó a ser modificada probablemente a partir de 1910, año en el que se contrataron varios trabajos de albañilería para ser desarrollados en la “casa de la contratista”, adicionalmente se compraron ladrillos, tejas, listón machihembrado, etc. que probablemente sirvieron para “añadirle” el tercer piso. Es evidente, por los acabados de este espacio, que en su fábrica se utilizaron los materiales sobrantes de los edificios republicanos, entre otros las columnas, los basamentos y los capiteles, en una construcción remendada, que no obedeció a ningún criterio estético, que seguramente buscaba adecuar el espacio para uso y alojamiento sin importar su aspecto formal o la armonía que pudiera conservar con el resto del conjunto. El nivel del piso del patio contiguo al edificio republicano fue rellenado para subir su nivel. El edificio fue abandonado en 1973 con la clausura de la escalera que llevaba a los dormitorios de los internos y que hoy funciona como laboratorio de física.

Otro elemento que debe tenerse en cuenta en este análisis es que los contratistas que ocupaban dicho espacio hicieron varias intervenciones para “mejorar” la funcionalidad del edificio, haciendo mella en la ya maltrecha arquitectura del “liceo anexo”, internado o casa de la contratista.

Entre el espacio de la cocina y el del comedor, existió un acceso por el costado occidental, mediante un zaguán ubicado en lo que actualmente es el Almacén Ley y que fue cedido a dicha empresa en la década del 70. Este corredor o zaguán permitía el ingreso de los alimentos y el mercado a la zona de servicios del colegio y se observa en la aerofotografía de 1957.

También es posible observar la conclusión del edificio republicano tal y como lo conocemos hoy. Por otra parte, se conservan aún las construcciones de la esquina sur de la manzana, antes de que fueran vandálicamente demolidas, por orden del General Gustavo Rojas

Pinilla. (No se encontraron referencias de que alguna de estas construcciones haya pertenecido al Colegio.)

Figura 4. *Detalle de la manzana del Colegio de Boyacá.*



Fuente: Adaptado Aerofotografía de 1957 –Tunja. IGAC

La siguiente aerofotografía data de 1981, y se puede observar que ya no existe el acceso posterior al edificio del sector sur occidental del Colegio señalado anteriormente, ya que para este momento este sector lleva aproximadamente ocho años de abandono tras el cierre del internado, y el zaguán de acceso ya se ha cedido al almacén el Ley, ahora Éxito. Por otra parte, se observa la construcción de la plazuela de la esquina sur de la manzana tras la demolición de las casas coloniales que se encontraban allí y que se mencionaron anteriormente.

Figura 5. *Detalle de la manzana del Colegio de Boyacá.*



Fuente: Aerofotografía de 1981 - Tunja. IGAC

5.2 Levantamiento

Según la visita técnica del día 4 de marzo del año 2024, para llevar a cabo el levantamiento arquitectónico, se utilizaron herramientas tradicionales y digitales que garantizaron la precisión y el detalle del registro. Se emplearon cintas métricas, distanciánciómetros láser y niveles para obtener las dimensiones generales y específicas de los espacios, complementado con el registro

fotográfico que documentaron elementos arquitectónicos, acabados y el estado actual de conservación.

En el mismo sentido, se realizaron fichas de levantamiento para la elaboración de croquis preliminares in situ, que sirvieron de base para la diagramación digital. Durante el levantamiento, se identifican las patologías más evidentes, como grietas, humedad y desprendimientos, las cuales fueron georreferenciadas en planos digitales para facilitar el análisis.

De acuerdo con lo anterior, se procedió con el recorrido del tramo sur del edificio Republicano del colegio de Boyacá, donde actualmente una parte es destinada para depósito, otra para taller de carpintería y el 50% restante se encuentra deteriorado por falta de mantenimiento en un tiempo considerable, teniendo en cuenta el objetivo de esta actividad, se presenta el siguiente registro fotográfico.

Figura 6. *Inspección visual inicial – levantamiento*



Fuente: Propia (2024).

Figura 7. *Inspección visual inicial planta baja – levantamiento*



Fuente: Propia (2024).

Las anteriores fotografías, obedecen a un inmueble no habitado del cual lo tienen para depósito y por falta de mantenimiento ha sufrido desgaste en los materiales generando, desprendimiento de pañetes, humedades por condensación

Figura 8. *Inspección visual general del estado de la edificación exterior*



Fuente: Propia (2024).

Figura 9. *Inspección visual fachada externa*



Fuente: Propia (2024).

Figura 10. *Inspección visual interior del estado de la edificación*



Fuente: Propia (2024).

Se realizó una exploración viso espacial para determinar el estado actual del inmueble, así como su materialidad. Se trata de un conjunto arquitectónico que presenta invasión por agentes

biológicos (palomas) que han afectado la materialidad tal como se hace evidente en las fotografías. Respecto a los materiales, en primera instancia, se encuentran acabados con pilares elaborados en mampostería, entrepisos descubiertos, pañetes liberados y laceraciones patológicas en algunos maderos por agentes químicos (heces de palomas).

Figura 11. *Inspección visual exterior del estado de la edificación*



Fuente: Propia (2024).

Se evidencia falta de mantenimiento en el alero, ya que se encuentra descubierto, motivo por el cual las palomas ingresaron y tomaron el inmueble como refugio.

Al recorrer la cubierta, se evidencia sobre cubierta en teja de zinc y estructura en madera rolliza la cual está deteriorada ya que su vida útil venció, se puede evidenciar la filtración por humedad y la madera afectada por esta misma. Del mismo modo, en la cubierta habitan la mayoría de las palomas que circula en la plaza de Bolívar, por lo que la mayoría de la madera está afectada por sus heces.

Figura 12. *Estado actual de cubierta*

Fuente: Propia (2024).

Es importante resaltar, que ya han desmontado algunas tejas de barro posiblemente para evaluar los maderos de la estructura de la cubierta los cuales a simple vista se puede apreciar que un 60% estaría afectado.

Dentro del interior, se logran evidenciar fisuras por el desgaste del recubrimiento del muro en ladrillo cocido, así como se desmontó en su momento el entrepiso que debió ser de madera, se logra ver en el piso del patio central una especie de musgo debido a la humedad por lluvias, falta de aseo y mantenimiento de la zona

Figura 13. *Estado actual interior*

Fuente: Propia (2024).

Contiene pilares en mampostería toscana que no evidencian daños por patologías de tipo mecánico, solo que hace falta su mantenimiento, sus ornamentos en carpintería como puertas y ventanas algunos han sido desmontados, en lo que concluimos y de acuerdo con la visita, para el año 2007 se hicieron unos primeros auxilios "sobrecubierta" y desnudaron la edificación sustrayendo el pañete del edificio así como la red eléctrica para evaluar y poder plantear una nueva, después de esa intervención el inmueble se ha mantenido estático, lo que a simple vista por comportamiento natural ha venido deteriorándose todo el paciente.

Con la información previamente recopilada, se elaboró el levantamiento planimétrico, con el propósito de representar de manera esquemática las condiciones observadas durante la inspección en campo. Estos planos permiten visualizar la distribución espacial, los elementos estructurales y arquitectónicos y las patologías identificadas, facilitando el análisis y la

planificación para futuras intervenciones. Toda la información gráfica se incluirá en el Anexo A: PLANIMETRÍA, donde se detallan los diferentes aspectos documentados. Su contenido se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 4. *Índice de planimetría realizada como anexo a esta investigación.*

ÍNDICE PLANOS RECORD - EDIFICIO TRAMO SUR REPUBLICANO "COLEGIO DE BOYACA" SEDE CENTRAL		
NUMERO	PLANO	CONTENIDO
L - 01	PLANTA PRIMER PISO	PLANTA GENERAL PRIMER PISO, ESC: INDICADA
L - 02	PLANTA SEGUNDO PISO	PLANTA GENERAL SEGUNDO PISO, ESC: INDICADA
L - 03	PLANTA TERCER PISO	PLANTA GENERAL TERCER PISO, ESC: INDICADA
L - 04	PLANTA DE CUBIERTAS	PLANTA GENERAL DE CUBIERTAS, ESC: INDICADA
L - 05	PLANTA PRIMER PISO	PLANTA DE PISOS PRIMER NIVEL, ESC: INDICADA
L - 06	PLANTA SEGUNDO PISO	PLANTA DE PISOS SEGUNDO NIVEL, ESC: INDICADA
L - 07	PLANTA TERCER PISO	PLANTA DE PISOS TERCER NIVEL, ESC: INDICADA
L - 08	CORTES	CORTES GENERALES A Y B, ESC: INDICADA
L - 9	FACHADAS	FACHADAS, ESC: INDICADA
L - 10	LEVANTAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	LEVANTAMIENTO DE CERCHAS Y VIGAS DE CUBIERTA, ESC: INDICADA
L - 11	LEVANTAMIENTO DE VIGAS	LEVANTAMIENTO DE VIDAS DE ENTREPISO SEGUNDO Y TERCER NIVEL, ESC: INDICADA

6 Sintomatología

6.1 Descripción de la Infraestructura

6.1.1 Conformación arquitectónica

La planta arquitectónica objeto de estudio presenta una forma geométrica irregular, su distribución se encuentra organizada de manera ortogonal, que conforma varios espacios interiores y tres espacios como patios internos los cuales alrededor de estos se desarrollan el mismo conjunto arquitectónico.

6.1.2 *Conformación en Alzado*

El inmueble objeto de estudio está conformado por tres niveles de doble altura, con un sistema de cubiertas doble a dos (2) aguas tendido en un tramo y en sector oriental un solo sentido un (1) agua. Contiene una estructura a partir de cerchas tipo rey y media cerchas, los entrepisos están compuestos por elementos tipo vigas con un alistonado superior en madera.

6.1.3 *Estado actual de la edificación Objeto de estudio*

El inmueble está conformado por muros de carga en ladrillo cerámico macizo tipo tolete compacto y mampuestos en adobe y tapia pisada, los entrepisos y la estructura son conformados por elementos en madera, con unas afectaciones en la totalidad de estos.

6.1.4 *Coherencia de la NSR-10 frente al caso de estudio*

Según el reglamento sismorresistente colombiano NSR 10 en su título A.3.2 —sistemas estructurales, se establecen cuatro tipologías de la cual, durante la inspección visual del paciente, se evidencia que es una estructura en pórticos resistentes a momentos con muros que aportan a la resistencia de cargas estáticas y dinámicas, por ello, se determina que es un sistema estructural combinado.

Tunja, capital el departamento de Boyacá, según la NSR 10, se encuentra ubicada en una zona de amenaza sísmica intermedia, por tal motivo, toda construcción planteada en la región debe presentar las características mínimas para edificaciones con una capacidad de disipación moderada de energía DMO, por consiguiente, los elementos estructurales existentes al ser principalmente de mampostería serán analizados bajo los parámetros establecidos en el título D del reglamento en mención.

Tabla 5. *Clasificación Sistema Estructural con lo establecido en la NSR 10.*

Ítem	Descripción	Observaciones
Descripción del Sistema Estructural	Sistema resistencia sísmica (Fuerza Vertical) Sistema estructural combinado (DMO) Tabla A.3-2 de la NSR-10.	No cumple, no es mampostería reforzada
	Sistema resistencia sísmica (Fuerza Horizontal) Sistema de Muros de mampostería confinada (DMO — capacidad moderada de disipación de energía). Tabla A.3-2 de la NSR-10.	No cumple, los muros que se evidencian no presentan un confinamiento vertical

6.1.5 Evaluación preliminar de irregularidades y coeficiente de disipación de energía:

Con el fin de evaluar de manera general lo establecido en el capítulo A.3.7 se analiza la tipología constructiva y la continuidad de los elementos estructurales, así como la geometría de la edificación y se evidencia que el coeficiente de capacidad de disipación de energía R es de 2. debido a su arquitectura, posee irregularidades en planta, como retrocesos en las esquinas, y discontinuidades en el diafragma.

6.1.6 Evaluación de dimensionamiento:

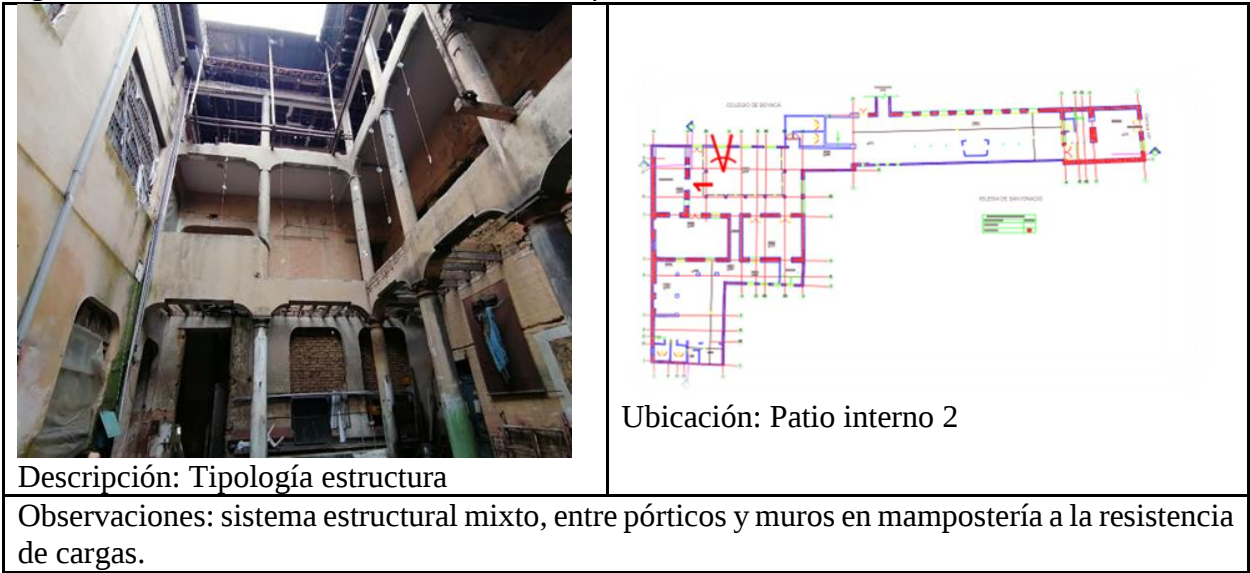
Teniendo en cuenta la geometría de la edificación, la separación y la longitud entre caras de los elementos estructurales (soportan las cargas verticales en ambos sentidos) se toma la muestra máxima correspondiente a 5,0 m con un extremo continuo; este valor se usará para comparar la dimensión de los elementos estructurales con los parámetros mínimos establecidos en el reglamento.

Tabla 6. *Dimensiones mínimas de elementos estructurales con lo establecido en la NSR 10.*

DIMENSIONES MÍNIMAS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES				
Ítem	Cumplimiento		Observaciones	
	Si	No	N/A	
VIGAS				
h (25 cm)		X		No cumple con los parámetros establecidos en la tabla C.9.5(a). sin embargo NO SON ELEMENTOS ELABORADOS EN CONCRETO, si no en mampostería.
B (20 cm)	X			Cumple con los parámetros establecidos en C.21.3.4.1 el cual expone que El ancho del elemento, bw, no debe ser menor que 200 mm.
Ítem	Cumplimiento		Observaciones	

	Si	No	N/A	
PILARES EN MAMPOSTERÍA				
H (25 cm)		X		Cumple con los parámetros establecidos en C.21.3.5.1 el cual expone que la dimensión no debe ser menor que 250 mm. Pero su área no menor a 0.0625 m2, sin embargo NO SON ELEMENTOS ELABORADOS EN CONCRETO, si no en mampostería. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)
B (25 cm)		X		Cumple con los parámetros establecidos en C.21.3.5.1 el cual expone que la dimensión no debe ser menor que 250 mm. Pero su área no menor a 0.0625 m2 sin embargo NO SON ELEMENTOS ELABORADOS EN CONCRETO, si no en mampostería.
Ítem	Cumplimiento			Observaciones
	Si	No	N/A	
MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA				
Refuerzo		X		No cumple con los parámetros establecidos en D.10.1 ya que, la mampostería debe estar rodeada de elementos en concreto reforzado para que el muro actúe monolíticamente
Elementos de borde para muros estructurales especiales		X		No cumple con los parámetros establecidos en D.10.4 ya que, la mampostería no posee elementos de confinamiento
Ubicación de columnas de confinamiento		X		No cumple con los parámetros establecidos en D.10.5.3 (a) En los extremos de todos los muros estructurales. (b) En las intersecciones con otros muros estructurales. (c) En lugares intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento o 4 m (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).
Vigas de confinamiento	X			Cumple con los parámetros establecidos en D.10.6.2.2 ya que este establece que en caso de utilizarse una losa de entrepiso maciza de espesor superior o igual a 100 mm, se puede prescindir de las vigas de amarre en la zona ocupada por este tipo de losa (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).
Ubicación de vigas de confinamiento		X		No cumple con los parámetros establecidos en D.10.6.2.3 ya que no presenta vigas horizontales al nivel de dinteles como remate de las culatas.

Figura 14. Vista Frontal del interior de la edificación



6.1.7 Estructura de entrepiso:

Durante la inspección visual se evidenció en el área de corredores externos, un entramado de viguetas en madera sobre las cuales fue apoyado un piso también de madera, que ha sido demolido parcialmente para su reparación y mantenimiento, sin embargo, esta no se culminó, dejando elementos expuestos a la intemperie, que representan daños significativos.

Tabla 7. Elementos en madera estructurales con lo establecido en la NSR 10.

CARACTERÍSTICAS DE ELEMENTOS EN MADERA PARA ENTREPISO				
Ítem	Cumplimiento		Observaciones	
	Si	No	N/A	
VIGAS				
Calidad de Madera		X		No cumple con los parámetros establecidos en G.1.3.3 ya que, por la vetustez de la edificación no se consideró la necesidad de hacer uso de madera estructural selecta (E.S) requeridas para elementos portantes principales, como columnas, vigas maestras, vigas de amarre, cerchas, arcos, pórticos, viguetas de piso, dinteles, pies derechos de paneles portantes, voladizos, escaleras, cimbras y formaletas
Elementos que conforman el diafragma:		X		No cumple con los parámetros establecidos en G.7.2.4 ya que en intervenciones anteriores se suprimo la presencia de tableros para aportar rigidez a los diafragmas horizontales
uniones de los diafragmas:		X		No cumple con los parámetros establecidos en G.7.1.5ya que estos elementos deberían estar diseñados y pensados para resistir las fuerzas cortantes. Y en el

			proyecto, muchos se evidencian embebidos en el elemento estructural, ocasionando no solo la falta de resistencia a las fuerzas requeridas, si no también generando la pérdida de sección transversa de los elementos usados como apoyo
Preservación		X	No cumple con los parámetros establecidos en G.11.2.2 pues los elementos a la fecha no evidencian un tratamiento de inmunización que protegerla contra el ataque de hongos, insectos
Mantenimiento		X	No cumple con los parámetros establecidos en G.11.2.2 pues los elementos a la fecha no evidencian un mantenimiento periódico, y se encuentran expuesto a la intemperie

Figura 15. Sistema estructural de entrepiso

Ubicación: segundo nivel pasillos externos	Descripción:
	Sistema estructural de entrepiso, estado de deterioro y sistema estructural.
Observaciones: Elementos expuestos a la intemperie, con afectaciones químicas	

6.1.8 Estructura de cubierta:

La cubierta del bloque objeto de estudio, cuenta con un área aproximada de 600 m² y está conformada por una serie de correas en madera, que conforman la nave principal que constituye la estructura. Sobre esta, se encuentran tejas en barro cocido y como mecanismo de protección, a la fecha se instaló una sobrecubierta en lámina de zinc con estructura en madera rolliza empotrada en la edificación.

Figura 16. Estructura de cubierta

Ubicación: cubierta del paciente 	Descripción: Sistema estructural de cubierta, estado de deterioro y sistema estructural.
Observaciones: deterioro y pérdida de resistencia de elementos estructurales de la cubierta	

Tabla 8. Elementos en madera estructurales para cubiertas con lo establecido en la NSR 10.

CARACTERÍSTICAS DE ELEMENTOS EN MADERA PARA CUBIERTA				
Ítem	Cumplimiento		Observaciones	
	Si	No	N/A	
VIGAS				
Calidad de Madera		X		No cumple con los parámetros establecidos en G.1.3.3 ya que, por la vetustez de la edificación no se consideró la necesidad de hacer uso de madera estructural selecta (E.S) requeridas para elementos portantes principales, como columnas, vigas maestras, vigas de amarre, cerchas, arcos, pórticos, viguetas de piso, dinteles, pies derechos de paneles portantes, voladizos, escaleras, cimbras y formaletas
Dimensiones mínimas	X			Cumple con los parámetros establecidos en G.8.1.10 ya que se evidencian elementos con secciones superiores a por lo menos, 65 mm de altura y 40 mm de ancho.
Uniones:		X		No cumple con los parámetros establecidos en G.8.1.13 ya que estos elementos ya que las conexiones no son convencionales, si se evidencia un sistema de anclaje predefinido.
Preservación		X		No cumple con los parámetros establecidos en G.11.2.2 pues los elementos a la fecha no evidencian un tratamiento de inmunización que protegerla contra el ataque de hongos, insectos
Mantenimiento		X		No cumple con los parámetros establecidos en G.11.2.2 pues los elementos a la fecha no evidencian un mantenimiento periódico, y se encuentran expuesto a la intemperie

6.2 Metodología para el diagnóstico de lesiones

A partir de la creación de un formato se logró identificar información relevante y se procedió con el levantamiento de información, del cual se presenta a continuación:

Figura 17. Formato ficha de Levantamiento de lesiones en mampostería

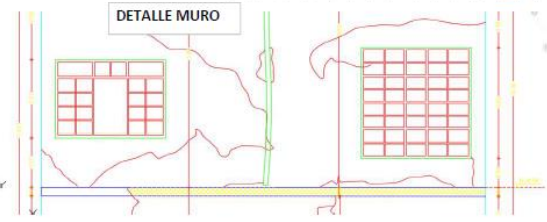
		CALIFICACION Y DIAGNOSTICO EDIFICIO REPUBLICANO TRAMO SUR COLEGIO BOYACA - SEDE FRANCISCO DE PAULA SANTANDER				104		FICHA CALIFICACION		Fecha: MARZO 2024	
USO:		FECHA: MARZO 2024									
ELEMENTO		ORIGINAL	MATERIAL Y TECNICA			ESTADO DE CONSERVACION					
				B	R	M	T. DE LESION			PRIM	SEGUN
ESTRUCTURA CUBIERTA	ESTRUCTURA SOPORTE CIELORASO	SI	TRANTES EN MADERA			X	A2-A3-A5-B3-B4-B5-B9-C1-C2-C3-D4-E3				
	SOPORTE CIELORASO	SI	BAREQUE			X	A2-A3-A5-B3-B4-B5-B9-C2-D4-E3				
	CIELORASO										
ESTRUCTURA MURDO	NORTE	SI	LADRILLO Y ARGAMASA		X		A1-A2-A3-A5-C1-C2-C3-D4-E3				
	SUR	SI	LADRILLO Y ARGAMASA		X		A1-A2-A3-A5-B3-B4-C1-C3-D2-D3-D4-E3				
	ORIENTE	SI	LADRILLO Y ARGAMASA		X		A1-A2-A3-A4-A5-D2-D4-E3				
	OCCIDENTE	SI	LADRILLO Y ARGAMASA		X		A1-A2-A3-A5-B3-C1-D2-D3-D4-E3				
PISO	BASE PISO										
	ANTE PISO										
	PISO	SI	CEMENTO			X	A1-A2-A3-A5-B3-B4-D2-D3-D4-E3				
	QUARACOCOA										
ACABADOS	CIELORASO										
	YESERIA										
	PAÑETES	SI	PAÑETE EN ARCILLA		X		A1-A2-A3-A5-B3-B5-B9-C1-C3-D2-D3-D4-E3				
	PINTURAS	NO	VINILO Y CAL		X		A1-A2-A3-A5-B3-B5-B9-C1-C3-D2-D3-D4-E3				
CARPINTERIAS	PUERTA PRAL										
	PUERTAS										
	VENTANAS										
	COLUMNAS	1	SI	MADERA Y PIEDRA		X	A2-A3-A5-D2-D4-E3				
	ESCALERAS										
	OTROS										
REDES	ELECTRICAS	SI				X	A2-A5-B5-B9-E3				
	HEIDRALICAS										
	SANTARIAS										
	TELEFONICAS										
			TIPOS DE LESION								
			A). FISICAS A.1. Humedad A - D A.2. Fisuras A.3. Sueldad A.4. Erosion A.5. Manchas A.6. Vibracion B). MECANICAS B.1. Deformaciones B.2. Ondas B.3. fisuras B.4. Roturas B.5. Desprendimientos B.6. Desplomes B.7. Desnivelas B.8. Alabeos B.9. Faltantes B.10 Tapado C). QUIMICAS C.1. Efluvencencias C.2. Oxidaciones C.3. Exfolacion D). ORGANISMOS VIVOS D.1. Insectos Xilofagos D.2. Mohos y hongos D.3. Plantas superficiales D.4. Animales - palomas E). ANTROPOGENICOS E.1. Alteracion Volumetrica E.2. Alteracion Espacial E.3. Camisita de Mantenimiento E.4. Deseño inadecuado								
Elabora: María Fernanda González Suarique - Diego Cardozo											

Fuente: Propia, (2024).

Nota: La totalidad de las fichas se adjuntan en el anexo B “FICHA DE LEVANTAMIENTO DE LESIONES EN MAMPOSTERÍA” al presente trabajo de investigación.

Como se puede observar en la anterior ficha, señala el inventario de las unidades a recorrer; como la localización, composición y elementos que hacen parte de la mampostería, así como el grado de severidad. Lo que nos permitió identificar que la mayoría de las lesiones han sido causadas por falta de mantenimiento y abandono del inmueble, así como lesiones antropogénicas generadas el año 2007 como consecuencia de la extracción de carpinterías, pañetes, estructura (entrepisos, vigas, etc).

Figura 18. Formato ficha de calificación y descripción de lesiones en mampostería

 INSPECCIÓN VISUAL ELEMENTOS ESTRUCTURALES - "Edificio Republicano Tramo Sur" COLEGIO DE BOYACÁ Tunja - Boyacá													
Elaboró: DIEGO ALEXANDER CARDOZO - MARÍA FERNANDA GONZÁLEZ					FECHA: ABRIL DE 2024								
#	DESCRIPCIÓN	# ANEXO FOTOGRÁFICO	MECANISMOS DE DAÑO							VULNERABILIDAD	NOTA		
			Cracks longitudinales y/o diagonales	Flujos longitudinales y/o transversales	Alimentación superficial	Desplazamientos y/o rotaciones	Asentamientos diferenciales	Apilamiento	Pérdida recubrimiento y desdoblamiento	Pérdida de argamasa	Deficiente Concepción de proyecto	GRUPO 1 GRUPO 2 GRUPO 3 GRUPO 4 GRUPO 5 GRUPO 6 GRUPO 7 GRUPO 8 GRUPO 9 GRUPO 10	
2.3.2.1	EJES A, F, 1, 3	13		X				X	X	X	X	B2	* DEGRADACIÓN DE LOS MUROS DEBIDO A AGENTES ATMOSFÉRICOS Y POR CAUSAS ANTROPÍCAS GENERADAS POR LA FALTA DE MANTENIMIENTO. * PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO MOHO EN FACHADAS Y MUROS EXPUESTOS A LA INTEMPERIE.
													
													
OBSERVACIONES: Se encontró materia orgánica en la gran mayoría de los elementos de concreto, se recomienda hacer un mantenimiento general Se analiza la tipología constructiva y la continuidad de los elementos estructurales, así como la geometría de la edificación y se evidencia que se trata de una estructura mixta, pórticos de concreto y Muros de mampostería confinada. Debido a su arquitectura, posee irregularidades en planta, como retrocesos en las esquinas, y discontinuidades en el diafragma CALIFICACIÓN DE LA LESIÓN: GRAVE: Deficiencias constructivas o desmejoramiento del elemento que afectan las condiciones estructurales o que amenazan ruina en todo o parte de los bienes privados o comunes que pongan en riesgo la vida de las personas que requiere realizar acción correctiva inmediata siguiendo las recomendaciones dadas por especialista en corto plazo. SEVERO: Deficiencias constructivas o desmejoramiento del elemento que afectan las condiciones de habitabilidad o funcionamiento en parte de los bienes privados o comunes que no implican daño estructural o amenaza de ruina que pongan en riesgo la vida de las personas. Realizar acción siguiendo las recomendaciones dadas por especialista en máximo 24 meses. MODERADO Deficiencias constructivas o desmejoramiento del elemento que se presentan por defectos en el proceso constructivo y no afectan de manera inmediata la habitabilidad, uso o funcionamiento del inmueble. Realizar una nueva inspección de seguimiento y valoración en máximo 12 meses para determinar que los mecanismos de daños se encuentren controlados. Sin embargo, si durante la inspección se realizan hallazgos que afecten la vida útil del elemento en estudio, deberá manifestarse el hallazgo de la patología y el método de control por si al realizar el seguimiento se observa avance. LEVE: no requiere ninguna acción, se debe realizar una futura inspección sin exceder los intervalos de inspección establecidos en la estrategia para la integridad estructural													

Nota: La totalidad de las fichas de adjuntan en anexo C “FICHA DE CALIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LESIONES EN MAMPOSTERÍA” al presente trabajo de investigación.

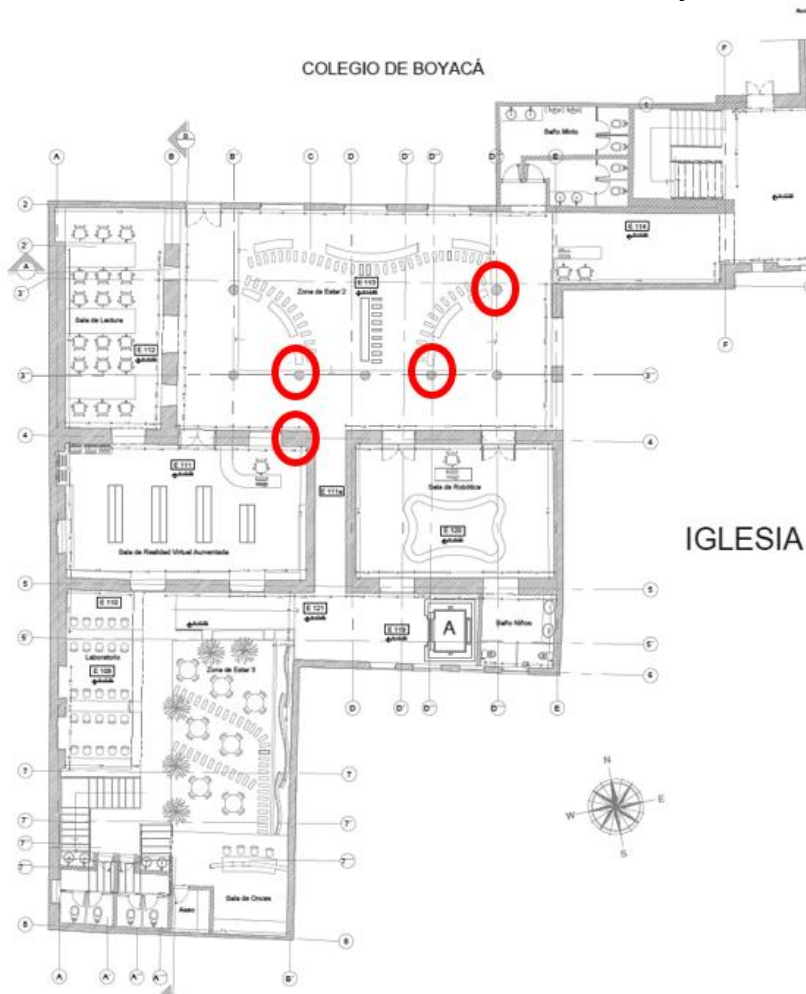
La elaboración de estas fichas permitió realizar una evaluación de los daños observados en campo, asignando una calificación a cada uno de ellos según su gravedad y alcance. Este proceso tiene como finalidad establecer un criterio de priorización, identificando los daños más relevantes que requieren intervención para evitar un deterioro mayor de la estructura. Además, la calificación facilita la planificación de acciones correctivas y la optimización de recursos, garantizando que las intervenciones se enfoquen en los puntos más críticos para la estabilidad y conservación del edificio.

6.3 Laboratorios no destructivos aplicados

6.3.1 Resultados de ensayo a partir de esclerómetro

Se tomaron cuatro (4) esclerometrías de concreto a los cuales se les realizaron análisis estadístico para determinar la homogeneidad de los materiales usados en la edificación, además, de manera indirecta se puede determinar la resistencia de los materiales,

Figura 19. Localización de elementos estructurales ensayo de esclerometría



Fuente: Propia (2024).

Tabla 9. Ejemplo análisis de esclerometría.

	FORMATO ELABORACIÓN ESCLEROMETRÍA Norma (NSR-10)/NTC 3692			
		PÁGINA No.: 1 DE 4		
PROYECTO: EDIFICIO REPUBLICANO TRAMO SUR COLEGIO DE BOYACÁ, TUNJA		MUNICIPIO: TUNJA	No. PROYECTO:	
DIRECCIÓN: Cra. 10 #19, Tunja, Boyacá		DEPARTAMENTO: BOYACÁ	MACROPROCESO:	
UNIVERSIDAD: Universidad Santo Tomás, Bogotá		RESISTENCIA BASE: 3000 PSI	PROCESO:	
PROGRAMA: Especialización en Patología de la construcción		MATERIAL: MAMPOSTERÍA	FECHA MUESTREO: 07-nov-2024	
		ELEMENTO: COLUMNA	FECHA ENSAYO: 17-nov-2024	

ESCLEROMETRÍA, Vigas para anclaje puente de iluminación.				FOTO
40	44	40	40	
38	40	40	42	
40	40	40	38	
38	40	40	40	

CURVA ESCLERÓMETRO		DATOS ESCLEROMETRÍA	

Valores de Análisis				
L. Prom:	41.52	R. Sup	44	4
σ:	1.3	R. Inf.	38	2
CV:	3 %	Lec. Promed	40	

Deducción Teórica de Resistencia:		
Reducida	40.22	Mpa
Resistencia	410.41	Kg/cm2
Resistencia	5847.25	PSI
%Resis	195%	%

7 Días	14 Días	28 Días
70%	80%	100%
CUMPLE		

Diego Alexander Cardenas Barrera Ingeniero Civil - Especialista en Estructuras	Marta Fernanda Gualberto Hernandez Asistente - Magister en Patrimonio Cultural	Director Ing. Manuel Fernando Martinez Fierro Msc. en construcción/Universidad Nacional de Colombia DIRECTOR DE TIR
--	--	--

Todos los resultados del laboratorio de esclerometría se incluirán en el Anexo D: ENSAYO DE ESCLEROMETRIA, donde se detallan los diferentes elementos levantados

Tabla 10. *Resultados análisis de esclerometría planta primer piso*

ÍTEM	ELEMENTO	DIMENSIÓN	EJE	ESTUDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
1	Pilares en mampostería	Ø 40 cm	D'''-3'	Esclerómetro	1.3	3%
2	Pilares en mampostería	Ø 40 cm	D''-3"	Esclerómetro	1.1	3%
3	Pilares en mampostería	Ø 40 cm	C-3"	Esclerómetro	1.9	5%
4	Muro	e=60 cm	C-4	Esclerómetro	0.9	3%

Los resultados de los ensayos de esclerometría se analizan tomando en consideración la desviación estándar, que parte de una medida que expresa la variabilidad de los datos y un coeficiente de variación, el cual indica que porcentaje de los resultados están agrupados y que tan cerca a la media se encuentran.

De acuerdo con lo anterior, en la mampostería objeto de estudio, como lo representa la tasa de medición estadística, presenta un coeficiente de variación inferior al 5%, lo que indica estadísticamente una baja dispersión en los valores obtenidos, por lo tanto, una uniformidad en la respuesta mecánica de los materiales evaluados. Este coeficiente de variación, sugiere que las características del material, como su densidad y resistencia, son homogéneas en toda la estructura, lo que a su vez; permite deducir que la edificación fue construida en un mismo periodo y con una fuente de materiales constante, reduciendo el riesgo de variaciones en la rigidez de los elementos, que favorece el desempeño estructural ante cargas estáticas o dinámicas.

Además, los valores obtenidos sugieren que los mampuestos poseen una resistencia a la compresión elevada (> a 21 MPa) en comparación con valores de referencia para mampostería sin refuerzo, lo que implica una mayor capacidad para soportar cargas verticales sin deformaciones significativas, esta alta resistencia también, sustenta una menor porosidad y por ende, una menor permeabilidad del material, reduciendo la probabilidad de absorción y retención de humedad

Tabla 11. Ejemplo análisis con Ferroskan.

FORMATO DE MAPEO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL
Norma (NSR-10)

C. COSTO No.

PÁGINA No.:

2

DE

8

PROYECTO: EDIFICIO REPUBLICANO TRAMO SUR COLEGIO DE BOYACÁ, TUNJA

MUNICIPIO: TUNJA

No. PROYECTO:

DIRECCIÓN: Cra. 10 #19, Tunja, Boyacá

DEPARTAMENTO : BOYACÁ

ELEMENTO EXAMINADO: COLUMNA

UNIVERSIDAD Universidad Santo Tomás, Bogotá

MATERIAL: 30000 PSI

SECCIÓN: D=45CM

PROGRAMA Especialización en Patología de la construcción

MATERIAL: MAMPOSTERÍA

FECHA MUESTREO: 07-nov-2024

PROCESO: MAPEO COLUMNA

FECHA ENSAYO: 17-nov-2024

REGISTRO FOTOGRAFICO

REQUISITOS PARA MUROS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA INTERMEDIA SEGÚN TITULO C NSR-10

CRITERIO	NSR-10	CONSTRUIDO	GRADO ACEPTACIÓN
ESPESOR MÍNIMO DE LA SECCIÓN (SEGÚN NSR10- C.21.3.5.1)	25 cm	45 cm	CUMPLE
SEPARACIÓN DEL REFUERZO LONGITUDINAL	@20cm	0 cm	NO CUMPLE
TAMAÑO MÍNIMO DE LA BARRA (SEGÚN NSR10- C.21.3.4.3)	#4	0 cm	NO CUMPLE
CUANTÍA ACERO LONGITUDINAL (SEGÚN NSR10- C.21.3.5.2)	(MÍNIMO=0.01 Ag)	0.0000	NO CUMPLE
CUANTÍA ACERO TRANSVERSAL (SEGÚN NSR10- C.21.3.5.6)	150 cm2	300	NO CUMPLE
SEPARACIÓN MÍNIMA DEL REFUERZO (SEGÚN NSR10- C.7.6.3)	40.00 cm	0 cm	NO CUMPLE
RECUBRIMIENTO MÍNIMO (SEGÚN NSR10- C.7.7)	4 cm	0 cm	NO CUMPLE

MAPEO DE ELEMENTO EN CONCRETO No. 2 – ESTRUCTURA COLUMNA

Todos los resultados del laboratorio de ferroskan se incluirán en el Anexo E: ENSAYO DE FERROSCAN, donde se detallan los diferentes elementos levantados

Tabla 12. *Resultados análisis de ferrosca*

ÍTEM	ELEMENTO	DIMENSIÓN	EJE	ESTUDIO	RESULTADO
1	Pilares en mampostería	Ø 40 cm	D'''-3'	Esclerómetro	No posee acero de refuerzo
2	Pilares en mampostería	Ø 40 cm	D''-3"	Esclerómetro	No posee acero de refuerzo
3	Pilares en mampostería	Ø 40 cm	D-3"	Esclerómetro	No posee acero de refuerzo
4	Pilares en mampostería	Ø 40 cm	B'-3"	Esclerómetro	No posee acero de refuerzo
5	Muro	e=60 cm	B-3'	Esclerómetro	No posee acero de refuerzo
6	Muro	e=60 cm	C-4,5	Esclerómetro	No posee acero de refuerzo
7	Pilares en mampostería	0.45x0.45	B'-5	Esclerómetro	No posee acero de refuerzo
8	Pilares en mampostería	0.45x0.45	C-5	Esclerómetro	No posee acero de refuerzo

Los resultados de los ensayos de Ferrosca confirmaron la hipótesis mencionada anteriormente; (los elementos estructurales fueron contruidos sin refuerzo de acero), lo que hace que la edificación sea más vulnerable ante cargas dinámicas generadas por eventos sísmicos.

En edificaciones patrimoniales y construcciones antiguas, la estabilidad ante sismos suele depender del espesor y la calidad de la mampostería más, que de la presencia de refuerzo interno. Según estudios sobre el comportamiento sísmico de estructuras de mampostería sin refuerzo, los muros gruesos pueden proporcionar una resistencia moderada a cargas laterales debido a su inercia masiva y rigidez, aunque su desempeño se ve comprometido ante sismos de gran magnitud debido a su limitada capacidad de disipación de energía y baja ductilidad (Paulay & Priestley, 1992).

Sin embargo, y como fue descrito en capítulos anteriores, según el reglamento de construcción sismo resistente NSR 10, al encontrarse la edificación en una zona de amenaza sísmica intermedia, los muros en mampostería deben tener un acero de refuerzo que aporte ductilidad a la edificación, siendo indispensable a manera de sugerencia la instalación de este en su etapa de reforzamiento. Del mismo modo, se deberá aplicar un análisis de vulnerabilidad

sísmica, con el fin de determinar los puntos donde se requiere la localización de elementos en acero.

6.4 Análisis de datos de la investigación

Uno de los hallazgos con mayor relevancia, fue la pérdida de recubrimientos (pañetes) en los muros debido a una acción antropogénica de mantenimientos inconclusos, dejando el ladrillo expuesto a la intemperie, esto generó una serie de daños progresivos en la edificación debido a que no se tomaron medidas correctivas.

El ladrillo al estar desprotegido, quedó vulnerable a la acción directa de agentes climáticos como la lluvia, el viento y la radiación solar; lo que provocó la erosión de su superficie y la pérdida gradual de su capacidad estructural, así como la infiltración de agua a través de las juntas y fisuras que aceleraron los procesos de humedad interna, generando la aparición de eflorescencias y daños por congelamiento-descongelamiento en climas fríos como lo es el de la ciudad de Tunja.

La acumulación de humedad debilitó los materiales de mortero en las juntas, afectando la estabilidad de los muros. Como consecuencia de esta exposición, se desarrolló el crecimiento de microorganismos como musgos y líquenes, que han deteriorado en mayor medida la superficie del ladrillo. La combinación de estos factores, podrían comprometer tanto la integridad estética como estructural del inmueble si no se interviene adecuadamente.

A raíz de la inexistencia de acero de refuerzo en los muros de mampostería del inmueble se ha generado una vulnerabilidad significativa para la edificación, especialmente considerando su ubicación en una zona de amenaza sísmica intermedia según la NSR-10, sin acero de refuerzo, los muros no poseen la capacidad para resistir esfuerzos de tracción, cortante y flexión inducidos por cargas estáticas o dinámicas, lo que se puede derivar en fisuras, desplomes parciales o incluso colapso. Además, la mampostería sin refuerzo depende exclusivamente de la resistencia de los

materiales individuales (ladrillo y mortero), que con el tiempo se deterioran por factores como humedad y cargas acumuladas.

Por lo tanto, la falta de acero de refuerzo incrementa en gran medida el riesgo estructural, y hace prioritario evaluar un posible reforzamiento para estudios futuros que garanticen la estabilidad y funcionalidad del inmueble a largo plazo.

6.4.1 Resultados del análisis de Lesiones

Con el objetivo de consolidar los hallazgos de las lesiones más relevantes en el estudio actual, se desarrolla a partir de tablas una descripción de la lesión encontrada, la clasificación de su causa, un prediagnóstico, un pronóstico y los mecanismos de manera general de prevención e intervención, estos últimos serán profundizados más adelante en este estudio.

Tabla 13. Lesiones por contacto directo de humedad en la Mampostería.

TIPO DE LESIÓN:	LOCALIZACIÓN DE LESIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN
Lesiones por contacto directo de humedad en la Mampostería	MAMPOSTERÍA	La humedad en el edificio republicano es el resultado de filtraciones, capilaridad y condensación, afectando diversos elementos constructivos. Su presencia se debe a la absorción de agua desde el subsuelo, escorrentías superficiales, falta de ventilación y deterioro de la cubierta de la edificación, la cual por su daño, permite el ingreso directo de aguas lluvias al interior, lo que genera un ambiente propicio para el deterioro de la mampostería.
		CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA
		DIRECTAINDIRECTA
		Físicas – HumedadFalta De Mantenimiento
		PREDIAGNÓSTICO
		1. La humedad excesiva puede penetrar en la mampostería, provocando eflorescencia (depósitos blancos de sales minerales), deterioro del mortero y crecimiento de moho y hongos. 2. En tiempos fríos, el agua atrapada dentro de la mampostería puede expandirse cuando se congela, causando grietas y desprendimiento de la superficie. Este fenómeno se conoce como acción de helada-deshielo y puede debilitar la estructura con el tiempo. 3. La exposición a agentes abrasivos como el viento, la lluvia, la arena y el tráfico puede

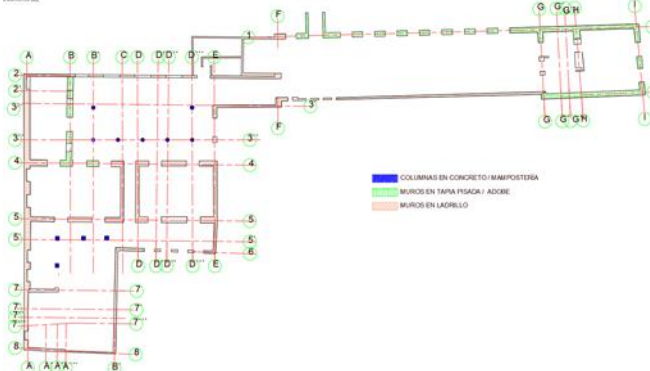
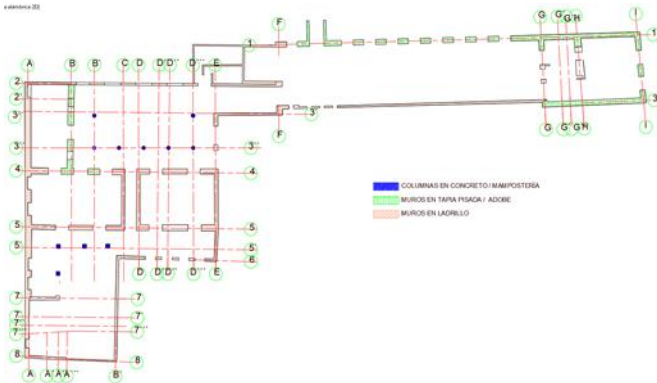
 Localización  ■ COLUMNAS EN CONCRETO / MAMPOSTERÍA ■ MUROS EN TAPIA PISADA / ADobe ■ MUROS EN LADRILLO			desgastar la superficie de la mampostería, especialmente en áreas exteriores. 4. Este prediagnóstico se agrava debido a agentes antropogénicos que a un mal mantenimiento, dejaron expuestos los mampuestos
PRONOSTICO:			1. Genera desprendimiento de material o corrosión de elementos metálicos incrustados. 2. Contribuye con el deterioro de la mampostería, como la exposición a la humedad, la acción de la erosión, la corrosión u otros factores ambientales y estructurales. 3. Se debe realizar una evaluación del riesgo de daños estructurales, pérdida de funcionalidad, riesgos para la seguridad de las personas y costos asociados con la reparación y mantenimiento.
PREVENCIÓN / INTERVENCIÓN			
Eliminar Causa	Reparación Efecto	Prevención	
• Identifica y elimina fuentes de humedad que puedan estar afectando la mampostería. • Selladores y recubrimientos impermeabilizantes en la superficie de la mampostería para protegerla de la penetración del agua y la acción de la intemperie. Esto ayudará a prevenir la formación de grietas y el desprendimiento del material. • Implementa medidas para proteger la mampostería de la erosión causada por la acción del viento, la lluvia y otros agentes atmosféricos.	• Aplica selladores y revestimientos impermeabilizantes en la superficie de la mampostería para protegerla contra la penetración de agua. • Mejora el sistema de drenaje alrededor de la estructura para evitar la acumulación de agua en el suelo y la infiltración en la mampostería. • Rellena y sella las grietas en la mampostería utilizando materiales de reparación adecuados, como mortero de cemento modificado con polímeros o resinas epoxi.	• cuando la mampostería contenga elementos metálicos, aplica recubrimientos protectores o selladores para protegerlos contra la corrosión. • Realiza inspecciones periódicas de la mampostería para detectar signos de deterioro y tomar medidas preventivas de manera oportuna. Esto puede incluir limpieza, reparación de grietas, tratamiento contra la humedad según sea necesario.	

Tabla 14. Lesiones por contacto directo de heces fecales en la Mampostería.

TIPO DE LESIÓN:	LOCALIZACIÓN LESIÓN	DE	DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	
Lesiones por contacto directo de heces fecales en la Mampostería.	MAMPOSTERÍA		El contacto prolongado de heces fecales, especialmente de aves como palomas, genera un deterioro progresivo en la mampostería debido a su alto contenido de ácidos y microorganismos. Estos residuos contienen ácido úrico, que, al reaccionar con la humedad y la superficie del muro, provoca la disolución del mortero de pega y la descomposición de los materiales calcáreos.	
 Localización 			CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA	
			DIRECTA	INDIRECTA
			Química.	Falta De Mantenimiento
			PREDIAGNÓSTICO	
			1. El ácido úrico presente en las heces ha reaccionado con los materiales calcáreos de la mampostería, debilitando el mortero de pega y reduciendo su cohesión 2. La exposición prolongada a residuos ácidos genera una alteración en la estructura superficial de la mampostería, provocando la disgregación progresiva del material. Desarrollando la pérdida de partículas del mortero y el desgaste de los ladrillos o piedras, lo que puede derivar en desprendimientos y la aparición de cavidades que comprometen la integridad del muro. 3. La acumulación de residuos orgánicos en la mampostería favorece la retención de humedad, creando un ambiente propicio para el crecimiento de hongos, bacterias y líquenes. Estos microorganismos aceleran el deterioro del material, alterando su composición química y favoreciendo la formación de manchas y colonias biológicas que agravan la degradación del muro. 4. Este pre diagnostico se agrava debido a agentes antropogénicos que, debido a un mal mantenimiento, quedaron expuestos los mampuestos	
			PRONOSTICO:	
4. La pérdida de cohesión en la mampostería debido a la disolución del mortero y la descomposición de materiales calcáreos debilitará la estructura, aumentando el riesgo de fisuras, grietas y colapsos parciales. 5. La erosión superficial y la exposición de los materiales internos facilitarán la absorción de humedad, acelerando el deterioro por agentes ambientales y aumentando la vulnerabilidad a ciclos de congelamiento-descongelamiento en climas fríos.				
PREVENCIÓN / INTERVENCIÓN				

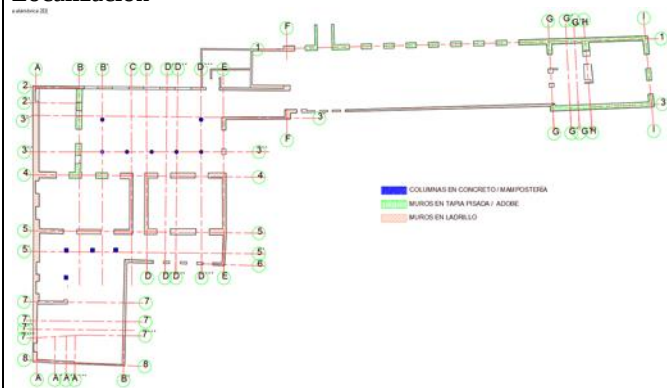
Eliminar Causa	Reparación Efecto	Prevención
- se debe implementar un sistema de protección física, como mallas, picos disuasorios o dispositivos ultrasónicos, para evitar que las aves se posen y aniden en las áreas afectadas. Es esencial realizar una limpieza periódica con productos adecuados, como soluciones de agua y detergentes neutros o biocidas específicos, evitando sustancias abrasivas que puedan dañar la mampostería. - Además, aplicar tratamientos hidrofugantes transpirables ayudará a reducir la absorción de humedad sin alterar la permeabilidad del material.	- realizar una limpieza profunda utilizando cepillos de cerdas suaves y soluciones de limpieza, como agua destilada con detergentes neutros o biocidas para eliminar residuos orgánicos y microorganismos sin dañar la mampostería. - Reponer áreas deterioradas con un mortero compatible en composición y textura con el original. - Para las áreas donde la mampostería presenta disgregación o erosión superficial, se pueden aplicar consolidantes compatibles que refuercen la cohesión del material sin alterar su transpirabilidad.	- Es recomendable aplicar un tratamiento hidrofugante transpirable para reducir la absorción de humedad y prevenir futuros daños, asegurando al mismo tiempo la correcta evacuación del agua. - Un mantenimiento periódico y la implementación de medidas de control de fauna evitarán la recurrencia del problema.

Tabla 15. Lesiones por erosión y degradación de la Mampostería.

TIPO DE LESIÓN:	LOCALIZACIÓN DE LESIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN
Erosión y degradación de la Mampostería	MAMPOSTERÍA	La erosión y degradación de la mampostería es el resultado de una variedad de factores, que van desde la exposición a condiciones ambientales adversas hasta problemas estructurales subyacentes, en este caso, la degradación fue generada por agentes antropogénicos que durante mantenimientos inconclusos dejaron descubierta la mampostería de la edificación
		CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA
		DIRECTA INDIRECTA
		Físicas – Erosión Falta De Mantenimiento
		PREDIAGNÓSTICO
		- La falta de recubrimiento ha permitido que la mampostería quede directamente expuesta a la lluvia, el viento y la radiación solar, lo que ha provocado la erosión de sus materiales y la pérdida de cohesión en la superficie. - En Al quedar descubierta, la mampostería ha absorbido humedad de manera constante, generando debilitamiento en los morteros de pega, pérdida de material y aparición de eflorescencias salinas. - Las variaciones térmicas han generado dilataciones y contracciones en la mampostería, favoreciendo la formación de micro fisuras que, con el tiempo, han evolucionado en grietas y desprendimientos de material.



Localización



4. La degradación del mortero de pega y la erosión progresiva han disminuido la capacidad de resistencia de los muros, lo que compromete la estabilidad estructural de la edificación y aumenta el riesgo de desprendimientos o colapsos parciales.
5. La exposición prolongada ha facilitado la acumulación de polvo, partículas contaminantes y la proliferación de microorganismos como hongos y líquenes, que contribuyen a la degradación química y mecánica de los materiales.

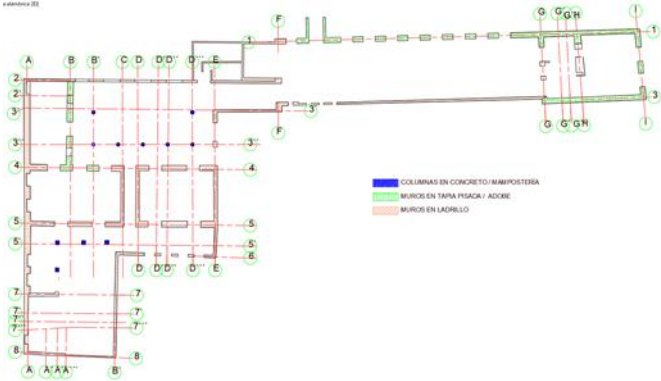
PRONOSTICO:

1. La degradación estructural será evidente, con desprendimientos parciales o colapsos localizados en los muros más afectados. La pérdida de material reducirá significativamente la capacidad de carga de la mampostería, comprometiendo la estabilidad general del edificio y aumentando el riesgo de fallos estructurales.
2. Contribuye con el deterioro de la mampostería, como la exposición a la humedad, la acción de la erosión, la corrosión u otros factores ambientales y estructurales.
3. Se debe realizar una evaluación del riesgo de daños estructurales, pérdida de funcionalidad, riesgos para la seguridad de las personas y costos asociados con la reparación y mantenimiento.

PREVENCIÓN / INTERVENCIÓN

Eliminar Causa	Reparación Efecto	Prevención
- Se debe restablecer el recubrimiento protector mediante la aplicación de un mortero compatible con la mampostería original, evitando que el muro quede expuesto a la intemperie. - controlar la humedad, implementando drenajes adecuados, impermeabilización y ventilación para evitar infiltraciones y condensación - Implementa medidas para proteger la mampostería de la erosión causada por la acción del viento, la lluvia y otros agentes atmosféricos.	- corregir las intervenciones previas inconclusas, asegurando que cualquier trabajo de mantenimiento o restauración se realice completamente y con materiales apropiados. - Mejora el sistema de drenaje alrededor de la estructura para evitar la acumulación de agua en el suelo y la infiltración en la mampostería. - Rellena y sella las grietas en la mampostería utilizando materiales de reparación adecuados, como mortero de cemento modificado con polímeros o resinas epoxi.	Realiza inspecciones periódicas de la mampostería para detectar signos de deterioro y tomar medidas preventivas de manera oportuna. Esto puede incluir limpieza, reparación de grietas, tratamiento contra la humedad según sea necesario.

Tabla 16. Lesiones suciedad por lavado diferencial.

TIPO DE LESIÓN:	LOCALIZACIÓN DE LESIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN
Suciedad por lavado diferencial	MAMPOSTERÍA	La suciedad por lavado diferencial se genera por presencia de microclimas locales que generan diferencias en la cantidad de lluvia o humedad que recibe una superficie, la presencia de obstáculos que desvían el flujo del agua hacia ciertas áreas, o la acumulación de suciedad que interfiere con la evaporación uniforme del agua.
 Localización 		CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA
		DIRECTA INDIRECTA
		Física saturación de agua Mantenimiento
		PREDIAGNÓSTICO
		1. La falta de limpieza regular puede llevar a la acumulación de suciedad, polvo, hojas u otros escombros en la estructura. 2. El proceso patológico más frecuente aparece en aquellos contactos de agua, generando condiciones de humedad y temperatura generando proliferación de hongos y de los insectos. 3. Zona próxima a conducciones susceptibles de producir humedades de condensación, filtración o accidentales. 4. Agentes climáticos Aparte de los cambios de humedad que pueden ser consecuencia de las condiciones climáticas, otros factores como los apostamientos de agua entre los dos edificios.
		PRONOSTICO:
		1. La suciedad puede contener partículas que, cuando entran en contacto con la superficie de la mampostería, pueden acelerar el proceso de erosión. Esto puede debilitar la estructura y comprometer su integridad a largo plazo. 2. Deterioro del bloque: La suciedad acumulada en la superficie de los muros puede retener la humedad, lo que puede causar daños en el mampuesto. Con el tiempo, esto puede provocar grietas y deterioro del mismo, comprometiendo la estabilidad de la estructura. 3. Proliferación de organismos biológicos se presenta por la acumulada puede crear un ambiente propicio para el crecimiento de organismos biológicos como moho, hongos, líquenes y algas. Estos organismos pueden

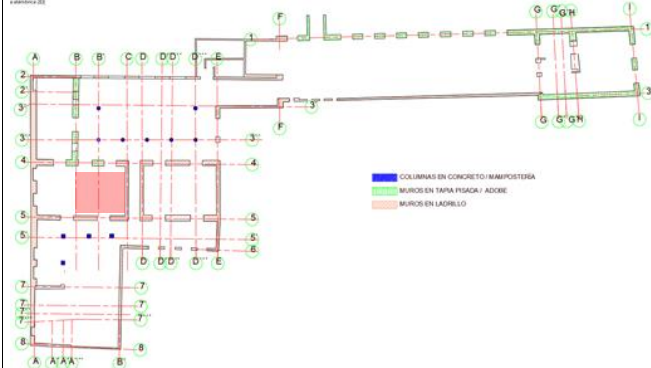
			penetrar en la superficie de la mampostería y causar daños adicionales, además de crear una apariencia antiestética. 4. Obstrucción de sistemas de drenaje por heces de paloma, la suciedad acumulada puede obstruir los sistemas de drenaje y desagüe de la edificación, lo que puede provocar la acumulación de agua y humedad en áreas no deseadas. Esto puede aumentar el riesgo de filtraciones de agua y daños estructurales relacionados. 5. Impacto estético y reputacional la suciedad visible en la edificación puede afectar negativamente la apariencia estética de la estructura y, por extensión, la imagen y la reputación de la organización responsable de su mantenimiento. Esto puede tener implicaciones en términos de percepción pública, satisfacción del cliente y valor de la propiedad.
PREVENCIÓN / INTERVENCIÓN			
Eliminar Causa	Reparación Efecto	Prevención	
- Mantenimiento regular de limpieza: Establecer un programa de limpieza regular para eliminar la suciedad y otros contaminantes de la superficie - Control de vegetación: Mantener la vegetación circundante podada y bajo control para reducir la acumulación de hojas, ramas y otros desechos vegetales	Sellado de superficies: Aplicar selladores o recubrimientos protectores en las superficies de la mampostería para ayudar a repeler la suciedad y facilitar su limpieza. Estos recubrimientos también pueden ayudar a proteger la estructura contra la corrosión y el deterioro causado por la suciedad y la humedad.	Inspecciones regulares: Realizar inspecciones periódicas de la edificación para identificar cualquier problema potencial, como daños en el revestimiento, grietas o áreas propensas a la acumulación de suciedad. Tomar medidas correctivas de manera oportuna ayudará a prevenir problemas más graves en el futuro.	

Tabla 17. Lesiones suciedad por deposito.

TIPO DE LESIÓN:	LOCALIZACIÓN DE LESIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	
Suciedad por deposito	MAMPOSTERÍA	La suciedad por depósito se refiere a la acumulación de contaminantes, polvo, suciedad, humedad, o cualquier otro material que se deposite en la superficie de una estructura con el tiempo. Este depósito puede provenir de diversas fuentes, como la contaminación atmosférica, la actividad humana, la vegetación circundante, el tráfico vehicular, entre otros.	
		CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA	
		DIRECTA	INDIRECTA
		Física - Contaminación	Mantenimiento



© 2004 Blackwell Publishing Ltd



1. Se realiza una inspección detallada de todas las caras de los muros para identificar la presencia de suciedad acumulada. Observa cualquier mancha, película de polvo, depósitos de partículas u otros contaminantes visibles.

2. Análisis del entorno circundante de la edificación, para identificar posibles fuentes de suciedad. Esto puede incluir la proximidad a carreteras con tráfico intenso, zonas arboladas o cuerpos de agua que puedan generar humedad y residuos. Localización cercana a desagües o transporte de agua susceptible a producir humedades de condensación, filtración

3. Examen de las condiciones climáticas cómo las condiciones climáticas locales, como la lluvia, el viento, la humedad y la temperatura, pueden influir en la acumulación de suciedad en la edificación. Las áreas expuestas a condiciones climáticas extremas pueden ser más propensas a acumular suciedad y requerir un mantenimiento más frecuente.

1. Se evidencia que el entorno cercano a la edificación, incluyendo la presencia de áreas urbanas, vegetación cercana y tráfico vehicular. Estos factores pueden influir en la cantidad y tipo de suciedad que se deposita en la edificación.

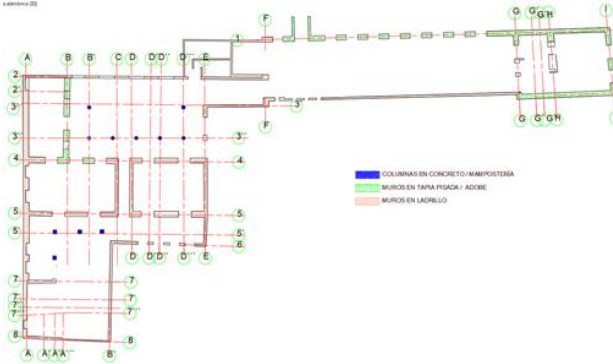
2. Condiciones climáticas: Se examina las condiciones climáticas locales, como la frecuencia y cantidad de lluvia, la dirección y velocidad del viento, la humedad relativa y la exposición a la luz solar directa.

3. Historial de mantenimiento: No se evidencia un mantenimiento que aportara adecuadamente a la restauración del inmueble, por lo menos en los últimos 15 años.

Eliminar Causa	Reparación Efecto	Prevención
----------------	-------------------	------------

Eliminar Causa	Reparación Efecto	Prevención
- Control de la vegetación: Podar o eliminar la vegetación cercana a la edificación para reducir la caída de hojas, ramas y otros desechos vegetales que puedan contribuir a la acumulación de suciedad - Sellado de superficies: Aplicar selladores o recubrimientos protectores en las superficies de los muros para ayudar a repeler la suciedad y facilitar su limpieza. Estos recubrimientos también pueden ayudar a proteger los mampuestos del deterioro causado por la suciedad y la humedad.	- Limpieza preliminar antes de realizar cualquier reparación, limpia a fondo las áreas afectadas para eliminar la suciedad, el polvo y cualquier otro residuo. - Inspección detallada: de las áreas dañadas para evaluar la extensión del daño y determinar el tipo de reparación requerida. - Reemplazo de secciones dañadas si las áreas dañadas son extensas o no se pueden reparar adecuadamente, considera el reemplazo de secciones dañadas de la mampostería	- Programa de limpieza regular para eliminar la suciedad y otros contaminantes de la edificación. - Realiza la limpieza de manera periódica utilizando métodos adecuados según el tipo de superficie, como lavado a presión, limpieza manual o uso de detergentes especializados. - Control de la vegetación circundante: Mantén la vegetación circundante podada y bajo control para reducir la caída de hojas, ramas y otros desechos vegetales sobre la edificación

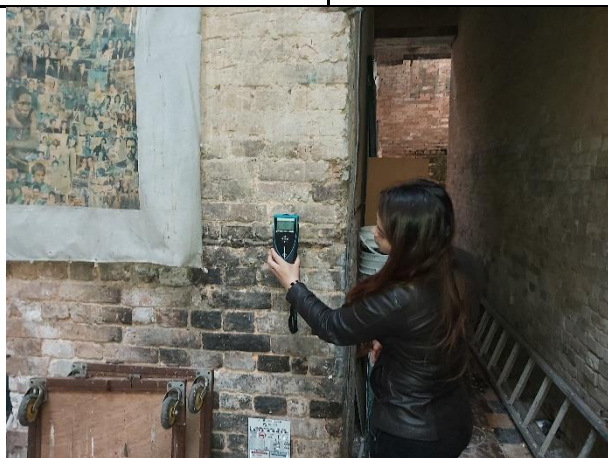
Tabla 18. Fisuras y grietas presentes en la mampostería.

TIPO DE LESIÓN:	LOCALIZACIÓN DE LESIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	
Erosión Grietas	MAMPOSTERIA	Presencia de grietas y erosión, es importante abordarlas de manera adecuada para garantizar la integridad estructural de la infraestructura.	
		CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA	
		DIRECTA	INDIRECTA
		Mecánico	Pérdida de Capacidad
		PREDIAGNÓSTICO	
Localización 		1. En el entorno circundante alrededor de la edificación se identifican factores que contribuyeron a la formación de grietas y erosión, como la presencia de actividades de tráfico cercano intenso, vibraciones, e influencias ambientales como la exposición al agua. 2. El análisis de cargas estructurales identifica que estas incluyen el tráfico de transeúntes, equipos educativos y los efectos del viento, la vibración y la expansión y contracción térmica. Las cargas excesivas o mal distribuidas pueden generar tensiones que conduzcan a la formación de grietas, así como la exposición al ambiente puede generar erosión. 3. El análisis de materiales demostró que se utilizaron materiales que para la época eran adecuados, sin embargo, con el tiempo y debido a la localización de la edificación en zona de amenaza intermedia estos deben cumplir unos requisitos de resistencia y durabilidad para absorber tensiones, ya que son materiales sin un control de calidad en su elaboración estos influyen en la formación de grietas y en su erosión con el ambiente. 4. Condiciones climáticas locales, la exposición a la intemperie, que pueden afectar a los muros, sus mampuestos y mortero de pega, pueden provocar contracciones y expansiones que generen tensiones en la estructura.	
		PRONOSTICO:	
		1. Al revisar el historial de mantenimiento de la edificación se identifica que previamente la edificación ha presentado grietas. Esto puede proporcionar pistas sobre la frecuencia y la gravedad de los problemas pasados y ayudar a prever problemas futuros. 2. Con un Análisis predictivo: se puede predecir cómo pueden desarrollarse las grietas en el futuro. Esto tuvo en cuenta factores como la carga de tráfico, las condiciones climáticas y la erosión para estimar el crecimiento de las grietas y su impacto en la estructura. 3. Evaluación de riesgos: Evalúa los riesgos asociados con las grietas en los muros de la edificación, incluyendo el riesgo de falla estructural, el impacto en la seguridad del público y el costo de reparación. Utiliza esta información para priorizar las acciones de mitigación de riesgos.	

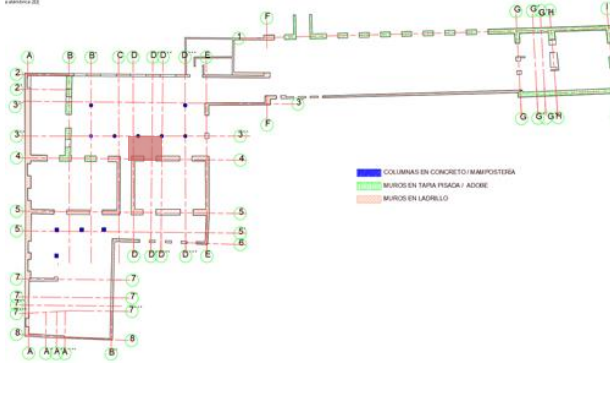
PREVENCIÓN / INTERVENCIÓN		
Eliminar Causa	Reparación Efecto	Prevención
El análisis de cargas, evalúa las cargas estructurales que soporta la edificación, y estas no son excesivas o mal distribuidas, sin embargo por el daño en algunos elementos estructurales, se genera una redistribución de cargas, lo cual puede generar tensiones que conduzcan a la formación de grietas.	- Modelado predictivo: Utiliza modelos predictivos para predecir cómo pueden desarrollarse las grietas en el futuro. Estos modelos pueden tener en cuenta factores como la carga de tránsito, las condiciones climáticas y la erosión para estimar el crecimiento de las grietas y su impacto en la estructura. - Reemplazo de secciones si las áreas dañadas son extensas o no se pueden reparar adecuadamente, se considera el reemplazo de secciones dañadas de mampostería.	- Monitoreo continuo: Implementa un programa de monitoreo para seguir de cerca la evolución de las grietas y erosiones para detectar cualquier cambio o propagación adicional. Esto permitirá tomar medidas preventivas adicionales si es necesario. - Mantenimiento preventivo: Una vez que las grietas hayan sido reparadas, se considera implementar medidas de mantenimiento preventivo para evitar la recurrencia del problema en el futuro. Esto puede incluir inspecciones regulares, monitoreo de cargas, control de la vegetación y protección contra la corrosión.

Tabla 19. *Inexistencia de acero de refuerzo.*

TIPO DE LESIÓN:	LOCALIZACIÓN DE LESIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN
Inexistencia de acero de refuerzo	MAMPOSTERIA	Falta de elementos de acero para reforzar la estructura, lo que provoca baja capacidad de carga y deformaciones en los muros debido a fuerzas externas o sísmicas.
CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA		
DIRECTA		INDIRECTA
Mecánico		Pérdida de Capacidad
PREDIAGNÓSTICO		
La mampostería, al no contar con acero de refuerzo, depende exclusivamente de la resistencia del mortero y los bloques para soportar cargas. Esto la hace vulnerable a agrietamientos por asentamientos diferenciales, fuerzas sísmicas o cargas adicionales. Además, la estructura puede presentar una rigidez insuficiente para disipar las energías generadas durante eventos sísmicos, lo que aumenta las probabilidades de fisuras críticas, pérdida de integridad y fallos estructurales en puntos de mayor concentración de tensiones, como las esquinas o juntas entre elementos.		
PRONOSTICO:		
1. Pronóstico a corto plazo (sin intervención): La estructura puede sufrir agrietamientos y desplazamientos en los muros por la falta de refuerzo, afectando la estabilidad general del edificio, especialmente en áreas sometidas a cargas concentradas o movimientos sísmicos, este deterioro se irá agravando con el tiempo debido a la acción de la humedad y las condiciones ambientales.		



Localización

	2. Pronóstico a mediano plazo (con intervención parcial): Si se refuerzan algunas áreas críticas, la estructura podría estabilizarse, pero la falta de refuerzo completo dejaría puntos vulnerables a nuevos daños, especialmente en eventos sísmicos fuertes o sobrecargas imprevistas. 3. Pronóstico a largo plazo (con refuerzo adecuado): Un refuerzo estructural adecuado que cumpla con las normativas sísmicas puede garantizar la integridad del edificio a largo plazo, mejorando la capacidad de carga, la disipación de energía sísmica y la durabilidad de la estructura.	
PREVENCIÓN / INTERVENCIÓN		
Eliminar Causa	Reparación Efecto	Prevención
Incorporar refuerzos estructurales que cumplan con normativas actuales, como mallas de acero u otros sistemas de soporte compatibles.	Modelado predictivo: Utiliza modelos predictivos para predecir cómo pueden desarrollarse las grietas en el futuro. Estos modelos pueden tener en cuenta factores como la carga de tránsito, las condiciones climáticas y la erosión para estimar el crecimiento de las grietas y su impacto en la estructura. Reforzar los muros con sistemas de refuerzo como mallas metálicas, morteros con fibras, o técnicas de inyección para mejorar la resistencia estructural.	Monitoreo Implementar inspecciones periódicas, actualizar los sistemas constructivos según normas vigentes, y evitar sobrecargas innecesarias en la estructura.

6.5 Diagnóstico y propuesta de Intervención

Después de identificar las principales patologías presentes en los muros del edificio republicano, se desarrollaron propuestas para su intervención, estas propuestas incluyen, los objetivos de las actividades a realizar, los trabajos preliminares necesarios, el procedimiento detallado, el personal requerido y los materiales a emplear, esto con el fin de presentar una solución para abordar cada problema identificado.

6.5.1 Lesiones por contacto directo de humedad en la Mampostería.

El tratamiento de esta lesión consistirá en eliminar las fuentes de humedad que afectan la mampostería, restaurar los elementos deteriorados garantizando la estabilidad estructural y prevenir la reincidencia de patologías mediante soluciones de protección, con el fin de preservar el valor patrimonial del edificio mediante intervenciones adecuadas con su materialidad original.

Preliminarmente, se debe realizar inspección del estado de la mampostería para identificar las áreas más afectadas, además del análisis de materiales para determinar la compatibilidad de los productos de reparación.

Como primera intervención se debe eliminar toda fuente de humedad, iniciando por la reparación de la cubierta y sistemas de drenaje para evitar la infiltración de agua. Si bien, la edificación a la fecha ya posee unos primeros auxilios en la misma, no se ha intervenido de manera completa y adecuada, esto incluye la sustitución de la cubierta, reparación de estructura en madera y remplazo de tejas, se resalta que el diseño de estructura en madera es importante que sea analizada mediante un estudio de vulnerabilidad.

Además de esto, se recomienda desde el área arquitectónica crear mecanismos de ventilación de espacios internos, evitando la condensación.

Posterior a estas actividades, se propone realizar el retiro de eflorescencias con cepillos de cerdas suaves, lavando con soluciones controladas para eliminar hongos y sales sin afectar la mampostería. Este tratamiento no solo busca dejar un sustrato adecuado para la etapa de reparación y reforzamiento de la mampostería, si no que servirá para identificar presencia de fisuras o daños que impliquen la sustitución de los mampuestos tratados. Por último, se recomienda la aplicación de hidrofugantes transpirables para reducir la absorción de agua sin sellar la mampostería.

Es importante resaltar, que para este ejercicio se debe contar con el personal que cumpla con las siguientes características: Ingeniero estructural y especialista en patología de la construcción, Arquitecto con experiencia en restauración patrimonial y oficiales de la construcción especializados en mampostería histórica.

Dentro de los materiales a utilizar en esta tarea, está el mortero de cal compatible con la mampostería original, hidrofugantes transpirables de base silícea, soluciones biocidas para

eliminación de hongos y microorganismos, así como herramientas manuales para limpieza y reparación.

6.5.2 *Contacto directo de heces fecales en la Mampostería*

El tratamiento de esta lesión consistirá en eliminar las fuentes de contaminación, restaurar las áreas afectadas garantizando la conservación de la mampostería y prevenir futuras afectaciones mediante estrategias de control biológico y protección superficial, todo esto asegurando el respeto por la materialidad original del edificio.

Cómo trabajo preliminar, se propone realizar una inspección para identificar la extensión del daño, prestando especial atención a la degradación del mortero y la presencia de microorganismos en la superficie, también se recomienda un análisis químico para determinar el nivel de afectación de los materiales y garantizar la compatibilidad de los productos de limpieza y restauración.

Para su intervención y como primera medida, se deben implementar estrategias para controlar la presencia de aves en la zona intervenida, esto puede incluir el uso de barreras físicas discretas o sistemas disuasorios que no comprometan la apariencia del edificio.

Posteriormente, se procederá con la limpieza superficial de la mampostería mediante cepillos de cerdas suaves y agua filtrada, evitando el uso de productos abrasivos que puedan dañar los materiales. Para eliminar residuos incrustados y microorganismos, se aplicarán soluciones biocidas controladas que erradiquen el crecimiento de hongos y líquenes sin alterar la estructura del muro. Una vez la superficie esté limpia, se evaluará el estado del mortero de las juntas y en caso de estar degradado, se procederá a su reposición con mortero de cal compatible con la mampostería original. También, se valorará la necesidad de sustituir ladrillos que presenten una degradación avanzada.

Como medida de protección final, se recomienda la aplicación de hidrofugantes transpirables de base silícea, los cuales reducirán la absorción de humedad sin sellar por completo la superficie, permitiendo la evaporación de agua retenida y evitando futuros daños.

Para garantizar la correcta ejecución de esta intervención, se requiere un ingeniero estructural y especialista en patología de la construcción, un arquitecto con experiencia en restauración patrimonial y oficiales de la construcción especializados en mampostería histórica.

Dentro de los materiales a utilizar, está el mortero de cal compatible con la mampostería original, soluciones biocidas para eliminación de microorganismos, hidrofugantes transpirables de base silícea y herramientas manuales para limpieza y reparación.

6.5.3 Erosión y degradación de la mampostería expuesta debido a factores antropogénicos.

Para la restauración de la mampostería afectada, se debe proteger la superficie expuesta, eliminando agentes dañinos y reforzando los elementos estructurales para garantizar su conservación y estabilidad a largo plazo.

En ese sentido, se deben realizar trabajos preliminares de recolección de muestras de mortero y ladrillo para análisis de compatibilidad; del mismo modo se debe realizar una limpieza inicial para retirar suciedad, moho y heces, se debe realizar la instalación de protecciones temporales para evitar exposición a la intemperie durante la intervención.

Para esto se debe realizar el siguiente procedimiento:

1. Limpieza inicial: Retirar superficialmente el moho, las heces de palomas y otras partículas dañinas mediante métodos manuales con cepillos suaves y agua filtrada, evitando daños en los ladrillos o el mortero.
2. Desinfección y tratamiento biocida: Aplicar productos fungicidas y biocidas específicos para eliminar microorganismos y prevenir su crecimiento futuro.

3. Consolidación del ladrillo: Aplicar consolidantes químicos compatibles para reforzar las áreas erosionadas, estabilizando los materiales debilitados y mejorando su resistencia a la intemperie.
4. Reparación del mortero de pega: Rellenar las juntas deterioradas con un mortero diseñado específicamente para ser compatible con las propiedades químicas y mecánicas del material original. La mezcla se aplicará en capas finas para garantizar una correcta adhesión.
5. Reconstrucción de pañetes perdidos: Aplicar una capa de recubrimiento similar al original, respetando el acabado, la textura y el color, para proteger el ladrillo de agentes externos.
6. Protección temporal: Colocar una capa protectora o recubrimiento temporal (por ejemplo, con hidrofugantes transpirables) para evitar nuevos daños hasta que se realice una intervención definitiva.
7. Monitoreo continuo: Implementar un sistema de seguimiento para evaluar la efectividad de las reparaciones y planificar el mantenimiento futuro.

Finalmente, es importante resaltar que para este ejercicio se debe contar con el personal que cumpla con las siguientes características: Restauradores especializados en patrimonio, oficiales de la construcción con experiencia en mampostería histórica, químicos especializados en materiales de restauración, técnicos en conservación, y supervisores con experiencia en edificaciones patrimoniales.

6.5.4 Suciedad por lavado diferencial en las superficies del edificio.

La propuesta para mitigar o combatir esta lesión consiste en eliminar las manchas y suciedad acumulada en las superficies afectadas, restaurando su aspecto original y garantizando una limpieza homogénea que permita prevenir futuros deterioros y proteger la materialidad del edificio.

De acuerdo con lo anterior, proponemos realizar los siguientes trabajos preliminares: Inspección visual para identificar las áreas más afectadas por el lavado diferencial. Revisión de documentación fotográfica y mapeo de las zonas afectadas. Pruebas de limpieza en áreas pequeñas para evaluar los métodos más adecuados sin dañar la superficie. Instalación de protecciones temporales en áreas no intervenidas. Lo anterior, establecemos el siguiente procedimiento a aplicar:

1. Identificación y evaluación: Delimitar las áreas afectadas y analizar las condiciones que generan el lavado diferencial (como acumulación de agua, presencia de vegetación o estructuras que desvían el flujo de agua).
2. Limpieza inicial: Retirar suciedad superficial utilizando cepillos suaves y aspiración de polvo, evitando el uso de herramientas abrasivas que puedan dañar las superficies.
3. Limpieza húmeda controlada: Aplicar agua nebulizada con boquillas de baja presión para reblandecer y eliminar la suciedad adherida, asegurándose de que el método sea homogéneo para evitar marcas diferenciales.
4. Tratamiento especializado: En zonas donde persista suciedad resistente, aplicar limpiadores específicos compatibles con los materiales originales, realizando pruebas previas para evitar alteraciones químicas o mecánicas en la superficie.
5. Control de drenaje y flujo de agua: Ajustar o reparar elementos que desvían el agua hacia áreas específicas, como canaletas, bajantes o estructuras anexas que generan microclimas.
6. Protección final: Aplicar un recubrimiento protector hidrofugante transpirable para evitar la acumulación de agua y suciedad en las superficies tratadas. Este recubrimiento, permitirá la evaporación uniforme y reducirá el impacto de futuros microclimas locales.

7. Monitoreo posterior: Establecer un programa de inspección periódica para garantizar la efectividad de la intervención y prevenir la reaparición del problema.

En ese sentido, se propone aplicar los siguientes materiales: Agua nebulizada, boquillas de baja presión, cepillos suaves, aspiradoras, limpiadores compatibles con materiales patrimoniales, recubrimientos hidrofugantes transpirables, elementos de seguridad como andamios y plataformas. Importante resaltar que para la mitigación de esta patología debemos contar con el personal en restauración, expertos en limpieza y tratamiento de superficies patrimoniales, técnicos en conservación, operarios con experiencia en manejo de equipos de limpieza especializada, y supervisores con conocimiento en restauración de patrimonio arquitectónico.

6.5.5 *Suciedad por depósito en las superficies del edificio*

Se propone realizar Inspección visual y registro fotográfico para identificar las áreas afectadas. Mapeo de zonas con mayor acumulación de suciedad. Pruebas de limpieza en áreas pequeñas para determinar los métodos más efectivos sin afectar el material original. Protección temporal de áreas no intervenidas, atendiendo al siguiente procedimiento:

1. Identificación y evaluación: Delimitar las zonas afectadas por depósitos de suciedad y analizar la posible fuente del problema (como vegetación cercana, emisiones vehiculares o humedad ambiental).
2. Limpieza superficial: Usar aspiradoras y cepillos suaves para retirar polvo y suciedad suelta sin dañar la superficie.
3. Limpieza húmeda controlada: Aplicar agua nebulizada con baja presión para eliminar partículas adheridas y suavizar depósitos más resistentes, evitando el exceso de agua para no generar más humedad.

4. Tratamiento especializado: En áreas con acumulaciones más severas o suciedad grasa, aplicar detergentes neutros o limpiadores especializados, compatibles con el material patrimonial, asegurando siempre pruebas previas.
5. Eliminación de contaminantes: En caso de depósitos originados por agentes biológicos, aplicar biocidas específicos para evitar daños al material y prevenir el crecimiento de musgos o líquenes.
6. Control de fuentes externas: Establecer medidas para reducir los factores que generan acumulación, como instalación de barreras o la limpieza de áreas cercanas que contribuyen al depósito de partículas.
7. Protección final: Aplicar recubrimientos protectores transpirables que permitan evitar acumulaciones futuras sin alterar la apariencia del material.
8. Monitoreo periódico: Implementar un programa de inspección y limpieza regular para mantener las superficies en óptimas condiciones y detectar nuevas acumulaciones a tiempo.

Para realizar las labores se debe contar con los siguientes materiales: Cepillos suaves, aspiradoras, agua nebulizada, boquillas de baja presión, detergentes neutros, biocidas específicos, recubrimientos protectores transpirables, equipos de protección personal, andamios y plataformas temporales. Es importante resaltar que para las intervenciones se debe contar con personal en restauración con experiencia en limpieza de superficies patrimoniales, técnicos especializados en conservación, operarios entrenados en manejo de herramientas y productos de limpieza, y supervisores con conocimiento en normativa de conservación.

6.5.6 *Propuesta de intervención Lesiones como Fisuras y Grietas*

Se propone realizar la restauración de la mampostería y los pilares afectados, garantizando su estabilidad estructural, preservando el valor patrimonial del edificio y minimizando futuros daños.

Dentro del procedimiento de intervención, se propone realizar las siguientes actividades:

1. Limpieza previa: Retirar polvo, suciedad y residuos superficiales de las áreas afectadas mediante cepillado manual y aspirado suave.
2. Apertura de grietas: Realizar cortes controlados en las grietas para eliminar material suelto o desintegrado y preparar la superficie para la reparación.
3. Reparación de grietas: Sellar las grietas utilizando mortero de cal compatible con las características de la mampostería original. En caso de grietas mayores, reforzar con varillas de fibra de vidrio o inyecciones de resina epóxica según corresponda.
4. Tratamiento contra erosión: Aplicar consolidantes superficiales para estabilizar las áreas erosionadas.
5. Reparación de mortero de junta: Retirar mortero deteriorado y reponerlo con una mezcla similar a la original.
6. Acabados finales: Aplicar un recubrimiento protector que respete la estética patrimonial, como pintura a base de cal o hidrofugantes.

Para este caso se propone utilizar los siguientes materiales: Mortero de cal hidráulica y arena, resina epóxica o consolidantes compatibles, Varillas de fibra de vidrio (si es necesario), Hidrofugantes para mampostería y herramientas manuales (brochas, espátulas, cepillos) y equipos de protección personal (EPP). Del mismo modo, se debe tener en cuenta el personal: Especialista

en patologías de construcción, Ingeniero estructural, Restaurador patrimonial, Operarios especializados en manejo de mortero y mampostería histórica

6.5.7 *Propuesta de intervención Inexistencia de acero de refuerzo*

Se propone como alternativa para reforzar la estructura con elementos de acero compatibles que incrementen la capacidad de carga de los muros y pilares, mejorando la resistencia sísmica y estructural del edificio, y evitando futuros daños.

Dentro de los trabajos preliminares antes de cualquier actividad, se deberá realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica y reforzamiento, este inciso a pesar de estar afuera del actual estudio patológico es prioritario antes de desarrollar cualquier adecuación; este estudio también conlleva una inspección visual y estructural de los muros y pilares para identificar las áreas críticas que necesitan refuerzo, análisis de la resistencia de los materiales existentes (mampostería y mortero), levantamiento de datos para determinar las cargas actuales y posibles cargas futuras en la estructura, así como la revisión de la normativa vigente para determinar el tipo de acero necesario y las especificaciones para el refuerzo, en este caso se propone el siguiente procedimiento:

1. Mampostería reforzada externamente para muros y particiones internas, que no comprometan las características arquitectónicas de la edificación: Este sistema de refuerzo consiste en agregar una capa externa de material de refuerzo sobre la mampostería original, se utilizan normalmente mallas metálicas, fibras de vidrio y mortero de alta resistencia para incrementar la capacidad de carga y la ductilidad de la estructura, esta capa externa distribuye las tensiones, proporcionando mayor resistencia a las cargas dinámicas y sísmicas.

- a. Preparación de la superficie: Limpiar y retirar cualquier material suelto o deteriorado de la superficie del muro.
- b. Aplicación de una capa de refuerzo: Colocar una capa de mortero de alta resistencia, añadiendo refuerzo de malla metálica o fibra de vidrio a la capa externa del muro, esta capa debe estar diseñada para aumentar la capacidad de carga y mejorar la ductilidad del muro.
- c. Incorporación de armaduras externas: Colocar barras de acero o mallas metálicas a lo largo de la superficie externa del muro, anclándolas firmemente en las juntas o utilizando anclajes mecánicos o químicos.
- d. Recubrimiento con mortero: Una vez que las armaduras externas están fijadas, cubrir la malla o el acero con una capa de mortero compatible con la mampostería original para proteger los refuerzos de la intemperie y asegurar la integridad estructural.
- e. Curado y protección: Dejar que el refuerzo cure adecuadamente, protegiendo el muro de factores ambientales como la humedad.

Figura 21. *Mampostería reforzada externamente*

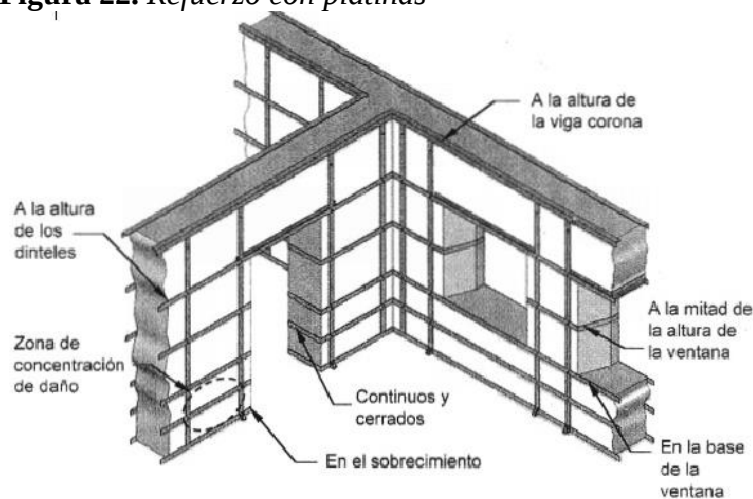


Fuente: Fluencia Ingeniería S.A.S. (2024).

2. Refuerzo con platinas para fachadas y áreas externas que convengan mantener cualidades arquitectónicas de la edificación: Las platinas de acero se colocan en las zonas críticas de

la estructura para reforzar las áreas más vulnerables, las platinas se fijan con anclajes metálicos y son útiles para evitar deformaciones y fisuras, este refuerzo aumenta significativamente la resistencia a las cargas sísmicas y a la compresión, además de ser una opción menos invasiva que otros métodos de refuerzo.

- a. Inspección y perforación del muro: Inspeccionar el muro para identificar las zonas más críticas y perforar la mampostería en lugares estratégicos para insertar platinas de acero.
- b. Instalación de platinas: Colocar platinas de acero de alta resistencia, que serán insertadas en las perforaciones hechas previamente, estas platinas se fijan con anclajes metálicos, que pueden ser pernos o grapas, para garantizar que el acero quede firmemente sujeto a la mampostería.
- c. Fijación y anclaje: Asegurar que las platinas queden ancladas firmemente a las estructuras circundantes, como los cimientos o las vigas, para mejorar la resistencia a las cargas sísmicas y de compresión.
- d. Recubrimiento de protección: Aplicar una capa de mortero o pintura protectora sobre las platinas para prevenir la corrosión y asegurar su durabilidad en el tiempo.
- e. Verificación: Después de instalar las platinas, realizar pruebas de carga para verificar la estabilidad y la eficacia del refuerzo.

Figura 22. *Refuerzo con platinas*

Fuente: Reforzamiento Teatro Gilberto Alzate (2024).

En ese sentido, se propone implementar los siguientes materiales: Malla metálica o fibra de vidrio, barras de acero o mallas metálicas para refuerzo, platinas de acero de alta resistencia, mortero de alta resistencia compatible con la mampostería original (cal hidráulica, arena), perforadoras y herramientas de corte para instalar las platinas. Pintura protectora para acero, equipos de protección personal (EPP).

Los profesionales que deben estar a cargo de la ejecución de estas tareas son: Especialista en patologías de construcción, Ingeniero estructural, restaurador patrimonial, Operarios especializados en manejo de mortero y mampostería histórica.

7 Conclusiones

- El levantamiento arquitectónico del estado actual del Colegio de Boyacá edificio Republicano Tramo Sur, permitió documentar la geometría, distribución espacial y detalles constructivos de la edificación. Del mismo modo, este levantamiento se pudo vincular de manera gráfica (digital) los hallazgos en campo, proporcionando herramientas para el análisis y toma de decisiones en trabajos operativos que servirán para futuras intervenciones.
- A partir del estudio histórico, se puede concluir que comprender la evolución constructiva y las modificaciones realizadas es fundamental para identificar las causas de las patologías en la mampostería. Este ámbito, permite analizar el estado actual del edificio, y a su vez anticipar problemas futuros orientando intervenciones de conservación más informadas y efectivas. En síntesis, el análisis histórico no solo contextualiza el patrimonio arquitectónico, sino que también es una herramienta clave en el diagnóstico para sus reparaciones.
- A través de la elaboración de fichas de calificación, se logró identificar los daños según su gravedad y el impacto de las patologías. Esto permitió contar con una herramienta para toma de datos para clasificar las intervenciones, dando prioridad a aquellas que comprometen la estabilidad estructural y la seguridad del edificio.
- Los ensayos de esclerometría y ferroskan permitieron obtener de manera no destructiva información sobre las condiciones físicas y estructurales de la mampostería sin comprometer la integridad del edificio. El análisis conjunto de ambos ensayos permitió parametrizar la tipología y homogeneidad de los materiales, así como, detectar diferencias entre las características esperadas y las encontradas en campo. Esta información sirvió para

proponer estrategias de intervención y ajustar el tratamiento de las lesiones según las condiciones reales del edificio.

- En cuanto a la propuesta de intervención de las lesiones se plantearon actividades preliminares y medidas de prevención que asegura un procedimiento a ejecutar, evitando que estos daños se agraven con el tiempo. Además, las técnicas de reparación deberán ser compatibles con los materiales originales del edificio, lo que garantiza que las intervenciones no solo sean eficaces, sino que también respetuosas (no invasivas) con el patrimonio arquitectónico.
- Para la recuperación y/o rehabilitación del paciente caso de estudio, se requiere de un mayor compromiso por los entes gubernamentales para su restitución; dado que este lleva en abandono más de 18 años y no se han generado estrategias claves para su recuperación.
- Se hace necesario formular un plan de manejo para edificaciones patrimoniales atendiendo a los compendios normativos de protección del patrimonio cultural arquitectónico; para este caso “las edificaciones republicanas” con el fin de aplicarlo en el establecimiento público educativo.
- El análisis del proceso patológico para esta edificación objeto de estudio, integró un enfoque interdisciplinario (Ingeniería y Arquitectura). Lo que permitió que cada disciplina evidenciara necesidades y las aplicara a propuestas de solución para el servicio de la comunidad conservando su autenticidad.

8 Referencias

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*.
- Broto, C. (2005). *Enciclopedia Broto de patologías de la construcción*.
- González, M. F. (2022). *Patrimonio escolar Colegio de Boyacá*. Universidad Pedagógica y Tecnológica.
- ICONTEC. (2018). *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 3692*.
- Lombardo, L., Saeli, M., & Campisi, T. (2023). Smart technological tools for rising damp on monumental buildings for cultural heritage conservation. A proposal for smart villages implementation in the Madonie montains (Sicily). *Sustainable Futures*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2023.100116>
- Paulay, T., & Priestley, M. J. N. (1992). *Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings*.
- Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2019). *Mampostería - Qué es, definición y concepto*. <https://definicion.de/mamposteria/>
- Solla, M., Maté-González, M. Á., Blázquez, C. S., Lagüela-López, S., & Nieto, I. M. (2024). Analysis of structural integrity through the combination of non-destructive testing techniques in heritage inspections: The study case of San Segundo's hermitage (Ávila, Spain). *Journal of Building Engineering*, 89. <https://doi.org/10.1016/j.job.2024.109295>

Anexos

Anexo A. *Planimetría*

Véase archivo en fuente externa

Anexo B. *Ficha de levantamiento de lesiones en mampostería*

Véase archivo en fuente externa

Anexo C. *Ficha de calificación y descripción de lesiones en mampostería*

Véase archivo en fuente externa

Anexo D. *Ensayo de esclerometria*

Véase archivo en fuente externa

Anexo E. *Ensayo de ferrosca*

Véase archivo en fuente externa