

**ESTUDIO PATOLÓGICO DEL EDIFICIO CAMI (CENTRO ADMINISTRATIVO
MUNICIPAL INSTITUCIONAL) DEL MUNICIPIO DE TIERRALTA, DEPARTAMENTO DE
CÓRDOBA**

PRESENTADO POR:
LUIS MIGUEL MADERA MARTÍNEZ
CONSTRUCTOR EN ARQUITECTURA E INGENIERÍA

ASESOR:
ING. OSMAR ALBERT GAMBA GÓMEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
2026

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. RESUMEN	3
1.1. ABSTRACT	3
2. HISTORIA CLÍNICA.....	4
3. METODOLOGÍA.....	4
4. ENSAYOS PROPUESTOS	5
5. ANÁLISIS DE DATOS.....	6
6. DIAGNÓSTICO	7
7. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	11
8. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	12
9. CRONOGRAMA	15
10. PRESUPUESTO.....	16
11. RESULTADOS.....	17
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
13. ANEXOS.....	20

CONTENIDO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1:.....	5
Tabla 2:.....	7
Tabla 3:.....	8
Tabla 4:.....	11
Tabla 5:.....	13
Tabla 6:.....	14
Tabla 7:.....	16

1. RESUMEN

Este estudio patológico se enfoca en realizar un diagnóstico integral del Centro Administrativo Municipal Institucional (CAMI) en Tierralta, Córdoba. El objetivo principal es hallar la raíz de los daños o lesiones actuales en la edificación para medir qué tanto están afectando su integridad. A partir de estos hallazgos, definimos una serie de rutas de intervención preventivas y correctivas, que buscan rescatar la seguridad de la estructura y extender su vida útil. El edificio cuenta con cinco (5) niveles y más de 2.650 m² construidos, aunque hoy solo se aprovecha una parte; de hecho, tres de sus pisos están prácticamente abandonados. Para este análisis, seguimos el método de la “Historia Clínica del Edificio”, lo que implicó desde revisar planos y licencias antiguas hasta realizar visitas técnicas de inspección visual para clasificar cada daño según su origen (físico, mecánico, químico o biológico).

Los resultados del diagnóstico confirman que la durabilidad y el desempeño estructural del CAMI están seriamente comprometidos. Por lo tanto, es urgente iniciar una intervención prioritaria que ataque las causas raíz del daño. Solo un plan integral de rehabilitación técnica, acompañado de un mantenimiento sostenible, permitirá rescatar el edificio.

Palabras clave: Patología, Historia Clínica, Lesión, Intervención.

1.1. ABSTRACT

This structural analysis focuses on conducting a comprehensive diagnosis of the Municipal Administrative Center (CAMI) in Tierralta, Córdoba. The main objective is to identify the root causes of the current damage or deterioration in the building to assess the extent to which it is affecting its structural integrity. Based on these findings, we defined a series of preventive and corrective intervention plans aimed at restoring the building's safety and extending its lifespan. The building has five levels and over 2,650 m² of constructed area, although only a portion is currently in use; in fact, three of its floors are practically abandoned. For this analysis, we followed the "Building History" method, which involved reviewing old plans and permits, as well as conducting technical visual inspections to classify each type of damage according to its origin (physical, mechanical, chemical, or biological).

The diagnostic results confirm that the durability and structural performance of the CAMI are seriously compromised. Therefore, it is urgent to initiate a priority intervention that addresses the root causes of the damage. Only a comprehensive technical rehabilitation plan, accompanied by sustainable maintenance, will allow the building to be rescued.

Keywords: Pathology, Building Medical History, Lesion, Intervention.

2. HISTORIA CLÍNICA

Se entiende que la "Historia Clínica del Edificio" como un proceso sistemático, no se trata solo de recolectar datos, sino de analizar e interpretar la información técnica y funcional del CAMI de Tierralta. El objetivo de cómo han evolucionado sus patologías para hallar la relación directa entre la causa y el efecto de los daños encontrados.

El edificio CAMI empezó su construcción en el año 2005 con fines residenciales, proyectado inicialmente para la construcción de apartamentos y constaba con 2.650,25 m² de construcción repartidos en cinco (5) niveles. Su historia legal se remonta a la Resolución No. 141 del 9 de noviembre de 2010, con el cual fue reconocida, sucesivamente siendo adquirido por el municipio un año después, en 2011 para funcionar como sede de la alcaldía. Estructuralmente, hablamos de un sistema de pórticos de concreto reforzado con mampostería en bloques de arcilla y cemento. Un punto crítico en este diagnóstico es la ausencia de archivos base: no existen estudios de suelos, memorias de cálculo ni registros de ensayos de materiales, lo que representa un vacío técnico importante que debemos sortear en el análisis.

Desde que fue adquirido, el edificio nunca ha estado ocupado en su totalidad, de hecho, los niveles superiores han permanecido en un estado de abandono prolongado y con falta de un mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, que ha sido el causante del avance de lesiones graves. Hablamos de humedades por filtración y capilaridad, carbonatación del concreto y la consecuente corrosión del acero de refuerzo. A esto se suman eflorescencias, fisuras, desprendimiento de recubrimientos y un evidente deterioro biológico en la madera, afectada por termitas y pudrición. El panorama se complica por el entorno urbano y porque Tierralta se encuentra en una zona de amenaza sísmica intermedia. Esta ubicación incrementa la vulnerabilidad del inmueble, sobre todo si consideramos que los recubrimientos son insuficientes y que los procesos constructivos originales fueron deficientes.

Gracias a la "Historia Clínica", se pudo establecer que este deterioro no es un evento aislado. Es, en realidad, el resultado de una interacción progresiva entre las fallas de origen en la construcción, la exposición al ambiente, el abandono funcional y la falta de mantenimiento. Todo esto configura un cuadro patológico que sigue evolucionando y que puede llegar a comprometer la durabilidad y el desempeño estructural del edificio a futuro.

3. METODOLOGÍA

Para el estudio patológico del CAMI, se estructuró el trabajo bajo el enfoque de "Historia Clínica del Edificio". Esta metodología no solo integra la inspección técnica y el análisis de documentos, sino que busca cruzar toda la información disponible para hallar la verdadera causa (u origen) de las lesiones y medir qué tan graves son realmente.

La primera fase dedicada a búsqueda y revisar la información secundaria. Esto incluyó desde la licencia de reconocimiento y los planos arquitectónicos generales, hasta el marco normativo de la NSR-98, Norma NTC 2289 (ASTM A 706) y Norma NTC 161 (ASTM A 615), especialmente para entender el riesgo por amenaza sísmica en la zona. Durante este proceso, confirmamos un vacío crítico: la ausencia total de estudios geotécnicos, memorias de cálculo y

ensayos de laboratorio. Dejamos registro de esto no solo como un dato, sino como una limitación técnica que condiciona el alcance del diagnóstico.

Durante la segunda fase, nos desplazamos al sitio para realizar una inspección visual directa que abarcó los cinco pisos de la edificación, poniendo el ojo especial en las áreas que están desocupadas. En este punto, desarrollamos un levantamiento patológico detallado, se tomó registros fotográficos, localizamos cada lesión por piso y caracterizamos los daños de forma cualitativa. Para dar orden a los hallazgos, clasificamos las patologías según su origen. Se encontró desde causas físicas como humedades y moho, hasta daños mecánicos (fisuras y acero expuesto), químicos (carbonatación y corrosión) y biológicos, donde fue evidente el ataque de termitas y la acumulación de desechos de fauna. Con base a esto procedí al análisis causal. Se logró diferenciar entre las causas directas como las filtraciones y la acción de sales y aquellas indirectas que, en este caso, pesan mucho: el abandono, la falta de mantenimiento y las fallas de construcción originales. Finalmente, evaluamos qué tan crítica es la situación actual. Se tuvo en cuenta el uso institucional del inmueble, su ocupación parcial y su ubicación en una zona de amenaza sísmica intermedia. Todo este cruce de información nos permitió definir los lineamientos técnicos necesarios para una intervención que sea tanto correctiva como preventiva.

4. ENSAYOS PROPUESTOS

Con la finalidad de medir el nivel de degradación tanto material como estructural del edificio CAMI se da paso a un programa de instrumentación y ensayos normalizados, esta propuesta va desde el reconocimiento visual inicial hasta métodos analíticos destructivos y no destructivos que tienen como objetivo el estudio de la integridad del hormigón, el acero de refuerzo, la mampostería y los elementos de madera. Más abajo, en la Tabla 1, se explican los pasos de intervención, las herramientas e instrumentos a usar, la normativa técnica colombiana (NTC) que le es aplicable, así como los resultados que se espera obtener para la realización del diagnóstico:

Tabla 1:
TABLA DE ENSAYOS PROPUESTOS

ETAPA	DESCRIPCIÓN	INSTRUMENTOS UTILIZADOS	RESULTADOS ESPERADOS
Inspección preliminar	Reconocimiento general del estado estructural y de acabados, identificación de lesiones visibles.	Cámara fotográfica, fichas de inspección, flexómetro, nivel, martillo de inspección. NTC 5878 (Guía para inspección visual)	Localización y clasificación inicial de fisuras, humedades, desprendimientos y zonas críticas.
Evaluación de humedad <u>Ver Anexo 9</u>	Determinar presencia, origen y nivel de humedad en muros, losas y vigas.	Medidor de humedad superficial, termohigrómetro ambiental, cámara térmica. NTC 6203 (Evaluación de humedades)	Identificación de filtraciones, capilaridad y condensación; determinación de zonas con mayor concentración de humedad.

Ensayo de carbonatación	Verificar profundidad de carbonatación en elementos de concreto armado.	Solución de fenolftaleína al 1%, broca o cincel para extracción superficial, regla milimetrada. NTC 6323 (Profundidad de carbonatación)	Medición de la profundidad de carbonatación y evaluación del riesgo de corrosión del acero de refuerzo.
Evaluación de corrosión <u>Ver Anexo 6-8</u>	Determinar grado de corrosión del acero de refuerzo.	Esclerómetro, pachómetro, medidor de potencial de corrosión (media celda). NTC 4554 (Potenciales de corrosión)	Identificación de pérdida de sección del acero, probabilidad de corrosión activa y afectación estructural.
Resistencia del concreto <u>Ver Anexo 6</u>	Estimar resistencia mecánica del concreto existente.	Esclerómetro (martillo Schmidt), extracción de núcleos (si aplica), prensa de compresión. NTC 3692 (Esclerometría) NTC 673 (Compresión)	Determinación aproximada de f'_c y verificación de cumplimiento estructural.
Ensayo en mampostería	Evaluar estado de bloques y morteros.	Martillo de rebote, punzón metálico, inspección visual detallada. NTC 4017 (Muestreo y ensayo de mampostería)	Determinación de disgregación, pérdida de cohesión y degradación por sales.
Evaluación biológica	Identificar ataque de agentes xilófagos y biodeterioro.	Inspección visual, punzón, lupa técnica. NTC 2083 (Preservación de maderas)	Confirmación de presencia de termitas, hongos y grado de deterioro en elementos de madera.
Levantamiento estructural <u>Ver Anexo 6-8</u>	Verificar configuración estructural real ante ausencia de planos estructurales.	Pachómetro, escáner de refuerzo, cinta métrica, nivel láser. NTC 5901 (Localización de refuerzo)	Identificación de disposición de refuerzos, dimensiones reales y posibles deficiencias constructivas.
Pulso Ultrasónico <u>Ver Anexo 7</u>	Evaluar la homogeneidad del concreto, estimar la presencia de fisuras internas, vacíos	Equipo de ultrasonido para concreto (transductores de emisión y recepción), gel de acoplamiento acústico, calibrador o flexómetro. NTC 4325 (Determinación de la velocidad de pulso ultrasónico)	Ubicación de discontinuidades internas, mapeo de uniformidad de la masa de concreto, estimación del estado de degradación del material

5. ANÁLISIS DE DATOS

La el proceso de diagnóstico técnico del edificio CAMI, relaciona la observación directa de las patologías crónicas (carbonatación, corrosión) con métodos de evaluación normalizados,

destructivos y no destructivos, con el fin de determinar la pérdida de capacidad portante y el riesgo de colapso; a través de esta interpretación sistemática de los datos físicos, químicos y ambientales, se pone de manifiesto el estado de alta vulnerabilidad de la estructura, pudiendo concluir que la edificación no se ajusta a los requisitos de seguridad humana de la norma NSR-10 y necesita una intervención o sustitución de los elementos críticos en la tabla siguiente.

Tabla 2:
ANÁLISIS DE DATOS

ASPECTO ANALIZADO	DATOS RECOPIADOS	MÉTODOS DE ANÁLISIS	RESULTADOS DEL ANÁLISIS
Estado del paciente	Edificio de 5 niveles con más de 2,650 m ² . Presenta un cuadro clínico de deterioro estructural y arquitectónico crítico, con patologías crónicas severas.	Inspección técnica visual directa en los cinco pisos de la edificación.	Edificio estructuralmente comprometido con vulnerabilidad alta. Los niveles superiores (2 al 5) no garantizan seguridad para uso público.
Condiciones ambientales	Entorno urbano en zona de amenaza sísmica intermedia (Tierralta, Córdoba). Exposición directa a un entorno húmedo y severo con persistencia de filtraciones pluviales.	Revisión de marco normativo (NSR-98, NSR-10) y evaluación de factores de sitio.	La interacción entre el ambiente húmedo y la falta de mantenimiento ha causado lesiones graves por filtración y capilaridad.
Patologías estructurales	Carbonatación del concreto, corrosión del acero de refuerzo con pérdida de sección transversal, y desprendimiento de recubrimientos en vigas y losas.	Levantamiento patológico detallado y clasificación de daños (físicos, mecánicos, químicos y biológicos).	Desempeño estructural seriamente comprometido. Las patologías siguen evolucionando y ponen en riesgo la estabilidad global.
Cumplimiento normativo	Ausencia de estudios de suelos, memorias de cálculo y registros de ensayos originales. Incumplimiento de requisitos de seguridad de la NSR-10.	Comparación del estado actual frente a normativas como NSR-10, NTC 2289, NTC 161 y ACI 318.	El edificio no cumple con los criterios de sismicidad y seguridad humana vigentes. Requiere intervención profunda para recuperar estabilidad según normas actuales.

6. DIAGNÓSTICO

El edificio Centro Administrativo Municipal Institucional (CAMI) presenta un cuadro clínico de deterioro estructural y arquitectónico crítico, lo cual es clasificado como un edificio que posee patologías crónicas severas, el origen de las lesiones se debe a la conjunción de

diversos factores: deficiencias en el proceso constructivo original (ausencia de control de calidad de los materiales), carencia de mantenimiento preventivo y correctivo a lo largo de las décadas; y la exposición directa a un entorno húmedo y severo.

El paciente en lo estructural presenta signos avanzados de carbonatación y corrosión en los materiales metálicos, el fallo más grave se encuentra en el acero de refuerzo de las vigas, que presenta una gran pérdida de sección transversal por oxidación y la carbonatación, lo que ha producido que se haya perdido su recubrimiento de concreto (desprendimiento). Las filtraciones pluviales persisten no solo por estética, sino que han degradado los elementos secundarios como las viguetas de madera y ladrillos que a la fecha presentan desmoronamiento y pérdida de cohesión del material.

En síntesis, la construcción no proporciona las garantías de seguridad necesarias para su habitual uso público en los pisos superiores (2, 3,4 y 5) del edificio, la vulnerabilidad tanto física, como funcional, ya que el progreso de las lesiones compromete la integridad de los propios usuarios. Se requiere un proceso de intervención estructural profundo, que supere lo estético, para recuperar la estabilidad, así como para extender la vida útil de la construcción bajo los criterios técnicos actuales. **Ver Fichas 1 y 2.**

Tabla 3:

ANÁLISIS DE DIAGNOSTICO

ASPECTO ANALIZADO	DESCRIPCIÓN	HALLAZGOS	RECOMENDACIONES
Estado del paciente	Evaluación de la integridad física y funcional de los 5 niveles del edificio.	Deterioro crítico y progresivo; los pisos 2 al 5 están en desuso por condiciones de insalubridad y riesgo estructural.	Realizar una rehabilitación integral de acabados y redes, previa estabilización de la estructura portante.
Condiciones ambientales	Análisis del entorno climático de Tierralta y su impacto en los materiales.	Alta humedad relativa y filtraciones pluviales constantes que han acelerado la carbonatación y oxidación.	Impermeabilización total de cubiertas y tratamiento hidrófugo en fachadas para frenar la entrada de humedad.
Patologías estructurales	Revisión de elementos de concreto reforzado y estructura de cubierta.	Carbonatación profunda, acero de refuerzo expuesto con corrosión y madera de cubierta atacada por termitas (xilófagos).	Refuerzo de elementos de concreto mediante camisado o fibra de carbono y cambio total de las piezas de madera deterioradas.
Cumplimiento normativo	Cotejo del estado actual frente a los requisitos de la norma NSR-10.	El edificio no cumple con los estándares de sismo resistencia ni seguridad humana vigente en Colombia.	Realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica detallado y ajustar la estructura a los parámetros de la norma NSR-10.

FICHA 1

FICHAS TECNICAS DE REGISTRO DE VALORACION PATOLOGICA DEL INMUEBLE DENOMINADO CENTRO ADMINISTRATIVO MUNICIPAL INSTITUCIONAL "CAMI" UBICADO EN EL BARRIO 19 DE MARZO DEL MUNICIPIO DE TIERRALTA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA

FICHA DE CALIFICACION Y DIAGNOSTICO DE LESIONES PARA PATOLOGIAS DE CONSTRUCCIÓN

FECHA: 15/09/2025
VERSION V1
FICHA No PISO 2 - PISO 3

FOTOGRAFICO LESIONES PREDOMINANTES

ANÁLISIS DETALLADO DE DETERIORO Y SUS CAUSAS

Tipo de lesión	Valoración Visual				Lesión	Causa directa	Causa indirecta	Efecto/Consecuencia
	L	M	S	G				
Físicas		X			Humedades en muros y vigas	Presencia de agua por filtración o capilaridad	Falta de impermeabilización, mala evacuación de aguas lluvias	Deterioro del mortero, pérdida de capacidad de carga, resistencia y estética
		X			Moho y musgo en muros	Humedad persistente en superficies	Falta de ventilación, acumulación de agua en superficie	Manchas, mal olor, riesgo para salud y aceleración del deterioro
		X			Suciedad en superficies	Depósito de basura y contaminantes ambientales	Inactividad y ausencia de limpieza en áreas abandonadas	Pérdida estética, aceleración de degradación
	X				Lavado diferencial en bloques de cemento	Escorrimento irregular de agua de lluvia	Mal diseño de aleros y ausencia de mantenimientos preventivos	Franjas oscuras, aspecto desigual y degradación visual
Mecánicas		X			Acero al descubierto en losa o vigas	Desprendimiento del recubrimiento de concreto	Mal proceso constructivo, vibrado o curado deficiente, falta de reparaciones	Corrosión acelerada, pérdida de sección útil y resistencia
Químicas		X			Eflorescencia en ladrillos	Migración de sales solubles con la humedad	Exposición prolongada a agua sin control	Manchas blancas, degradación superficial y estética
			X		Carbonatación del concreto	Reacción del CO ₂ con hidróxido cálcico (Ca(OH) ₂) del concreto	Ambientes húmedos, falta de mantenimiento preventivo	Pérdida de alcalinidad, corrosión acelerada del acero
		X			Eflorescencia en concreto de la losa	Filtración de agua arrastrando sales internas	Concreto poroso y sin protección superficial	Aparición de cristales, fisuración progresiva y fisuración interna, pérdida de durabilidad
Antrópicas		X			Presencia de palomas y murciélagos	Ocupación de huecos y zonas oscuras	Abandono y falta de control, Ausencia de mallas	Daños en acabados, acumulación de excretas, riesgo sanitarios
			X		Acero descubierto por mala ejecución	Obras sin terminar	Deficiente control constructivo, ausencia de supervisión técnica	Vulnerabilidad estructural, corrosión temprana
	X				Espacios en desuso y cerrados	Inactividad prolongada	Falta de ventilación, control y mantenimiento	Ambiente insalubre, aceleración de deterioro
			X		Acero descubierto en estructuras	Mala ejecución y falta de recubrimiento	Carencia de supervisión técnica y abandono de reparaciones	Vulnerabilidad estructural, corrosión temprana

PISO 3

Físicas		X			Humedades en muros y vigas	Filtración de agua de lluvia	Falta de impermeabilización, abandono del mantenimiento	Deterioro del mortero, pérdida de adherencia y estética
	X				Moho y Musgo	Humedad persistente en superficies	Ausencia de limpieza	Riesgo sanitario, proliferación biológica
		X			Suciedad en superficies	Depósito de basura y contaminantes ambientales	Inactividad y ausencia de limpieza en áreas abandonadas	Pérdida estética, aceleración de degradación
		X			Desintegración de ladrillo	Saturación de humedad, ataque físico-químico	Ladrillo de mala calidad, mortero inadecuado, falta de mantenimiento	Pérdida de sección del muro, desprendimientos
Mecánicas			X		Acero al descubierto en losa	Pérdida del recubrimiento de concreto	Mala ejecución, curado deficiente, falta de reparaciones	Corrosión, fisuras y pérdida de capacidad estructural
Químicas		X			Eflorescencias en ladrillo y en concreto de losa	Migración de sales por humedad	Materiales con sales, porosidad y ciclo húmedo-seco	Manchas, debilitamiento superficial
			X		Vigas de celosía en corrosión	Humedad persistente + ataque químico del excremento de aves y murciélagos	Falta de limpieza, ausencia de control de fauna, abandono de mantenimiento	Pérdida de sección metálica, debilitamiento estructural, riesgo de colapso progresivo
			X		Carbonatación del concreto	Penetración de CO ₂ y humedad	Exposición, recubrimiento insuficiente, abandono	Pérdida de alcalinidad; corrosión acelerada de armaduras
Antrópicas		X			Presencia de palomas y murciélagos	Refugio en huecos y comisas	Abandono, huecos sin protección, accesos abiertos	Excrementos que deterioran acabados; riesgo sanitario
			X		Vigetas de madera con termita y pudrición	Ataque de insectos xilófagos y humedad	Ausencia de tratamiento protector, entrada de humedad	Pérdida de sección, riesgo de colapso puntual de la cubierta
		X			Espacios en desuso	Inactividad prolongada y ausencia de uso funcional	Falta de ventilación, ausencia de control higiénico y de mantenimiento preventivo	Generación de ambientes insalubres, proliferación de agentes biológicos (hongos, insectos, roedores), acumulación de suciedad y aceleración del deterioro de materiales por humedad atrapada
ELABORO:						LUIS MIGUEL MADERA MARTINEZ CONSTRUCTOR EN ARQUITECTURA E INGENIERÍA		

FICHA 2

FICHAS TECNICAS DE REGISTRO DE VALORACION PATOLOGICA DEL INMUEBLE DENOMINADO CENTRO ADMINISTRATIVO MUNICIPAL INSTITUCIONAL "CAMI" UBICADO EN EL BARRIO 19 DE MARZO DEL MUNICIPIO DE TIERRALTA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA

FICHA DE CALIFICACION Y DIAGNOSTICO DE LESIONES PARA PATOLOGIAS DE CONSTRUCCIÓN

FECHA:	15/09/2025
VERSION	V1
FICHA No	PISO 4 - PISO 5

FOTOGRAFICO LESIONES PREDOMINANTES		ANÁLISIS DETALLADO DE DETERIORO Y SUS CAUSAS								
 	Tipo de lesión	Valoración Visual				Lesión	Causa directa	Causa indirecta	Efecto/Consecuencia	
		L	M	S	G					
 	Físicas		X			Humedades en muros, vigas, columnas y losa	Filtración de aguas lluvias y condensación	Ausencia de impermeabilización y falta de mantenimiento	Deterioro progresivo, pérdida de capacidad de carga	
		X				Moho y Musgo	Humedad persistente en superficies	Falta de ventilación natural y limpieza periódica	Riesgo sanitario, proliferación biológica	
			X			Suciedad generalizada	Acumulación de polvo, partículas y contaminantes	Inactividad y abandono de limpieza preventiva	Pérdida estética, aceleración de deterioro	
		X				Lavado diferencial en paredes	Escurrimiento irregular de aguas lluvias	Ausencia de aleros y mantenimiento correctivo	Aparición de manchas y franjas oscuras permanentes	
 	Mecánicas		X			Fisuras horizontales y verticales	Retracción del material, movimientos diferenciales	Ausencia de juntas de control, abandono de reparaciones	Pérdida de hermeticidad, entrada de agua, debilitamiento	
				X		Acero al descubierto en escaleras	Obras sin terminar	Malos procesos constructivos y falta de reparaciones	Corrosión, fisuras y pérdida de capacidad estructural	
		X				Desprendimiento de concreto	Corrosión del acero interno	Deficiente recubrimiento y abandono de mantenimiento	Exposición del refuerzo, pérdida de sección resistente	
		X				Meteorización en columnas	Exposición continua a intemperie (lluvia/sol/viento)	Ausencia de protección superficial y conservación	Desgaste material, pérdida de durabilidad	
 	Químicas	X				Barandales del balcón en oxidación	Exposición directa a humedad y agentes atmosféricos	Falta de pintura protectora y mantenimiento preventivo	Corrosión, reducción de seguridad en barandales	
			X			Carbonatación en concreto	Reacción del CO ₂ con hidróxido cálcico (Ca(OH) ₂)	Exposición prolongada a ambientes húmedos sin protección	Reducción de alcalinidad, corrosión acelerada del acero	
			X			Eflorescencia en ladrillos	Migración de sales solubles por presencia de agua	Humedad persistente por lluvias sin control	Manchas blancas, debilitamiento superficial	
			X			Eflorescencia en concreto de losa	Lavado de sales internas por infiltración de agua	Concreto poroso y sin protección superficial	Fisuración, pérdida de durabilidad	
  	Antrópicas		X			Malos procesos constructivos	Deficiente ejecución del concreto y recubrimiento	Ausencia de supervisión técnica	Fallas prematuras y vulnerabilidad estructural	
			X			Presencia de palomas	Ocupación de zonas altas y descubiertas	Falta de control de fauna urbana	Excretas, riesgo sanitario y daño en acabados	
			X			Nacimiento de vegetación	Retención de humedad y acumulación de partículas orgánicas	Falta de control y limpieza periódica	Daño progresivo de superficies y raíces invasivas	
PISO 5										
 	Físicas		X			Humedades en muros	Filtración de aguas lluvias y condensación	Ausencia de impermeabilización y falta de	Deterioro progresivo	
		X				Moho	Humedad persistente en superficies	Espacios húmedos, ni limpieza adecuada	Riesgo sanitario, proliferación biológica	
			X			Lavado diferencial en paredes	Escurrimiento irregular de aguas lluvias	Ausencia de aleros y falta de mantenimientos	Aparición de manchas y franjas oscuras	
		X				Suciedad generalizada	Acumulación de polvo, partículas y contaminantes	Inactividad y abandono de limpieza preventiva	Pérdida estética, aceleración de deterioro	
			X			Desprendimiento de pintura	Pérdida de adherencia por humedad	Falta de protección superficial y abandono de	Pérdida estética, exposición del sustrato	
			X			Desprendimiento de cielo raso (drywall)	Humedad por filtraciones	Falta de impermeabilización y control de goteras	Riesgo de desprendimiento	
	Mecánicas		X			Fisuras horizontales y verticales	Retracción del material, movimientos diferenciales	Falta de juntas de control, ausencia de reparaciones	Entrada de agua, debilitamiento estructural	
			X			Oxidación en escalera	Exposición directa a humedad y agentes atmosféricos	Falta de protección con pintura y ausencia de mantenimiento	Corrosión, riesgo de seguridad en el acceso	
			X			Barandales del balcón en oxidación	Exposición a lluvias y condensación	Falta de recubrimiento anticorrosivo	Pérdida de capacidad de soporte, riesgo de	
 	Antrópicas			X		Eflorescencias	Migración de sales solubles en presencia de agu	Humedad persistente sin control	Manchas blancas, debilitamiento superficial	
				X		Presencia de palomas	Ocupación de zonas descubiertas y resguardadas	Falta de control de fauna urbana	Excretas, daños en acabados, riesgo sanitario	
			X			Nacimiento de vegetación	Retención de humedad y acumulación de partículas orgánicas	Falta de control y limpieza periódica	Daño progresivo de superficies, raíces invasivas	
NOTA: No se tuvo ingreso a las instalaciones del quinto piso dado que las llaves están completamente extraviadas, y nadie ha podido dar razón de dónde se encuentran estos accesos. Este descontrol es consecuencia directa de que ese sector del edificio siempre ha estado sin usar desde su construcción. Es fundamental destacar que, a pesar de la imposibilidad de entrar al recinto, se logró tomar evidencia fotográfica y documental de las lesiones y patologías de la construcción que presenta este piso. Estas evidencias fueron capturadas desde el balcón del área, al ser el único punto accesible para documentar los daños sin necesidad de ingresar a su interior							ELABORO: LUIS MIGUEL MADERA MARTINEZ CONSTRUCTOR EN ARQUITECTURA E INGENIERÍA			

7. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

En virtud de los resultados obtenidos del diagnóstico patológico y la altísima calificación de vulnerabilidad lograda, se establece una propuesta de intervención global del edificio CAMI, que tiene como prioridad la recuperación de la seguridad estructural, el control de los factores de deterioro ambiental y la disminución de los riesgos para la seguridad de las personas; las acciones también se agrupan por componentes críticos, intercalándose el reforzamiento, la restauración o la sustitución técnica en función del grado de deterioro al que se llegara con cada uno de los elementos constructivos, a continuación, en la Tabla 4, se muestran las acciones por área de actividad con las finalidades técnicas que se pretenden alcanzar con su ejecución, buscando que el edificio obtenga los niveles de seguridad establecidos por la norma NSR-10.

Tabla 4:

ANÁLISIS PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

ÁREA / COMPONENTE	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	OBJETIVO
Estructura de Concreto (Vigas y Columnas)	Reforzamiento estructural: Limpieza mecánica del acero oxidado, aplicación de pasivadores de corrosión y reconstrucción de la sección con morteros de alta resistencia o camisado.	Restaurar la capacidad portante y garantizar la estabilidad global frente a cargas gravitacionales y sísmicas.
Cubierta de Madera	Retiro total y sustitución: Desmonte de piezas con pérdida de sección crítica y reemplazo por madera estructural nueva con tratamiento biológico (autoclave).	Eliminar el riesgo de colapso parcial por ataque de termitas y devolver la seguridad al sistema de techado.
Cubierta (Impermeabilización)	Retiro parcial y reposición: Eliminación de mantos asfálticos deteriorados y aplicación de sistemas de impermeabilización de alto desempeño.	Detener las filtraciones pluviales y proteger los elementos estructurales internos de la humedad persistente.
Mampostería y Acabados	Retiro parcial y restauración: Picado de pañetes contaminados por sales, limpieza de eflorescencias y aplicación de pinturas hidrorrepelentes.	Recuperar la integridad física de los cerramientos y evitar el desprendimiento de materiales que pongan en riesgo a los usuarios.

La intervención que se propone busca convertir el estado actual de abandono y deterioro del inmueble mediante un modelo de Recuperación Estructural y Funcional Integral subsanando las patologías que afectan a la edificación, este proceso no solo se trata de reparaciones aisladas de las lesiones de severas o de lato impacto, sino de una rehabilitación sistémica y duradera del edificio y alargas su ciclo de vida útil y aprovechar el espacio sin utilizar:

- Saneamiento y estabilización estructural: La detención del proceso de degradación química (carbonatación y corrosión) que consume el esqueleto de la edificación es la prioridad indiscutible y más urgente, esta estrategia general consiste en la reparabilidad de la estructura; limpiar y proteger el acero de refuerzo para recuperar la sección transversal perdida por estas patologías y para que los pórticos de concreto vuelvan a trabajar como lo establece la normativa colombiana actual dentro de unos principios de sismicidad.
- La rehabilitación: Para asegurarse que la estructura no vuelva a fallar, la intervención general se propone el sellado general del edificio, esto incluye la renovación técnica de las cubiertas y la corrección de las pendientes de desagüe; su objetivo es la supresión de la entrada de humedad pluvial, es el agente más agresor que afecta a la edificación y causa muchas de las patologías, fundamental que se identifica en la historia clínica del edificio, protegiendo lo estructural y los acabados arquitectónicos. **Ver Fichas Anexas 3, 4 y 5.**
- Actualización de la Seguridad Humana y Habitabilidad del entorno: Una vez considerada la estabilización de la estructura, la propuesta general incluye la sustitución de todos los elementos no estructurales degradados (mampostería, ciellorrasos y redes) que hoy asumen un riesgo de caída. La idea sería tratar de devolver al edificio sus condiciones óptimas de servicio para que pueda iniciar nuevamente sus funciones administrativas y aprovechar el espacio no utilizados para nuevas oficinas instituciones en total seguridad para los funcionarios y la comunidad de Tierralta.
- Cierre de la propuesta: Esta intervención puede transformar un edificio en riesgo con muchas lesiones patológicas en una infraestructura segura y optima, alargará su ciclo de vida útil y dará cumplimiento a la obligación institucional de salvaguardar el patrimonio público a partir de ciertos criterios de ingeniería ética y profesional.

8. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Tierralta se localiza en una región de amenaza sísmica intermedia, según la clasificación del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), esta categorización no es fortuita; responde a la interacción geológica de la zona, influenciada principalmente por la proximidad a sistemas de fallas como la de Uramita y el complejo de fallas del Sinú-San Jacinto, en zonas de amenaza intermedia como Tierralta, los valores de aceleración horizontal pico esperada suelen oscilar entre 0.15g y 0.20g. Esto implica que, ante un evento telúrico, el suelo puede experimentar una fuerza equivalente al 15% o 20% de la gravedad.

Tabla 5:
ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Ubicación	Barrio 19 de Marzo (Carrera 16 # 8-66)
Descripción Geológica	Unidad Geológica Dominante: Corresponde a Depósitos Aluviales (Qal) del periodo Cuaternario (Holoceno), estos depósitos están compuestos principalmente por sedimentos no consolidados como arenas, limos y arcillas transportados y depositados por el Río Sinú y sus caños tributarios. Geomorfología: El barrio 19 de marzo se localiza sobre una planicie aluvial o llanura de inundación, la topografía de la zona es plana a ligeramente ondulada, con una altitud promedio de 60 m s. n. m. Composición del Subsuelo: Los suelos suelen ser de textura fina (arcillo-limosos), propios de las macro-unidades de llanura de inundación. En sectores cercanos al río, pueden presentarse niveles freáticos altos y procesos de erosión marginal. (<i>Alcaldía de Tierralta, 2011</i>).
Histórico De Sismos	Tierralta, Córdoba, presenta una actividad sísmica moderada, registrando un promedio de 100 sismos anuales, mayormente de baja magnitud, aunque la mayoría son imperceptibles, la zona ha experimentado al menos 10 sismos de magnitud superior a 5.0 desde 1970. Eventos recientes incluyen temblores de magnitud 3.6 (2024), 3.1 (2021) y 3.0 (2024), comúnmente con epicentro en el Nudo del Paramillo. Características Sísmicas de la Zona • Frecuencia: Aproximadamente 8.2 sismos por mes (magnitud > 1). • Magnitud: Sismos de magnitud ≥ 5 ocurren aproximadamente cada 5 a 10 años. • Profundidad: Comúnmente ocurren sismos superficiales. • Riesgo: Aunque no es la zona más sísmica de Colombia. (Volcano Discovery, 2026).
Vecinos Colindantes	Almacén Albei y Oficina de Banca Mía
Sistema Constructivo	Sistema Tradicional (Mampostería)
Materiales	Concreto, Bloque de arcilla y Bloque de cemento.
Cimentación	Zapatillas aisladas
Sistema Estructural	Pórtico

EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN DE VULNERABILIDAD

Con el propósito de consolidar el diagnóstico integral del edificio CAMI, se realizó una matriz de evaluación multicriterio que divide los componentes del inmueble en factores estructurales, no estructurales, y geotécnicos, esta evaluación contrasta el estado físico actual y la información técnica disponible con las exigencias del Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente (NSR-10) y demás normativas complementarias, a continuación, en la Tabla 6, se sintetizan los hallazgos críticos detectados en cada componente, asignando un nivel de riesgo

a cada criterio para determinar la calificación global de vulnerabilidad de la edificación y establecer las acciones urgentes a seguir

Tabla 6:

FACTORES DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN DE VULNERABILIDAD

FACTORES ESTRUCTURALES			
Criterio De Evaluación	Evaluación	Normativa De Referencia	Observaciones Y Hallazgos
Configuración en Planta	Baja	NSR-10 (Títulos A y C), NSR-98	Se cuenta con planos arquitectónicos generales que muestran regularidad, pero no hay estudios de detalle.
Configuración en Altura	Media		Edificación de cinco niveles con estados de conservación desiguales (pisos 3, 4 y 5 en abandono).
Sistema Resistente	Alta		Sistema de pórticos de concreto reforzado con mampostería en bloque de arcilla y cemento.
Detalles Sismorresistentes	Media		Se reportan recubrimientos insuficientes y materiales de baja calidad en la ejecución constructiva.
Daños Preexistentes	Alta		Crítico: Corrosión avanzada en vigas de celosía, acero de refuerzo al descubierto, carbonatación y grietas.
FACTORES NO ESTRUCTURALES			
Elementos No Estructurales	Alta	NTC 2289, NTC 161, ACI 318, NSR-98 y NSR-10	Desprendimiento de revoques, desintegración de ladrillos por humedad y deterioro avanzado en vigetas de madera.
Equipos y Redes Críticas	Media		Infiltraciones de agua de lluvia persistentes por deficiencias constructivas y falta de mantenimiento.
CIMENTACIÓN Y SUELO			
Tipo de Cimentación	Bajo	NSR-98 y NSR-10 (Título H - Geotecnia)	Incierto: No existen estudios de suelos ni memorias de cálculo documentadas en el archivo del inmueble.
Condiciones del Suelo	Medio		Zona de amenaza sísmica intermedia (Tierralta) con influencia tectónica de las placas del Caribe y Nazca.
CALIFICACIÓN GLOBAL DE VULNERABILIDAD			
Índice de Vulnerabilidad		ALTA	
Rango de Riesgo	Estructuralmente comprometido debido a la combinación de corrosión avanzada, falta de mantenimiento y ausencia de estudios técnicos (estudios de suelos)		
Acciones Recomendadas	Intervención Urgente: Se requiere realizar un estudio estructural detallado, ensayos de laboratorio y un levantamiento patológico completo para garantizar la seguridad de la edificación pública		

El cronograma de actividades diseñado para el Centro Administrativo Municipal Institucional (CAMI), el cual funciona como una herramienta de planificación y control temporal estructurada en cuatro fases sucesivas que van desde la etapa preliminar hasta el cierre del proceso, visualmente, el instrumento organiza la carga de trabajo a lo largo de un periodo de cuatro meses (de febrero a mayo), desglosando la temporalidad en semanas específicas y asignando a cada componente un número exacto de días de duración, junto con sus fechas precisas de inicio y finalización, además, el formato integra un sistema de seguimiento mediante porcentajes de progreso, lo que permite evaluar el estado de cumplimiento y el avance real de cada etapa de investigación.

						Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
						Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
TAREA	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DIAS	PROGRESO	INICIO	FIN	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
FASE 1 – Etapa Preliminar																					
Revisión documental inicial	Solicitud y recopilación de documentos base	8	100%	16-2-26	24-2-26																
Solicitud de información	Consulta de antecedentes y revisión documental	5	100%	2-3-26	7-3-26																
Gestión documental	Elaboración de formatos y organización de archivos	3	100%	9-3-26	12-3-26																
Planeación logística	Coordinación logística y programación de visitas	2	100%	12-3-26	14-3-26																
FASE 2 – Etapa de Campo																					
Gestión de permisos y accesos	Gestión de permisos de ingreso y autorizaciones	3	100%	16-3-26	19-3-26																
Inspecciones y visitas técnicas	Visitas técnicas e inspección en campo	10	100%	24-3-26	3-4-26																
Registro fotográfico	Clasificación de registro fotográfico y levantamiento de evidencias	4	100%	6-4-26	10-4-26																
Recolección de evidencias e información	Entrevistas y recolección de información	8	100%	13-4-26	21-4-26																
FASE 3 – Etapa de Organización y Validación																					
Clasificación documental	Clasificación y digitalización de soportes	3	100%	20-4-26	23-4-26																
Verificación	Cruce y verificación de información recopilada	2	100%	27-4-26	29-4-26																
Consolidación de resultados	Verificación y consolidación de información	4	100%	30-4-26	4-5-26																
FASE 4 – Etapa de Cierre																					
Elaboración del informe técnico	Elaboración del informe técnico final	10	95%	6-5-26	16-5-26																
Entrega final del proceso investigativo	Revisión y entrega del informe	1	100%	20-2-26	20-2-26																

10. PRESUPUESTO

El Presupuesto detalla la estructura financiera del estudio patológico del CAMI mediante una matriz de costos que garantiza el control y la trazabilidad de los recursos económicos, el presupuesto se divide en costos directos, que financian la operación en campo, trámites, logística, alimentación e informe técnico, y costos indirectos, calculados mediante un esquema que asigna el diez por ciento independiente para administración, imprevistos y utilidad, la consolidación de ambos bloques define el valor total requerido para la ejecución integral de la investigación.

Tabla 7:
PRESUPUESTO DE ACTIVIDADES

Item	Componente	Descripción	Unidad	Cant.	Valor Unitario	Valor Total
1	Gastos de Documentación	Copia de Escritura Pública (Notaría)	Pág.	42	\$ 1.800	\$ 75.600
2	Fotocopias e Impresiones	Planos	Pág.	8	\$ 11.000	\$ 88.000
		Informes	Pág.	3	\$ 1.500	\$ 4.500
		Formatos y Fichas	Pág.	22	\$ 500	\$ 11.000
3	Consulta y Revisión Documental	Verificación de antecedentes prediales, consulta catastral y revisión de expedientes	Global	1	\$ 80.000	\$ 80.000
4	Registro Fotográfico	Registro fotográfico y evidencias técnicas del inmueble y entorno	Global	1	\$ 75.000	\$ 75.000
5	Logística y Movilidad	Transporte urbano y desplazamientos al sitio	Vje	22	\$ 6.000	\$ 132.000
6	Visitas Técnicas de Campo	Inspección física, reconocimiento del área y levantamiento de información	Global	1	\$ 185.000	\$ 185.000
7	Coordinación Operativa	Programación de visitas, contacto con actores y apoyo logístico	Global	1	\$ 150.000	\$ 150.000
8	Alimentación y Socialización	Comidas y (Investigador)	Alm	15	\$ 16.000	\$ 240.000
		Refrigerios (Investigador)	Ref	10	\$ 7.000	\$ 70.000
9	Atención Vigilancia	Refrigerios para personal de vigilancia del edificio	Ref	7	\$ 5.000	\$ 35.000

10	Relaciones Públicas	Detalles/regalos para gestión de permisos y acceso a información	Global	2	\$ 25.000	\$ 50.000
11	Entrevistas y Recolección de Información	Atención básica durante reuniones y entrevistas de verificación	Global	2	\$ 35.000	\$ 70.000
12	Trámites Administrativos	Permisos de ingreso y gestión documental	Global	1	\$ 75.000	\$ 75.000
13	Elaboración de Informe Técnico	Organización, consolidación y redacción del informe final de investigación	Global	1	\$ 175.000	\$ 175.000
Subtotal					\$ 848.800	\$ 1.516.100
		Costos Indirectos			Porcentaje	Valor
		Administración			10%	\$ 151.610
		Imprevistos			10%	\$ 151.610
		Utilidad			10%	\$ 151.610
		Subtotal			30%	\$ 454.830
Total						\$ 1.970.930

11. RESULTADOS

Los resultados esperados de esta investigación se orientan hacia la transformación de datos empíricos en conocimientos técnicos aplicables a la toma de decisiones. En primer lugar, se propone a determinada mejora sustancial en el conocimiento de las patologías identificadas; esto es: alcanzar a determinar la relación causal entre los factores ambientales de Tierralta y procesos degradatorios como la carbonatación avanzada del concreto y el ataque de xilófagos en elementos de madera; circunstancia que contribuirá en el paso de una concepción de daños aislados a un diagnóstico sistémico del edificio.

En segundo lugar, el estudio estará en capacidad de entregar un conjunto de soluciones viables de mantenimiento y rehabilitación estructural estableciendo prioridades de intervención que frenen el deterioro progresivo, bajo criterios de costo-beneficio y de seguridad estructural.

Los resultados que se obtendrán a partir de este estudio patológico supondrán un diagnóstico técnico certero y preciso que dará respuesta a la actual incertidumbre sobre el estado del edificio CAMI y lo canalizará a través de una hoja de ruta concreta para su recuperación. Se prevén los siguientes alcances detallados:

- I. **Caracterización Precisa de la Estructura Degradada:** Se logrará un mapa exacto de la "salud" del inmueble, obteniendo una relación técnica entre los factores externos (clima cálido-húmedo de Tierralta y presencia de agentes biológicos) y los daños internos, es decir, no sólo se obtendrá el diagnóstico de un síntoma (la grieta o el desprendimiento) sino de su causa, como podría ser el avance de la carbonatación en el concreto o la pérdida de sección transversal en el acero de refuerzo por corrosión galvánica; mediante este paso se entenderá el problema de manera que se podrá evitar intervenciones que sólo enmascaren el problema sin darle solución.
- II. **Soluciones Técnicas, Viabilidad de Mantenimiento:** Este estudio nos ofrecerá un listado de soluciones de intervención concretas para cada patología detectada, se contemplarán desde soluciones que atenderían el reforzamiento del sistema de estructuras ya sea mediante el encamisado de columnas o con el uso de fibras de carbono hasta la substitución total de sistemas de cubierta cuyo comportamiento portante se haya visto afectado por el ataque de termitas, las soluciones no estarán orientadas solamente a la reparación, sino que también se llegará a la viabilidad del mantenimiento a través de la elaboración de protocolos que garanticen que la inversión realizada permita alargar la vida útil del edificio durante varias décadas.
- III. **Información y cumplimiento de Seguridad Humana y normatividad NSR-10:** El resultado más importante será la evaluación de la vulnerabilidad sísmica, que recoge la base técnica que proporciona la edificación para que esta cumpla con las exigencias de la Norma Sismo Resistente Colombiana (NSR-10), de forma que la administración municipal pueda decidir sobre la reapertura de los pisos superiores con la tranquilidad de que se ha eliminado el riesgo de colapsos parciales de la edificación y de que tanto los funcionarios como los ciudadanos cuenten, además, con un espacio físico que cumpla con los estándares internacionales de seguridad y habitabilidad.

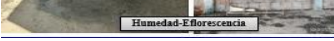
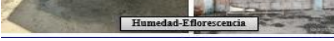
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía de Tierralta. (2011). *FORMULACION DEL NUEVO PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE TIERRALTA (CÓRDOBA) 2011 – 2023*. <https://www.tierralta-cordoba.gov.co/Transparencia/BancoDocumentos/Documento%20Resumen.pdf>
- American Concrete Institute. (2019). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary*. Obtenido de La Biblioteca Digital de la Universidad de Cuenca:
<https://biblioteca.ucuenca.edu.ec/digital/files/original/a40379d86dbe9ff802b24b6beaa44dd6c186b6e3.pdf>
- American Society of Civil Engineers. (2013). *ASCE 7 – MINIMUM DESIGN LOADS FOR BUILDINGS AND OTHER STRUCTURES*. Obtenido de
<https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/003/asce.7.2002.pdf>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (9 de Enero de 1998). *Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98*. Obtenido de Ministerio de Desarrollo Económico: <https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/0033%20-%201998.pdf>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (Enero de 2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. Obtenido de Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio:
<https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf>
- ICONTEC. (2005). *Ingeniería civil y arquitectura. Metodo de ensayo para la determinación de la velocidad de pulso ultrasónico a través del concreto (NTC 4325)*. Obtenido de <https://tienda.icontec.org/>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2015). *NTC 2289: Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2018). *NTC 161: Barras de acero al carbono lisas y corrugadas para refuerzo de concreto*. ICONTEC.
- Volcano Discovery. (2026). *VolcanoDiscovery*. Obtenido de Últimos sismos y temblores cerca de Tierralta, Cordoba, Colombia, desde 2026 - lista, mapa, estadísticas:
<https://www.volcanodiscovery.com/es/lugar/7251/sismos/tierralta.html>

13. ANEXOS

ANEXO 1

FICHA DE CALIFICACION Y DIAGNOSTICO DE LESIONES PARA PATOLOGIAS DE CONSTRUCCIÓN – PISO 2 Y 3

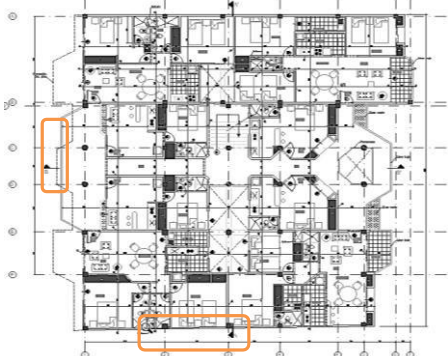
FOTOGRAFICO LESIONES PREDOMINANTES				ANÁLISIS DETALLADO DE DETERIORO Y SUS CAUSAS																									
FOTOGRAFIA DE LA FACHADA				CALIFICACION Y DIAGNOSTICO DE LESIONES								PRIMARIA		SECUNDARIA		% DE AFECTACION		UBICACION DE LA LESION						CAUSA DIRECTA			CAUSA INDIRECTA		
PATOLOGIAS				TIPO DE LESION	VALORACION VISUAL				FACHADA	MUROS	COLUMNAS	VIGAS	LOSA ENTREPIESO	ESCALERAS	CARPINTERIA	CUBIERTA	FISICAS	QUIMICAS	MECANICAS	DISEÑO	CONSTRUCCION	MATERIALES	MANTENIMIENTO	OTROS					
					L	M	S	G																					
 Planta Arquitectónica 2do Piso Planta Estructural 2do Piso				FISICAS	Fisuras por dilatación térmica																								
					Contracción por retracción del material																								
					Humedad por capilaridad		X			X	45%		X	X	X	X		X			X							X	
					Humedad por Filtraciones pluviales		X			X	60%	X	X	X	X	X	X	X			X			X				X	
					Humedad por Condensación																								
					Desgaste superficial	X				X	9%	X																X	
					Desprendimiento de revestimientos																								
					Lavado Diferencial	X				X	25%		X		X	X						X				X	X		X
					Erosion por viento o lluvia	X				X	15%	X										X							X
					Suciedad	X	X			X	60%						X					X							X
 Planta Arquitectónica 2do Piso Planta Estructural 2do Piso				MECANICAS	Perdida de adherencia por humedad	X				X	15%	X	X							X				X					
					Grietas																								
					Fisuras	X				X	5%	X									X				X				
					Asentamientos diferenciales	X				X	5%												X	X					
					Deformaciones																								
					Pandeo de elementos																								
					Fracturas de materiales																								
					Descascaramiento		X			X	17%	X					X												
					Desprendimiento por sobrecarga	X				X	7%											X						X	
					Desalineación de elementos estructurales																								
 Planta Arquitectónica 2do Piso Planta Estructural 2do Piso				QUIMICA	Meteorización																								
					Corrosión del acero de refuerzo		X			X	35%					X					X				X				
					Carbonatación del concreto		X			X	25%					X					X				X		X		
					Ataque por sulfatos																								
					Ataque por cloruros																								
					Eflorescencias salinas		X			X	35%		X		X							X						X	
					Reaccion alcali-agregado																								
					Lixiviación del concreto																								
					Oxidación de elementos metálicos																								
					Contaminación química de materiales																								
 Planta Arquitectónica 2do Piso Planta Estructural 2do Piso				ANTROPICAS	Golpes o impactos mecánicos																								
					Perforaciones o cortes indebidos																								
					Sobrecargas por mal uso																								
					Intervenciones sin control tecnico	X				X	25%	X					X				X						X		
					Modificaciones estructurales inadecuadas																								
					Vibraciones por maquinaria o tránsito pesado																								
					Vandalismo																								
					Falta de mantenimiento		X			X	90%											X						X	
					Uso inadecuado de los espacios																								
					Errores de construccion o de diseño		X			X	40%		X	X	X	X		X				X			X				
 Planta Arquitectónica 3 Piso Planta Estructural 3 Piso				FISICAS	Espacios sin Utilizar		X			X	70%							X						X					
					Nacimiento de vegetación																								
					Presencia Animal (Palomas, Murcielagos, Xilofago)		X			X	60%	X	X		X	X	X	X			X						X		
					Fisuras	X					X	5%	X										X	X					
					Contracción por retracción del material																								
					Humedad por capilaridad																								
					Humedad por Filtraciones pluviales		X			X	65%		X	X	X	X					X			X			X		
					Humedad por Condensación																								
					Desgaste superficial		X			X	11%		X									X					X		
					Desprendimiento de revestimientos																								
 Planta Arquitectónica 3 Piso Planta Estructural 3 Piso				MECANICAS	Lavado Diferencial					X	15%		X				X						X						
					Erosion por viento o lluvia		X			X	70%															X			
					Suciedad		X			X	70%															X			
					Perdida de adherencia por humedad		X			X	13%		X			X	X				X					X			
					Grietas																								
					Fisuras																								
					Asentamientos diferenciales																								
					Deformaciones																								
					Pandeo de elementos																								
					Fracturas de materiales																								
 Planta Arquitectónica 3 Piso Planta Estructural 3 Piso				QUIMICA	Descascaramiento		X			X	35%				X				X			X							
					Desprendimiento por sobrecarga																								
					Desalineación de elementos estructurales																								
					Meteorización																								
					Corrosión del acero de refuerzo			X		X	55%					X	X					X			X				
					Carbonatación del concreto			X		X	55%					X						X			X				
					Ataque por sulfatos		X			X	20%		X									X				X			
					Ataque por cloruros																								
					Eflorescencias salinas		X			X	39%		X		X	X						X				X			
					Reaccion alcali-agregado																								
 Planta Arquitectónica 3 Piso Planta Estructural 3 Piso				ANTROPICAS	Lixiviación del concreto																								
					Oxidación de elementos metálicos		X			X	50%							X	X		X				X				
					Contaminación química de materiales																								
					Golpes o impactos mecánicos																								
					Perforaciones o cortes indebidos																								
					Sobrecargas por mal uso																								
					Intervenciones sin control tecnico																								
					Modificaciones estructurales inadecuadas																								
					Vibraciones por maquinaria o tránsito pesado																								
					Vandalismo																								
 Planta Arquitectónica 3 Piso Planta Estructural 3 Piso				FISICAS	Falta de mantenimiento		X			X	70%							X					X						
					Uso inadecuado de los espacios																								
					Errores de construccion o de diseño		X			X														X					
					Espacios sin Utilizar		X			X	100%											X					X		
					Nacimiento de vegetación																								
					Presencia Animal (Palomas, Murcielagos, Xilofago)		X			X	55%		X		X	X	X	X		X							X		
					Fisuras																								
					Contracción por retracción del material																								
					Humedad por capilaridad																								
					 Planta Arquitectónica 3 Piso Planta Estructural 3 Piso				FISICAS	Humedad por Filtraciones pluviales		X			X	65%		X	X	X	X				X			X	
Humedad por Condensación																													
Desgaste superficial		X								X	11%		X									X				X			
Desprendimiento de revestimientos																													
Lavado Diferencial		X								X	15%		X									X				X			
Erosion por viento o lluvia		X								X	70%															X			
Suciedad		X								X	70%															X			
Perdida de adherencia por humedad		X								X	13%		X			X	X				X					X			
Grietas																													
Fisuras																													
 Planta Arquitectónica 3 Piso Planta Estructural 3 Piso				MECANICAS	Asentamientos diferenciales																								
					Deformaciones																								
					Pandeo de elementos																								
					Fracturas de materiales																								
					Descascaramiento			X		X	35%					X						X			X				
					Desprendimiento por sobrecarga																								
					Desalineación de elementos estructurales																								
					Meteorización																								
					Corrosión del acero de refuerzo			X		X	55%					X	X					X		</					

ANEXO 2

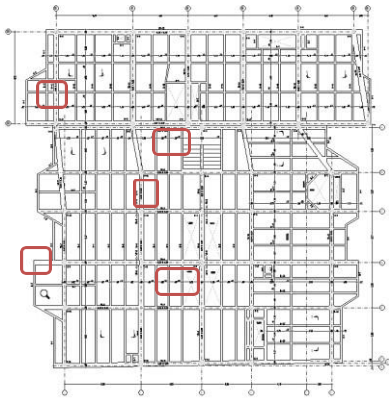
FICHA DE CALIFICACION Y DIAGNOSTICO DE LESIONES PARA PATOLOGIAS DE CONSTRUCCIÓN – PISO 4 Y 5

[illegible]

ANEXO 3

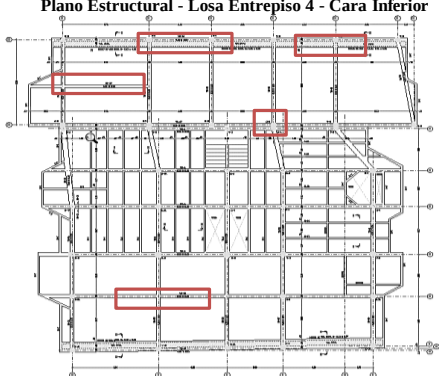
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SEDE PRINCIPAL					FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN		Intervención	
CENTRO ADMINISTRATIVO MUNICIPAL INSTITUCIONAL "CAMI" UBICADO EN EL BARRIO 19 DE MARZO DEL MUNICIPIO DE TIERRALTA								
FICHAS DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL - PROPUESTA DE INTERVENCIÓN								
Nombre	Edificio CAMI	Ciudad	Tierralta, Córdoba	Fecha inspección	1/10/2025			
Estudio	Clasificación y Diagnostico de Lesiones	Dirección	Carrera 16 # 8-66	Localidad/Barrio	19 de Marzo			
Edad	20 Años	Sector	Urbano	Sistema Estructural	Pórtico			
Inspector	Luis Miguel Madera Martínez Constructor En Arquitectura E Ingeniería	Ubicación/Lugar	Piso 2	Uso	Institucional			
Plano de Localización			Generalidades					
			Condiciones Ambientales		Grado de Afectación			
			Temperatura	23°C y 34°C	Leve			
			Humedad	60%	Moderado	X		
			Clima	Calido-Humedo	Severo			
			Pluviosidad	750 - 2000 mm	Grave			
			Patología					
			Ubicación de Lesión		Losa, Columnas y Muros			
Tipo de Lesión		Lesión						
Física		Humedades						
Posibles Causa		Descripción						
Presencia de agua por filtración o capilaridad		El piso 2 exhibe una patología dual de humedades, manifestada por filtración directa y ascenso por capilaridad. Esta condición, originada en la ausencia de impermeabilización y la falta de mantenimiento, ha provocado la saturación hídrica de muros, vigas y losas.						
Tipo de Intervención		Efecto/Consecuencia						
Mantenimiento		Humedades Lavado Diferencial Moho y Musgo Eflorescencia						
Fotografías			Diagnostico		Recomendaciones			
			El inmueble sufre una importante patología por humedades, que llega a exteriorizarse con filtración y capilaridad a través de muros, vigas y losas. La causa a la que hay que atribuirlo es, probablemente, la falta de sistemas de impermeabilización; a esto, hay que añadir una exposición prolongada a los agentes atmosféricos (lluvia) y, de forma combinada, el uso de materiales porosos sin protección superficial lo hemos amenazado severamente. Un deterioro que se ha visto incrementado por la falta de mantenimiento e incluso por el abandono, que a su vez ha facilitado el crecimiento biológico (moho, musgo), la aparición de eflorescencias salinas y la corrosión de elementos estructurales de vital importancia. Situación que amenaza de manera directa la durabilidad, la salubridad ambiental y, principalmente, la capacidad resistente de diferentes componentes del edificio		Se hace necesario establecer un protocolo de intervención que integre a todas las patologías descritas, poniendo en práctica la aplicación de los sistemas de impermeabilización superficial en las losas de cubiertas y paramentos verticales, la ejecución de barreras horizontales y/o verticales antihumedad por capilaridad en el zócalo de los muros, la limpieza y saneamiento de las superficies afectadas con el fin de eliminar la proliferación biológica (moho- musgo) y las eflorescencias salinas, la pasivación del acero de refuerzo determinado y la aplicación de recubrimientos protectores anticorrosivos, la ejecución de un plan de mejora de la ventilación natural y/o forzada, la ejecución de un control de fauna y la ejecución de un programa de mantenimiento preventivo periódico que garantice la durabilidad de los elementos y evite el regreso del deterioro descrito.			
								

ANEXO 4

 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN				Intervención		
CENTRO ADMINISTRATIVO MUNICIPAL INSTITUCIONAL "CAMI" UBICADO EN EL BARRIO 19 DE MARZO DEL MUNICIPIO DE TIERRALTA						
FICHAS DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL - PROPUESTA DE INTERVENCIÓN						
Nombre	Edificio CAMI	Ciudad	Tierralta, Cordoba	Fecha inspección	1/10/2025	
Estudio	Clasificación y Diagnostico de Lesiones	Dirección	Carrera 16 # 8-66	Localidad/Barrio	19 de Marzo	
Edad	20 Años	Sector	Urbano	Sistema Estructural	Pórtico	
Inspector	Luis Miguel Madera Martínez Constructor En Arquitectura E Ingeniería	Ubicación/Lugar	Piso 2	Uso	Institucional	
Plano de Localización		Generalidades				
Plano Estructural - Losa Entrepiso 3 - Cara Inferior 		Condiciones Ambientales		Grado de Afectación		
		Temperatura	23°C y 34°C	Leve		
		Humedad	60%	Moderado	X	
		Clima	Calido-Humedo	Severo		
		Pluviosidad	750 - 2000 mm	Grave		
		Patología				
Ubicación de Lesión		Losa				
Tipo de Lesión		Lesión				
Antrópica		Acero de refuerzo expuesto por malos procesos constructivos				
Posibles Causa		Descripción				
Por errores constructivos o defectos de ejecución (mal vibrado, recubrimiento insuficiente, mala colocación del acero, deficiente control de calidad del concreto).		Esta patología ocurre cuando el concreto no cumple con el espesor mínimo de recubrimiento, ya sea por una mala colocación del encofrado, vibrado deficiente, errores en el diseño o ejecución, o por no respetar las separaciones adecuadas.				
Tipo de Intervención		Efecto/Consecuencia				
Rehabilitación		Descascaramiento del recubrimiento Exposición del acero de refuerzo Corrosión acelerada, pérdida de sección útil y resistencia y Carbonatación				
Fotografías		Diagnostico		Recomendaciones		
 		Se aprecia acero de refuerzo expuesto por motivos de pérdida o escaso recubrimiento, dado que los malos procesos constructivos aplicados provocaron el uso erróneo de separadores, mal vibrado del concreto y defectos en el encofrado; aspecto que involucra el incumplimiento de los valores mínimos establecidos en la NSR- 10, Título C, Artículo C.5.6, para el cual se exigen espesores de recubrimiento en losas interiores de 20 mm. La falta de recubrimiento permite que se pierda durabilidad del elemento, aumenta la probabilidad de que la humedad, el oxígeno y los agentes agresivos entren en la sección transversal y rápidamente inicien procesos de corrosión sobre el acero, lo cual puede acarrear trabajos sucesivos de desprendimiento, pérdida de la adherencia concreto-armadura y reducción de la vida útil estructural.		Se propone la realización de un levantamiento de espesores de recubrimiento con pachómetro, comparando los resultados con los mínimos de espesores establecidos en la NSR-10 para cada uno de los elementos. En las zonas no afectadas, debe ejecutarse una reparación localizada que garantice la limpieza del acero expuesto, la aplicación de un pasivante anticorrosivo, y la reposición del recubrimiento mediante el uso de morteros estructurales que garanticen los espesores mínimos normativos. Adicionalmente, se recomienda establecer un plan de control de calidad de obra, en especial en lo que hace al montaje de armaduras, colocación de separadores, vibrado y curado del concreto, asegurando de esta forma que cada una de estas fases cumpla lo establecido en la NSR-10. Esto permitirá curar la patología vigente, además de evitar la aparición de problemas similares en el futuro.		
Intervención La intervención aplicada al concreto reforzado afectado por corrosión debe ser efectuada bajo un protocolo estricto que permita asegurar la integridad estructural y la durabilidad del concreto reparado, conforme a los requisitos impuestos por la NSR-10 (Norma Colombiana de Construcciones Sismo Resistentes), las NTC (Normas Técnicas Colombianas) aplicables a los materiales de construcción y ensayos, y los requerimientos impuestos por las normas ASTM (American Society for Testing and Materials) relativas a las especificaciones y pruebas de los materiales. Fases de Intervención: 1. Preparación de la Superficie y Exposición del Acero: - Remoción de Concreto Deteriorado: Se procederá al desprendimiento y retirada mecánica (martillos percutores, cinceles) o por medio del hidrodinamismo de alta presión de todo el concreto fisurado, disgregado o contaminado, hasta obtener una superficie sana y rugosa que permita la adherencia del nuevo material. Para ello, no se deberán perjudicar el acero remanente ni el hormigón circunscripto. - Limpieza del Acero de Refuerzo: El acero de refuerzo que queda expuesto, en condiciones de corrosión, será limpiado de tal forma que se presente en grado de metal casi blanco o en grado de metal blanco siguiendo la norma ASTM D610 (Evaluación del Grado de Oxidación de Superficies de Acero Pintadas) preferiblemente a través de chorreado o métodos mecánicos de alta eficiencia (cepillado con herramientas eléctricas). Se deberá eliminar óxidos, escamas, mortero adherido y cualquier contaminante. 2. Protección del Acero de Refuerzo: - Aplicación de Imprimación de Pasivante Anticorrosiva: Al finalizar el proceso de limpieza del acero y antes de que se produzca cualquier tipo de re-oxidación, se procederá a la aplicación de un pasivante anticorrosivo cuya base será el cemento modificado con polímeros o epoxy, formulado y desarrollado específicamente para ambientes alcalinos, que cumpla especificaciones técnicas diseñadas para garantizar la creación in situ de una capa pasivante duradera que devuelva la pasividad del acero y potencie la adherencia a la mezcla de reparación. 3. Restauración del Recubrimiento de Concreto: - Elección y Ejecución de Mortero de Reparación Estructural: Se optará por un mortero de reparación estructural (preferentemente de retracción compensada, con alta resistencia a la compresión y baja permeabilidad) que cumpla con las normas de las NTC 4022 (Morteros de Reparación, Concretos para Reparación de Estructuras) y/o las normas ASTM C928 (Concreto Seco Premezclado para Reparaciones de Concreto) o ASTM C1107 (Morteros de Relleno Agregados para Morteros de Relleno). La aplicación se realizará manual o proyectada, garantizando la completa consolidación y la no existencia de huecos. - Espesor Mínimo de Recubrimiento: Se garantizará el espesor mínimo de recubrimiento especificado en el Título C (Concreto Estructural) de la NSR-10, siendo para los elementos expuestos a la intemperie o la humedad de 20 mm (o según el ambiente de exposición); espesor que resulta crucial para la protección a largo plazo del acero debido a la carbonatación y a la penetración de agentes agresivos. 4. Curado y Sellado Protector: - Curado Óptimo: Se aplicará un curado húmedo continuo durante un periodo mínimo de 7 días, o bien según direcciones del fabricante del mortero y la norma NTC 3318 (Curado de Concreto en Obra). El curado resulta irremediablemente importante para conseguir el óptimo desarrollo de las propiedades mecánicas y durabilidad del mortero de reparación, así como para la fisuración por retracción plástica. - Aplicación del Sellador de Protección: Una vez culminado el curado y con el mortero seco, se aplicará un sellador penetrante o bien una pintura de protección (hidrofugante, elastomérica, etc.) sobre la superficie de la reparación, cuya finalidad será la de reducir la permeabilidad y aumentar la resistencia a las penetraciones de agua, y de los agentes contaminantes para alargar la vida de la reparación. 5. Control de Calidad y Documentación: - Inspección y Ensayos: Se diseñará un plan de inspección y control de la calidad que contemple la verificación de la preparación del acero (grado de limpieza ASTM D610), espesores de recubrimientos (p.ej. mediciones in-situ), adherencia del mortero (ASTM D7234 – Adherencia de recubrimientos de hormigón), y el cumplimiento con los tiempos de curado. - Documentación: Debe documentarse toda la intervención, desde el antes hasta el después, fotografías del antes, durante y del después, registros de los materiales utilizados, certificados de calidad, registros de ensayos, etc., para garantizar, por un lado, la trazabilidad de lo ejecutado y, por otro lado, para verificar, en el trabajo final, que se cumplen con las exigencias de la NSR-10.						



ANEXO 5

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS — SEDE PRINCIPAL — FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN					Intervención	
CENTRO ADMINISTRATIVO MUNICIPAL INSTITUCIONAL "CAMI" UBICADO EN EL BARRIO 19 DE MARZO DEL MUNICIPIO DE TIERRALTA					Este protocolo aborda la reparación de viguetas afectadas por ataque xilófago y pudrición, basándose en los requisitos de seguridad y durabilidad del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10 (Título G).	
FICHAS DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL - PROPUESTA DE INTERVENCIÓN					1. Control y Erradicación Inmediata de la Causa	
Nombre	Edificio CAMI	Ciudad	Tierralta, Córdoba	Fecha inspección	El primer paso consiste en poder detener de forma inmediata el factor que favorece el daño y la enfermedad de la plaga. Hay que poder proceder a la detención inmediata de la filtración ó de los focos de humedad. Esta medida es muy importante como punto de inicio, ya que es necesaria para detener la evolución de la putrefacción. A continuación, se aplicará un tratamiento químico curativo (insecticida-fungicida) mediante inyecciones profundas con saturación de todas las viguetas y elementos colindantes, asegurando así la erradicación del ataque biológico (termita y hongos).	
Estudio	Clasificación y Diagnostico de Lesiones	Dirección	Carrera 16 # 8-66	Localidad/Barrio	Los químicos que se emplean deben estar aprobados para uso estructural.	
Edad	20 Años	Sector	Urbano	Sistema Estructural	2. Evaluación y Decisión Estructural Rigurosa	
Inspector	Luis Miguel Madera Martínez Constructor En Arquitectura E Ingeniería	Ubicación/Lugar	Piso 3	Uso	Un ingeniero estructural debe realizar un análisis para determinar la capacidad portante residual del elemento, comparándola con los esfuerzos requeridos por el Título G de la NSR-10. Esta evaluación define la ruta a seguir:	
Plano de Localización		Generalidades				
Plano Estructural - Losa Entrepiso 4 - Cara Inferior 		Condiciones Ambientales		Grado de Afectación		
		Temperatura	23°C y 34°C	Leve		
		Humedad	60%	Moderado		
		Clima	Calido-Humedo	Severo	X	
		Pluviosidad	750 - 2000 mm	Grave		
		Patología				
		Ubicación de Lesión	Cubierta			
		Tipo de Lesión	Lesión			
		Antropica	Pudrición de las Viguetas de Madera			
		Posibles Causa	Descripción			
		Ataque de insectos xilófagos y humedad	Las viguetas de madera presentan deterioro multicausal debido a la filtración hídrica y el ataque biológico (pudrición y termitas). Esto ha causado una crítica pérdida de la sección útil, mermando su capacidad portante y generando un riesgo de falla estructural en la cubierta.			
Fotografías		Tipo de Intervención	Efecto/Consecuencia			
		Rehabilitación	Pudrición, Xilófagos, Humedad Pérdida de sección, riesgo de colapso puntual dela cubierta			
		Diagnostico	Recomendaciones			
		La constitución de la cubierta (viguetas de madera) muestra un deterioro multicausal de tipo progresivo, que se origina como resultado de la filtración hídrica por falta de planes de mantenimiento y por la ausencia de tratamientos protector. El contacto continuado con la humedad ha dado lugar a una degradación biológica severa como consecuencia de la pudrición fúngica que comporta la pérdida de una parte importante de la resistencia natural de la materia lignocelulósica. A su vez, el ataque por insectos xilófagos (termitas) ha hecho aparecer un sistema con perforaciones, vaciamiento interno. Como resultado de esta interacción, se percibe una considerable disminución de la sección útil efectiva para múltiples elementos, lo cual disminuye la capacidad portante de las viguetas. Esto compromete la estabilidad global de la cubierta y persiste en un umbral de ruptura (fallas localizadas o colapso parcial) que infringe directamente los requisitos de seguridad y capacidad resistente que deben cumplir los elementos estructurales según lo previsto en la NSR-10 (Capítulos A y B, y las condiciones de diseño para la estructura del sistema de madera).				
		El envilecimiento de las viguetas, como consecuencia de la filtración hídrica y el ataque xilófago (termitas y descomposición), requiere de un diagnóstico inapelable. Si la pérdida de sección útil es escasa, tenemos que estabilizar el elemento con tratamientos químicos curativos contra insectos xilófagos, selladores hidrorrepelentes o fungicidas de gran poder de penetración. Sin embargo, la pérdida de sección importante, que es capaz de poner en jaque la capacidad portante, la única medida técnica aceptable consiste en el cambio total de las piezas deterioradas. Estas últimas deben ser de madera estructural y previamente tratadas (sin o con autoclave) para contar con una correcta resistencia biológica, evitando el riesgo de que se produzcan fallos estructurales o colapsos puntuales de la cubierta.				
						
						

Fuente: <https://massim.es/como-aplicar-tratamientos-de-madera-en-valladolid/>

ANEXO 6

ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Para aplicar el esclerómetro (NTC 3692) en una edificación con las lesiones que describes para el CAMI, el procedimiento debe ser sumamente selectivo, tomamos como referencia para la toma de muestra el piso 3 del edificio, dado que has identificado patologías críticas como carbonatación, acero descubierto y humedad, no puedes disparar el dispositivo de forma aleatoria, para el proceso de toma de muestras en el tercer piso del Edificio CAMI, considerando las patologías severas que se han la ficha (carbonatación, eflorescencias y corrosión), el procedimiento con el esclerómetro debe ser riguroso para no obtener datos falsos.



Imagen generada con IA Gemini de Google



TOMA DE MUESTRA EN COLUMNA (TERCER PISO)

En las columnas, el objetivo es medir la dureza del concreto en el núcleo de la sección para evaluar su capacidad de carga actual.

- **Preparación de la zona:** Dado que en el tercer piso reportaste carbonatación severa, es obligatorio remover la capa superficial o elegir una zona no afectada para no tener datos erróneos, se debe usar una pulidora o disco abrasivo para retirar entre 5 y 8 mm de concreto en el punto de impacto, si disparas sobre concreto afectado, el equipo marcará una resistencia mucho más alta de la real.
- **Posicionamiento del técnico:** Debes ubicarte de forma estable (similar a la imagen), el esclerómetro se coloca en posición horizontal a un ángulo de 0° para precisar datos.
- **Ejecución:** Realizar entre 10 y 12 impactos dentro de la cuadrícula, separados al menos 25 mm entre sí, asegurando la perpendicularidad en cada posición de que el émbolo esté perfectamente perpendicular a la cara de la columna.
- **Registro:** Anota cada rebote, si la columna tiene presencia de moho o humedad se debe asegurar de que la zona de impacto esté totalmente seca, ya que el agua en los poros amortigua el golpe y baja el índice de rebote.

ANEXO 7

ENSAYO DE PULSO ULTRASÓNICO

Se basa en la medición del tiempo que tarda una onda ultrasónica longitudinal en viajar a través del concreto. El equipo consta de un monitor y dos transductores (emisor y receptor), la relación es sencilla: entre más denso y sano esté el concreto, más rápido viajará la onda; si hay grietas, vacíos o concreto poroso, la onda tardará más tiempo en llegar. Es un método de evaluación profunda que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para "radiografiar" el estado interno del concreto, mientras que otros ensayos solo analizan la superficie, el ultrasonido mide la integridad de todo el cuerpo del elemento (viga, columna o losa). El principio es físico: la onda viaja a mayor velocidad en materiales densos y compactos. Si encuentra aire (fisuras internas, porosidad o nidos de abeja), la onda debe "rodear" el obstáculo, tardando más tiempo y arrojando una velocidad menor.

1. Transmisión Directa (Evaluación de Columnas)

Es la técnica que se aplica en los elementos verticales de la estructura.

- Procedimiento: Se ubica el emisor en una cara y el receptor en la cara opuesta, es vital asegurar que ambos estén alineados en la columna.
- Aplicación: Se usa para verificar si el corazón de la columna mantiene su capacidad portante, ignorando el deterioro superficial por carbonatación, se debe aplicar un gel conductor para que el aire ambiental no bloquee la señal.

2. Transmisión Semidirecta (Nodos y Vigas)

Se utiliza cuando solo se tiene acceso a dos caras perpendiculares es decir las esquinas de la columna o las caras.

- Procedimiento: Los sensores se colocan formando un ángulo de 90° entre ellos.
- Aplicación: Es ideal para revisar la unión entre las vigas y las columnas, donde suelen concentrarse los esfuerzos y pueden existir fallas internas no visibles.

3. Transmisión Indirecta o Superficial (Placas de Suelo)

Se emplea en las losas de entrepiso donde no hay acceso a la parte inferior.

- Procedimiento: Ambos sensores se apoyan sobre la misma superficie a una distancia medida.

Aplicación: Es para mapear la degradación provocada por humedades constantes y eflorescencias, permite estimar qué tan profunda es la meteorización del concreto en las zonas de mayor exposición.

Criterios de Calificación Técnica (NTC 4325)

Los datos obtenidos se cruzan con la distancia entre sensores para obtener la velocidad en metros por segundo (m/s). Para un diagnóstico estructural, los rangos son:

- **V > 4500 m/s:** Calidad Excelente (Concreto muy denso).
- **3500 - 4500 m/s:** Calidad Buena (Estado aceptable).
- **3000 - 3500 m/s:** Calidad Dudosa (Requiere seguimiento o reforzamiento).

V < 3000 m/s: Calidad Pobre (Concreto altamente degradado o con fallas internas graves). (ICONTEC, 2005)



Imagen generada con IA Gemini de Google

ANEXO 8

ENSAYO DE LOCALIZACIÓN DE ACERO (PACHOMETRÍA)

El pachómetro, o localizador de armaduras, o detector de metales para concreto, es un equipo de tipo electromagnético portátil, destinado a la inspección no destructiva de las estructuras, y se presenta como un instrumento fundamental de la patología de la construcción, que permite "ver" en el interior del concreto, sin demoliciones.

Es un aparato que actúa basado en los principios de inducción electromagnética. Al mover un sensor por la superficie del elemento continuum, el aparato es capaz de detectarse la perturbación del campo magnético que genera la presencia del acero de refuerzo.

IMPLEMENTACIÓN Y MUESTREO EN EL EDIFICIO CAMI

En una estructura con las condiciones del CAMI (donde se ha documentado carbonatación y acero expuesto), el pachómetro no es solo una opción, es una necesidad para garantizar la seguridad durante otros ensayos.

1. Procedimiento de Localización (Mapeo)

Antes de realizar cualquier perforación o ensayo de VPU o Esclerometría, se debe mapear la zona.

- En Columnas: Se desplaza el sensor de forma horizontal y vertical para marcar con tiza la "jaula" de refuerzo, esto es crítico en el CAMI para identificar si el acero está demasiado cerca de la superficie, lo que explicaría la corrosión prematura por falta de recubrimiento.
- En Placas de Entrepiso: Se realiza un escaneo en cuadrícula para localizar las viguetas o el acero de refuerzo principal y repartición.

2. Medición del Recubrimiento

- Contexto CAMI: La norma NSR-10 exige recubrimientos mínimos usualmente entre 2 cm y 4 cm dependiendo del elemento, si el pachómetro indica que en la estructura del edificio CAMI los recubrimientos son menores a 1.5 cm, habrás que tomar medidas técnicas para evitar que se siga propagando la oxidación del acero.
- Toma de muestra: Se deben tomar al menos 3 lecturas por elemento y promediarlas para obtener un valor estadístico confiable.

3. Verificación de Diámetros

En las zonas donde el acero ya está expuesto según tus fichas, el pachómetro sirve para calibrar el equipo, escaneas una varilla visible para verificar que el equipo marca el diámetro real, y luego procedes a las zonas donde el acero aún está oculto para comprobar si se mantuvo la especificación de diseño en toda la estructura.

Dato Técnico: Según la NTC 4503, el equipo debe ser calibrado periódicamente con un bloque de referencia para asegurar que las lecturas de profundidad no tengan un error mayor al 5%. En ambientes con mucha humedad como Tierralta, asegúrate de que los sensores estén limpios para evitar interferencias por sales conductivas.



Imagen generada con IA Gemini de Google

ANEXO 9

ENSAYO DE TERMOGRAFÍA INFRARROJA

La termografía infrarroja es una técnica de inspección no destructiva que permite "visualizar" la energía térmica que emiten los objetos. En lugar de ver luz visible, una cámara térmica captura la radiación infrarroja y la transforma en un mapa de colores (termograma), donde cada tono representa una temperatura distinta. En términos sencillos: es la capacidad de ver el calor a distancia y sin contacto físico.

Se basa en que cualquier anomalía en un material —como una fuga de agua, un cable sobrecalentado o una grieta— altera la temperatura de la superficie. Al detectar estas variaciones térmicas, se pueden identificar problemas ocultos antes de que ocurra una falla grave, sin necesidad de romper o desarmar nada.

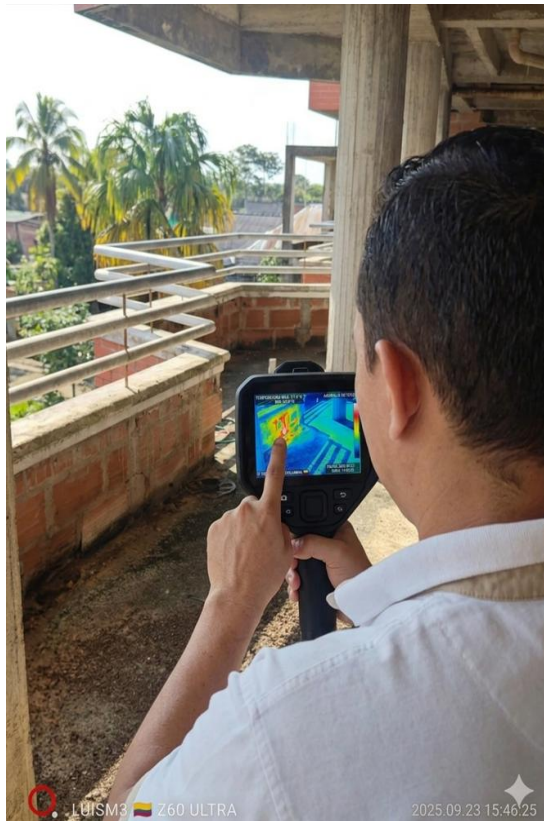


Imagen generada con IA Gemini de Google

Pasos para realizar la inspección:

1. **Preparación:** Asegúrate de que haya una diferencia de temperatura entre el interior y el exterior gradiente térmico, si la pared está a la misma temperatura que el agua, será difícil ver la mancha.
2. **Escaneo:** Pasa la cámara lentamente sobre la superficie, busca formas irregulares; las fugas de tuberías suelen verse como líneas definidas, mientras que la humedad por capilaridad o filtración se ve como manchas difusas desde la base de las paredes del edificio CAMI.
3. **Confirmación:** La termografía te dice dónde está el problema, pero no el porcentaje exacto de agua, por eso se recomienda usar un higrómetro medidor de humedad justo en el punto frío que marcó la cámara para confirmar que se trata de agua y no solo de un puente térmico falta de aislamiento.
4. **Registro:** Captura el termograma para el informe, marcando el punto exacto del defecto sobre la superficie.