

Estudio patológico al punto fijo (escalera) del bloque 12 de la ciudadela "La Esperanza" del municipio de Aguazul, Casanare

Presentado por:

Omar Fabián Cruz Pérez

Luisa Mildred Rosas Ovalle

Juan Hernando Zubieta Hernández

Asesor:

Osmar Albert Gamba Gómez

Universidad Santo Tomás

Facultad de Ingeniería Civil

Especialización en Patología de la Construcción

2025

Tabla de contenido

RESUMEN	3
ABSTRACT	3
1. HISTORIA CLÍNICA.....	4
1.1. Datos generales de la estructura objeto de inspección visual inicial.	4
1.2. Historial de mantenimientos	6
1.3. Estudios patológicos anteriores	6
2. METODOLOGÍA	7
3. ANÁLISIS DE DATOS.....	8
4. DIAGNÓSTICO	10
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	11
6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	12
7. CRONOGRAMA.....	17
8. PRESUPUESTO	18
9. RESULTADOS.....	19
10. BIBLIOGRAFÍA	20
11. ANEXOS.....	21

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo realizar un análisis patológico del punto fijo (escalera) del bloque 12 en la Ciudadela "La Esperanza", ubicada en el municipio de Aguazul, Casanare. Esta estructura corresponde a las escaleras de acceso que conectan cuatro niveles y permiten el ingreso a dieciséis unidades residenciales. Fue construida a inicios de la década de 2000 bajo la normativa vigente en ese momento: el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-98).

La metodología se estructuró en tres fases. La primera consistió en el reconocimiento de la estructura mediante revisión documental e inspección visual, identificando características como un sistema de pórticos metálicos resistentes a momentos, además de daños visibles como corrosión y oxidación. La segunda fase correspondió al diagnóstico de las patologías previamente identificadas, mediante la aplicación de ensayos no destructivos (líquidos penetrantes e inspección con Scan C), enfocados principalmente en las columnas de la segunda y tercera planta, debido a su mayor grado de afectación. La tercera fase incluyó la formulación de recomendaciones para la intervención correctiva de los daños detectados.

Los resultados evidenciaron que la patología más recurrente es la corrosión en la parte inferior de las columnas, especialmente en la zona de contacto con las placas de entrepiso. Se detectó una pérdida significativa de espesor del material, pasando de 6.70 mm a un mínimo de 2.65 mm, lo que representa una reducción del 60.44 %. Esta condición requiere una intervención técnica en el corto o mediano plazo, conforme al estado actual de la estructura.

Palabras clave: Estudio patológico, Corrosión en acero estructural, Ensayos no destructivos en estructuras metálicas, Pórticos metálicos resistentes a momentos.

ABSTRACT

The objective of this study was to carry out a pathological analysis of the fixed point (staircase) of block 12 in the "La Esperanza" residential complex, located in the municipality of Aguazul, Casanare. This structure corresponds to the access stairs that connect four levels and allow the entrance to sixteen residential units. It was built in the early 2000s under the regulations in force at that time: the Colombian Seismic Resistant Construction Regulation (NSR-98).

The methodology was structured in three phases. The first consisted of a reconnaissance of the structure by means of a documentary review and visual inspection, identifying characteristics such as a system of moment-resistant metal frames, as well as visible damage such as corrosion and rust. The second phase

corresponded to the diagnosis of the pathologies previously identified, through the application of non-destructive tests (penetrating liquids and inspection with Scan C), focused mainly on the columns of the second and third floors, due to their greater degree of affectation. The third phase included the formulation of recommendations for the corrective intervention of the detected damage.

The results showed that the most recurrent pathology is corrosion in the lower part of the columns, especially in the area of contact with the floor slabs. A significant loss of material thickness was detected, going from 6.70 mm to a minimum of 2.65 mm, which represents a reduction of 60.44 %. This condition requires a technical intervention in the short or medium term, according to the current state of the structure.

Keywords: Pathological study, Corrosion in structural steel, Non-destructive testing in steel structures, Moment-resisting steel frames.

1. HISTORIA CLÍNICA

1.1. Datos generales de la estructura objeto de inspección visual inicial

A través de una inspección visual inicial se logró validar la información de algunas características técnicas, de materiales y dimensiones, de documentos y planos que reposan en el archivo general de la Alcaldía de Aguazul, considerando que el proyecto de urbanización fue estructurado y ejecutado por esta entidad territorial, en el siguiente cuadro se muestra una información general de la estructura objeto de estudio.

Tabla 1.

Ficha de información general del proyecto

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO					
Estudio	Patológico	Dirección	Diag. 23 E No. 17A-35	Barrio	Ciudadela
Edad Estructura	19 años	Sector	Urbano	Sistema Estructural	Pórticos
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO					
Sistema Estructural			Pórticos metálicos resistentes a momentos		
Uso			Residencial		
Altura estructura			7.45 metros		
Zona de amenaza sísmica			Alta		
Tipo de Suelo			C perfiles de suelo muy densos o roca blanda.		

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO			
Capacidad portante	27,09 Ton/m ² a 8m de profundidad de acuerdo a estudio de contrato de patología.		
Cimentación	Zapatillas aisladas		
Placa	Losas macizas de 5 cm de espesor		
Niveles	3		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Columnas			
Material	Acero A500 grado C		
Sección	Cuadrada		
Dimensión Sección	200 mm x 200 mm espesor 6mm		
Módulo de elasticidad	200 Gpa		
f _y	350 Mpa		
Vigas			
Material	Acero A36		
Sección	Viga IPE		
Dimensión Sección	110 mm x 220 mm		
Módulo de elasticidad	200 Gpa		
f _y	253 Mpa		
Viguetas			
Material	Acero A36		
Sección	Viga IPE		
Dimensión Sección	80 mm x 160 mm		
Módulo de elasticidad	200 Gpa		
f _y	253 Mpa		
Escaleras			
Material	Acero A36		
Sección	Viga "C"		
Dimensión Sección	55 mm x 200 mm		
Módulo de elasticidad	200 Gpa		
f _y	253 Mpa		
Escalones	14 escalones en Láminas alfajor		
INFORMACIÓN ADICIONAL			
Norma de diseño empleada	NSR-98	Velocidad de viento	33 m/s
INFORMACIÓN ADICIONAL			
Juego de plano	Si (Reposan archivo municipal)	T° media	27°C

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO			
Estudios de suelos	Si (Reposan archivo municipal)	Perfil de terreno	Plano
Altitud	290 msnm	Prec. Máx. Anual	2124,41 mm

Fuente. Elaboración propia.

1.2. Historial de mantenimientos

En consulta realizada con la entidad territorial no se logró identificar la existencia de contratos o expedientes de contratos relacionados con mantenimientos y/o reparación de la estructura, igualmente en consulta con los habitantes de la torre, se indicó que no se han realizado mantenimientos por parte de la junta de acción comunal o si los realizaron no llevan la data de estos. Por lo anterior conforme a la falta de información y lo observado en la inspección visual se podría concluir que la estructura nunca ha sido objeto de un mantenimiento adecuado.

1.3. Estudios patológicos anteriores

Según las indagaciones realizadas en el expediente de la entidad territorial local, se percata la urbanización Ciudadela La Esperanza, ha sido objeto de varias consultorías, cuyo objeto está relacionado con un estudio patológico, a continuación, se realiza un breve resumen estos contratos.

- En el año 2015 el Municipio de Aguazul genera “INFORME DE CONSULTORÍA CONSTRUCCIÓN PATOLOGÍA REFORZAMIENTO ESTRUCTURA” en el cual se realizó el diagnostico estructural, revisión y análisis de vulnerabilidad sísmica, patologías, estudios de suelos y diseño de reforzamiento estructural de 20 torres, realizado por la firma TETRA – diseños estructurales, el cual se enfocó principalmente en la parte del diseño estructural de las torres de apartamento de manera general, excluyendo el punto fijo, en su momento esta consultoría arrojó que el área de bloques residenciales cumplía con la normatividad.
- En el año 2018 en informe pericial, las edificaciones fueron analizadas basándose en el cumplimiento de la normatividad vigente, nuevamente el enfoque fue desde el punto de vista estructural y de vulnerabilidad sísmica de las unidades residenciales, en el cual se determinó la existencia de riesgos estructurales en las edificaciones, pero si definir las actividades de reforzamiento.

- Por último en la vigencia 2020 el municipio de Aguazul mediante contrato de consultoría No. 0684, en esta se aplicó una metodología más cercana a un estudio patológico, realizando fichas de lesiones, ensayos destructivos y no destructivos e implementando medidas estructurales correctivas, no obstante se enfocaron principalmente en la estructura de mampostería estructural de las torres residenciales, mientras del punto fijo realizaron una modelación en software especializado (ETABS), definiendo que no cumplía con la norma NSR-10 ya que el modelado mostró un exceso en las derivas, no obstante se desestima la incidencia de los daños provocados por la corrosión en sus elementos estructurales.

2. METODOLOGÍA

La evaluación de la estructura se desarrolla en cuatro etapas fundamentales donde se describen en la Tabla 2., cada una con procedimientos específicos, instrumentos adecuados y resultados esperados que garantizan un diagnóstico preciso y confiable.

Tabla 2.

Etapas de procedimientos de la metodología

Etapas	Descripción	Instrumentos utilizados	Resultados esperados
Inspección Visual y Levantamiento de Información	Inspección visual preliminar de patologías (corrosión, fisuras) para identificar las patologías presentes en columnas, vigas y escaleras.	Cámara fotográfica Cinta métrica y calibradores	-Registro fotográfico -Fichas técnicas de clasificación inicial de severidad. -Plano esquemático con indicación de las zonas afectadas.
Diagnóstico y Clasificación de Patologías	Caracterización de lesiones según su origen (físicas, química), nivel de daño (% afectación) y causa directa.	Ficha de comportamiento estructural (ver Anexos 1,2,3,4 y 5)	-Diagnóstico estructurado con tipificación de corrosión (erosión, picadura). -Priorización de elementos críticos.

Etapa	Descripción	Instrumentos utilizados	Resultados esperados
Ensayos de Evaluación Complementaria	Aplicación de Ensayos No Destructivos (END) : 1. Ensayo de espesores por ultrasonido mediante el método de contacto manual pulso-eco (ASTM E797). 2. Ensayo de inspección de revestimiento (ASTM D7091) 3. Ensayo de líquidos penetrantes (ASTM E 1417/E1417M21e 1 y Código ASME SECC V art VI) 4. Ensayo de Torque o de torsión (ASTM A-194)	1. Equipo de ultrasonido (Phased array omniscan sx) 2. Inspección de revestimiento (PosiTector 6000) 3. Líquidos penetrantes: Limpiador: MET-L-CHECK E-59-A Penetrante: MET-L-CHECK VP-30/31 Revelador: MET-L-CHECK D-70 4. Medidor de Torque (Torquimetro)	- Espesor residual del material en diferentes puntos. - Mapa de pérdida de espesor por corrosión interna o externa. - Espesor de la película - Identificación y detección de tipo de lesiones (corrosión por el contacto de dos materiales distintos)
Análisis de Resultados y Recomendaciones	Integración de datos con software SAP2000 o RFEM, para evaluar capacidad estructural post- deterioro.	SAP2000, RFEM, Hojas de cálculo (Excel)	-Propuesta de reforzamiento.

Fuente. Adaptada del formato opción de grado de la especialización patología de construcción.

3. ANÁLISIS DE DATOS

En la Tabla 3 se presenta el análisis detallado de los datos obtenidos durante la ejecución de los diferentes ensayos aplicados a los elementos estructurales del punto fijo. Se establece un contraste técnico entre los valores esperados, previamente definidos en la Tabla 2, y los resultados reales recolectados a través de metodologías específicas, como el ultrasonido (ASTM E797), líquidos

penetrantes (ASME BPVC. V-2023). Los ensayos fueron ejecutados por personal técnico certificado, utilizando equipos calibrados, lo que garantiza la fiabilidad de los resultados. Este análisis permitió identificar pérdidas de espesor críticas, fisuras por retracción térmica, incumplimiento de la deriva sísmica según la NSR-10, y un entorno altamente corrosivo que acelera el deterioro de los materiales.

Tabla 3.

Análisis de los resultados obtenidos de los ensayos

Aspecto analizado	Datos recopilados	Métodos de análisis	Resultados del análisis
Corrosión en elementos metálicos.	*Pérdida de espesor en columnas que va desde (4mm – 1mm) *Desprendimiento de pintura en un 60% en las barandas.	*Líquidos Penetrantes (ASME BPVC. V-2023) *Ultrasonido PHASED ARRAY SCAN C (ASTM E 797, en columnas del 1 y 2 nivel.)	*Corrosión por picadura en columnas del piso 2 y 3, con un área afectada del 15%. *Soldaduras en buenas condiciones en todas las analizadas del 1 nivel.
Fisuras en placas de entrepiso	Fisuras longitudinales de 0.5-1 mm de ancho, en un 30% de las losas de los niveles 2,3 y4.	Inspección visual con Lupa 10x.	Fisuras por retracción térmica.
Deriva máxima (NSR-10)	*Deriva calculada del 1.42%. *esfuerzos en columnas del 1 nivel con 110% de capacidad.	Modelado en ETABS con cargas sísmicas NSR-10.	*Incumplimiento de deriva máxima del 1% permitida según NSR-10. *Columnas del 1 nivel en sobreesfuerzo crítico.
Condiciones ambientales	*Humedad relativa del 85%. *Precipitación anual de 2124mm.	Registro de datos climáticos IDEAM.	Ambiente altamente corrosivo (ISO 9223:C5) *Sin drenajes en esclareas y placas de entrepiso, que agrava las patologías.

Fuente. Adaptada del formato opción de grado de la especialización patología de construcción

4. DIAGNÓSTICO

En la Tabla 4, consolida los hallazgos más relevantes identificados durante la inspección técnica, permitiendo establecer una relación clara entre las patologías detectadas, su impacto estructural o funcional, y las recomendaciones correctivas. Se diagnosticaron daños por corrosión en columnas, exceso de deriva estructural bajo cargas sísmicas, fisuras en placas de entrepiso y deterioro de barandas metálicas. Cada condición fue evaluada con base en criterios normativos (NSR-10, ASTM, ISO), determinando su efecto sobre la capacidad estructural y proponiendo intervenciones específicas para su mitigación.

Tabla 4.

Diagnostico identificado para los elementos con daños más relevantes

Aspecto analizado	Descripción	Hallazgos	Recomendaciones
Corrosión columnas 2 y 3 nivel.	*Pérdida de espesor en columnas por corrosión – erosión en uniones soldadas y en unión de columna con placa de entrepiso (4mm – 1mm)	*Reducción del 25% en capacidad portante (NSR-10) *Soldaduras en buenas condiciones.	*Reemplazo de secciones corroídas con perfiles PET 200*200*6 mm (ASTM A500). *Aplicación de pintura Epóxica (ISO 12944).
Deriva máxima (1.42%)	*Exceso de deriva lateral bajo cargas sísmicas (NSR-10: límite 1.00%)	*Columnas en sobreesfuerzo (110% de capacidad) * Zapatas insuficientes	*Refuerzos con placas ASTM A36 (400*350*8 mm) en columnas. *Recalce de cimentación ($F'c=21$ Mpa).
Fisuras en placas de entrepiso	Fisuras longitudinales de 0.5-1 mm de ancho, por retracción térmica.	*Reducción de rigidez en 15% (ETABS). *Filtración de agua.	*Sellado con epoxy inyectable. *Instalación de juntas de dilatación.
Barandas metálicas	Corrosión localizada (60% de área) por humedad y falta de mantenimiento.	No se realizaron ensayos de laboratorio.	Limpieza abrasiva (SA 2.5) y recubrimiento con zinc-rich.

Nota. En el marco del estudio patológico del elemento estructural tipo columna perteneciente a un pórtico, se llevó a cabo la revisión de las normas ASTM E797 e ISO 16809, las cuales regulan el procedimiento de medición de espesores mediante

ensayos no destructivos por ultrasonido. Sin embargo, se evidenció que dichas normas no establecen de manera explícita un umbral cuantitativo uniforme para la aceptabilidad del espesor residual en componentes metálicos. Esto se debe a que los valores admisibles están condicionados a factores como los parámetros del diseño original, la función estructural del elemento, y los criterios técnicos definidos por el fabricante o proyectista. Por tanto, para efectos del presente trabajo investigativo, se adoptaron como referencia los lineamientos técnicos proporcionados por el personal especializado de la empresa ejecutora del ensayo de ultrasonido, quienes establecieron criterios prácticos de evaluación conforme a la condición real del componente inspeccionado. Fuente. Adaptada del formato opción de grado de la especialización patología de construcción

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

En esta sección se presenta la propuesta de intervención para los elementos estructurales que evidencian mayor nivel de deterioro, identificados durante la etapa de auscultamiento inicial. En la Tabla 4 se expone de manera resumida la información correspondiente a los elementos más afectados, facilitando su priorización. A su vez, en las Fichas de Comportamiento Estructural, incluidas en los Anexos 1, 2, 3, 4, 5 y 6, se encuentra consolidada la información detallada sobre cada patología identificada, incluyendo su ubicación, las posibles causas del daño, la propuesta de intervención específica y las recomendaciones técnicas para los elementos estructurales tipo viga longitudinal, viga transversal y columnas, correspondientes tanto al primer como al segundo nivel del Bloque No. 12.

Tabla 5.

Propuesta de intervención

Área/ componente	Propuesta de intervención	Objetivo
Columnas metálicas (pisos 1-2)	-Limpieza abrasiva (grado SA 2.5 según ISO 8501-1) -Soldadura de parches con electrodo E7018 (AWS A5.1.) -Aplicación de pintura epóxica (3 capas, DFT 250 μ m, ISO 12944)	-Restaurar 100% de la capacidad estructural. -Garantizar protección anticorrosiva por 10 años.

Uniones soldadas (columnas-vigas)	-Ensayo de líquidos penetrantes (ASTM E1417) en 100% de uniones. -Refuerzo con platina ASTM A36 (300X300X8mm) en zonas fisuradas.	-Eliminar discontinuidades críticas (>2mm). -Aumentar resistencia sísmica (NSR-10).
Barandas y escaleras	-Reemplazo de escalones corroídos con láminas antideslizante (EN 10130). -Protección catódica con ánodos de zinc.	-Reducir riesgo de accidentes. -Minimizar mantenimiento futuro (ciclo \geq 5 años).
Placas de entepiso	-Sellado de fisuras con resina epóxica (ASTM C881). -Instalación de membrana impermeabilizante (EN 14967).	- Eliminar filtraciones. -Recuperar 95% de rigidez original (SAP 2000/ RFEM).

Fuente. Adaptada del formato opción de grado de la especialización patología de construcción.

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Realizada la recopilación de la información de cartografía y registros de los expedientes del INGEOMINAS se presenta el siguiente análisis (ver Tabla 6.) sucinto sobre la sismicidad en la región:

Tabla 6.

Información de sismicidad

Ubicación	5°10'51.946" N – 72°32'59.859" O
Descripción geológica	La geología del área urbana de Aguazul es diversa, geomorfológicamente, el área urbana se encuentra en zona de piedemonte llanero, las formaciones geológicas principales corresponden a Formación Chipaque (Ksc) compuesta por lutitas y limolitas negras, con intercalaciones de areniscas. Formación Une (Kiu) compuesta por alternancia de lutitas, limolitas, areniscas y magma, además de las anteriores, el Municipio cuenta con materiales del Cuaternario (Qc), como arcillolitas y lutitas del terciario, que forman suelos más jóvenes, siendo estos materiales susceptibles a procesos erosivo. Es importante acotar

	<p>que el Municipio se encuentra situado sobre estratos que contienen hidrocarburos.</p> <p>Respecto al suelo, se puede indicar que la infraestructura se encuentra cimentada en un tipo de suelo "C" que corresponde a perfiles de suelo muy densos o roca blanca con una capacidad portante de 27.09 Ton/m² a 8 metros de profundidad conforme a estudio de suelos realizado por la entidad territorial. (Alcaldía de Aguazul, 2020)</p>
<p>Histórico de sismos</p>	<p>Ubicación del paciente se encuentra en una zona de amenaza sísmica alta conforme a la clasificación de la NSR-10 conforme al apéndice A-4 de la norma, se tendría los siguientes valores; $A_a=0.30 - A_v=0.20 - A_e=0.14 - A_d=0.06$.</p> <p>A continuación, se relacionan algunos sismos percibidos en el Municipio de Aguazul:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 18 de enero de 2022, Magnitud 4.5 Richter, profundidad <30km, epicentro Aguazul. - 17 de marzo de 2017, Magnitud 4.9 Richter, profundidad no específica, Epicentro Tauramena. (Distancia de la estructura a 28 km aprox) - 17 de agosto de 2017; Magnitud 6.1 Richter, profundidad no específica, epicentro El Calvario Meta. (Distancia de la estructura a 160 km aprox) - 17 de agosto de 2017; Magnitud 5.1 Richter, profundidad <30km, epicentro Restrepo Meta. (Distancia de la estructura a 150 km aprox) <p>El sismo más reciente y cuyo epicentro fue precisamente en el municipio en donde se encuentra ubicada la estructura objeto de estudio, no generó daños representativos como fisuras o deformaciones de los elementos estructurales del punto fijo.</p>
<p>Vecinos colindantes</p>	<p>Norte: Vía de circulación en afirmado. Sur: Vía de circulación en pavimento flexible Este: Zona Verde Oeste: Bloque de apartamentos #11 Ciudadela La Esperanza.</p>
<p>Sistema constructivo</p>	<p>-Cimentación: Vaciado de concreto premezclado. -Estructura de Acero: Ensamble de elementos (Vigas y columnas) con soldadura en sitio. -Placa: Vaciado de Concreto sobre lamina metaldeck.</p>

Materiales	Acero Estructural
Cimentación	Zapatas aisladas en concreto
Sistema estructural	Sistema estructural de pórticos resistentes a momentos con una capacidad de <u>disipación energía especial (DES)</u> .

Fuente. Elaboración propia.

A continuación, se adjunta matriz de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 7.

Matriz de vulnerabilidad sísmica

MATRIZ DE VULNERABILIDAD SÍSMICA CUALITATIVA			
1. FACTORES ESTRUCTURALES			
Criterio	Evaluación (Alta/Media/Baja)	Normativa de Referencia	Observaciones
Configuración en planta (Regularidad, simetría)	M	NSR-10	Se aclara que la estructura fue concebida bajo la NRS-98
Configuración en altura (Discontinuidades, masa)	A	NSR-10 (A.6.4.1)	Conforme a modelación en ETABS presenta un índice de flexibilidad de 1,42.
Sistema resistente (Pórticos, muros, dual)	M	NSR-10 (Tabla A.3-3)	Sistema estructural de pórtico resistente a momentos
Detalles sismorresistentes (Armaduras, conexiones)	A	NSR-10	Presentan derivas mayores a las permitidas.
Daños preexistentes (Fisuras, deformaciones)	A	N/A	Corrosión agresiva en columnas de las plantas 2 y 3.

2. FACTORES NO ESTRUCTURALES

Criterio	Evaluación (Alta/Media/Baja)	Normativa de Referencia	Observaciones
Elementos no estructurales (Fachadas, tabiques)	B	NSR-10	Corresponde a barandas, fijadas a las vigas principales.
Equipos críticos (Anclajes, sistemas mecánicos)	B	N/A	

3. CIMENTACIÓN Y SUELO

Criterio	Evaluación (Alta/Media/Baja)	Normativa de Referencia	Observaciones
Tipo de cimentación (Zapatas, pilotes)	A	NSR-10	Zapatas Aisladas, cumple con el área mínima para transmitir los esfuerzos al suelo de fundación.
Condiciones del suelo (Licuación, asentamientos)	B	NSR-10 (A.2)	Clasificación de acuerdo norma C con una capacidad portante de 27,9 Ton/m ² a 8 m de profundidad.

Fuente. Elaboración propia.

4. CALIFICACIÓN GLOBAL DE VULNERABILIDAD

Índice de Vulnerabilidad	Rango	Acciones Recomendadas
Alta (3)	Estructuralmente deficiente	Refuerzo urgente
Media (2)	Requiere mejoras	Evaluación detallada (FEMA 356)

Baja (1)	Cumple normativas	Monitoreo periódico
----------	-------------------	---------------------

Fuente. Elaboración propia.

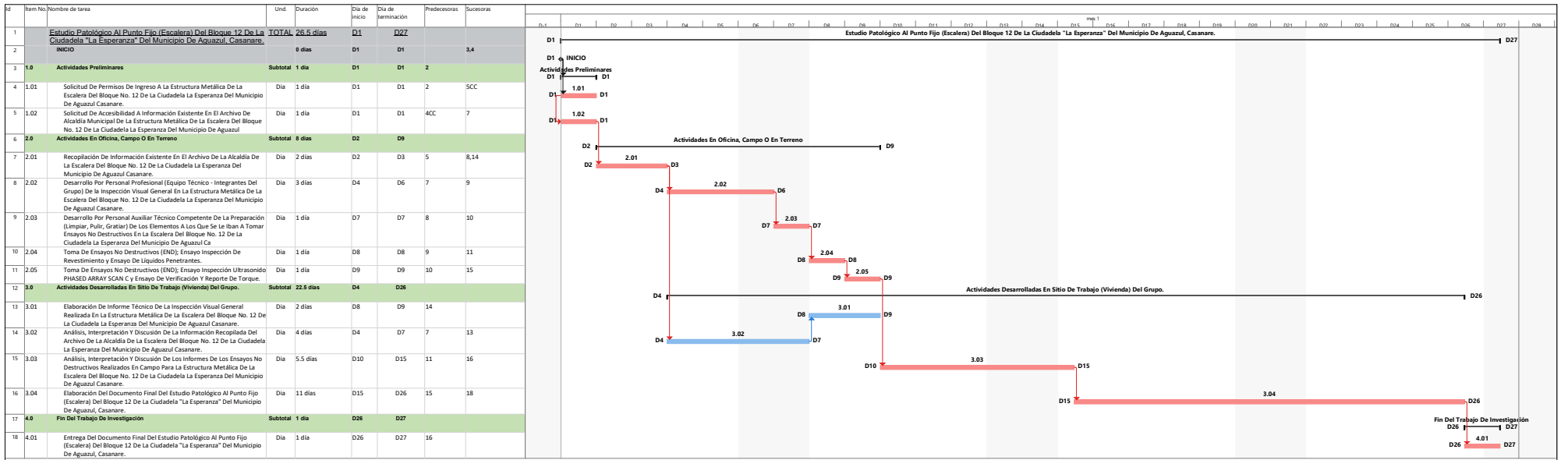
Ecuación 1.

Cálculo del índice de vulnerabilidad

$$\text{Índice de vulnerabilidad} = \frac{\sum \text{Evaluación de criterios}}{N \text{ de criterios}}$$
$$\text{Índice de vulnerabilidad} = \frac{2 + 3 + 2 + 3 + 3 + 2 + 2 + 3 + 2}{9}$$
$$\text{Índice de vulnerabilidad} = \frac{22}{9} = 2,44 \approx \text{Medio}$$

Considerando la clasificación global, requiere mejoras en el corto y/o mediano plazo, en lo particular lo relacionado con la deriva, la cual supera el valor permitido establecido en la NSR-10, es necesario implementar medidas correctivas como por ejemplo platinas de reforzamiento en las uniones estructurales (Columna – Viga) o la implementación de un encamisado en las columnas generando mayor robustez y de esta manera mejorar las condiciones de rigidez, las actividades correctivas deberían propender el cumplimiento de algunos criterios de refuerzo como lo exponen Hierro et al (2014) en su artículo investigativo, como también contemplar los daños y/o deterioros evidenciados durante el desarrollo del presente documento, en todo caso toda medida propuesta a implementarse en este tipo de estructura metálica se sugiere aplicar la normatividad internacional como lo es el código de soldadura AWS y sus derivados.

7. CRONOGRAMA



Tarea: Hito (blue square), Resumen del proyecto (diamond), Hito inactivo (grey square), Tarea manual (white square), Informe de resumen manual (green square), solo el comienzo (blue line), Tareas externas (grey square), Fecha límite (green diamond), División crítica (red line), Progreso manual (blue line).

División: Resumen (dotted line), Tarea inactiva (grey square), Resumen inactivo (grey square), solo duración (white square), Resumen manual (green square), solo fin (blue line), Tareas externas Hito externo (grey square), Tareas oficina (grey square), Progreso (red line), Progreso manual (blue line).

8. PRESUPUESTO

Presupuesto De Costos Asociados Al Desarrollo De La Investigación					
Nombre Del Trabajo De Investigación:		Estudio Patológico Al Punto Fijo (Escalera) Del Bloque 12 De La Ciudadela "La Esperanza" Del Municipio De Aguazul, Casanare			
ITEM	DESCRIPCION	UN	CANT.	V/UNITARIO	V/PARCIAL
100	Gastos De Transporte			SUBTOTAL	\$ 1,150,000.00
101	Servicio De Transporte A Todo Costo Del Equipo Técnico (Integrantes Del Grupo) Que Realizaron La Inspección Visual General En La Escalera Del Bloque No. 12 De La Ciudadela La Esperanza Del Municipio De Aguazul Casanare.	Dia	3.00	\$ 150,000.00	\$ 450,000.00
102	Servicio De Transporte A Todo Costo Del Equipo Técnico (Integrantes Del Grupo) Para El Levantamiento De Información Documental Que Se Tuviera En El Archivo De La Alcaldía Municipal, De La Escalera Del Bloque No. 12 De La Ciudadela La Esperanza Del Municipio De Aguazul Casanare.	Dia	2.00	\$ 50,000.00	\$ 100,000.00
103	Servicio De Transporte A Todo Costo Del Equipo Técnico (Integrantes Del Grupo) Para Acompañar El Proceso De Toma De Ensayos No Destructivos En La Escalera Del Bloque No. 12 De La Ciudadela La Esperanza Del Municipio De Aguazul Casanare.	Dia	2.00	\$ 50,000.00	\$ 100,000.00
104	Servicio De Transporte A Todo Costo Del Equipo Técnico Que Va A Realizar La Toma De Ensayos No Destructivos En La Escalera Del Bloque No. 12 De La Ciudadela La Esperanza Del Municipio De Aguazul Casanare.	Dia	2.00	\$ 250,000.00	\$ 500,000.00
200	Gastos De Personal			SUBTOTAL	\$ 4,870,000.00
201	Personal Profesional (Equipo Técnico - Integrantes Del Grupo) Para Inspección Visual General En La Estructura Metálica De La Escalera Del Bloque No. 12 De La Ciudadela La Esperanza Del Municipio De Aguazul Casanare.	Hora	72.00	\$ 25,000.00	\$ 1,800,000.00
202	Personal Auxiliar técnico Competente para Inspección Visual General En La Estructura Metálica De La Escalera Del Bloque No. 12 De La Ciudadela La Esperanza Del Municipio De Aguazul Casanare.	Dia	3.00	\$ 80,000.00	\$ 240,000.00
203	Personal Auxiliar Técnico Competente Para Preparación (Limpiar, Pulir, Gratiar) De Los Elementos A Los Que Se Le Iban A Tomar Ensayos No Destructivos En La Escalera Del Bloque No. 12 De La Ciudadela La Esperanza Del Municipio De Aguazul Casanare.	Dia	1.00	\$ 130,000.00	\$ 130,000.00
204	Personal Profesional (Equipo Técnico - Integrantes Del Grupo) En El Análisis De Datos E Información Recopilada En El Archivo De La Alcaldía Y Los Ensayos De Laboratorio, Para Formular El Documento Final Del Estudio Patológico Al Punto Fijo (Escalera) Del Bloque 12 De La Ciudadela "La Esperanza" Del Municipio De Aguazul, Casanare.	Hora	108.00	\$ 25,000.00	\$ 2,700,000.00
300	Gastos De Herramienta Y Equipos			SUBTOTAL	\$ 810,000.00
301	Equipo Y Herramienta Menor Para Inspección Visual General En La Estructura Metálica De La Escalera Del Bloque No. 12 De La Ciudadela La Esperanza Del Municipio De Aguazul Casanare.	Und	1.00	\$ 100,000.00	\$ 100,000.00
302	Servicio De Cámara Y Dron Para Inspección Visual General En La Estructura Metálica De La Escalera Del Bloque No. 12 De La Ciudadela La Esperanza Del Municipio De Aguazul Casanare.	Dia	1.00	\$ 410,000.00	\$ 410,000.00
303	Equipos Para El Análisis De Datos E Información Recopilada En El Archivo De La Alcaldía Y Los Ensayos De Laboratorio, Para Formular El Documento Final Del Estudio Patológico Al Punto Fijo (Escalera) Del Bloque 12 De La Ciudadela "La Esperanza" Del Municipio De Aguazul, Casanare.	Und	1.00	\$ 300,000.00	\$ 300,000.00
400	Gastos Administrativos			SUBTOTAL	\$ 450,000.00
401	Gastos En Servicios Públicos De La Vivienda Donde Se Reunió El Equipo Técnico (Integrantes Del Grupo) Para El Análisis De Datos E Información Recopilada En La Inspección Visual General, El Archivo De La Alcaldía Y Los Ensayos De Laboratorio, Y Formular El Documento Final Del Estudio Patológico Al Punto Fijo (Escalera) Del Bloque 12 De La Ciudadela "La Esperanza" Del Municipio De Aguazul, Casanare.	Dia	5.00	\$ 70,000.00	\$ 350,000.00
402	Gastos De Papelería E Impresiones Para El Documento Final Del Estudio Patológico Al Punto Fijo (Escalera) Del Bloque 12 De La Ciudadela "La Esperanza" Del Municipio De Aguazul, Casanare.	Und	1.00	\$ 100,000.00	\$ 100,000.00
500	Toma De Ensayos No Destructivos (END)				\$ 1,650,000.00
501	Ensayo De Líquidos Penetrantes	Und	7.00	\$ 50,000.00	\$ 350,000.00
502	Ensayo Inspección De Revestimiento	Und	2.00	\$ 140,000.00	\$ 280,000.00
503	Ensayo Inspección Ultrasonido PHASED ARRAY SCAN C	Und	2.00	\$ 450,000.00	\$ 900,000.00
504	Ensayo De Verificación Y Reporte De Torque	Und	8.00	\$ 15,000.00	\$ 120,000.00
Valor en letras: Once Millones Seiscientos Nueve Mil Pesos Mcte.		1. TOTAL COSTO			\$ 8,930,000.00
		2. A.I.U (30%)			\$ 2,679,000.00
		3. VALOR TOTAL			\$ 11,609,000.00

9. RESULTADOS

Por medio de la empresa Tecniensayos NDT, Consulting & Integrity Services, se logró ejecutar una serie de ensayos especializados que permitieron obtener resultados precisos sobre las patologías presentes en las columnas de los niveles 1 y 2, identificadas como los elementos con mayor afectación por corrosión. Los ensayos realizados fueron:

1. Ensayo de Inspección Ultrasonido PHASED ARRAY SCAN C

Se evidencia una pérdida significativa de espesor del material de las columnas del segundo nivel, pasando de 6.70 mm a un mínimo de 2.65 mm. (ver Anexos 6 y 7.).

2. Ensayo Inspección de Revestimiento

Por medio del equipo PosiTector 6000 se detectó un promedio de espesor de película de la pintura de las columnas de 2,90 mils. (ver Anexo 8.).

3. Ensayo De Líquidos Penetrantes

Se inspeccionaron 7 juntas soldadas que hacen parte de la estructura del bloque 12 de la ciudadela “La Esperanza”, en la que se identificó la presencia de una **IL (Indicación Alargada)** en la zona de unión entre la columna y la viga metálica del primer piso, esto indica una fisura superficial o daño lineal generado por la acción de un par galvánico, lo cual sugiere un proceso de corrosión localizada acelerada en la interfase entre metales con diferente potencial electroquímico. (ver Anexo 9.).

4. Ensayo De Verificación y Reporte De Torque

Mediante el uso de un torquímetro calibrado, se realizó la inspección de 8 pernos tipo espárrago de $\frac{3}{4}$ ” de diámetro, obteniéndose un par de apriete promedio de 90 lb·ft. (ver Anexo 10.).

10. BIBLIOGRAFÍA

American Society for Testing and Materials (ASTM International). (2023). ASTM A194/A194M-23, Especificación estándar para tuercas de acero al carbono y de acero aleado para pernos utilizados en servicios de alta presión o alta temperatura, o ambos.



American Society for Testing and Materials (ASTM International). (2023). *ASTM E797/E797M-15(2023), Práctica estándar para la medición de espesores mediante el método manual de ultrasonido por pulso-eco con contacto*. Documento digital.

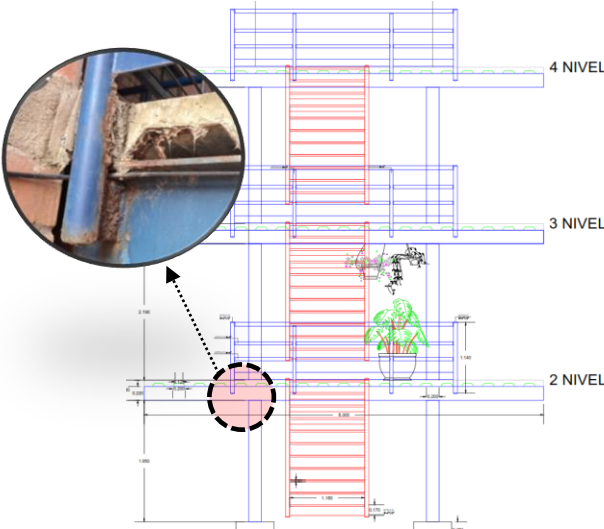


Consultoría No. 684 [Proceso de selección concurso de méritos abiertos MA-CMA-OAP-006-2020] . (28 de diciembre, 2020). *Asesoría especializada a todo costo para emitir el diagnóstico de patología estructural, vulnerabilidad sísmica, y reforzamiento, así como la definición de actividades constructivas más viables y su respectivo cálculo de cantidades de obra de los bloques de apartamentos de la ciudadela La Esperanza del municipio de Aguazul en cumplimiento del fallo judicial del tribunal administrativo de Casanare registro interno No. 2016-0019*. Secop 1.

Hierro, J., Aznar, A., Hernando, J. I., de la Torre, Juan F., & Ortiz, Jesús. (2014). Criterios para el refuerzo de estructuras metálicas: Rehabilitación del “Círculo de Bellas Artes” y la “Casa Encendida”. *Revista ingeniería de construcción*, 29(2), 133–149. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732014000200001>


International Organization for Standardization (ISO 16809:2016). *Ensayos no destructivos - Medición de espesor por ultrasonido*. <https://pdfcoffee.com/qdownload/iso-nm-16809-medidores-de-espessura-por-ultrassom-3-pdf-free.html>

ANEXO 1. FICHA DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL- PATOLOGÍA 1

 		UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL			
INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO					
Nombre	Escalera Metálica Bloque 12	Ciudad	Aguazul, Casanare	Fecha de Inspección	18/09/2024
Estudio	Levantamiento Inicial Patología	Dirección	Diag 23 E No. 17A-35	Barrio	Ciudadela
Edad	19 años	Sector	Urbano	Sistema Estructural	Porticos
Inspector	Luisa M. Ovalle R. / Omar F. Cruz P. / Juan H. Zubieta H.			Uso	Residencial

UBICACIÓN PATOLOGÍA #1		LOCALIZACIÓN	
Nivel	1		
Elemento	Viga principal		
Tipo de lesión	Corrosión		
DESCRIPCIÓN			
Se evidencia corrosión - erosión en la unión de una viga con el anclaje de una baranda. Se considera un lesión secundaria, proviene de la evolución de otra lesión.			
POSIBLES CAUSAS			
Directa: Considerando que la lesión se produce por los agentes atmosféricos, como lo es el contacto con el agua, en este caso el líquido también proviene del riego de plantas.			
GRAVEDAD DE DAÑO		TIPO DE INTERVENCIÓN	
Bajo		Mantenimiento	X
Moderado		Reparación	
Alto	X	Otro	
AMBIENTE DE EXPOSICIÓN		PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN	
Ambiente con alto porcentaje de humedad.		Favorable	
		Necesario	X
		Urgente	
PROPUESTA DE INTERVENCIÓN		REGISTRO FOTOGRAFICO	
i) Es necesario determinar si el elemento, ha perdido capacidad en sus propiedades, se sugiere adelantar un ensayo de dureza. ii) Considerando la ubicación de la lesión cercana a una soldadura, es necesario determinar si esta soldadura se encuentra afectada, por lo que se sugiere realizar un ensayo no destructivo (Tintas penetrantes). iii) Es necesario realizar una limpieza con ayuda de una grata metálica, de esta manera retirar el material afectado, acto seguido se deberá aplicar recubrimientos que podría ser pintura anticorrosiva.			
RECOMENDACIONES			
i) Realizar el mantenimiento preventivo al recubrimiento del elemento. ii) Se sugiere retirar las plantas ornamentales, considerando que es la fuente principal de agentes corrosivos como lo es la humedad provocada por el agua. iii) En dado caso de que los ensayos sugeridos resulten negativos se deberá pensar en la posibilidad de el reemplazo del elemento.		 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><i>Lesión corrosión - erosión, cerca a una soldadura del anclaje de una baranda metálica.</i></p> </div>	



ANEXO 2. FICHA DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL- PATOLOGIA 2

 	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL				
INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO					
Nombre	Escalera Metálica Bloque 12	Ciudad	Aguazul, Casanare	Fecha de Inspección	18/09/2024
Estudio	Levantamiento Inicial Patología	Dirección	Diag 23 E No. 17A-35	Barrio	Ciudadela
Edad	19 años	Sector	Urbano	Sistema Estructural	Porticos
Inspector	Luisa M. Ovalle R. / Omar F. Cruz P. / Juan H. Zubieta H.			Uso	Residencial

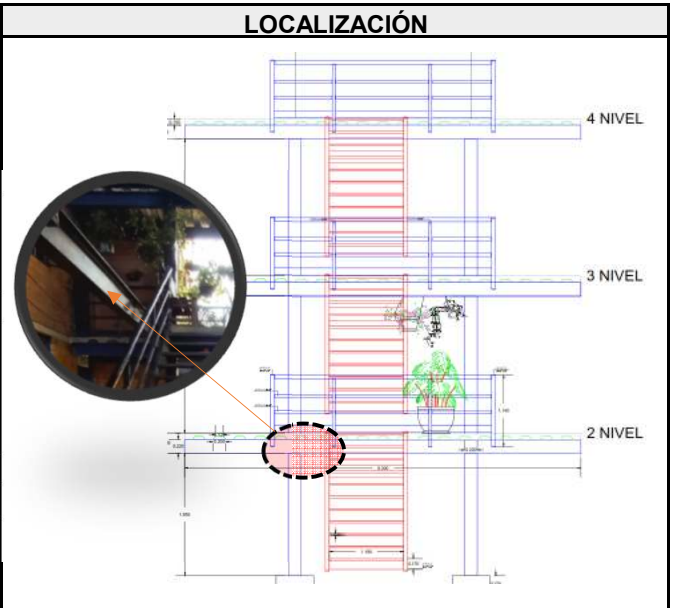
UBICACIÓN PATOLOGÍA #2	
Nivel	2
Elemento	Columna
Tipo de lesión	Corrosión
DESCRIPCIÓN	
Lesión secundaria de tipo físico - químico ya que consiste en una corrosión-erosión, que por su gravedad presenta desprendimiento de capas de material.	
POSIBLES CAUSAS	
Directa: Producto del acto contenido de humedad en el ambiente producto del riego de plantas, también se podría presentar deficiencia en el control de aguas lluvias.	
GRAVEDAD DE DAÑO	TIPO DE INTERVENCIÓN
Bajo	Mantenimiento
Moderado	Reparación X
Alto X	Otro
AMBIENTE DE EXPOSICIÓN	PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN
Alto, se evidencia constantes precipitaciones y alta humedad.	Favorable
	Necesario
	Urgente X
PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	
<p>i) Se requiere realizar un ensayo de dureza por metodología Rockwell (ASTM E18-22 / NTC 3996) o Brinell (ASTM E-10-18 / NTC 3-1), con el propósito de determinar que el material no ha perdido resistencia o propiedades que puedan verse involucrada su capacidad de resistir cargas o esfuerzo. Es de aclarar que estos son ensayos destructivos (ED).</p> <p>ii) En dado caso de no poderse desarrollar un ED, se recomienda aplicar un ensayo no destructivo (END) como lo es una prueba de ultrasonido, con esta se pudiera determinar medición del espesor y como monitoreo de la corrosión.</p>	
RECOMENDACIONES	
<p>i) Se sugiere el retiro de las plantas ornamentales, siendo estas la fuente principal de humedad.</p> <p>ii) Considerando el alto grado de deterioro del elemento producto de la corrosión, se deberá analizar la posibilidad de reemplazar o en su defecto reforzar el elemento.</p> <p>iii) Realizar el mantenimiento preventivo adecuadamente, como lo es la limpieza y aplicación de recubrimientos anticorrosivos.</p>	



ANEXO 3. FICHA DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL- PATOLOGIA 3

 		UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL			
INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO					
Nombre	Escalera Metálica Bloque 12	Ciudad	Aguazul, Casanare	Fecha de Inspección	18/09/2024
Estudio	Levantamiento Inicial Patología	Dirección	Diag 23 E No. 17A-35	Barrio	Ciudadela
Edad	19 años	Sector	Urbano	Sistema Estructural	Porticos
Inspector	Luisa Ovalle - Omar Cruz - Juan Zubieta			Uso	Residencial

UBICACIÓN PATOLOGÍA #3	
Nivel	1
Elemento	Viga principal
Tipo de lesión	Desprendimiento de pintura o recubrimiento
DESCRIPCIÓN	
Se evidencia Desprendimiento de pintura o recubrimiento en el 50 % del área total de la viga principal de la estructura de soporte del modulo de escaleras	
POSIBLES CAUSAS	
Se estima que esta lesión es provocada por la instalación inadecuada de capas de pintura de recubrimiento sin el proceso técnico de limpieza e instalación de recubrimiento.	
GRAVEDAD DE DAÑO	TIPO DE INTERVENCIÓN
Bajo	<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento
Moderado	<input type="checkbox"/> Reparación
Alto	<input type="checkbox"/> Otro



AMBIENTE DE EXPOSICIÓN	PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN
Golpes o choques repetitivos, y también al continuo contacto con los habitantes de la torre. Condiciones climáticas de la Zona.	Favorable
	Necesario <input checked="" type="checkbox"/>
	Urgente



PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

*Realizar el retiro total de las capas de pintura existentes y que han sido instaladas por los habitantes de la torre, sin las medidas técnicas mínimas necesarias.

* Instalar sobre la totalidad de la Viga un revestimiento de protección.

*Llevar a cabo actividades de mantenimiento rutinario, pero cumpliendo con los requisitos técnicos que exigen los productores de las pinturas que se usan para el recubrimiento.





Lesión:
Desprendimiento de pintura o recubrimiento


5 sept 2024 5:02:15 p. m.
 5°10'55.3360"N 72°52'50.5501"W
 14° N
 Aguazul
 y Reforzamiento Estructural en Estructuras Metálicas

RECOMENDACIONES

Debido a que el 50% del área total está expuesto a la lesión que estamos tratando, se recomienda realizar Un ensayo de medición de espesores de recubrimiento y un ensayo de medición de adherencia de pinturas por el método de arranque, Ensayo de Corte.

ANEXO 4. FICHA DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL- PATOLOGIA 4

 		UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL			
INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO					
Nombre	Escalera Metálica Bloque 12	Ciudad	Aguazul, Casanare	Fecha de Inspección	18/09/2024
Estudio	Levantamiento Inicial Patología	Dirección	Diag 23 E No. 17A-35	Barrio	Ciudadela
Edad	19 años	Sector	Urbano	Sistema Estructural	Porticos
Inspector	Luisa Ovalle - Omar Cruz - Juan Zubieta			Uso	Residencial

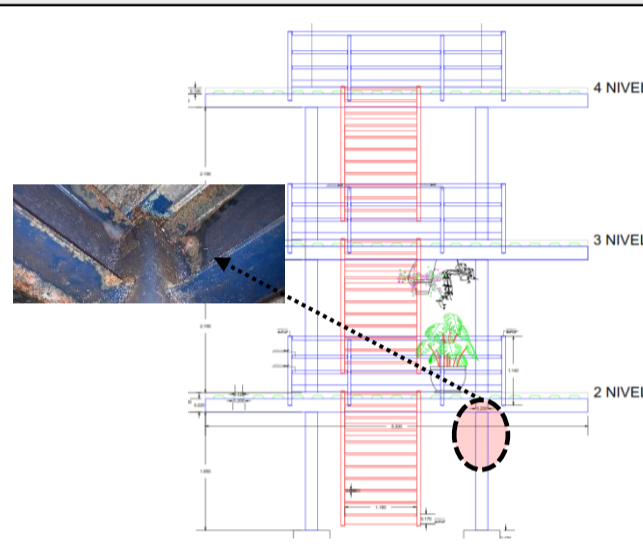


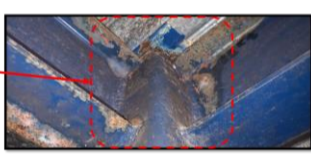

UBICACIÓN PATOLOGÍA #4		LOCALIZACIÓN			
Nivel	1				
Elemento	Baranda Escalera				
Tipo de lesión	Corrosión localizada				
DESCRIPCIÓN		REGISTRO FOTOGRAFICO			
Se evidencia corrosión localizada en el 60 % del área total del elemento superior de la branda metálica del módulo de escaleras.					
POSIBLES CAUSAS					
se estima que esta lesión es provocada por la exposición a las condiciones climáticas de la zona sin la debida protección de un recubrimiento (pintura).		 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; width: fit-content;"> Lesión: Corrosión localizada </div>			
GRAVEDAD DE DAÑO				TIPO DE INTERVENCIÓN	
Bajo				Mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/>
Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>	Reparación			
Alto		Otro			
AMBIENTE DE EXPOSICIÓN		PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN			
Golpes o choques repetitivos, y al continuo contacto con los habitantes de la torre. Condiciones climáticas de la Zona.		Favorable			
		Necesario	<input checked="" type="checkbox"/>		
		Urgente			
PROPUESTA DE INTERVENCIÓN					
<p>*Realizar una limpieza con herramienta manual y mecánica de la corrosión que se presenta en el elemento.</p> <p>*Realizar el retiro total de las capas de pintura existentes y que han sido instaladas por los habitantes de la torre, sin las medidas técnicas mínimas necesarias.</p> <p>*Instalar sobre la totalidad de la baranda un revestimiento de protección.</p> <p>*Llevar a cabo actividades de mantenimiento rutinario, pero cumpliendo con los requisitos técnicos que exigen los productores de las pinturas que se usan para el recubrimiento.</p>					
RECOMENDACIONES					
Debido a que el 60% del área total del elemento superior de la branda metálica del módulo de escaleras está expuesto a la lesión que estamos tratando, se recomienda realizar un ensayo de servicio, ensayo de medición de espesores de recubrimiento.					

5 sept 2024 4:19:05 p. m.
5°10'51.96"N 72°52'59.758"W
291° W
Aguazul
Rehabilitación y Reforzamiento Estructural en Estructuras Metálicas

ANEXO 5. FICHA DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL- PATOLOGIA 5

 	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL
---	---

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO					
Nombre	Escalera Metálica Bloque 12	Ciudad	Aguazul, Casanare	Fecha de Inspección	18/09/2024
Estudio	Levantamiento Inicial Patología	Dirección	Diag 23 E No. 17A-35	Barrio	Ciudadela
Edad	19 años	Sector	Urbano	Sistema Estructural	Porticos
Inspector	Luisa Ovalle - Omar Cruz - Juan Zubieta			Uso	Residencial

UBICACIÓN PATOLOGÍA #5		LOCALIZACIÓN	
Nivel	1		
Elemento	Columna		
Tipo de lesión	Corrosión-erosión localizada		
DESCRIPCIÓN			
Se evidencia Corrosion - Erosion Localizada en la union entre una columna compuesta principal y el anclaje de dos vigas tipo T de 11 cm de base por 22 cm de altura, en el primer nivel de la estructura metálica.			
POSIBLES CAUSAS			
Directa: Considerando que la lesión se produce por los agentes atmosféricos, como lo es el contacto con el agua, en este caso el líquido proveniente del riego de plantas ornamentales de un habitante del bloque y la interacción estructural con otros elementos estructurales.			
GRAVEDAD DE DAÑO	TIPO DE INTERVENCIÓN		
Bajo	Mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/>	
Moderado	Reparación	<input checked="" type="checkbox"/>	
Alto	Otro		
AMBIENTE DE EXPOSICIÓN	PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN		
Ambiente con alto porcentaje de humedad y soporta la distribución de cargas y esfuerzos de los entresijos superiores y de las cuatro vigas ancladas a ella.	Favorable		
	Necesario	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Urgente		
PROPUESTA DE INTERVENCIÓN		REGISTRO FOTOGRAFICO	
<p>1. Realizar ensayos de resistencia para conocer a qué profundidad a causado daños la lesión por corrosión-erosión, por lo que es conveniente ejecutar ensayos no destructivos in situ por medio de ensayos de ultrasonido o líquidos penetrantes para el análisis local, calculo de la profundidad de la corrosión y ver el estado actual en la que se encuentra el elemento estructural (columna) y la soldadura.</p>		  	
RECOMENDACIONES			
<p>1. Retirar las plantas ornamentales, ya que éstas son una de las principales fuente del daño.</p> <p>2. Hacer un seguimiento y control de las áreas afectadas de la columna y la soldadura, por medio de la demarcación que nos permita evidenciar, si la erosión se expande de manera uniforme o distribuida en distintos puntos del elemento.</p> <p>3. Llegado el caso se necesite hacer una intervención destructiva la cual sea necesario hacer un traslado de la columna a un laboratorio para una mejor profundización de su composición y comportamineto interno para un mejor diagnostico de la gravedad de la lesión, se debe dar aviso previo a los residentes para que esta intervención no afecte la seguridad de ellos.</p>		<p><i>Lesión corrosión - erosión localizada en la soldadura donde se unen cuatro vigas a la columna y esta al entresijo</i></p>	

ANEXO 6. ENSAYO DE INSPECCIÓN ULTRASONIDO PHASE ARRAY SCAN C

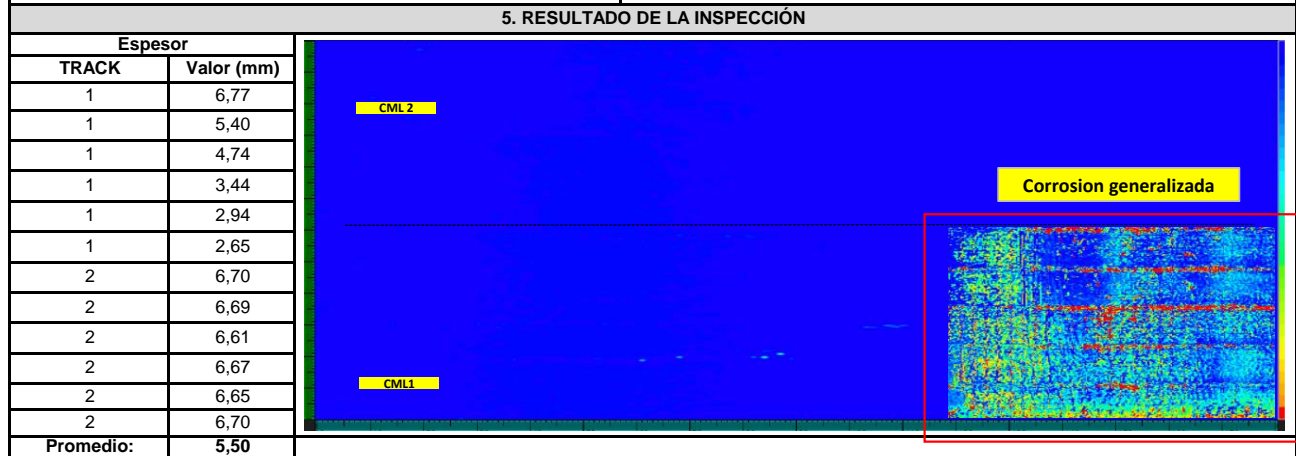
	TECNIENSAYOS	TE-END-F-070B
		Versión 02
REPORTE DE INSPECCIÓN ULTRASONIDO PHASED ARRAY SCAN C		Fecha: 2020-08-07

1. DATOS DEL CLIENTE Y PROYECTO			
PROYECTO:	ESTUDIO PATOLOGICO AL PUNTO FIJO (ESCALERA) DEL BLOQUE 12 DE LA CIUDADELA "LA ESPERANZA" DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL, CASANARE.	INFORME N°:	1
CLIENTE:	UNIVERSIDAD SANTOTOMAS	SIST/LINEA:	COLUMNA ESTRUCTURAL
CONTRATISTA:	N/A	DIÁMETRO LÍNEA:	N/A
ELEM INSPECCIONADO:	COLUMNA	PARTE:	BASE INFERIOR
BASE ASIGNANDA:	N/A	LUGAR:	AGUAZUL
		PK:	N/A
		ESP NOM L:	6,35 mm
		FECHA:	2/05/2025
		PÁGINA	1 DE 1

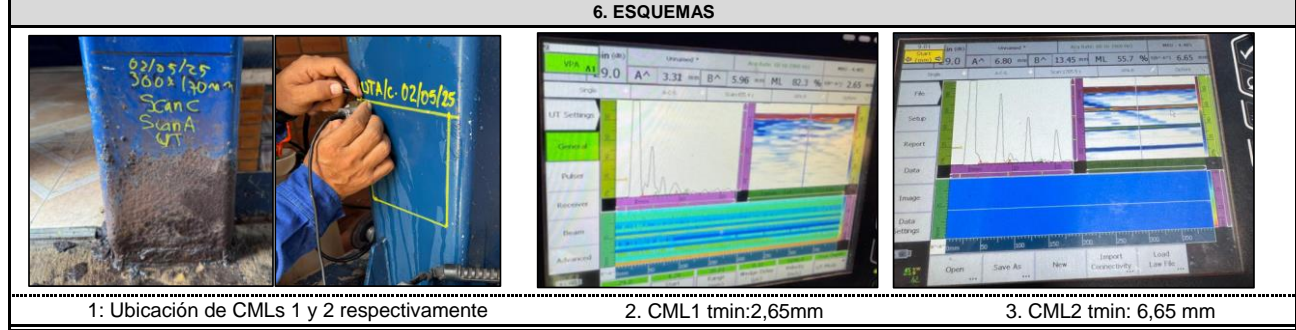
2. DATOS DEL ELEMENTO Y PARTE INSPECCIONADA			
LONGITUD ELEMENTO:	300 mm	TIPO DE UNIÓN:	N/A
DIÁMET NOM PARTE:	N/A	TIPO SOLDADURA:	N/A
		ESP NOM PARTE:	6,70 mm
		ESPECIF MATERIAL:	ACERO AL CARBONO

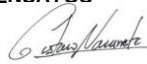
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
PROCEDIMIENTO:	TE-END-039	NORMA INSPECCIÓN:	ASTM E797
		NORMA ACEPTACION:	PROC-PD01-V1

4. INFORMACIÓN DE LA TÉCNICA			
EQUIPO		PALPADOR	REFERENCIA:
MARCA:	OLYMPUS	ZAPATA:	Hydroform
MODELO:	SX	ANG REF:	0°
SERIE:	QC-014514	BACKING:	NOX
BLOQUES		PLAN DE ESCANEO	
BLOQUE CALIBRACIÓN:	Navship	REFERENCIA:	7,5L64
BLOQUE REFERENCIA:	-	AP.ACTIVA(mm):	60
TIPO DE REFLECTOR:	Espesor conocido	PITH (mm):	1
		FRECUEN(MHz):	7,5
		GANANCIA DE REFERENCIA (dB):	25,1
		% ALTURA REFERENCIA	80%
		RANG BARRIDO:	3,5T
		RANGO ANGUL:	0 - 0
		ACOPLANTE	Agua
		SI	<input type="checkbox"/>
		SI	<input type="checkbox"/>




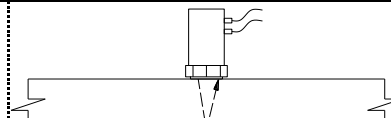
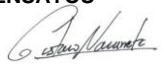


Observaciones: Se evidencia corrosion generalizada en el CML1 con un espesor minimo de 2,65mm y porcentaje maximo de perdida de espesor del 60,44% con respecto al espesor promedio de area sana de 6,70mm. El CML2 no presenta corrosion con un espesor minimo de 6,65mm



TECNIENSAYOS Inspector Nivel II Firma:  Nombre: GUSTAVO NAVARRETE Fecha: _____	TECNIENSAYOS Firma: _____ Nombre: _____ Fecha: _____	Firma: _____ Nombre: _____ Fecha: _____
--	--	---

ANEXO 7. ENSAYO DE MEDICIÓN DE ESPEORES

	TECNIENSAYOS										TE-END-F-017						
											Versión 04						
	REPORTE DE MEDICIÓN DE ESPEORES										Fecha: 2020-08-07						
1. DATOS DEL CLIENTE Y PROYECTO																	
PROYECTO: ESTUDIO PATOLOGIO AL PUNTO FIJO (ESCALERA) DEL BLOQUE 12 DE LA CIUDADELA "LA ESPERANZA" DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL, CASANARE.										INFORME N 2							
CLIENTE: UNIVERSIDAD SANTOTOMAS				SIST/LINEA: N/A				PK: _____									
CONTRATISTA: N/A				DIÁMETRO LÍNEA: COLUMNA ESTRUCTURAL				ESP NOM: 6,35 mm									
ELEM INSPECCIONADO: COLUMNA				PARTE: BASE INFERIOR				FECHA: 2/05/2025									
BASE ASIGNANDA: N/A				LUGAR: AGUAZUL				PÁGINA DE 2									
2. DATOS DEL ELEMENTO Y PARTE INSPECCIONADA																	
LONGITUD ELEMENTO: 300mm				DIMENSIONES AXIAL: 300 mm				ESP NOM PARTE: 6,7 mm									
DIÁMET NOM PARTE: N/A				DEL BARRIDO PERIMET: 170 mm				ESPECIF MATERIAL: ACERO									
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS																	
PROCEDIMIENTO: TE-END-024				NORMA INSPECCIÓN: ASTM E797				NORMA ACEPTACION Proc. VIT-GTA-P-52									
4. INFORMACIÓN DE LA TÉCNICA																	
EQUIPO						PALPADOR			REFERENCIA:		Técnica de Barrido						
MARCA: GENERAL ELECTRIC		MODULO: _____		TAMAÑO: 6mm		SENCILLO: _____		ANGULO: 0°		Scan A <input checked="" type="checkbox"/>							
MODELO: DMS GO		SOFT ADQ: _____		DUAL: <input checked="" type="checkbox"/>		FRECUENCIA(MHz): 7		GANANCIA DE REFERENCIA (dB): 22		Scan B _____							
SERIE: GOPLS15040154		SOFT ANA: _____		BLOQUES		% ALTURA REFERENCIA: 80%		RANGO DE BARRIDO: 3t		Observaciones							
BLOQUE CALIBRACIÓN: Escalerilla		V.ref: 5920m/s		ACOPLANTE		MODO MEDICIÓN: 1er Eco <input type="checkbox"/> Eco-Eco <input checked="" type="checkbox"/>		Pencil Probe		Corrosion Extern							
SERIE B.CALIBRACIÓN: -		TIPO DE REFLECTOR: Fondo plano		Metilcelulosa				Suavizado DM: _____		Corrosion Intern							
5. RESULTADO DE LA INSPECCIÓN (In)																	
Espesor		ESPESOR PROMEDIO MEDIDO =0,579 In															
POS. HORA	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J							
1	6,700	6,700	6,670	6,770	6,690	6,700	6,770	6,690	6,670	6,700							
2	6,630	6,700	6,770	6,640	6,540	6,770	6,660	6,670	6,700	6,770							
3	6,650	6,650	6,770	6,700	6,640	6,640	6,650	6,630	6,700	6,670							
4	6,670	6,470	6,350	6,650	6,770	6,640	6,590	6,610	6,700	6,770							
5	6,770	6,500	6,700	6,400	6,700	6,660	6,630	6,670	6,670	6,770							
6	5,500	4,900	3,500	3,100	4,200	6,700	6,740	6,770	6,700	6,770							
7	4,360	3,500	3,110	2,650	3,100	6,770	6,700	6,770	6,770	6,660							
8	3,400	2,700	2,650	2,690	3,250	6,690	6,677	6,800	6,670	6,630							
9	2,940	2,650	2,890	2,700	3,600	6,640	6,490	6,350	6,680	6,670							
10	2,900	2,780	2,900	2,800	2,700	6,770	6,600	6,770	6,690	6,680							
11																	
12	COLUMNA CML1					COLUMNA CML2											
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
6. ESQUEMAS																	
																	
Esquema 1. Zona sana espesores										Esquema 2. Medición con Paldador dual							
TECNIENSAYOS						TECNIENSAYOS											
Inspector Nivel II																	
Firma: 						Firma: _____											
Nombre: GUSTAVO NAVARRETE						Nombre: _____											
Fecha: 2/05/2025						Fecha: _____											



TECNIENSAYOS



REPORTE DE MEDICIÓN DE ESPESORES

TE-END-F-017

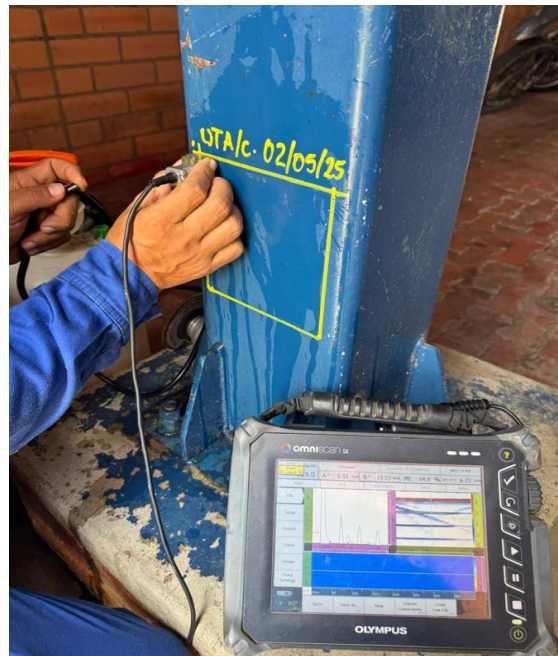
Versión 04

Fecha: 2020-08-07


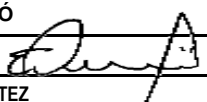
1. DATOS DEL CLIENTE Y PROYECTO

PROYECTO:	ESTUDIO PATOLOGICO AL PUNTO FIJO (ESCALERA) DEL BLOQUE 12 DE LA CIUDADELA "LA ESPERANZA" DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL, CASANARE.		INFORME N	2
CLIENTE:	UNIVERSIDAD SANTOTOMAS	SIST/LINEA	N/A	PK:
CONTRATISTA:	N/A	DIÁMETRO LÍNEA:	COLUMNA ESTRUCTURAL	ESP NOM
ELEM INSPECCIONADO:	COLUMNA	PARTE:	BASE INFERIOR	FECHA:
				2/05/2025


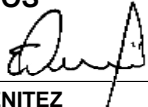
FOTO DE AREA DE INSPECCION



ANEXO 8. ENSAYO DE INSPECCIÓN DE REVESTIMIENTO

	TECNIENSAYOS												TE-END-F-009							
													VERSION 1							
	REPORTE INSPECCIÓN DE REVESTIMIENTO												11/03/2023							
													Pág 1 de 1							
CLIENTE: UNIVERSIDAD SANTOTOMAS						REGISTRO No: 1														
PROYECTO: Estudio patológico al punto fijo (escalera) del bloque 12 de la ciudadela "La						FECHA: 5/05/2025														
UBICACIÓN: Bloque 12 de la ciudadela						TIPO DE REVESTIMIENTO:						SISTEMA AEREO/ BICAPA						DIAMETRO VA 0.30 M X0.30 M		
LOS RESIDUOS FUERON REMOVIDOS												LIMPIEZA MECANICA			BRUSH OFF			METAL BLANCO		
REBABAS		ÓXIDOS		POLVO		GRASA		OTROS		SSPC-SP 2			SSPC-SP 7			SSPC-SP 5				
NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	B	A	N.A	B	A	N.A	B	A	N.A		
X		X		X		X		X				X								
LIMPIEZA - CONDICIONES AMBIENTALES																				
TEMPERATURA AMBIENTE °C			HUMEDAD RELATIVA %			TEMPERATURA METAL °C			PUNTO DE ROCÍO °C			HORA			Δ °C	LLUVIA				
Inicial	Inter.	Final	Inicial	Inter.	Final	Inicial	Inter.	Final	Inicial	Inter.	Final	Inicial	Inter.	Final	Final	SI	NO	Durac.		
26,7	26,5	29	80,7	80	84	26	27	28	25.1	26	27	9:00	12:00	15:00	28.7		X			
PERFIL DE ANLAJE MICRAS <input type="checkbox"/> MILS <input checked="" type="checkbox"/>																				
PROFUNDIMETRO							NA													
1	2	3	4	5	6	PROM. TOTAL														
LECT.	LECT.	LECT.	LECT.	LECT.	LECT.															
PINTURA - CONDICIONES AMBIENTALES																				
TEMPERATURA AMBIENTE °C			HUMEDAD RELATIVA %			TEMPERATURA METAL °C			PUNTO DE ROCÍO °C			HORA			Δ °C	LLUVIA				
Inicial	Inter.	Final	Inicial	Inter.	Final	Inicial	Inter.	Final	Inicial	Inter.	Final	Inicial	Inter.	Final	Final	SI	NO	Durac.		
25.7	26.7	28	80	80	82	27.4	28.8	30.0	x		x	8:17	10:00	15:00	29.0	X	NO	x		
BASE Nº :						BASE Nº :						BASE Nº :								
HARDENER Nº :						HARDENER Nº :						HARDENER Nº :								
ESPESOR DE PELÍCULA : HÚMEDA <input checked="" type="checkbox"/> SECA <input checked="" type="checkbox"/> ; MILS <input checked="" type="checkbox"/> MICRAS <input type="checkbox"/>																				
1º SPOT			2º SPOT			3º SPOT			4º SPOT			5º SPOT			6º SPOT			POM TOTAL		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	()		
Lect.	Lect.	Lect.	Lect.	Lect.	Lect.	Lect.	Lect.	Lect.	Lect.	Lect.	Lect.	Lect.	Lect.	Lect.	Lect.	Lect.	Lect.			
3	2,2	3,8	2,7	2,8	2,9	3,3	3	2,4	2,9	3,4	2,5	3,1	2,5	2,2	3,00	2,80	2,90	2,90		
EQUIPOS		TERMOHIGROMETRO		TERMOMETRO CHAPA		RUGOSIMETRO		MEDIDOR ESPESORES		EQUIPO ADHERENCIA										
Fabricante		POSITECTOR		POSITECTOR				POSITECTOR												
Serie N:		25064		25064				25064												
Fecha Calibracion:08-06-2023		8/06/2023		8/06/2023				8/06/2023												
UBICACIÓN		AREA		DEFECTOS RELEVANTES		EQUIPO		VOLTAJE		PINTURA				OK / OUT						
ADHERENCIA																				
ADHERENCIA psi		ESPESOR DE PINTURA		UBICACIÓN		ADHERENCIA PINTURA%		COHESION PINTURA%		COHESION PEGANTE %				OK / OUT						
OBSERVACIONES																				
APROBACIÓN																				
POR TECNIENSAYOS		ELABORÓ						APROBÓ												
FIRMA																				
NOMBRE		EDWIN BENITEZ																		
CARGO		INSPECTOR																		
FECHA		5/05/2025						5/05/2025												

ANEXO 9. ENSAYO DE LIQUIDOS PENETRANTES

	TECNIENSAYOS		TE-END-F-006	
			Rev. 09	
	REPORTE INSPECCION POR LIQUIDOS PENETRANTES		Fecha: 2024-09-09	
CLIENTE: UNIVERSIDAD SANTOTOMAS	ISOMETRICO ESTRUCTURA METALICA	LUGAR AGUAZUL	FECHA 5/05/2025	
PROYECTO Estudio patológico al punto fijo (escalera) del bloque 12 de la ciudadela "La Esperanza"				
REPORTE Nº 01	PROCEDIMIENTO TE-END-IT-015			
HOJA 1 DE 2	NORMA INSPECCIÓN: ASME BPVC.V-2023	NORMA ACEPTACION: AWS D1.1/D1.1M:2020		
TIPO PENETRANTE: LIQUIDOS ROJOS VISIBLES / REMOVIBLE SOLVETE		APLICACIÓN: SPRAY - BROCHA		
MARCA: Met - L - Chek	TIPO DE LIMPIEZA: GRATA MECANICA	TIEMPO PENETRACIÓN: 15m		
REMOCION TRAPO	TEMPERATURA DE SUPERFICIE 24° C	TIEMPO REVELADO: 7-10m		
PENETRANTE: LOTE: BC 16344	REVELADOR: LOTE: BC 21393	LIMPIADOR: LOTE: BC 27156		
∅	JUNTA	DEFECTO	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES
NA	1		OK	Se inspeccionaron 7 juntas soldadas que hacen parte de la estructura del bloque 12 de la ciudadela la esperanza, con resultados aprobados.
	2		OK	
	3		OK	
	4		OK	
	5		OK	
	6		IL	
	7		IL	
TIPOS DEFECTOS: INTERPRETACION: G:GRIETA IL:INDICACION ALARGADA IR:INDICACION REDONDEADA OK:ACEPTADA R:RECHAZADA PA:POROSIDAD AISLADA				
POR TECNIENSAYOS Inspector Nivel II FIRMA:  NOMBRE: EDWIN BENITEZ FECHA: 5/05/2025		CLIENTE FIRMA: _____ NOMBRE: _____ FECHA: 6/05/2025	OTROS FIRMA: _____ NOMBRE: _____ FECHA: 6/05/2025	



TECNIENSAYOS

TE-END-F-006

Rev. 09

REPORTE INSPECCION POR LIQUIDOS PENETRANTES

Fecha: 2024-09-09

CLIENTE:
UNIVERSIDAD SANTOTOMAS

ISOMETRICO
ESTRUCTURA METALICA

LUGAR
AGUAZUL
FECHA
5/05/2025

PROYECTO

Estudio patológico al punto fijo (escalera) del bloque 12 de la ciudadela "La Esperanza"

REPORTE Nº

01

PROCEDIMIENTO

TE-END-IT-015

