

ESTUDIO PATOLÓGICO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA GUAYABAL COVEÑAS

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Estudiantes:

Oscar Darío Garzón Bosa

Bayron Jamit Clavijo Roa

Jonathan Fabricio Ortiz

Asesora:

María Paz Duque Gutiérrez

Universidad Santo Tomas
Especialización en patología de la construcción
Facultad De Ingeniería
Agosto, 2024

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704

RESUMEN

El presente trabajo detalla el diagnóstico patológico realizado a la estructura del tanque de almacenamiento de agua “Guayabal” ubicado a 3 km del municipio de Coveñas en el departamento de Sucre; Este diagnóstico tuvo como objetivo principal evaluar y analizar la condición actual de la estructura y detectar posibles fallas patológicas tanto en su cimentación como en el tanque elevado y mediante ensayos patológicos realizados al paciente, determinar conclusiones y recomendaciones para prevenir algún riesgo para la comunidad que hace uso de esta estructura como fuente principal de abastecimiento.

Los ensayos realizados incluyen una inspección minuciosa y un reconocimiento detallado del tanque; con el fin de identificar cualquier tipo de lesión o deterioro que pueda afectar su funcionamiento. A partir de la información recopilada, se clasificaron los procesos patológicos encontrados en tres categorías principales: lesiones físicas, lesiones químicas y lesiones biológicas.



Fotografía 1 Tanque elevado de
almacenamiento de agua “Guayabal” Fuente: propia



Fotografía 2 Tanque
elevado de almacenamiento de
agua “Guayabal” Fuente: propia

ABSTRACT

The present work details the pathological diagnosis made to the structure of the “Guayabal” water storage tank located 3 km from the municipality of Coveñas in the department of Sucre. The main objective of this diagnosis was to evaluate and analyze the current condition of the structure and detect possible pathological failures both in its foundation and in the elevated tank and through pathological tests carried out on the patient, determine conclusions and recommendations to prevent any risk for the community that uses this structure.

The tests carried out include a thorough inspection and detailed recognition of the tank; In order to identify any type of injury or deterioration that may affect its operation. Based on the information collected, the pathological processes found were classified into three main categories: physical injuries, chemical injuries and biological injuries.

PALABRAS CLAVE

PALABRAS	DESCRIPCIÓN
Fractura por fatiga	Daño estructural causado por cargas repetitivas o fluctuantes, resultando en la formación y propagación de grietas.
FEA	Método numérico para la simulación y análisis de comportamiento estructural mediante la subdivisión de una estructura en elementos pequeños para evaluar el comportamiento global.
Efecto de corrosión	Proceso químico que deteriora gradualmente los materiales estructurales, debilitando la integridad y propiciando la formación de fisuras.
NDT	Métodos como ultrasonido, radiografía y partículas magnéticas para evaluar la salud estructural sin comprometer la integridad del material.
Coefficiente de Poisson	Parámetro que describe la relación entre las deformaciones laterales y longitudinales de un material, crucial para evaluar su comportamiento frente a tensiones.
Deformación plástica	Cambios en la estructura cristalina de un material debido a cargas repetidas, afectando su resistencia y propiciando la formación de grietas.

Módulo de elasticidad	Propiedad que describe la rigidez de un material y su capacidad para deformarse elásticamente bajo cargas.
Fatiga cíclica	Proceso de deterioro estructural causado por cargas repetidas a lo largo del tiempo, resultando en la formación y propagación de fisuras.
Desplazamiento diferencial	Diferencia en la posición de puntos adyacentes en una estructura, indicando posibles deformaciones y desplazamientos no deseados.
Permeabilidad del concreto	Propiedad que describe la capacidad del concreto para resistir la infiltración de agua, lo cual puede afectar la durabilidad de la estructura.
Ciclos de histéresis	Representación gráfica de la relación entre fuerza y desplazamiento durante ciclos de carga y descarga, importante en el análisis de estructuras sometidas a cargas cíclicas.

KEY WORD

PALABRAS	DESCRIPCIÓN
Fatigue Fracture	Structural damage caused by repetitive or fluctuating loads, resulting in the formation and propagation of cracks.
FEA	Numerical method for simulating and analyzing structural behavior by subdividing a structure into small elements to assess global performance.
corrosión Effect	Chemical process that gradually deteriorates structural materials, weakening integrity and promoting the formation of fissures.
NDT	Methods such as ultrasound, radiography, and magnetic particles to assess structural health without compromising material integrity.
Poisson's Ratio	Parameter describing the relationship between lateral and longitudinal deformations of a material, crucial for evaluating its behavior under tension.
Localized plastic deformation	Permanent changes in the shape of a material in specific areas, commonly associated with crack formation.
Elastic Modulus	Property describing the stiffness of a material and its ability to deform elastically under loads.

Cyclic Fatigue	Process of structural deterioration caused by repeated loads over time, resulting in the formation and propagation of fissures.
Differential Displacement	Difference in the position of adjacent points in a structure, indicating possible deformations and undesired displacements.
Concrete Permeability	Property describing the concrete's ability to resist water infiltration, which can affect the durability of the structure.
Hysteresis cycles	Graphical representation of the relationship between force and displacement during loading and unloading cycles, important in analyzing structures subjected to cyclic loads.

Tabla de contenido

1.	INTRODUCCIÓN	10
2.	JUSTIFICACIÓN	12
3.	OBJETIVOS	14
3.1	Objetivo General:	14
3.2	Objetivos Específicos:	14
4.	MARCO REFERENCIAL.....	15
4.1	Marco Teórico	15
4.2	Marco legal.....	21
5.	METODOLOGÍA	23
5.1	Etapa I (Inspección preliminar del paciente).....	23
5.2	Etapa II (Recopilación de información necesaria para el estudio.)	24
5.3	Etapa III (Realización de ensayos destructivos y no destructivos.).....	24
5.4	Etapa IV (Análisis de resultados de los ensayos y diagnóstico.).....	25
5.5	Etapa V (Recomendaciones y propuestas de mantenimiento e intervención finales sobre el estado del paciente.)	25
6.	HISTORIA CLÍNICA.....	26
6.1	Datos generales del paciente:	26
6.2	Datos recolectados de las lesiones del paciente:.....	27
6.3	Descripción de las patologías encontradas en el paciente:	29
7.	VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	33
7.1	Tipo de suelo	33
7.2	Fallas geológicas	36
7.3	Caracterización sísmica.....	37
7.4	Clasificación de la estructura.....	40
7.5	Fichas de lesiones	41
7.6	Etapas de vulnerabilidad.....	45
7.7	Matriz de vulnerabilidad.....	46
8.	ENSAYOS DE CAMPO.....	47
9.	PROPUESTA DE INTERVENCION.....	56
10.	PRESUPUESTO.....	57
11.	CONCLUSIONES Y DIAGNOSTICO	58
12.	RECOMENDACIONES.....	62

13.	BIBLIOGRAFÍA	65
14.	ANEXOS	66

TABLA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1	Tanque elevado de almacenamiento de agua “Guayabal” Fuente: propia	2
Fotografía 2	Tanque elevado de almacenamiento de agua “Guayabal” Fuente: propia	2
Fotografía 3	ubicación Guayabal Departamento de Sucre. Fuente: Google Maps	13
Fotografía 4	Comunidad de Guayabal. Fuente: Google Maps	13
Fotografía 5	Ubicación tanque de almacenamiento “Guayabal”. Fuente: Google Maps .	26
Fotografía 6	lesión 1 encontrada. Fuente: Propia	29
Fotografía 7	lesión 2 encontrada. Fuente: Propia	29
Fotografía 8	lesión 3 encontrada. Fuente: Propia	30
Fotografía 9	lesión 4 encontrada. Fuente: Propia	30
Fotografía 10	lesión 4 encontrada. Fuente: Propia	30
Fotografía 11	lesión 5 encontrada. Fuente: Propia	31
Fotografía 12	lesión 5 encontrada. Fuente: Propia	31
Fotografía 13	lesión 6 encontrada. Fuente: Propia	31
Fotografía 14	lesión 7 encontrada. Fuente: Propia	32
Fotografía 15	lesión 8 encontrada. Fuente: Propia	32
Fotografía 16	Mapa geológico tanque elevado de agua “Guayabal” Fuente: SGC	33
Fotografía 17	Unidades Cronoestratigráficas Fuente: SGC.....	34
Fotografía 18	Codificación de unidades de cronoestratigráficas Fuente: SGC	35
Fotografía 19	Falla de san Sebastián Fuente: SGC.....	36
Fotografía 20	Zonas de Amenaza Sísmica aplicable NSR-10 en función de Aa y Av....	37
Fotografía 21	— Mapa de valores Aa NSR-10.....	38
Fotografía 22	— Mapa de valores Av NSR-10	39
Fotografía 23	Coeficientes de importancia NSR-10	40
Fotografía 24	— Escáner de refuerzo	50
Fotografía 25	— Regatas	51
Fotografía 26	— Ensayo de extracción de núcleos.....	52
Fotografía 27	— Ensayo de esclerometría.....	53
Fotografía 28	— Ensayo de carbonatación.....	54

1. INTRODUCCIÓN

El tanque Guayabal, ubicado a 3 km del municipio de Coveñas en el departamento de Sucre; presenta afectaciones patológicas visibles, este trabajo tiene como objeto principal evaluar y analizar la condición actual de la estructura y detectar posibles fallas patológicas tanto en su cimentación como en el tanque elevado y mediante ensayos patológicos realizados, determinar conclusiones y recomendaciones para prevenir algún riesgo para la comunidad que hace uso de esta estructura como fuente principal de abastecimiento.

Durante la visita de campo se llevó a cabo un exhaustivo reconocimiento de la estructura del tanque, así como la realización de ensayos de patologías correspondientes a cada uno de sus elementos. Estos ensayos incluyeron técnicas como regatas, extracción de núcleos, carbonatación, apiques, escáner de refuerzo y esclerometrías, que permitieron visualizar el estado de las diferentes estructuras del tanque.

La metodología utilizada para la evaluación de la estructura del tanque se dividió en tres fases. En la fase de observación en campo, se realizó una inspección detallada de todos los elementos del tanque, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y el estado actual de cada estructura. La fase de toma de datos permitió deducir el estado de conservación y mantenimiento de la construcción, identificando los procesos patológicos presentes en la estructura mediante un registro fotográfico. Esta fase también incluyó la elaboración de fichas de calificación del daño, que determinaron el porcentaje de afectación según la tipología del proceso patológico en lesiones físicas, químicas, mecánicas y biológicas. Por último, la fase de muestreo consistió en la

realización de ensayos destructivos y no destructivos en los materiales que conforman los elementos de la estructura, con el objetivo de evaluar sus propiedades mecánicas.

Con la información obtenida durante el estudio de patología, se realizó una evaluación preliminar para determinar las causas de los procesos patológicos que están afectando la funcionalidad y el comportamiento estructural del tanque. A partir de esta evaluación, se generó un análisis estructural para generar recomendaciones estructurales con el fin de mejorar la funcionalidad, la estabilidad y la apariencia del tanque.

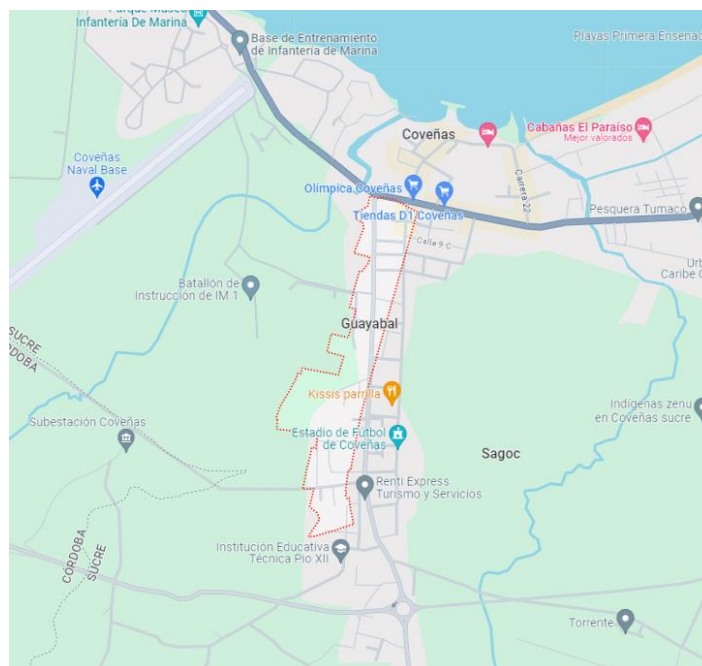
2. JUSTIFICACIÓN

El tanque de almacenamiento de agua llamado Guayabal con una altura aproximada de 20,40 m y con diámetro de 10 m tiene un volumen útil de 700 m³, provee como tanque de distribución de agua potable de los sectores Guayabal, Calle de los Tramosos, La Coquerita, La Boquita y Punta Seca, con una población de aproximadamente 800 personas, La comunidad ha visto una degradación física en el tanque, encontrando fisuras en su cimentación y fallas en el proceso constructivo, Al ser una estructura que provee un servicio fundamental como es el agua, la comunidad presenta preocupación por el estado actual del tanque de almacenamiento y su funcionalidad.

La visita de campo y los ensayos correspondientes se fundamentaron en la imperante necesidad de evaluar minuciosamente el estado de conservación y mantenimiento de la estructura del paciente en cuestión. Este estudio se dirige como un esfuerzo para obtener información precisa y detallada sobre el estado actual de la infraestructura, con la premisa fundamental de garantizar la continuidad de la operación del tanque.

La importancia de una conservación adecuada no solo radica en la preservación física del tanque, sino también en las consecuencias del deterioro que podría generar. Se busca, en esencia, identificar posibles lesiones, daños o procesos patológicos que pudieran afectar la integridad estructural y la funcionalidad del tanque. Esta evaluación es esencial para anticipar y prevenir cualquier riesgo potencial, asegurando así un entorno seguro y operativo.

En la fotografía 3 se puede observar la ubicación del tanque en Guayabal departamento de sucre.



Fotografía 3 ubicación Guayabal Departamento de Sucre. Fuente: Google Maps



Fotografía 4 Comunidad de Guayabal. Fuente: Google Maps

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General:

Realizar el diagnóstico patológico del tanque Guayabal con el fin de evaluar su estado de conservación, identificar procesos patológicos y determinar las causas que puedan estar afectando su funcionalidad y comportamiento estructural.

3.2 Objetivos Específicos:

- Determinar el estado actual de la estructura y las condiciones ambientales que la afectan.
- Identificar y clasificar los procesos patológicos presentes en el tanque, considerando las lesiones físicas, químicas, mecánicas y biológicas.
- Evaluar las propiedades mecánicas de los materiales que conforman los elementos del tanque mediante ensayos destructivos y no destructivos y así determinar las causas de los procesos patológicos identificados, analizando factores como el diseño, la selección de materiales, el mantenimiento y las condiciones de uso del tanque.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 Marco Teórico

Los tanques de almacenamiento de agua son infraestructuras críticas en la gestión y distribución del agua potable y otras aplicaciones industriales. A lo largo de su vida útil, estos tanques pueden presentar diversas patologías que afectan su integridad estructural, funcionalidad y seguridad. Entender las causas y efectos de estas patologías es esencial para su adecuado mantenimiento y operación.

Las patologías estructurales incluyen fisuras y grietas, que pueden originarse por asentamientos diferenciales, contracción del concreto, cargas excesivas o defectos en la construcción. Estas fisuras pueden permitir la entrada de agua y otros agentes nocivos, acelerando el deterioro. El desprendimiento del concreto suele ser consecuencia de la corrosión de las armaduras internas, que provoca la expansión del óxido y el desprendimiento del concreto circundante. Las deflexiones y deformaciones resultan de sobrecargas o diseño inadecuado, afectando la capacidad del tanque para soportar las cargas previstas.

Las patologías por corrosión incluyen la corrosión de armaduras, donde la penetración de agua y agentes agresivos como cloruros y sulfatos puede llevar a la corrosión de las armaduras de acero dentro del concreto, debilitando la estructura. La carbonatación, que es la reacción del dióxido de carbono del aire con el hidróxido de calcio en el concreto, disminuye el pH y permite la corrosión de las armaduras, la gestión efectiva de los tanques de almacenamiento de agua requiere un entendimiento profundo de las patologías que pueden afectarlos, así como de las técnicas adecuadas para su diagnóstico y reparación. Un enfoque proactivo en el mantenimiento y

la inspección regular puede prevenir fallos catastróficos y extender la vida útil de estas infraestructuras críticas.

Las patologías relacionadas con la impermeabilidad incluyen filtraciones y fugas. Las fisuras y defectos en las juntas pueden permitir la fuga de agua desde el interior del tanque, así como la entrada de agua subterránea en tanques subterráneos. Las eflorescencias, que son la migración de sales disueltas a través del concreto, pueden formar depósitos blancos en la superficie, indicando problemas de permeabilidad.

Las patologías en los tanques de concreto pueden ser causadas por una variedad de factores. Las deficiencias en el diseño y construcción, como errores en el diseño estructural, elección inadecuada de materiales y técnicas de construcción deficientes, pueden llevar a patologías tempranas. Las condiciones ambientales, como la exposición a ciclos de congelación y descongelación, ambiente agresivo (presencia de cloruros, sulfatos) y fluctuaciones térmicas, pueden acelerar el deterioro. El mantenimiento inadecuado, como la falta de inspección y mantenimiento preventivo, puede permitir que pequeñas patologías se conviertan en problemas graves.

Para garantizar la longevidad y funcionalidad de los tanques de concreto, es fundamental implementar metodologías de diagnóstico y mantenimiento efectivas. Las inspecciones visuales permiten realizar evaluaciones periódicas para detectar fisuras, manchas de humedad, eflorescencias y otros signos visibles de deterioro. Las pruebas no destructivas, como la esclerometría, el ultrasonido y la termografía, permiten identificar daños internos sin comprometer la estructura. El monitoreo de la corrosión, mediante el uso de sensores y técnicas electroquímicas, permite evaluar el estado de las armaduras de acero. Las reparaciones y rehabilitaciones, como la

inyección de resinas en fisuras, la aplicación de recubrimientos protectores y el refuerzo de estructuras debilitadas, son métodos para corregir las patologías identificadas.

Para la reparación de fisuras y grietas, se puede utilizar la inyección de resinas epóxicas, una técnica adecuada para fisuras finas y grietas no activas. La resina epóxica se inyecta bajo presión, relleno y sellando la fisura, restaurando la integridad estructural y evitando la entrada de agua. Otra opción es el sellado con mortero de reparación, ideal para fisuras más grandes, utilizando un mortero con aditivos especiales para mejorar la adherencia y durabilidad. En casos de grietas extensas y activas, se pueden instalar grapas metálicas en la fisura para proporcionar estabilidad adicional antes de sellar la grieta con mortero de reparación o resina.

Para el desprendimiento del concreto, primero se debe eliminar el concreto deteriorado alrededor del área afectada, utilizando herramientas manuales o mecánicas sin dañar la armadura de acero subyacente. Luego, se aplica un mortero de reparación adecuado que puede incluir aditivos para mejorar la adherencia y resistencia a la corrosión. Finalmente, se puede aplicar un recubrimiento protector, como un sellador de poliuretano o epoxi, para prevenir futuros daños y proteger el concreto y las armaduras de la corrosión, para mitigar la corrosión de armaduras, se pueden utilizar técnicas como la descarbonatación, aplicando inhibidores de corrosión o protección catódica para detener la corrosión del acero. Si la corrosión de las armaduras es extensa, puede ser necesario reemplazar las barras de acero corroídas, lo que implica eliminar el concreto circundante, instalar nuevas barras de acero y recubrir con mortero de reparación. Aplicar recubrimientos protectores sobre las armaduras y el concreto puede proporcionar una barrera adicional contra la penetración de agentes corrosivos, con opciones como recubrimientos epóxicos y selladores de poliuretano.

Para tratar la carbonatación, se pueden aplicar inhibidores de corrosión sobre la superficie del concreto o inyectarlos en el interior para neutralizar los efectos de la carbonatación y proteger las armaduras de acero. En algunos casos, se puede aplicar una solución alcalina a la superficie del concreto para aumentar el pH y revertir parcialmente la carbonatación.

Para reparar filtraciones y fugas, el sellado de juntas y fisuras con materiales impermeabilizantes, como selladores de poliuretano o resinas epóxicas, puede prevenir las filtraciones y fugas de agua. Aplicar membranas impermeabilizantes sobre la superficie interna del tanque puede crear una barrera efectiva contra la entrada y salida de agua, utilizando membranas líquidas o en láminas. En casos de filtraciones severas, la inyección de poliuretano expandible puede sellar fisuras y juntas de manera efectiva, ya que el material se expande para rellenar los espacios y crear un sellado hermético.

Para prevenir eflorescencias, se pueden aplicar selladores superficiales para reducir la permeabilidad del concreto y evitar la migración de sales disueltas a la superficie. Mejorar la calidad del agua almacenada también puede reducir la formación de eflorescencias, mediante el tratamiento del agua para eliminar o reducir la concentración de sales disueltas.

Se tiene entonces que en el análisis de las “patologías” que es relacionada por (Gómez Cortéz, 2003), como la implicación del error de los involucrados responsables de la vida útil de la construcción, y encuentra los problemas constructivos o en algunos casos por descuido del diseñador o constructor, así se propone hacer una exploración detallada de los tipos de fisuras y

grietas, presentada de manera integral, revela una diversidad de manifestaciones que pueden surgir antes o después del fraguado del concreto en estructuras. Aunque muchas de estas fisuras y grietas aparecen en etapas tempranas, raramente afectan de manera significativa el comportamiento estructural de los elementos de concreto armado. Bajo la premisa de un diseño arquitectónico y estructural apropiado, las fisuras superficiales en el concreto se convierten en preocupaciones principalmente estéticas a corto plazo. Sin embargo, las grietas demandan una evaluación más rigurosa, según se indica en la Tabla 1, para discernir su impacto en la resistencia sísmica. Esta evaluación, a su vez, orienta las decisiones sobre los requisitos de refuerzo o reparación, reconociendo que tanto las fisuras como las grietas representan amenazas potenciales para la durabilidad a largo plazo de las estructuras cuando no son abordadas. Esto subraya la importancia crítica de la identificación y el control oportunos, como indican estudios recientes (Sotomayor y col., 2018).

En el ámbito de los procedimientos de reparación, la meticulosa selección de equipos especializados emerge como un imperativo. Equipos como lavadoras de agua a baja, media, alta y ultra alta presión, unidades de chorro de arena, scarificadores, martillos rotativos con diversos tipos de puntas, equipos de quemado controlado y dispositivos de aplicación de shotcrete, entre otros, se emplean con frecuencia. Este proceso se ve respaldado por una inspección rigurosa antes y durante la ejecución del trabajo, garantizando no solo el logro completo del propósito previsto, sino también la preservación de la integridad estructural a largo plazo.

Los estudios patológicos, a menudo carentes de claridad sobre su alcance, tienden a centrarse en los síntomas en lugar de abordar las causas subyacentes. Este enfoque, según la

práctica convencional, conduce a soluciones temporales e ineficaces, ya que los problemas tienden a resurgir con el tiempo. Abogando por un cambio radical en la concepción de la patología profesional, se sugiere ir más allá del tratamiento de síntomas, identificando de manera integral las causas subyacentes. Esto implica un análisis profundo y una comprensión holística para ofrecer soluciones duraderas y efectivas.

El fenómeno de la fisuración inducida por efectos térmicos se revela como una danza compleja de contracción y expansión térmica. La contracción térmica, manifestada por tensiones locales debido a diferencias de temperatura, y la expansión térmica, resultado de variaciones de temperatura, pueden dar lugar a fisuras. La fisuración ocurre cuando el valor de contracción o expansión es igual a la relación entre la resistencia a la tracción del material y su módulo de deformación. Vale la pena destacar que las fisuras inducidas por la expansión térmica son menos frecuentes debido a la notable resistencia a la compresión en comparación con la resistencia a la tracción.

En la disciplina del diseño estructural y el análisis de esfuerzos, se lleva a cabo una evaluación minuciosa de las cargas exteriores que actúan sobre la estructura, determinando con precisión las reacciones de soporte. Estas reacciones, junto con las cargas exteriores, sirven como insumos cruciales para calcular los valores de esfuerzos en diversos elementos estructurales. Un proceso de diseño meticuloso, que incorpora materiales adecuados y una ejecución de obra correcta, se configura como la clave para garantizar una vida útil segura y funcional de la estructura.

Sin embargo, las deficiencias en el diseño, el uso de materiales o la aparición de cargas adicionales imprevistas pueden someter la estructura a esfuerzos imprevistos, comprometiendo su capacidad de carga y, potencialmente, llevándola al colapso. Las fisuras, a menudo más profundas

y caracterizadas por ciertas características específicas, no solo sirven como manifestaciones indicativas de estos esfuerzos, sino que también demandan una evaluación cuidadosa para determinar su importancia como posibles problemas estructurales. En este sentido, la fisuración asume un papel clave como indicador temprano de desafíos estructurales potenciales (Sotomayor y col., 2018).

4.2 Marco legal

La Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) establece los requisitos de diseño, construcción, inspección y reparación para garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras ante eventos sísmicos. En el contexto de la patología del concreto reforzado, la NSR-10 proporciona directrices específicas para la evaluación de daños, técnicas de diagnóstico, y métodos de reparación y refuerzo, asegurando que cualquier intervención mantenga o mejore la capacidad estructural y la seguridad sísmica de la edificación.

Los ensayos de extracción de núcleos se rigen principalmente por la Norma Técnica Colombiana NTC 4321, que proporciona directrices detalladas para la ejecución y evaluación de estos ensayos. Según la NTC 4321, se debe utilizar equipos de perforación con coronas diamantadas para extraer los núcleos, asegurando que tengan un diámetro mínimo de 75 mm y una relación de longitud a diámetro preferiblemente de 2:1. La selección de puntos de extracción debe ser cuidadosa para no afectar la integridad estructural, y la perforación debe ser perpendicular a la superficie del concreto. Los núcleos extraídos deben ser preservados en condiciones adecuadas hasta su ensayo.

La NTC 4025 establece los procedimientos para el ensayo de esclerometría, que mide la

dureza superficial del concreto y estima su resistencia a compresión. La evaluación de la carbonatación, según la NTC 4021, implica el análisis de la profundidad de la carbonatación en el concreto, que puede afectar la durabilidad y protección del refuerzo. Por último, el escáner de refuerzo, regulado por la NTC 4024, utiliza técnicas no destructivas como el radar de penetración terrestre para detectar la ubicación y el estado de las barras de refuerzo dentro del concreto, asegurando así un diagnóstico integral de la estructura. Estas normativas garantizan que los ensayos se realicen de manera estandarizada, proporcionando datos confiables para la evaluación y mantenimiento de las estructuras de concreto.

5. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del informe patológico se plantean etapas de trabajo de forma sistemática, procurando obtener un diagnóstico adecuado del paciente.

A continuación, se enumeran las diferentes etapas y se describe las actividades que se desarrollaron en cada una de ellas.

Etapas de trabajo	Descripción
Etapa I	Inspección preliminar del paciente
Etapa II	Recopilación de información necesaria para el estudio.
Etapa III	Realización de ensayos destructivos y no destructivos.
Etapa IV	Análisis de resultados de los ensayos y diagnóstico.
Etapa V	Recomendaciones y propuestas de mantenimiento e intervención finales sobre el estado del paciente.

Tabla 1: Etapas de trabajo

5.1 Etapa I (Inspección preliminar del paciente)

En esta etapa se visitó la estructura, identificando las lesiones y características físicas mediante una inspección visual que ofrece el estado actual del paciente.

Una vez realizada la inspección visual; y teniendo identificadas todas las lesiones de la estructura, de acuerdo con el criterio del ingeniero y tomando lo visto en la especialización de patología de la construcción, se determinan los ensayos destructivos y no destructivos que se le realizaran al paciente con el fin de diagnosticar la estructura.

5.2 Etapa II (Recopilación de información necesaria para el estudio.)

Esta etapa de toma de datos se deduce el estado actual de conservación y mantenimiento de la construcción identificando los procesos patológicos actuales en la estructura, los cuales se apoyan en un registro fotográfico. Esta etapa contempla la elaboración de una serie de fichas de calificación del daño que determina el porcentaje de afectación según la tipología del proceso patológico en lesiones físicas, químicas y biológicas.

5.3 Etapa III (Realización de ensayos destructivos y no destructivos.)

Después de obtener los resultados de la toma de datos en campo, se procede a la realización de los respectivos ensayos al paciente.

En la etapa I y II se definen los ensayos a realizar, así mismo las zonas específicas donde se tomaron los ensayos y la cantidad, todo esto con el fin que los resultados sean lo más confiables para el diagnóstico final del paciente.

5.4 Etapa IV (Análisis de resultados de los ensayos y diagnóstico.)

Al determinar los procesos patológicos que se presentan en la estructura mediante los ensayos de laboratorio, se procede a realizar el análisis del diagnóstico de la estructura.

En esta etapa, con la información obtenida, se construye un diagnóstico para determinar las causas de los procesos patológicos que comprometen la funcionabilidad y el comportamiento estructural del tanque. De esta evaluación se generarán recomendaciones con el fin de mejorar la funcionalidad, la estabilidad y la apariencia del tanque.

5.5 Etapa V (Recomendaciones y propuestas de mantenimiento e intervención finales sobre el estado del paciente.)

De acuerdo con el análisis realizado teniendo como insumos la inspección visual, los resultados de los ensayos y el análisis estructural al tanque de almacenamiento de agua, se generaron recomendaciones estructurales con el fin de mejorar la funcionalidad, la estabilidad y la apariencia de los tanques.

6. HISTORIA CLÍNICA

6.1 Datos generales del paciente:

Nombre, uso y propietario:

Tanque elevado de almacenamiento de agua “Guayabal” para uso de la comunidad.

Localización (departamento, municipio, vereda)

El paciente está ubicado en el departamento de sucre, en una vereda llamada Guayabal a 2 km del municipio de Coveñas



Fotografía 5 Ubicación tanque de almacenamiento “Guayabal”. Fuente: Google Maps

Fecha de construcción y de intervenciones

Según la comunidad el tanque se construyó entre el 2006 y 2008, la estructura en cuestión se ha mantenido sin someterse a intervenciones hasta la fecha actual.

Uso previsto, actual y futuro del sector

El tanque de almacenamiento tiene como uso almacenar la cantidad suficiente de agua para satisfacer la demanda de la población y regular la presión adecuada en el sistema de distribución dando así un servicio eficiente para fines domésticos y de consumo general, almacena agua durante los momentos en que hay poca demanda, por ejemplo, por la noche, y así se puede asegurar de que haya suficiente agua para los momentos de mayor demanda, es decir, cuando muchas personas necesitan agua al mismo tiempo.

Datos generales del entorno:

El municipio de Coveñas, ubicado en la costa caribeña de Colombia, tiene un clima tropical con temperaturas que oscilan entre los 25°C y 30°C durante todo el año. La temporada de lluvias va de mayo a noviembre, mientras que la temporada seca abarca de diciembre a abril. Además, en esta región costera, se experimenta una alta temperatura y humedad atmosférica.

6.2 Datos recolectados de las lesiones del paciente:

La observación en campo permitió identificar las condiciones actuales de la estructura, su interacción con el medio ambiente además de desviaciones, sobrecargas y deformaciones en los elementos, esto se ve reflejado en daños visibles en la estructura.

Se observaron refuerzos expuestos, sin recubrimiento libre, adicionalmente, el concreto manchado por alguna presunta filtración de agua. Pérdida del color normal del concreto causado por materia orgánica, fisuras en gran parte de la longitud de las columnas, se visualizaron dos tipos de concreto lo que puede obedecer a reparaciones realizadas a las columnas ya bien sea en su etapa de construcción o en una etapa posterior de inspección y por último se encontró que algunas columnas tenían pérdida de recubrimiento con refuerzo expuesto.

Lo anterior se puede observar en las fichas de lesiones que se presentan como Anexo 1 de este documento.

El tanque elevado Guayabal es administrado por el acueducto Sercov (Empresa de Servicio Público de Acueducto y Alcantarillado S.A.E.S.P.) empresa con la que se buscó el contacto para realizar la inspección y los estudios de patología, sin embargo, la autorización se logró de manera telefónica por lo cual se realizó la toma de muestras el día 05 de diciembre de 2023 como se evidencia en las fotografías No. 24 y 25, y quedaron de remitir la autorización al correo electrónico, no obstante, una vez realizadas las consultas y diligencias respectivas, no se recibió dicha información a la fecha de la realización de este informe.

6.3 Descripción de las patologías encontradas en el paciente:



Fotografía 6 lesión 1 encontrada. Fuente: Propia

Se observan refuerzos expuestos, sin recubrimiento libre, adicionalmente, el concreto manchado por humedad.



Fotografía 7 lesión 2 encontrada. Fuente: Propia

En gran parte del tanque se puede observar las juntas de construcción del concreto junto con las manchas causadas por la materia orgánica y humedades.



Fotografía 8 lesión 3 encontrada. Fuente: Propia

Fisuras en gran parte de la longitud de las columnas



Fotografía 9 lesión 4 encontrada.

Fuente: Propia



Fotografía 10 lesión 4 encontrada.

Fuente: Propia

Se pueden visualizar dos tipos de concreto, que puede obedecer a reparaciones realizadas a las columnas ya bien sea en su etapa de construcción o en una etapa posterior de inspección.



Fotografía 11 lesión 5 encontrada.

Fuente: Propia



Fotografía 12 lesión 5 encontrada.

Fuente: Propia

Perdida de recubrimiento en las columnas, causando que el refuerzo estructural quede expuesto.



Fotografía 13 lesión 6 encontrada. Fuente: Propia

Deformaciones importantes en las columnas



Fotografía 14 lesión 7 encontrada. Fuente: Propia

Hormigueros encontrados en vigas de amarre



Fotografía 15 lesión 8 encontrada. Fuente: Propia

Uniones entre columnas y vigas de amarre en mal estado.

7. VULNERABILIDAD SÍSMICA

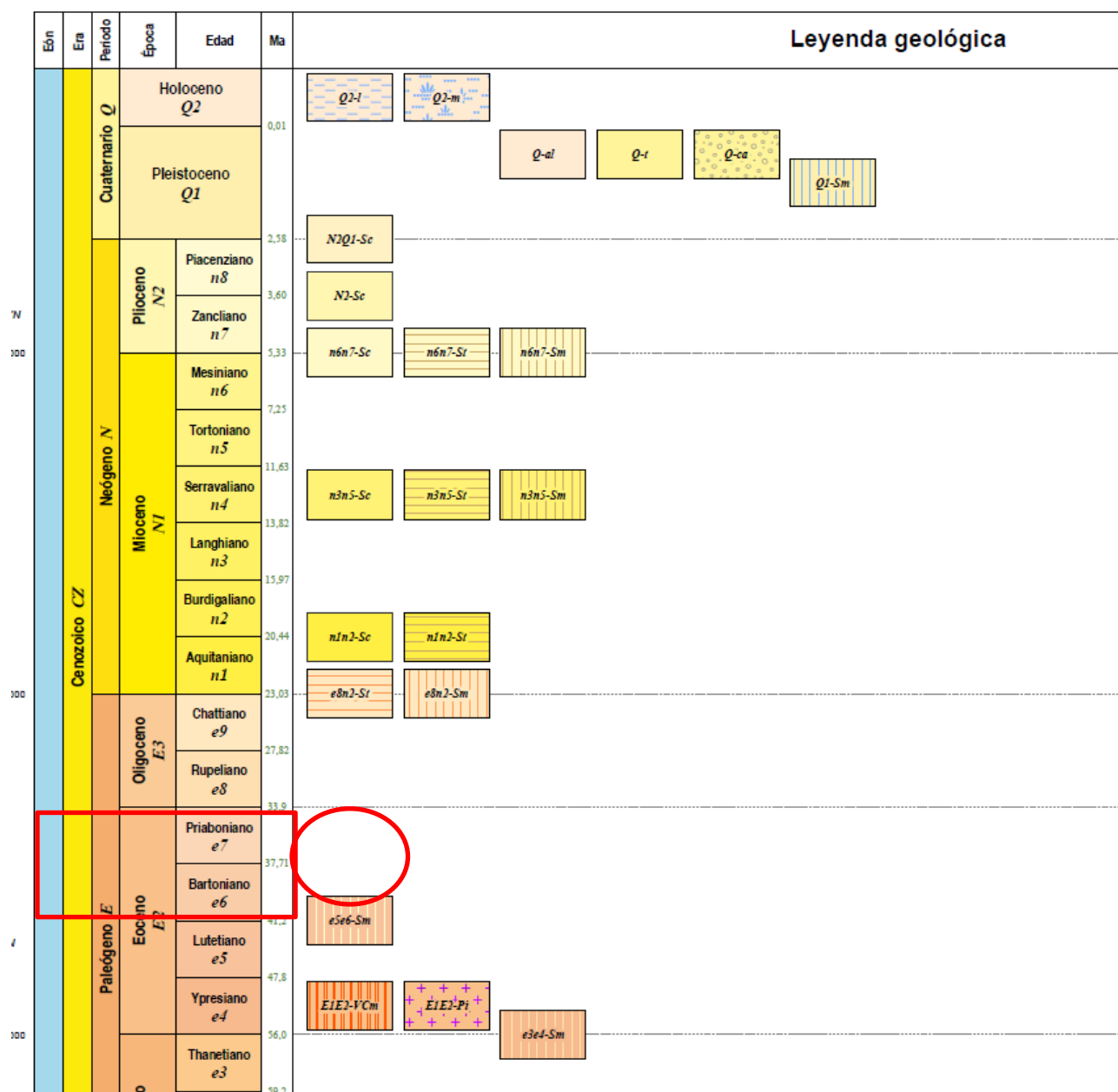
7.1 Tipo de suelo

Ya que no se cuenta con un estudio de suelo para el tanque elevado “Guayabal”, se investigó por medio de la página del servicio Geológico Colombiano “SGC”, que tipo de geología se tiene en la ubicación exacta del tanque, dándonos una descripción de arenitas líticas de grano medio a conglomeráticas, calizas y conglomerados, formación Toluviejo, las Arenitas Líticas son rocas que ocupan una amplia franja cartográfica, Constan de arenitas de grano grueso conglomeráticas hacia la base y fino a muy fino hacia el techo de las capas; son de color pardo amarillento oxidado a gris amarillento; están compuestas principalmente por cuarzo, chert y feldespatos alterados, moscovita y glauconita, y en algunos sectores presenta materia orgánica y concreciones de arenitas de grano fino muy compactas.



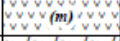
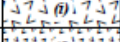
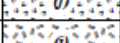
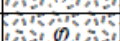
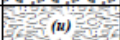
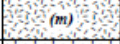
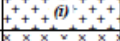
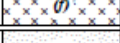
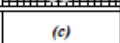
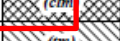
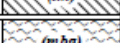
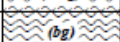
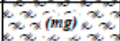
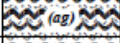
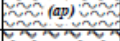
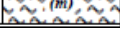
Fotografía 16 Mapa geológico tanque elevado de agua “Guayabal” Fuente: SGC

La formación geológica Toluviejo, es una de las más explotadas en los últimos años en el departamento de sucre, de acuerdo al SGC tenemos un periodo de suelo Paleógeno de edad Bartoniano y lutetiano, como se muestra en la siguiente imagen.



Fotografía 17 Unidades Cronoestratigráficas Fuente: SGC

La litología del suelo en la ubicación del tanque elevado “Guayabal” de acuerdo al SGC es un suelo Sedimentario Marino.

Codificación de las unidades cronoestratigráficas del Atlas Geológico de Colombia								
MP3NP1-Mag								
Edad ¹			Litología					
Mesoproterozoico-Neoproterozoico			Metamórfica de alto grado					
¹ Para las edades se adopta la Carta Cronoestratigráfica Internacional 2002 (Cohen et al., 2013)								
Criterios litológicos de codificación								
Litología	Rocas	Ígneas	Tipo de roca ígnea	Volcánicas (V)	Composición	Ultramáfica		(u)
						Máfica		(m)
Intermedia						(i)		
Félsica						(f)		
Hipoabisales (H)	Composición			Intermedia		(i)		
				Félsica		(f)		
				Ultramáfica		(u)		
Plutónicas (P)	Composición			Máfica		(m)		
				Intermedia		(i)		
				Félsica		(f)		
Volcanoclásticas (VC)	Ambiente	Ambiente	Continental		(c)			
			Marino		(m)			
			Continental-transicional ^P		(ct)			
	Ambiente	Ambiente	Continental		(c)			
			Transicional ^P		(t)			
			Marino		(m)			
Sedimentarias (S)	Ambiente	Ambiente	Continental-transicional ^P		(ct)			
			Continental-transicional ^P -marino		(ctm)			
			Transicional ^P -marino		(tm)			
Metamórficas (M)	Grado de metamorfismo	Grado de metamorfismo	Muy bajo grado		(mbg)			
			Bajo grado		(bg)			
			Medio grado		(mg)			
			Alto grado		(ag)			
			Alta presión		(ap)			
			Mármol ^{es} ²		(m)			

Fotografía 18 Codificación de unidades de cronoestratigráficas Fuente: SGC

Coveñas forma parte de la región noroccidental de Colombia, la cual ha tenido una gran complejidad estructural y sedimentaria producto de la estrecha interrelación y evolución tectosedimentaria de la esquina noroccidental de Suramérica, donde la interacción de las placas tectónicas del Caribe y de Suramérica ha jugado un papel preponderante. Como resultado de la convergencia de estas placas desde finales del Mesozoico se han formados dos franjas plegadas, conocidas ampliamente en la literatura como Cinturón del Sinú, en la parte más occidental costera, y el Cinturón Fragmentado de San Jacinto, en la parte oriental del área, limitadas por el lineamiento del Sinú (INGEOMINAS, 2003)

7.2 Fallas geológicas

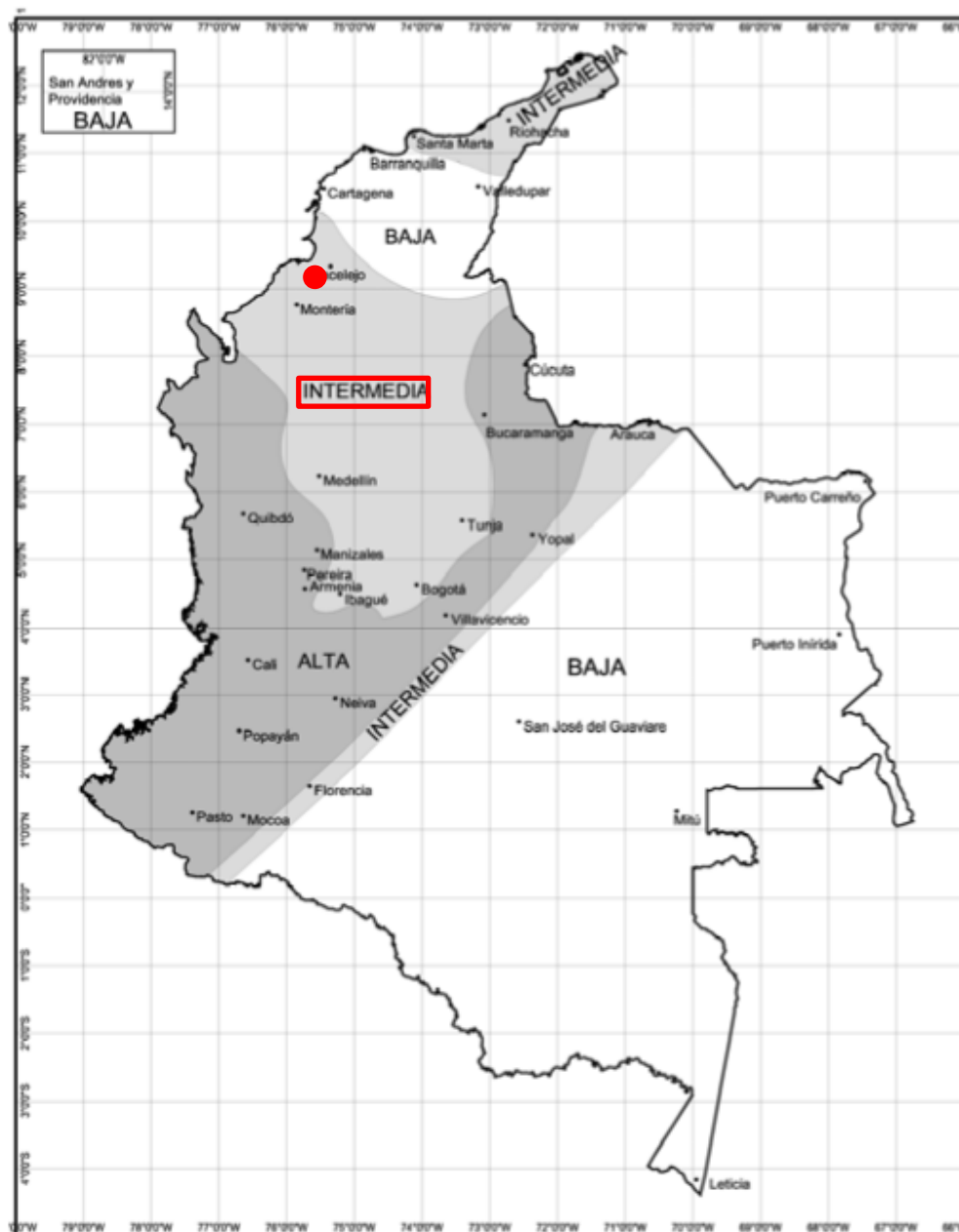
De acuerdo al SGC la falla más cercana a la ubicación del del tanque elevado “Guayabal” es la falla de san Sebastián, la cual pertenece al conjunto de accidentes tectónicos de primero orden que se extiende desde san Sebastián (Lorica Córdoba), hasta caño lobo (Córdoba).



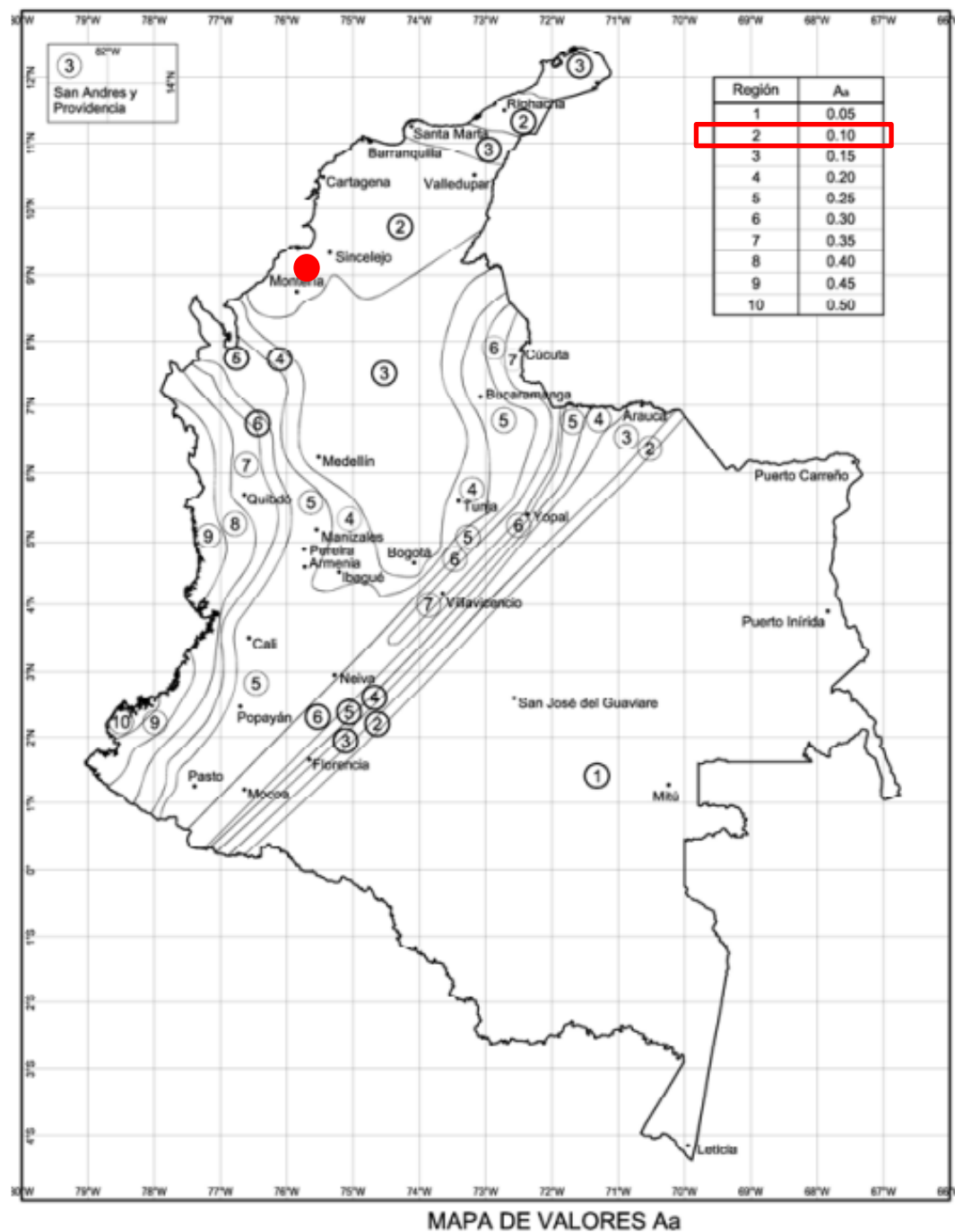
Fotografía 19 Falla de san Sebastián Fuente: SGC

7.3 Caracterización sísmica

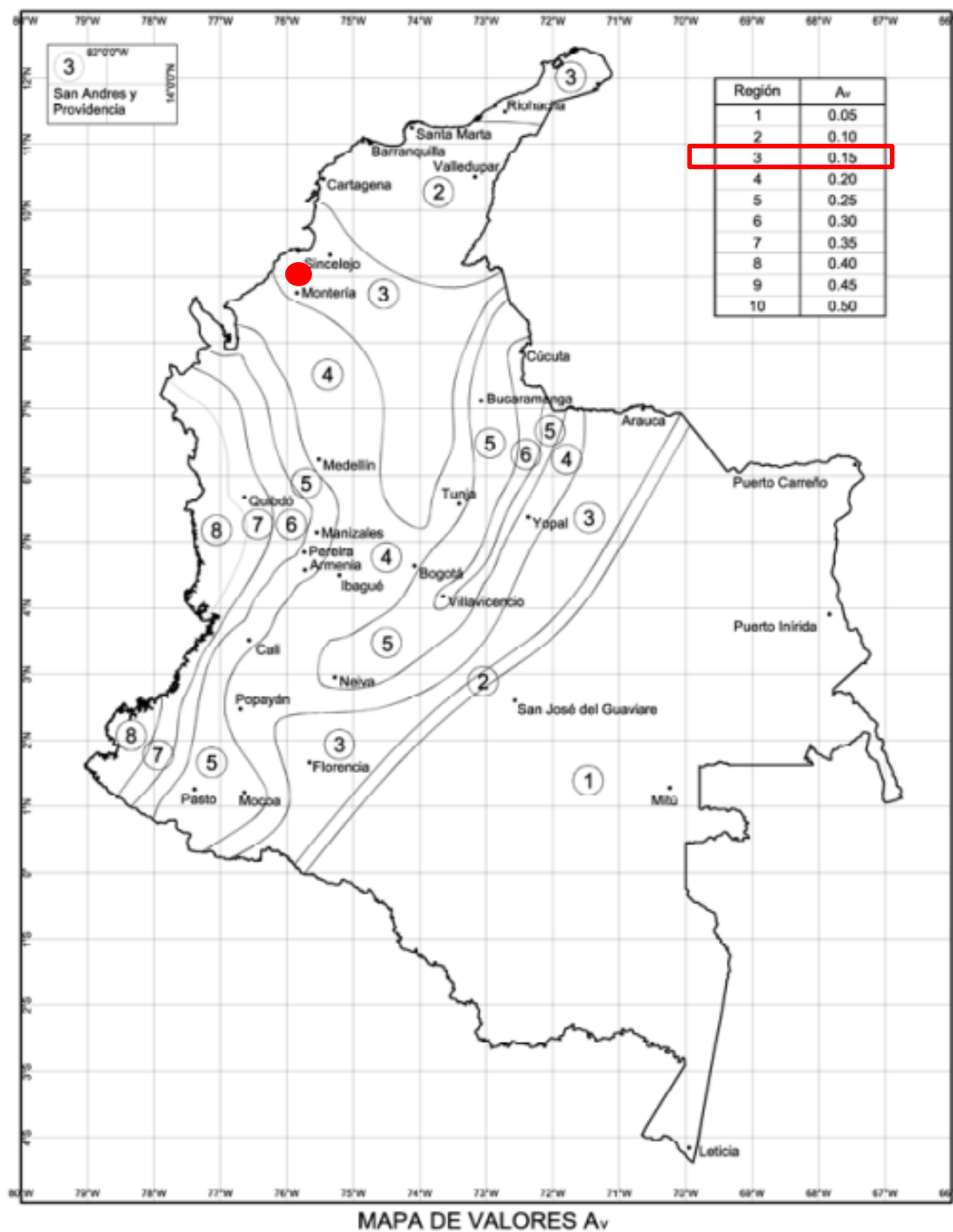
Coveñas - Sucre, se encuentra en una zona de amenaza sísmica intermedia de acuerdo a la NSR-10 Figura A.2.3-1 se procede a determinar el coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva $A_a=0,10$ según la Figura A.2.3-2 de la NSR-10 y el coeficiente de la velocidad horizontal pico efectiva $A_v=0,15$ según la Figura A.2.3-3 de la NSR-10.



Fotografía 20 Zonas de Amenaza Sísmica aplicable NSR-10 en función de A_a y A_v



Fotografía 21 — Mapa de valores A_a NSR-10



Fotografía 22 — Mapa de valores A_v NSR-10

7.4 Clasificación de la estructura

Todas las estructuras deben clasificarse dentro de los grupos que se han definido en la norma NSR-10, el cual se relaciona con la importancia que la estructura tenga para prestar servicios a la comunidad después de un evento extremo.

Para esta clasificación la normativa establece cuatro grupos de uso dentro de los cuales, cualquier edificación diseñada en el territorio nacional debe asignarse. La clasificación entonces está relacionada con el uso que al cual se destine.

Según la norma NSR-10 se cuentan las siguientes definiciones de cada grupo

A.2.5.1.1 — Grupo IV — Edificaciones indispensables — Son aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar alterno. Este grupo debe incluir:

A.2.5.1.2 — Grupo III — Edificaciones de atención a la comunidad — Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en el grupo IV. Este grupo debe incluir:

A.2.5.1.3 — Grupo II — Estructuras de ocupación especial — Cubre las siguientes estructuras:

- (a) Edificaciones en donde se puedan reunir más de 200 personas en un mismo salón,
- (b) Graderías al aire libre donde pueda haber más de 2000 personas a la vez,
- (c) Almacenes y centros comerciales con más de 500 m² por piso,
- (d) Edificaciones de hospitales, clínicas y centros de salud, no cubiertas en A.2.5.1.1.
- (e) Edificaciones donde trabajen o residan más de 3000 personas, y
- (f) Edificios gubernamentales.

A.2.5.1.4 — Grupo I — Estructuras de ocupación normal — Todas la edificaciones cubiertas por el alcance de este Reglamento, pero que no se han incluido en los Grupos II, III y IV.

Fotografía 23 Coeficientes de importancia NSR-10

La estructura corresponde a una instalación o edificación indispensable, que de acuerdo con la NSR-10 A.2.5.1 se encuentra dentro del grupo de uso clasificada como GRUPO IV – Edificaciones indispensables.

Para cada coeficiente de importancia se cuenta con un valor por el cual debe afectarse, por ejemplo, el espectro de diseño de la estructura:

Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

7.5 Fichas de lesiones

FICHA DE LESIONES TÍPICAS																																														
	CAUSAS DE LAS LESIONES																																													
	DIRECTAS																																													
	<table border="1"> <tr> <th colspan="5">FÍSICAS</th> <th colspan="5">MECÁNICAS</th> <th colspan="3">QUÍMICAS/ BIOLÓGICAS</th> <th colspan="2">LESIONES PREVIAS</th> </tr> <tr> <td>Humedad</td> <td>Erosión</td> <td>Cambios térmicos</td> <td>Agrietamiento</td> <td>Contaminación</td> <td>Sismos</td> <td>Empujes</td> <td>Impactos</td> <td>Rizomorfismos</td> <td>Sobrecarga</td> <td>Pérdida de rigidez</td> <td>Amenazas del entorno</td> <td>Incompatibilidad de materiales</td> <td>Traslapos inadecuados</td> <td>Corrosión ambiental</td> </tr> <tr> <td>☒</td> <td></td> <td></td> <td>☒</td> <td>☒</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	FÍSICAS					MECÁNICAS					QUÍMICAS/ BIOLÓGICAS			LESIONES PREVIAS		Humedad	Erosión	Cambios térmicos	Agrietamiento	Contaminación	Sismos	Empujes	Impactos	Rizomorfismos	Sobrecarga	Pérdida de rigidez	Amenazas del entorno	Incompatibilidad de materiales	Traslapos inadecuados	Corrosión ambiental	☒			☒	☒										
	FÍSICAS					MECÁNICAS					QUÍMICAS/ BIOLÓGICAS			LESIONES PREVIAS																																
	Humedad	Erosión	Cambios térmicos	Agrietamiento	Contaminación	Sismos	Empujes	Impactos	Rizomorfismos	Sobrecarga	Pérdida de rigidez	Amenazas del entorno	Incompatibilidad de materiales	Traslapos inadecuados	Corrosión ambiental																															
	☒			☒	☒																																									
	INDIRECTAS																																													
	<table border="1"> <tr> <th colspan="10">Proyecto</th> </tr> <tr> <td>Malos procesos</td> <td>Malos materiales</td> <td>Procedimiento</td> <td>Diseño constructivo</td> <td>Mantenimiento</td> <td>Defecto de ejecución</td> <td>Ejecución</td> <td>Cambio de especificaciones</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Proyecto										Malos procesos	Malos materiales	Procedimiento	Diseño constructivo	Mantenimiento	Defecto de ejecución	Ejecución	Cambio de especificaciones																											
	Proyecto																																													
	Malos procesos	Malos materiales	Procedimiento	Diseño constructivo	Mantenimiento	Defecto de ejecución	Ejecución	Cambio de especificaciones																																						
NOMBRE DE LA LESIÓN O DAÑO																																														
LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN O DAÑO																																														
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN																																														
CALIFICACIÓN DE LA LESIÓN																																														
<table border="1"> <tr> <th>Estado</th> <th>Afectación</th> </tr> <tr> <td>Leve</td> <td>0%-25%</td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td>25%-50%</td> </tr> <tr> <td>Severo</td> <td>50%-75%</td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td>75%-100%</td> </tr> </table>	Estado	Afectación	Leve	0%-25%	Moderado	25%-50%	Severo	50%-75%	Grave	75%-100%																																				
Estado	Afectación																																													
Leve	0%-25%																																													
Moderado	25%-50%																																													
Severo	50%-75%																																													
Grave	75%-100%																																													
AFECCIÓN DE LA LESIÓN																																														
<table border="1"> <tr> <td>SEGURIDAD</td> <td>FUNCIONALIDAD</td> <td>ASPECTO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>☒</td> <td>☒</td> </tr> </table>	SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	ASPECTO		☒	☒																																								
SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	ASPECTO																																												
	☒	☒																																												
DIAGNÓSTICO																																														
INTERVENCIÓN																																														
<table border="1"> <tr> <th>Eliminación de la causa</th> <th>Reparación del efecto</th> <th>Prevención</th> </tr> <tr> <td>REVISIÓN DE LOS MUROS DEL TANQUE PARA ELIMINACIÓN DE LAS HUMEDADES</td> <td>LIMPIEZA DEL MURO</td> <td>SELLADO DE FISURAS E IMPERMEABILIZACIÓN DE LOS MUROS DEL TANQUE</td> </tr> </table>	Eliminación de la causa	Reparación del efecto	Prevención	REVISIÓN DE LOS MUROS DEL TANQUE PARA ELIMINACIÓN DE LAS HUMEDADES	LIMPIEZA DEL MURO	SELLADO DE FISURAS E IMPERMEABILIZACIÓN DE LOS MUROS DEL TANQUE																																								
Eliminación de la causa	Reparación del efecto	Prevención																																												
REVISIÓN DE LOS MUROS DEL TANQUE PARA ELIMINACIÓN DE LAS HUMEDADES	LIMPIEZA DEL MURO	SELLADO DE FISURAS E IMPERMEABILIZACIÓN DE LOS MUROS DEL TANQUE																																												
COMENTARIOS																																														

FICHA DE LESIONES TÍPICAS	
	CAUSAS DE LAS LESIONES
	DIRECTAS
	INDIRECTAS
	FÍSICAS
	MECÁNICAS
	QUÍMICAS/ BIOLÓGICAS
	LESIONES PREVIAS
	Proyecto
	NOMBRE DE LA LESIÓN O DAÑO
	LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN O DAÑO
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	
CALIFICACIÓN DE LA LESIÓN	
AFECTACIÓN DE LA LESIÓN	
DIAGNÓSTICO	
INTERVENCIÓN	
COMENTARIOS	

FICHA DE LESIONES TÍPICAS	
	CAUSAS DE LAS LESIONES
	DIRECTAS
	INDIRECTAS
	FÍSICAS
	MECÁNICAS
	QUÍMICAS/ BIOLÓGICAS
	LESIONES PREVIAS
	Proyecto
	NOMBRE DE LA LESIÓN O DAÑO
	LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN O DAÑO
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	
CALIFICACIÓN DE LA LESIÓN	
AFECTACIÓN DE LA LESIÓN	
DIAGNÓSTICO	
INTERVENCIÓN	
COMENTARIOS	

FICHA DE LESIONES TÍPICAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
IMAGEN DE LA LESIÓN #4	CAUSAS DE LAS LESIONES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
 	<table border="1"> <tr> <th colspan="15">DIRECTAS</th> <th colspan="10">INDIRECTAS</th> </tr> <tr> <th colspan="5">FÍSICAS</th> <th colspan="5">MECÁNICAS</th> <th colspan="5">QUÍMICAS/ BIOLÓGICAS</th> <th colspan="5">LESIONES PREVIAS</th> <th colspan="10">Proyecto</th> </tr> <tr> <th>Humedad</th><th>Erosión</th><th>Cambios térmicos</th><th>Agresiones atmosféricas</th><th>Contaminación</th> <th>Sismos</th><th>Empujes</th><th>Impactos</th><th>Rizamientos</th><th>Sobrecarga</th><th>Pérdida de capacidad</th><th>Asentamiento del terreno</th><th>Incompatibilidad de materiales</th><th>Pérdida de adherencia</th><th>Contaminación ambiental</th> <th>Humedad</th><th>Salies solubles</th><th>Agresiones de microorganismos</th><th>Humedad</th><th>Deformaciones</th><th>Grietas y fisuras</th><th>Corrosiones</th> <th>Mala ejecución</th><th>Mala materialidad</th><th>Procedimiento</th><th>Diseño constructivo</th><th>Mantenimiento</th><th>Defecto de fabricación</th><th>Inspección</th><th>Cambio de especificaciones</th> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="15">NOMBRE DE LA LESIÓN O DAÑO</td> <td colspan="10">JUNTAS FRIAS</td> </tr> <tr> <td colspan="15">LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN O DAÑO</td> <td colspan="10">COLUMNA # 2 y # 3</td> </tr> <tr> <td colspan="15">DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</td> <td colspan="10">CALIFICACIÓN DE LA LESIÓN</td> </tr> <tr> <td colspan="15" rowspan="4"> PUEDE OBEDECER A REPARACIONES REALIZADAS A LAS COLUMNAS YA BIEN SEA EN SU ETAPA DE CONSTRUCCIÓN O EN UNA ETAPA POSTERIOR DE INSPECCIÓN. </td> <td colspan="10"> <table border="1"> <tr> <th colspan="2">Afectación</th> </tr> <tr> <td>Leve</td> <td>0%-25%</td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td>25%-50%</td> </tr> <tr> <td>Severo</td> <td>50%-75%</td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td>75%-100%</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="15">AFECTACION DE LA LESION</td> <td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td colspan="15">SEGURIDAD</td> <td colspan="10">FUNCIONALIDAD</td> <td colspan="10">ASPECTO</td> </tr> <tr> <td colspan="15">DIAGNÓSTICO</td> <td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td colspan="10">DE ACUERDO A PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS, ES POSIBLE QUE SE HAYA REALIZADO REPARACIÓN AL CONCRETO INICIALMENTE FUNDIDO.</td> </tr> <tr> <td colspan="15">INTERVENCIÓN</td> <td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td colspan="15">Eliminación de la causa</td> <td colspan="10">Reparación del efecto</td> <td colspan="10">Prevención</td> </tr> <tr> <td colspan="15">VERIFICACIÓN DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO</td> <td colspan="10">RECUPERACIÓN DEL ACABADO DEL CONCRETO POR MEDIO DEL RESANE CON MORTEROS Y LIMPIEZA</td> <td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td colspan="15">COMENTARIOS</td> <td colspan="10">SE DEBE REALIZAR MANTENIMIENTO CONSTANTE AL TANQUE</td> </tr> </table>	DIRECTAS															INDIRECTAS										FÍSICAS					MECÁNICAS					QUÍMICAS/ BIOLÓGICAS					LESIONES PREVIAS					Proyecto										Humedad	Erosión	Cambios térmicos	Agresiones atmosféricas	Contaminación	Sismos	Empujes	Impactos	Rizamientos	Sobrecarga	Pérdida de capacidad	Asentamiento del terreno	Incompatibilidad de materiales	Pérdida de adherencia	Contaminación ambiental	Humedad	Salies solubles	Agresiones de microorganismos	Humedad	Deformaciones	Grietas y fisuras	Corrosiones	Mala ejecución	Mala materialidad	Procedimiento	Diseño constructivo	Mantenimiento	Defecto de fabricación	Inspección	Cambio de especificaciones																																NOMBRE DE LA LESIÓN O DAÑO															JUNTAS FRIAS										LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN O DAÑO															COLUMNA # 2 y # 3										DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN															CALIFICACIÓN DE LA LESIÓN										PUEDE OBEDECER A REPARACIONES REALIZADAS A LAS COLUMNAS YA BIEN SEA EN SU ETAPA DE CONSTRUCCIÓN O EN UNA ETAPA POSTERIOR DE INSPECCIÓN.															<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Afectación</th> </tr> <tr> <td>Leve</td> <td>0%-25%</td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td>25%-50%</td> </tr> <tr> <td>Severo</td> <td>50%-75%</td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td>75%-100%</td> </tr> </table>										Afectación		Leve	0%-25%	Moderado	25%-50%	Severo	50%-75%	Grave	75%-100%	AFECTACION DE LA LESION																									SEGURIDAD															FUNCIONALIDAD										ASPECTO										DIAGNÓSTICO																									DE ACUERDO A PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS, ES POSIBLE QUE SE HAYA REALIZADO REPARACIÓN AL CONCRETO INICIALMENTE FUNDIDO.										INTERVENCIÓN																									Eliminación de la causa															Reparación del efecto										Prevención										VERIFICACIÓN DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO															RECUPERACIÓN DEL ACABADO DEL CONCRETO POR MEDIO DEL RESANE CON MORTEROS Y LIMPIEZA																				COMENTARIOS															SE DEBE REALIZAR MANTENIMIENTO CONSTANTE AL TANQUE									
	DIRECTAS															INDIRECTAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	FÍSICAS					MECÁNICAS					QUÍMICAS/ BIOLÓGICAS					LESIONES PREVIAS					Proyecto																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	Humedad	Erosión	Cambios térmicos	Agresiones atmosféricas	Contaminación	Sismos	Empujes	Impactos	Rizamientos	Sobrecarga	Pérdida de capacidad	Asentamiento del terreno	Incompatibilidad de materiales	Pérdida de adherencia	Contaminación ambiental	Humedad	Salies solubles	Agresiones de microorganismos	Humedad	Deformaciones	Grietas y fisuras	Corrosiones	Mala ejecución	Mala materialidad	Procedimiento	Diseño constructivo	Mantenimiento	Defecto de fabricación	Inspección	Cambio de especificaciones																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	NOMBRE DE LA LESIÓN O DAÑO															JUNTAS FRIAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN O DAÑO															COLUMNA # 2 y # 3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN															CALIFICACIÓN DE LA LESIÓN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	PUEDE OBEDECER A REPARACIONES REALIZADAS A LAS COLUMNAS YA BIEN SEA EN SU ETAPA DE CONSTRUCCIÓN O EN UNA ETAPA POSTERIOR DE INSPECCIÓN.															<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Afectación</th> </tr> <tr> <td>Leve</td> <td>0%-25%</td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td>25%-50%</td> </tr> <tr> <td>Severo</td> <td>50%-75%</td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td>75%-100%</td> </tr> </table>										Afectación		Leve	0%-25%	Moderado	25%-50%	Severo	50%-75%	Grave	75%-100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
																Afectación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Leve																0%-25%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Moderado																25%-50%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Severo	50%-75%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Grave	75%-100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
AFECTACION DE LA LESION																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
SEGURIDAD															FUNCIONALIDAD										ASPECTO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
DIAGNÓSTICO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
DE ACUERDO A PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS, ES POSIBLE QUE SE HAYA REALIZADO REPARACIÓN AL CONCRETO INICIALMENTE FUNDIDO.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
INTERVENCIÓN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Eliminación de la causa															Reparación del efecto										Prevención																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
VERIFICACIÓN DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO															RECUPERACIÓN DEL ACABADO DEL CONCRETO POR MEDIO DEL RESANE CON MORTEROS Y LIMPIEZA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
COMENTARIOS															SE DEBE REALIZAR MANTENIMIENTO CONSTANTE AL TANQUE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

FICHA DE LESIONES TÍPICAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
IMAGEN DE LA LESIÓN #5	CAUSAS DE LAS LESIONES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
 	<table border="1"> <tr> <th colspan="15">DIRECTAS</th> <th colspan="10">INDIRECTAS</th> </tr> <tr> <th colspan="5">FÍSICAS</th> <th colspan="5">MECÁNICAS</th> <th colspan="5">QUÍMICAS/ BIOLÓGICAS</th> <th colspan="5">LESIONES PREVIAS</th> <th colspan="10">Proyecto</th> </tr> <tr> <th>Humedad</th><th>Erosión</th><th>Cambios térmicos</th><th>Agresiones atmosféricas</th><th>Contaminación</th> <th>Sismos</th><th>Empujes</th><th>Impactos</th><th>Rizamientos</th><th>Sobrecarga</th><th>Pérdida de capacidad</th><th>Asentamiento del terreno</th><th>Incompatibilidad de materiales</th><th>Pérdida de adherencia</th><th>Contaminación ambiental</th> <th>Humedad</th><th>Salies solubles</th><th>Agresiones de microorganismos</th><th>Humedad</th><th>Deformaciones</th><th>Grietas y fisuras</th><th>Corrosiones</th> <th>Mala ejecución</th><th>Mala materialidad</th><th>Procedimiento</th><th>Diseño constructivo</th><th>Mantenimiento</th><th>Defecto de fabricación</th><th>Inspección</th><th>Cambio de especificaciones</th> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="15">NOMBRE DE LA LESIÓN O DAÑO</td> <td colspan="10">PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO Y CORROSIÓN DEL ACERO DE REFUERZO</td> </tr> <tr> <td colspan="15">LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN O DAÑO</td> <td colspan="10">COLUMNA # 4</td> </tr> <tr> <td colspan="15">DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</td> <td colspan="10">CALIFICACIÓN DE LA LESIÓN</td> </tr> <tr> <td colspan="15" rowspan="4"> BARRA DE REFUERZO LISO EXPUESTA POR PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO. EL ACERO PRESENTA UN PROCESO DE CORROSIÓN MODERADO. </td> <td colspan="10"> <table border="1"> <tr> <th colspan="2">Estado</th> <th colspan="2">Afectación</th> </tr> <tr> <td>Leve</td> <td>0%-25%</td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td>25%-50%</td> </tr> <tr> <td>Severo</td> <td>50%-75%</td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td>75%-100%</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="15">AFECTACION DE LA LESION</td> <td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td colspan="15">SEGURIDAD</td> <td colspan="10">FUNCIONALIDAD</td> <td colspan="10">ASPECTO</td> </tr> <tr> <td colspan="15">DIAGNÓSTICO</td> <td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td colspan="10">PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO EL CUAL PRESENTA UN PROCESO DE CORROSIÓN MODERADO. POSIBLE PLASTIFICACIÓN Y PANDEO DE LAS BARRAS DE REFUERZO</td> </tr> <tr> <td colspan="15">INTERVENCIÓN</td> <td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td colspan="15">Eliminación de la causa</td> <td colspan="10">Reparación del efecto</td> <td colspan="10">Prevención</td> </tr> <tr> <td colspan="15">MONITOREO CON LECTURAS DE AUMENTO DE PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO DE CONCRETO, DISMINUIR LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL TANQUE</td> <td colspan="10">ENCAMISADO DE COLUMNAS</td> <td colspan="10">MONITOREO CON LECTURAS DE AUMENTO DE PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO DE CONCRETO, DISMINUIR LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL TANQUE</td> </tr> <tr> <td colspan="15">COMENTARIOS</td> <td colspan="10">REALIZAR MODELADO ESTRUCTURAL DE LAS CONDICIONES ACTUALES. PARA VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS SOLICITACIONES DE LA ESTRUCTURA.</td> </tr> </table>	DIRECTAS															INDIRECTAS										FÍSICAS					MECÁNICAS					QUÍMICAS/ BIOLÓGICAS					LESIONES PREVIAS					Proyecto										Humedad	Erosión	Cambios térmicos	Agresiones atmosféricas	Contaminación	Sismos	Empujes	Impactos	Rizamientos	Sobrecarga	Pérdida de capacidad	Asentamiento del terreno	Incompatibilidad de materiales	Pérdida de adherencia	Contaminación ambiental	Humedad	Salies solubles	Agresiones de microorganismos	Humedad	Deformaciones	Grietas y fisuras	Corrosiones	Mala ejecución	Mala materialidad	Procedimiento	Diseño constructivo	Mantenimiento	Defecto de fabricación	Inspección	Cambio de especificaciones																																NOMBRE DE LA LESIÓN O DAÑO															PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO Y CORROSIÓN DEL ACERO DE REFUERZO										LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN O DAÑO															COLUMNA # 4										DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN															CALIFICACIÓN DE LA LESIÓN										BARRA DE REFUERZO LISO EXPUESTA POR PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO. EL ACERO PRESENTA UN PROCESO DE CORROSIÓN MODERADO.															<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Estado</th> <th colspan="2">Afectación</th> </tr> <tr> <td>Leve</td> <td>0%-25%</td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td>25%-50%</td> </tr> <tr> <td>Severo</td> <td>50%-75%</td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td>75%-100%</td> </tr> </table>										Estado		Afectación		Leve	0%-25%	Moderado	25%-50%	Severo	50%-75%	Grave	75%-100%	AFECTACION DE LA LESION																									SEGURIDAD															FUNCIONALIDAD										ASPECTO										DIAGNÓSTICO																									PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO EL CUAL PRESENTA UN PROCESO DE CORROSIÓN MODERADO. POSIBLE PLASTIFICACIÓN Y PANDEO DE LAS BARRAS DE REFUERZO										INTERVENCIÓN																									Eliminación de la causa															Reparación del efecto										Prevención										MONITOREO CON LECTURAS DE AUMENTO DE PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO DE CONCRETO, DISMINUIR LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL TANQUE															ENCAMISADO DE COLUMNAS										MONITOREO CON LECTURAS DE AUMENTO DE PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO DE CONCRETO, DISMINUIR LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL TANQUE										COMENTARIOS															REALIZAR MODELADO ESTRUCTURAL DE LAS CONDICIONES ACTUALES. PARA VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS SOLICITACIONES DE LA ESTRUCTURA.									
	DIRECTAS															INDIRECTAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	FÍSICAS					MECÁNICAS					QUÍMICAS/ BIOLÓGICAS					LESIONES PREVIAS					Proyecto																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Humedad	Erosión	Cambios térmicos	Agresiones atmosféricas	Contaminación	Sismos	Empujes	Impactos	Rizamientos	Sobrecarga	Pérdida de capacidad	Asentamiento del terreno	Incompatibilidad de materiales	Pérdida de adherencia	Contaminación ambiental	Humedad	Salies solubles	Agresiones de microorganismos	Humedad	Deformaciones	Grietas y fisuras	Corrosiones	Mala ejecución	Mala materialidad	Procedimiento	Diseño constructivo	Mantenimiento	Defecto de fabricación	Inspección	Cambio de especificaciones																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	NOMBRE DE LA LESIÓN O DAÑO															PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO Y CORROSIÓN DEL ACERO DE REFUERZO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN O DAÑO															COLUMNA # 4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN															CALIFICACIÓN DE LA LESIÓN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	BARRA DE REFUERZO LISO EXPUESTA POR PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO. EL ACERO PRESENTA UN PROCESO DE CORROSIÓN MODERADO.															<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Estado</th> <th colspan="2">Afectación</th> </tr> <tr> <td>Leve</td> <td>0%-25%</td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td>25%-50%</td> </tr> <tr> <td>Severo</td> <td>50%-75%</td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td>75%-100%</td> </tr> </table>										Estado		Afectación		Leve	0%-25%	Moderado	25%-50%	Severo	50%-75%	Grave	75%-100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
																Estado		Afectación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Leve																0%-25%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Moderado																25%-50%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Severo	50%-75%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Grave	75%-100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
AFECTACION DE LA LESION																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
SEGURIDAD															FUNCIONALIDAD										ASPECTO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
DIAGNÓSTICO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO EL CUAL PRESENTA UN PROCESO DE CORROSIÓN MODERADO. POSIBLE PLASTIFICACIÓN Y PANDEO DE LAS BARRAS DE REFUERZO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
INTERVENCIÓN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Eliminación de la causa															Reparación del efecto										Prevención																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
MONITOREO CON LECTURAS DE AUMENTO DE PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO DE CONCRETO, DISMINUIR LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL TANQUE															ENCAMISADO DE COLUMNAS										MONITOREO CON LECTURAS DE AUMENTO DE PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO DE CONCRETO, DISMINUIR LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL TANQUE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
COMENTARIOS															REALIZAR MODELADO ESTRUCTURAL DE LAS CONDICIONES ACTUALES. PARA VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS SOLICITACIONES DE LA ESTRUCTURA.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

FICHA DE LESIONES TÍPICAS	
	CAUSAS DE LAS LESIONES
	DIRECTAS
	INDIRECTAS
	FÍSICAS
	MECÁNICAS
	QUÍMICAS/ BIOLÓGICAS
	LESIONES PREVIAS
	Proyecto
	NOMBRE DE LA LESIÓN O DAÑO
	LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN O DAÑO
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	
CALIFICACIÓN DE LA LESIÓN	
Estado	
Afectación	
Afectación de la lesión	
SEGURIDAD	
FUNCIONALIDAD	
ASPECTO	
DIAGNÓSTICO	
INTERVENCIÓN	
Eliminación de la causa	
Reparación del efecto	
Prevención	
COMENTARIOS	

FICHA DE LESIONES TÍPICAS	
	CAUSAS DE LAS LESIONES
	DIRECTAS
	INDIRECTAS
	FÍSICAS
	MECÁNICAS
	QUÍMICAS/ BIOLÓGICAS
	LESIONES PREVIAS
	Proyecto
	NOMBRE DE LA LESIÓN O DAÑO
	LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN O DAÑO
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	
CALIFICACIÓN DE LA LESIÓN	
Estado	
Afectación	
Afectación de la lesión	
SEGURIDAD	
FUNCIONALIDAD	
ASPECTO	
DIAGNÓSTICO	
INTERVENCIÓN	
Eliminación de la causa	
Reparación del efecto	
Prevención	
COMENTARIOS	

FICHA DE LESIONES TÍPICAS	
	CAUSAS DE LAS LESIONES
	DIRECTAS
	INDIRECTAS
	FÍSICAS
	MECÁNICAS
	QUÍMICAS/ BIOLÓGICAS
	LESIONES PREVIAS
	Proyecto
	NOMBRE DE LA LESIÓN O DAÑO
	LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN O DAÑO
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	
CALIFICACIÓN DE LA LESIÓN	
AFECTACIÓN DE LA LESIÓN	
DIAGNÓSTICO	
INTERVENCIÓN	
COMENTARIOS	

7.6 Etapas de vulnerabilidad

En la siguiente tabla vemos las etapas de vulnerabilidad y su probabilidad de ocurrencia, dándonos que para nuestro paciente de acuerdo con las fichas de lesiones tenemos una probabilidad de ocurrencia moderada.

ETAPAS DE VULNERABILIDAD		
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	DEFINICIÓN	CATEGORIA
Frecuente	Significativa probabilidad de ocurrencia	A
Moderado	Mediana probabilidad de ocurrencia	B
Remota	Baja probabilidad de ocurrencia	C
Extremadamente remota	Difícil que ocurra	D

En la tabla a continuación vemos la clasificación del riesgo, dándonos que para nuestro paciente de acuerdo con las fichas de lesiones tenemos una categoría Alta.

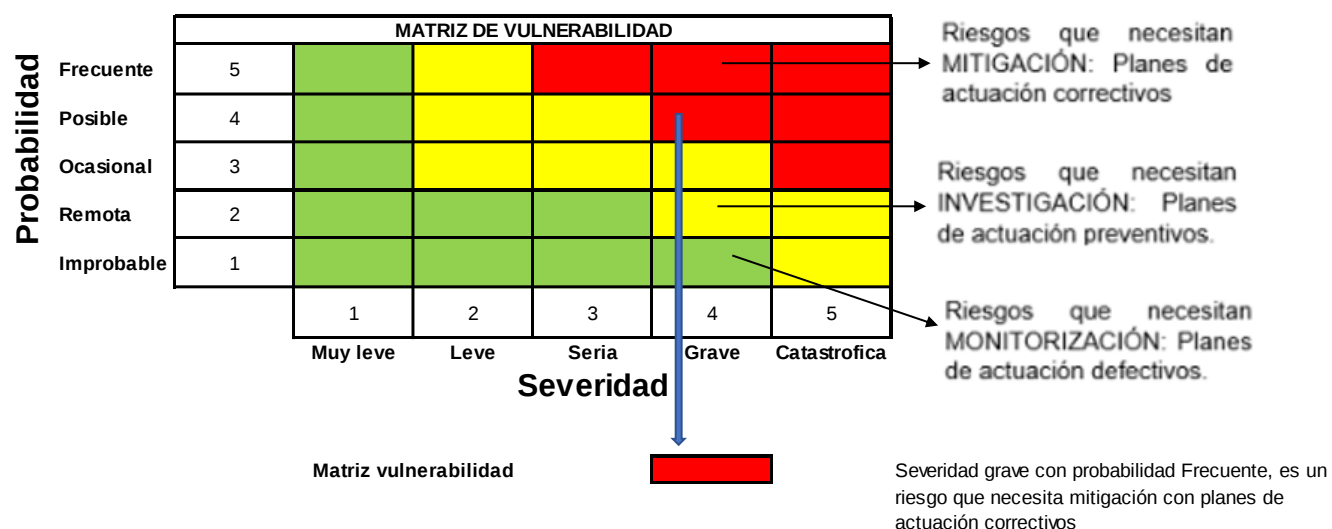
CLASIFICACION DEL RIESGO	
CATEGORIA	RIESGO
1	Muy Alto
2	Alto
3	Medio
4	Bajo

Calificacion	B2
--------------	----

Por ende, tenemos una calificación para nuestro paciente de **B2**.

7.7 Matriz de vulnerabilidad

A continuación, tenemos la Matriz de vulnerabilidad de nuestro paciente:



Dándonos una matriz de vulnerabilidad de severidad grave con una probabilidad frecuente, el cual es un riesgo que necesita un plan correctivo

8. ENSAYOS DE CAMPO

El 5 de diciembre del 2023 se realizó los ensayos destructivos y no destructivos para realizar el diagnóstico de la estructura.

Se realizaron extracción de núcleos, regatas, carbonatación, escáner de refuerzo y esclerometrías, estas son técnicas de inspección que se utilizan en la evaluación y el diagnóstico de estructuras de concreto. Estos ensayos permiten obtener información crucial sobre la calidad, resistencia y durabilidad del concreto, así como la condición de los refuerzos.

Ensayos de Extracción de Núcleos:

Propósito: Se extraen cilindros de concreto (núcleos) de la estructura para realizar pruebas de laboratorio que determinen la resistencia a la compresión y otras propiedades mecánicas del concreto.

Aplicación: Evaluar la resistencia del concreto in situ, verificar la conformidad con las especificaciones de diseño, y analizar la integridad estructural.

Ensayos de Regatas:

Propósito: Consiste en cortar una pequeña sección del concreto (regata) para inspeccionar visualmente la condición del concreto y los refuerzos internos.

Aplicación: Identificar problemas como corrosión del acero de refuerzo, presencia de grietas, o defectos en la construcción.

Ensayos de Carbonatación:

Propósito: Mide la profundidad de la carbonatación del concreto, un proceso químico que puede reducir el pH del concreto y hacer que el acero de refuerzo sea más susceptible a la corrosión.

Aplicación: Evaluar la durabilidad del concreto y la vida útil de la estructura, y tomar medidas preventivas contra la corrosión del acero de refuerzo.

Escáner de Refuerzo:

Propósito: Utiliza tecnología no destructiva, para localizar y mapear la posición de las barras de refuerzo dentro del concreto.

Aplicación: Determinar la ubicación y el tamaño de los refuerzos sin dañar la estructura, verificar el espaciamiento y la cobertura de las barras, y planificar intervenciones estructurales o reparaciones.

Esclerometrías (Ensayo de Martillo de Schmidt):

Propósito: Es un método no destructivo que mide la dureza superficial del concreto mediante el rebote de un martillo de resorte.

Aplicación: Estimar la resistencia a la compresión del concreto, detectar áreas de debilidad o variación en la calidad del concreto in situ.

Importancia de Estos Ensayos:

Evaluación de la Calidad y Resistencia: Determinan si el concreto cumple con las especificaciones de diseño y las normativas de construcción.

Diagnóstico de Problemas Estructurales: Identifican problemas como corrosión, grietas, y defectos en la construcción que podrían comprometer la integridad de la estructura.

Planificación de Mantenimiento y Reparaciones: Proveen información crítica para desarrollar estrategias de mantenimiento y reparación adecuadas, prolongando la vida útil de la estructura.

Seguridad Estructural: Aseguran que las estructuras sean seguras para su uso previsto y cumplan con los estándares de seguridad.

En resumen, estos ensayos proporcionan una evaluación integral del estado y la calidad del concreto y los refuerzos, permitiendo tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento, reparación y seguridad de las estructuras de concreto.



Fotografía 24 — Escáner de refuerzo

En la fotografía anterior se puede visualizar la toma del escáner de refuerzo en el tanque guayabal, Este ensayo fue practicado en distintos elementos de la estructura con el propósito de reconocer la cantidad de refuerzo al interior de los diversos elementos estructurales, lo cual se resume a continuación, y que también más adelante se incluye en las figuras mostradas con los resultados del equipo con el que se tomaron estos datos:

Localización	Refuerzo vertical			Refuerzo horizontal		
	Diámetro	Profundidad (mm)	Separación (mm)	Diámetro	Profundidad (mm)	Separación (mm)
Columna 2 - Toma central	1"	27	50/100	3/8"	14	150
Columna 2 - Toma inferior	1"	65	40/80	3/8"	54	100
Columna 8 - Toma inferior	1"	91	150	3/8"	62	100
Columna 9 - Toma central	1"	27	50/100	3/8"	12	150
Viga cimentación	3/8"	64	100	7/8"	93	150
Columna 4 - Toma central	1"	28	80	3/8"	15	150
Viga viga interior - Toma lateral	3/8"	41	200	7/8"	62	300
Viga interior - Toma inferior	3/8"	18	200	7/8"	39	50
Viga lateral - Nivel 2	3/8"	52	100/200	7/8"	77	300
Viga interior - Nivel 2	3/8"	32	300/200	7/8"	47	50
Viga exterior - cara inferior - Nivel 2	3/8"	25	80	7/8"	46	300

Como se puede observar en la tabla anterior, se encontraron cuantías de refuerzo similares para los elementos tipo columna y refuerzos similares para elementos tipo viga. El recubrimiento libre promedio fue de 41,5 mm.



Fotografía 25 — Regatas

En las fotografías anteriores se puede visualizar las regatas realizadas en las vigas y la medición de recubrimientos y diámetros de refuerzo.

A continuación, se muestra el resumen de los datos obtenidos en las regatas realizadas:

Regata

Refuerzo vertical		Refuerzo horizontal	
Diámetro	Profundidad (mm)	Diámetro	Profundidad (mm)
1"	20	3/8"	5

Se pudo observar que los flejes son de tipo liso y que la totalidad del refuerzo se encuentra en proceso activo de corrosión.



Fotografía 26 — Ensayo de extracción de núcleos

En la fotografía anterior se puede visualizar la extracción de núcleos en la estructura.

Así mismo, los núcleos extraídos fueron llevados a laboratorio en donde se le realizó el correspondiente ensayo a compresión, con lo que se obtuvieron los siguientes resultados:

- ✓ Núcleo 1 – Columna: Resistencia 24,3 MPa
- ✓ Núcleo 2 – Viga de cimentación: Resistencia 22,9 MPa
- ✓ Núcleo 3 – Viga aérea: Resistencia 21,8 MPa

De acuerdo con los resultados obtenidos se obtuvo un valor de resistencia de 23,3 MPa, que se considera aceptable para estructuras de concreto reforzado.

Se debe tener en cuenta que en esta estructura no se logró la extracción de un núcleo de concreto en una de las columnas debido al concreto completamente segregado dentro de esta. Por lo cual, se recomienda en los análisis estructurales considerar una disminución de la calidad del concreto por lo anteriormente comentado.



Fotografía 27 — Ensayo de esclerometría

En la fotografía anterior se puede visualizar la toma del ensayo de esclerometría.

Esclerometrias

Elemento	Lecturas										x	2σ	Rango admisible		Rango lecturas	
													max	min	max	min
Viga	34	36	36	32	34	30	36	32	34	34	34	4	37.8	29.8	36	30
Viga	28	32	34	36	34	28	32	34	36	34	33	5.7	38.5	27.1	36	28
Tanque	28	34	34	36	30	32	34	36	34	36	33	5.3	38.7	28.1	36	28
Columna 6	44	42	38	40	40	38	38	36	40	34	39	5.7	44.7	33.3	44	34
Columna 4	22	24	20	22	24	22	22	24	22	24	23	2.7	25.3	19.9	24	20

En la tabla anterior, con los resultados de las lecturas se ha realizado un análisis estadístico básico en donde se calcula dos veces la desviación estándar de cada toma de datos, esto con el objetivo de revisar que todos los valores se encuentren en este rango. En este caso particular se ha encontrado que todos los datos se encuentran en el rango establecido, por lo que, se puede decir que los concretos en donde se realizaron los ensayos, cuentan con resistencias similares.



Fotografía 28 — Ensayo de carbonatación

En la Fotografía anterior se puede visualizar la toma del ensayo de carbonatación. Esta prueba fue realizada en los núcleos de concreto que se extrajeron de los elementos estructurales, con el propósito de contar con la profundidad de carbonatación y compararla con el recubrimiento libre promedio encontrado en la estructura.

Una vez comparada la profundidad de carbonatación con el recubrimiento se puede establecer si el refuerzo se encuentra o no, protegido por el concreto contra la corrosión.

A continuación, se presenta un resumen de los avances de carbonatación encontrados:

Carbonatación

Elemento	Avance (mm)
Núcleo 1	20
Núcleo 2	15
Núcleo 3	0

El promedio del frente de carbonatación encontrada fue de 17 mm, este cálculo no tiene en cuenta el resultado del tercer núcleo ya que este se extrajo de la zapata y no se considera representativo para este análisis. El promedio de los recubrimientos libres encontrados en la regata fue de 13 mm.

Por lo anterior, si comparamos el frente carbonatado del concreto contra el recubrimiento libre, podemos concluir que actualmente el concreto no cuenta con la capacidad de proteger al acero de refuerzo; que es consistente con el nivel de corrosión encontrado en los aceros.

Por otro lado, y siguiendo las metodologías aceptadas para el cálculo de vida útil de una estructura, se procede a continuación a calcular los hitos en el tiempo de avance de la carbonatación, tenemos:

$$XCO_2 = KCO_2 \times \sqrt{t}$$

Donde:

XCO_2 = *Espesor carbonatado*

KCO_2 = *Constante de carbonatación*

t = *Tiempo*

Con la anterior formulación y basándonos en que la estructura tiene 15 años de construida, calculamos la constante de carbonatación:

$$KCO_2 = XCO_2 / \sqrt{t}$$

Tenemos que se tiene una constante de 4.4 mm/año.

Ahora con la constante, calculamos el tiempo en el cual el frente de carbonatación alcanzó el recubrimiento libre promedio encontrado en la estructura:

$$t = (XCO_2 / KCO_2)^2$$

Tenemos, de acuerdo con la formulación anterior, que a los 8 años el concreto dejó de proteger el refuerzo, por lo que la afectación de la corrosión sobre el acero de refuerzo empezó a deteriorar a la estructura hace aproximadamente 7 años.

9. PROPUESTA DE INTERVENCION

El tanque Guayabal, presenta patologías significativas, incluyendo fisuras en columnas y vigas, desprendimiento de recubrimiento y pérdida de protección de corrosión sobre el acero, resistencias de concreto menores a las permitidas en la (NSR-10). Para abordar estas deficiencias, es esencial realizar un estudio de vulnerabilidad que evalúe la capacidad estructural y la seguridad sísmica, conforme a las normativas actuales (NSR-10). Este estudio permitirá determinar la resistencia de la estructura y proporcionar recomendaciones para refuerzos y reparaciones necesarias, asegurando la estabilidad del tanque.

Mientras se realiza el estudio de vulnerabilidad el cual no es alcance de este trabajo de patología, es importante asegurar la estabilidad de la estructura y la seguridad de la comunidad, por ende, se recomienda se recomienda incorporar parales metálicos de longitud entre 1.5 metros a 3,70 metros separados cada 2 metros, para dar apoyo a las columnas y vigas.

Adicional se debe realizar un Monitoreo Continuo con sistemas de monitoreo para detectar movimientos, grietas o cualquier cambio en la estructura en tiempo real. Se deben delimitar y restringir el acceso a las áreas afectadas con señales de advertencia y barreras físicas. Y tener un control de Acceso utilizando personal de seguridad para controlar el acceso al tanque y asegurarse de que solo el personal autorizado ingrese a las áreas críticas

10. PRESUPUESTO

El presupuesto para el desarrollo de las actividades son los siguientes:

ÍTEM	VALOR
Regata, resane, lectura de ferrosan, alquiler planta eléctrica, apiques	\$ 650.000
Extracción de núcleos con resane, carbonatación, esclerometría	\$ 850.000
Informe de patología, visita a campo de especialista	\$ 1.000.000

Adicional se recomiendan parales metálicos de longitud entre 1.5 metros a 3,70 metros, El costo de alquilar parales metálicos puede variar según varios factores, como la región, la empresa de alquiler, la cantidad de parales necesarios, el tiempo de alquiler y las especificaciones del equipo. A continuación, se proporciona una estimación general basada en cotizaciones:

Costo Diario: El alquiler diario de un paral metálico de altura entre 1.5 metros a 4 metros puede estar entre \$1,500 y \$3,000

pesos colombianos por unidad.

Costo Semanal: El alquiler semanal podría estar en el rango de \$10,000 a \$20,000 pesos colombianos por unidad.

Costo Mensual: El alquiler mensual puede oscilar entre \$30,000 y \$60,000 pesos colombianos por unidad.

11. CONCLUSIONES Y DIAGNOSTICO

- En el exterior del tanque se evidencian algunas fisuras por las que exista una filtración de agua, lo que ha causado la lixiviación del concreto. Esta condición se presenta en todo el perímetro del taque, por lo que se deduce que no se tuvieron las consideraciones constructivas adecuadas en la mezcla de concreto o en su fundida. En las zonas exteriores e interiores del tanque donde se encontraron lixiviaciones se refleja procesos activos de filtraciones de agua.
- Con los resultados de las lecturas del esclerómetro se ha realizado un análisis estadístico básico. En este caso particular se ha encontrado que todos los datos se encuentran en el rango establecido, por lo que, se puede decir que los concretos en donde se realizaron los ensayos, cuentan con resistencias similares.
- La resistencia de elementos estructurales como columnas, vigas, puede verse afectada por la corrosión generada en el acero de refuerzo de estructuras realizadas en concreto reforzado, lo anterior genera problemas que se pueden notar a simple vista pero que también afectan la vida útil de la estructura.
- El promedio del frente de carbonatación encontrada fue de 17 mm. El promedio de los recubrimientos libres encontrados en la regata fue de 13 mm. Por lo anterior, si comparamos el frente carbonatado del concreto contra el recubrimiento libre, podemos c

- Actualmente el concreto no cuenta con la capacidad de proteger al acero de refuerzo; que es consistente con el nivel de corrosión encontrado en los aceros.
- Se encontraron eflorescencias en el tanque, aspecto de color verde en sus caras laterales debido a la presencia de organismos y microorganismos de origen vegetal o animal sobre las estructuras de concreto, esto puede producir una gran variedad de daños y defectos de carácter físico, mecánico, químico o biológico, Lo anterior permite identificar cuatro tipos de degradación ambiental: biofísico, biomecánico, bioquímico y biológico. Los dos primeros, afectan principalmente la permeabilidad, la resistencia y la rigidez del concreto; mientras que, los dos segundos, provocan la transformación de los compuestos del cemento endurecido y/o los agregados del concreto.
- De acuerdo con los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a compresión de los núcleos extraídos, se obtuvo un valor de resistencia de 23,3 MPa, que se considera aceptable para estructuras de concreto reforzado, pero se encuentra por debajo de los 28 MPa que exige la norma NSR-10 para estructuras ambientales. Se debe tener en cuenta que
- en esta estructura no se logró la extracción de un núcleo de concreto en una de las columnas debido al concreto completamente segregado dentro de esta

- Respecto de la calidad del concreto, tal y como se puede observar en el numeral de las esclerometrías, este tanque cuenta con una resistencia similar a la de los núcleos tomados.
- Se encontró que algunas columnas cuentan recubrimiento del refuerzo inexistente lo que causa que este quede expuesto y empiece la corrosión que actualmente está presente en la totalidad de la estructura.
- Se encontró que algunas columnas no se encuentran fundidas en una línea recta. Se encuentran alabeadas, lo cual es producto de la etapa de construcción, ya que estos tipos de defectos se presentan en esta etapa. Es claro que las cargas que gravitan sobre estas columnas no lo hacen de manera concéntrica a estas y generan esfuerzos de flexión en las mismas.
- Se encontró que algunas vigas cuentan recubrimiento del refuerzo inexistente lo que causa que este quede expuesto y empiece la corrosión que actualmente está presente en la totalidad de la estructura.
- Se encontró que se reflejan los flejes a través del concreto. Esto puede deberse al alto grado de avance de la corrosión en el refuerzo y que se retrata en el concreto que queda a la vista de esta columna. Adicionalmente, se puede evidenciar en las columnas, una textura del concreto inusual. Por lo que se infiere que a estos elementos se les realizó un trabajo “cosmético” que no permite ver el real estado de la fundida de las columnas.

- Puede observarse al interior de dos columnas, concreto sin pasta de cemento y con material orgánico e insectos viviendo al interior de la columna
- Como diagnostico final se recomienda un análisis de vulnerabilidad estructural del tanque donde se evalué con los parámetros encontrados y los materiales de construcción utilizados, el riesgo ante eventos sísmicos y con este análisis poder decidir el reforzamiento adecuado de la estructura.

12. RECOMENDACIONES

- Las lesiones encontradas no reflejan un proceso activo de colapso, sin embargo, se han encontrado lesiones asociadas a procesos patológicos como los siguientes:

Concretos de muy baja calidad, los cuales no cumplen la especificación mínima de 28 MPa de la norma NSR-10 para estructuras ambientales.

Concretos segregados, lo cual es producto de malas prácticas en la etapa constructiva.

Aceros en proceso activo de corrosión que en algunos elementos ha empezado a expandirse en volumen y fracturado el concreto circundante.

Lixiviación al exterior del tanque de almacenamiento de agua, lo que indica filtraciones que evidencian fisuras en todo el espesor de la pared de concreto.

- Técnicamente y en la práctica se requieren de trabajos como la escarificación total hasta descubrir los refuerzos, lo cual reduciría temporalmente la capacidad de los elementos estructurales y no se considera confiable su estabilidad en dicha etapa.

- Se requeriría el recrecimiento de las secciones de los elementos, lo cual índice más cargas a la cimentación y genera una mayor masa para los elementos de cimentación.
- Los daños encontrados en el concreto de algunos elementos estructurales requieren de no solo una escarificación si no de un cambio total, lo cual en la práctica implica un alto riesgo de garantizar su correcto funcionamiento.
- Debido a la magnitud de las lesiones, no es posible garantizar la durabilidad que exige la normativa después de dichas reparaciones y posiblemente se presentarían daños asociados a las patologías encontradas en algún tiempo posterior a los trabajos de reparaciones y reforzamiento.
- Ninguno de los elementos del tanque cumple con el requerimiento de la norma NSR-10 en la que se exige para estructuras ambientales una resistencia mínima del concreto de 28MPa. Esto sólo se podría garantizar en los concretos de nuevas fundidas.
- Se recomienda el uso de soportes temporales en las columnas y vigas (parales o puntales) mientras se realiza el análisis estructural y se determina el reforzamiento más adecuado.
- La seguridad es primordial para proteger a la comunidad, visitantes y la integridad del tanque. Se describen algunas recomendaciones de seguridad que pueden ser implementadas en el tanque guayabal:

Monitoreo Continuo: Instalar sistemas de monitoreo para detectar movimientos, grietas o cualquier cambio en la estructura en tiempo real.

Áreas Restringidas: Delimitar y restringir el acceso a las áreas afectadas con señales de advertencia y barreras físicas.

Control de Acceso: Utilizar personal de seguridad para controlar el acceso al tanque y asegurarse de que solo el personal autorizado ingrese a las áreas críticas.

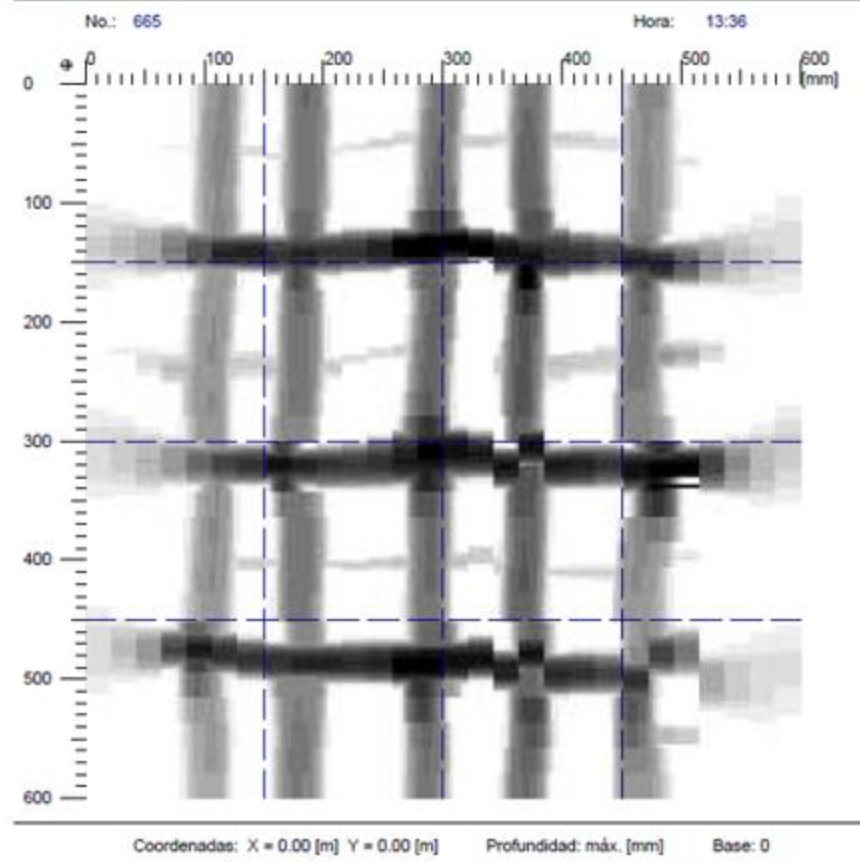
13. BIBLIOGRAFÍA

- Toirac Corral, J. (2004). *Patología de la construcción: grietas y fisuras en obras de hormigón ; origen y prevención*. Ciencia y Sociedad, 29(1), 72-114.
- Niño H, J (2019) *conociendo la importancia de efectuar estudios de patología*. consultcreto.
- Niño H, J (2019) *como supervisar obras de rehabilitación en concreto armado*. consultcreto..
- Sotomayor, C (2020.) *tendiendo a las fisuras y grietas en las estructuras de concreto*. consultcreto.
- Superintendencia delegada para acueducto, alcantarillado y aseo dirección técnica de gestión de acueducto y alcantarillado, (2021). *informe de vigilancia detallada – evaluación integral de prestadores empresa de servicios publicos de acueducto y alcantarillado sercov s.a. e.s.p. Municipio de Coveñas, Sucre*
- Vera, M., Miranda, D., Monroy, J., Díaz, M., y Mora, J. (2022). *Patología de la construcción: un ejercicio de impacto al servicio de la comunidad*. Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- Gomez, J (2006). *durabilidad del concreto reforzado*. G. Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción .Barcelona, España. Editorial Structure

14. ANEXOS

REGATA PARA VERIFICACION DE REFUERZOS	
PROYECTO TANQUE GUAYABAL - COVEÑAS	
Descripción: _____	Muestra: <u>REGATA 4</u>
Localización: <u>COLUMNA 2</u>	
	
Refuerzo vertical:	1"
Refuerzo horizontal:	3/8
Profundidad:	2cm
	0.5cm
Observaciones: <u>REFUERZOS Y FLEJES TOTALMENTE OXIDADOS</u> _____ _____	
<u>ALBEIRO MORA SALAZAR</u> Ejecuto	

Imagescan Image: FS00001.BAR



Location: COVEÑAS - CESAR

Operator: ALBEIRO MORA SALAZAR

Comentario:

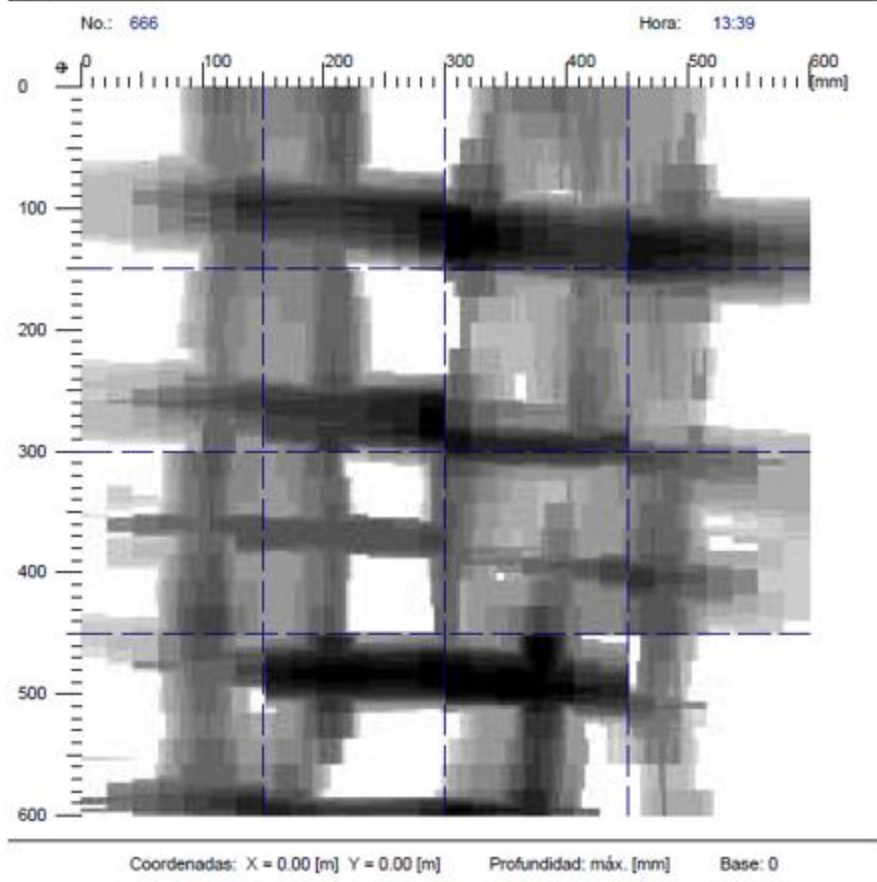
ESTUDIO DE TANQUES ELEVADOS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA EN COVEÑAS

Elemento: Columna 2 Toma central - Tanque Guayabal

Ref. Verticales 1". Profundidad: 27mm. Espaciamientos: 50 y 100mm.

Ref. Horizontales 3/8. Profundidad: 14mm. Espaciamientos: 150mm.

Imagescan Image: FS00002.BAR



Location: COVENAS - CESAR

Operator: ALBEIRO MORA SALAZAR

Comentario:

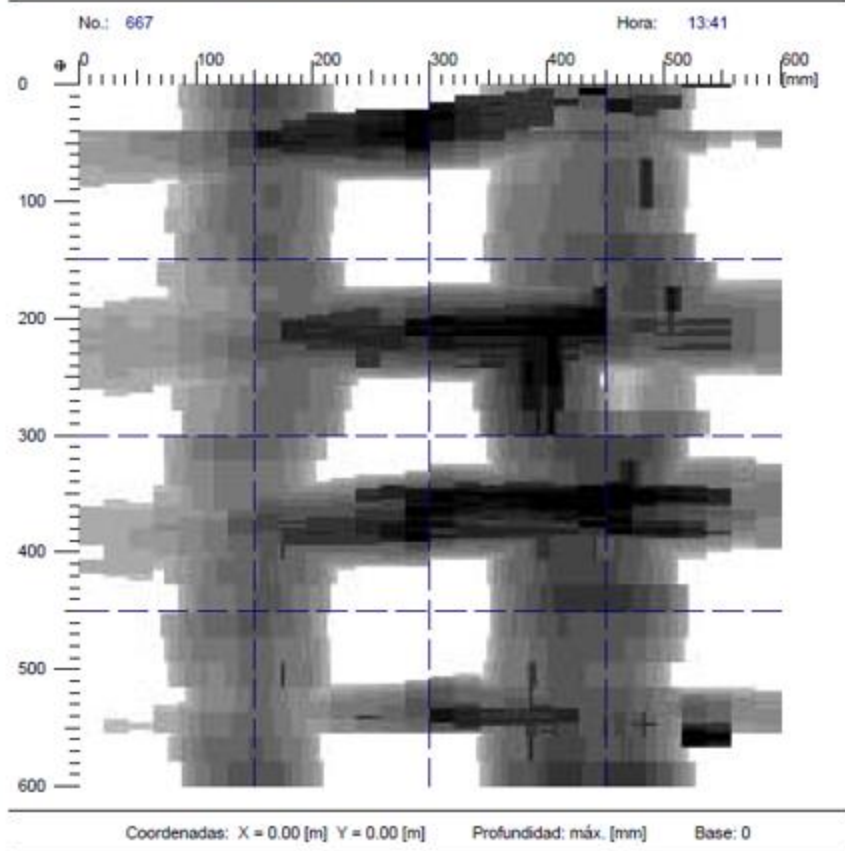
ESTUDIO DE TANQUES ELEVADOS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA EN COVENAS

Elemento: Columna 2 - Toma inferior Tanque Guayabal

Ref. Verticales 1". Profundidad: 65mm. Espaciamientos: 40 y 80mm.

Ref. Horizontales 3/8. Profundidad: 54mm. Espaciamientos: 100mm.

Imagescan Image: FS00003.BAR



Location: COVEÑAS - CESAR

Operator: ALBEIRO MORA SALAZAR

Comentario:

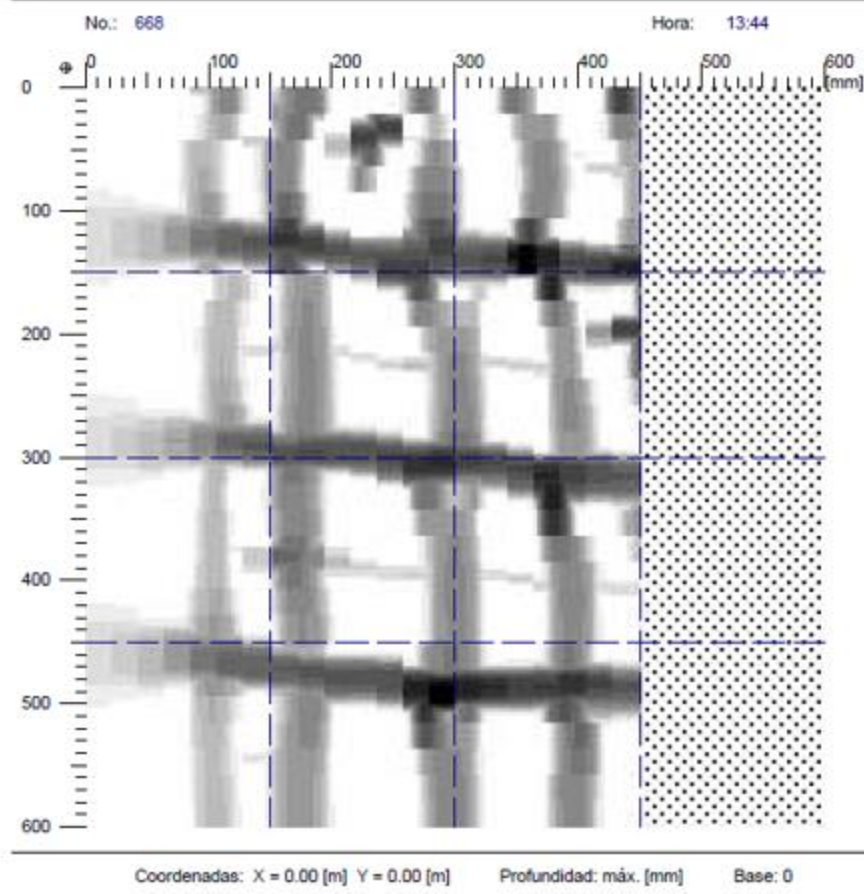
ESTUDIO DE TANQUES ELEVADOS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA EN COVEÑAS

Elemento: Columna 8 - Toma inferior Tanque Guayabal

Ref. Verticales 1". Profundidad: 91mm. Espaciamientos: 150mm.

Ref. Horizontales 3/8. Profundidad: 62mm. Espaciamientos: 100mm.

Imagescan Image: FS00004.BAR



Location: COVENAS - CESAR

Operator: ALBEIRO MORA SALAZAR

Comentario:

ESTUDIO DE TANQUES ELEVADOS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA EN COVENAS

Elemento: Columna 9 - Toma central Tanque Guayabal

Ref. Verticales 1", Profundidad: 27mm. Espaciamientos: 50 y 100mm.

Ref. Horizontales 3/8. Profundidad: 12mm. Espaciamientos: 150mm.

ESTIMACIÓN DE RESISTENCIA DEL CONCRETO CON ESCLEROMETRO

PROYECTO: ESTUDIO DE TANQUES ELEVADOS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA EN COVIERAS - TANQUE GUAYABAL

L. REPORTE DE RESISTENCIAS ESTIMADAS CON ESCLEROMETRO

Elemento	Lecturas Rebote			MPa	kg/cm²	Observaciones
Toma 1 -Viga interior Nivel 2	34	30		28,20	287,57	
	36	36				
	36	32				
	32	34				
	34	34				
	Prom. Bruto	33,80				
	Prom. Remanente	33,33				
Elemento	Lecturas Rebote			MPa	kg/cm²	Observaciones
Toma 2 -Viga exterior - Nivel 2	28	28		28,20	287,57	
	32	32				
	34	34				
	36	36				
	34	34				
	Prom. Bruto	32,80				
	Prom. Remanente	33,33				
Elemento	Lecturas Rebote			MPa	kg/cm²	Observaciones
Toma 3 - Tanque	28	32		29,19	297,63	
	34	34				
	34	36				
	36	34				
	30	36				
	Prom. Bruto	33,40				
	Prom. Remanente	34,50				
Elemento	Lecturas Rebote			MPa	kg/cm²	Observaciones
Toma 4 - Columna 6	44	38		32,99	336,45	
	42	38				
	38	36				
	40	40				
	40	34				
	Prom. Bruto	39,00				
	Prom. Remanente	39,00				
Elemento	Lecturas Rebote			MPa	kg/cm²	Observaciones
Toma 5- Columna 4	22	22		18,61	189,79	
	24	22				
	20	24				
	22	22				
	24	24				
	Prom. Bruto	22,60				
	Prom. Remanente	22,00				

Observaciones:

ALBERTO MORA SALAZAR

Ejecuto: Técnico

	
NUCLEO 10 COLUMNA 8 - TANQUE GUAYABAL	NUCLEO 19 COLUMNA 8 - TANQUE GUAYABAL
OBSERVACIONES:	
ESTE INFORME NO DEBE REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO BATIMAN (S.L.) INGENIERÍA S.A. LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA ENSAYADA. LA MUESTRA ES SUMINISTRADA Y TOMADA POR EL CLIENTE	
REVISADO POR: Director Técnico Sandra Jiménez Rodríguez SANDRA MELINA JIMÉNEZ RODRÍGUEZ Formato digitalizado por ISO 9001 Batiman Ingenieros S.L.	APROBADO POR: Director de Laboratorio Mauricio Álvarez Samaniego <i>Mauricio Álvarez Samaniego</i> Formato digitalizado por Batiman Ingenieros S.L.
FIRMA	FIRMA

	
NUCLEO 11 VIGA DE CIMENTACIÓN EJES 1 Y 8 - TANQUE GUAYABAL	NUCLEO 11 VIGA DE CIMENTACIÓN EJES 1 Y 8 - TANQUE GUAYABAL
	
NUCLEO 12 VIGA INTERIOR NIVEL 2 EJES 1 Y 6 - TANQUE GUAYABAL	NUCLEO 12 VIGA INTERIOR NIVEL 2 EJES 1 Y 6 - TANQUE GUAYABAL
OBSERVACIONES :	
ESTE INFORME NO DEBE SER REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO BATIMAN (E.L.) INGENIERÍA S.A. LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA INDICADA. LA MUESTRA ES SIMETRIZADA Y TOMADA POR EL CLIENTE	
REVISADO POR: Director Técnico Sandra Jiménez Rodríguez SANDRA MILENA JIMÉNEZ RODRÍGUEZ FIRMA	APROBADO POR: Director de Laboratorio, Mauricio Álvarez Samaniego Mauricio Álvarez Samaniego FIRMA

DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN (NORMA NTC 5551)	
PROYECTO TANQUE GUAYABAL - COVENAS	
Descripción: _____	Muestra: NUCLEO 10
Localización: COLUMNA 8	
	
Análisis del ensayo: <u>PRESENTA AFECTACION DE: 2cm</u>	
Observaciones: _____ _____ _____	
<u>ALBEIRO MORA SALAZAR</u> Ejecutó	

DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN (NORMA NTC 5551)	
PROYECTO TANQUE GUAYABAL - COVEÑAS	
Descripción: _____	Muestra: NUCLEO 11
Localización: <u>VIGA DE CIMENTACION ENTRE EJES 1 Y 8</u>	
	
Analisis del ensayo:	<u>PRESENTA AFECTACION DE: 0cm</u>
Observaciones:	_____ _____ _____
<u>ALBEIRO MORA SALAZAR</u> Ejecutó	

DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN
(NORMA NTC 5551)

PROYECTO TANQUE GUAYABAL - COVEÑAS

Descripción: _____ Muestra: NUCLEO 12
Localización: VIGA INTERIOR, NIVEL 2, ENTRE EJES 1 Y 6



Análisis del ensayo: PRESENTA AFECTACION DE: 1 1/2cm

Observaciones: _____

ALBEIRO MORA SALAZAR
Ejecutó