TOMO 4.1: PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES

INFORME DIAGNÓSTICO

CONTRATO DE CONSULTORÍA 133-2023

CONTRATAR LA CONSULTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA Y JURÍDICA DE LA OBRA EXISTENTE DENOMINADA "PROYECTO MEGABIBILIOTECA" UBICADA EN EL BARRIO JUAN PABLO II CON EL OBJETIVO DE CONOCER EL ESTADO DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES, DEFINIR Y PRESUPUESTAR LAS ACCIONES Y OBRAS PARA HABILITAR LA TOTALIDAD DEL PROYECTO Y PONER EN FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN INTEGRAL CUMPLIENDO LAS NORMAS Y REQUISITOS VIGENTES EN CADA UNO DE SUS COMPONENTES



ALCALDÍA DE FACATATIVA
CUNDINAMARCA
2023

Dirección: Av. Calle 26 No 85D - 55 Local A122 y A123
Centro Empresarial Dorado Plaza
Bogotá D.C. Colombia
PBX: (+57) (601) 467 4681/ Móvil: (57) 322 829 13 64
comercial@indesco.com.co

ELABORACIÓN	**NOMBRE**	**CARGO**	**FECHA**
ELABORÓ	German Camilo Alfonso Gonzales	Ingeniero civil	2023-05-09
Firma del profesional responsable			
PROFESIONAL RESPONSABLE	**MATRICULA PROFESIONAL**	**CARGO**	**FIRMA**
Camilo Andres Chinome Giraldo	70202-325749 TLM	Ingeniero civil _____ Especialista en patología de la construcción	

INDESCO Desarrollando Soluciones

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 8
2. OBJETIVOS 9
   2.1. GENERAL 9
   2.2. ESPECÍFICOS 9
3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO 10
4. PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS 11
   4.1. Ferro-scanner. 11
   4.2. Extracción de núcleos. 11
   4.3. Compresión de cilindros de concreto. 12
   4.4. Compresión de cubos de concreto. 12
   4.5. Ensayo de esclerómetro. 12
   4.6. Ensayo de carbonatación. 13
   4.7. Ensayo de petrografía. 13
   4.8. Apique de exploración 13
   4.9. Reparación de las exploraciones. 18
   4.10. Planos de ubicación de las muestras. 19
   4.11. Análisis de los resultados obtenidos en el muestreo. 19
5. MEMORÍA FOTOGRÁFICA. 20
   5.1. Estructura terminada 20
   5.2. Estructura abandonada 30
   5.3. Estructura tanque de almacenamiento 58
6. ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES DE LA ESTRUCTURA 60
7. LESIONES Y DIAGNÓSTICO 61
   7.1. Cuadro de lesiones 61
   7.2. Diagnóstico 62
8. Recomendaciones para la recuperación del paciente 64
   8.1. Estructura 1 (culminada con acabados) 64
   8.2. Estructura 2 (Inconclusa y en estado de abandono) 65

8.3. Estructura 3 (tanque de almacenamiento) 65
9. Bibliografía 66

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ensayo de ferro-scanner..... 11
Ilustración 2. Ensayo de extracción de núcleos..... 12
Ilustración 3. Aceros de viga de cimentación estructura 1. Tiene acero de diámetro ½"... 14
Ilustración 4. Se explora zapata de la segunda estructura y a 50 cm de profundidad se detectó acero de refuerzo de ½" separado cada 10 cm en dos direcciones. 15
Ilustración 5. Se explora viga de carga del segundo piso de la segunda estructura. El acero longitudinal es de diámetro 1" y los flejes son de ½" separados cada 35 cm. 16
Ilustración 6. Se explora placa de concreto reforzado del segundo piso de la segunda estructura. El espesor de la placa es de 10 cm y su acero es una malla electrosoldada de 15cmx15 cm y grafil 4 mm. 16
Ilustración 7. Se explora columna del primer piso de la segunda estructura. Se observa acero longitudinal de 5/8" separado cada 15 cm y flejes de 3/8" separados cada 30 cm. 17
Ilustración 8. Se explora la placa de concreto del tanque. Se observa acero longitudinal de ½" separado cada 15 cm y cada 10 cm 17
Ilustración 9. Producto para reparación de muestras extraídas. 18
Ilustración 10. Ilustración10. Reparación de muestras con mapegrout. 18
Ilustración 11. Fachada principal. Presenta grafitis y manchas por escurrimiento en los antepechos. 20
Ilustración 12. Fachada lateral derecha. Presenta grafitis. 20
Ilustración 13. Fachada lateral izquierda. Presenta grafitis. 21
Ilustración 14. Fachada posterior. Presenta grafitis y manchas por escurrimiento. 21
Ilustración 15. Encharcamiento de piso. Se presume que es producto de filtración por ventana vulnerada. 22
Ilustración 16. Pasillo de circulación, se observa que tiene en el sistema estructural muros pantalla. 22
Ilustración 17. Se observa sistema estructural de columnas en los salones. 23
Ilustración 18. Se observa sistema estructural de columnas y muros en los salones. 23
Ilustración 19. Se observa sistema estructural de columnas con doble altura en salón. 24
Ilustración 20. Se observa sistema estructural de columnas con doble altura en salón. 24
Ilustración 21. Se observa en el segundo piso una cubierta de policarbonato apoyada al sistema estructural de pórtico resistente a momento en las zonas de circulación. 25
Ilustración 22. Se observa en el segundo piso una cubierta de policarbonato apoyada al sistema estructural de pórtico resistente a momento en las zonas de circulación. 25

Ilustración 23. Terraza del segundo piso. Se observa suciedades y musgo en antepecho producto de humedad. 26
Ilustración 24. Muros estructurales en el punto fijo. 26
Ilustración 25. Muros estructurales en el foso del ascensor. 27
Ilustración 26. Sistema de pórticos resistente a momentos en columnas del segundo piso. 27
Ilustración 27. Sistema de pórticos resistente a momentos en columnas del segundo piso. 28
Ilustración 28. Terraza del segundo piso, se observa deflexión en placa. 28
Ilustración 29. Se revisa debajo de la placa con deflexión y se observa en el entretecho instalación de anclaje de soporte de tuberías, bandejas porta cables y cielo raso. 29
Ilustración 30. Se revisa debajo de la placa con deflexión y se observa en el entretecho instalación de anclaje de soporte de tuberías, bandejas porta cables y cielo raso. 29
Ilustración 31. Fachada principal. Se observa grafitis y suciedades por escurrimiento. 30
Ilustración 32. Fachada lateral derecha. Se observa grafitis y suciedades por escurrimiento. 30
Ilustración 33. Fachada posterior. Se observa suciedades por escurrimiento. 31
Ilustración 34. Fachada lateral izquierda. Se observa grafitis y suciedades por escurrimiento. 31
Ilustración 35. Viga fachada posterior prime piso. Se observa con deflexión a simple vista. 32
Ilustración 36. Viga con mayor ancho que altura. 32
Ilustración 37. Viguetas con sección irregular. 33
Ilustración 38. Viga con sección irregular. 33
Ilustración 39. Vigas con sección irregular. 34
Ilustración 40. Ilustración 40. Viguetas con sección irregular. 34
Ilustración 41. Vigas con sección irregular. 35
Ilustración 42. Viguetas con sección irregular. 35
Ilustración 43. Viguetas con sección irregular. 36
Ilustración 44. Viguetas con sección irregular. 36
Ilustración 45. Viguetas con sección irregular. 37
Ilustración 46. Viguetas con sección irregular. 37
Ilustración 47. Vigas con sección irregular. Se observa segregación. 38
Ilustración 48. Junta fría entre muro estructural y placa. 38
Ilustración 49. Junta fría entre nodo columna-viga. 39
Ilustración 50. Vigueta segregada. 39
Ilustración 51. Viga segregada. 40
Ilustración 52. Unión viga columna segregada. 40
Ilustración 53. Viga segregada. 41
Ilustración 54. Vigas y pantalla segregada. 41
Ilustración 55. Vigueta con sección irregular. 42
Ilustración 56. Viga segregada. Se observan aceros de refuerzo oxidados. 42
Ilustración 57. Viga segregada. Se observan aceros de refuerzo oxidados. 43
Ilustración 58. Grafitis en estructura. 43

Ilustración 59. Grafitis en estructura. 44
Ilustración 60. Grafitis en estructura. 44
Ilustración 61. Se observa en el foso del ascensor rastros de hollín producto de fogatas improvisadas realizadas por indigentes. 45
Ilustración 62. Suciedad en el recinto. 45
Ilustración 63. Suciedad y humedad en el recinto. 46
Ilustración 64. Suciedad en el recinto. 46
Ilustración 65. Suciedad en el recinto. 47
Ilustración 66. Suciedad en el recinto. 47
Ilustración 67. Suciedad en el recinto. 48
Ilustración 68. Pozo de agua producto de filtración en el techo. Se observa que se produce vegetación en la zona húmeda de la placa. 48
Ilustración 69. Pozo de agua producto de filtración en el techo. Se observa que se produce vegetación en la zona húmeda de la placa. 49
Ilustración 70. Pozo de agua producto de filtración en el techo. Se observa que se produce vegetación en la zona húmeda de la placa. 49
Ilustración 71. Suciedad por escurrimiento en estructura. 50
Ilustración 72. Suciedad por escurrimiento en estructura. 50
Ilustración 73. Suciedad por escurrimiento en estructura. 51
Ilustración 74. Humedad por escurrimiento en estructura. 51
Ilustración 75. Humedad por filtración en estructura. 52
Ilustración 76. Humedad por escurrimiento en estructura. 52
Ilustración 77. Humedad por escurrimiento en estructura. 53
Ilustración 78. Suciedad por escurrimiento en estructura. 53
Ilustración 79. Humedad por filtración en placa de concreto último piso. Se observa de vegetación. 54
Ilustración 80. Irregularidad en nodo columna viga. Se observa efecto viga fuerte columna débil. 54
Ilustración 81. Se observa que las vigas con escurrimiento comenzaron un efecto degenerativo de lixiviación. 55
Ilustración 82. Columna corta en la estructura. 55
Ilustración 83. Viga con carga excéntrica en la estructura. 56
Ilustración 84. Nodo columna-viga cargado excéntricamente. 56
Ilustración 85. Muro de mampostería en bloque. No presenta correcto mortero de pega y en el perímetro se llenó de mezcla. Esto genera un comportamiento estructural de mampostería de diafragma y en un sismo puede dañar el pórtico resistente a momentos. 57
Ilustración 86. Muro de mampostería en bloque. Se observa viguetas de confinamiento construidas intermedias en el pórtico. La ventana no presenta refuerzo de dintel. 57
Ilustración 87. Tanque de almacenamiento semi enterrado. Se observa pozos de agua y superficie exterior expuesta sin ningún tipo de recubrimiento impermeabilizante. 58

Ilustración 88. Muro de contención tanque. Se observa que está enterrado sin ningún tipo de recubrimiento impermeabilizante..... 58
Ilustración 89. Tapa de tanque de almacenamiento colmatado de tierra y con vegetación. 59
Ilustración 90. Relación de vacíos y relación de consolidación del estudio geotécnico de la megabiblioteca. 60
Ilustración 91. Método de encamisado de estructura. 64
Ilustración 92.Prótesis de estructura metálica. 65

INDESCO
Desarrollando Soluciones

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento de ESTUDIO DE DISEÑO ESTRUCTURAL; es presentado por INDESCO SAS BIC, en cumplimiento de los compromisos para la ejecución del contrato: de consultoría 133 de 2023 cuyo objeto es "CONTRATAR LA CONSULTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA Y JURÍDICA DE LA OBRA EXISTENTE DENOMINADA "PROYECTO MEGABIBILIOTECA" UBICADA EN EL BARRIO JUAN PABLO II CON EL OBJETIVO DE CONOCER EL ESTADO DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES, DEFINIR Y PRESUPUESTAR LAS ACCIONES Y OBRAS PARA HABILITAR LA TOTALIDAD DEL PROYECTO Y PONER EN FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN INTEGRAL CUMPLIENDO LAS NORMAS Y REQUISITOS VIGENTES EN CADA UNO DE SUS COMPONENTES"; describe las generalidades del diagnóstico patológico del proyecto mencionado ubicado en el municipio de Facatativá, Cundinamarca.

En el desarrollo del proceso de diseño estructural se incluye la ejecución de un plan de inspección y ensayos para caracterizar materiales y diagnosticar la integridad del concreto reforzado, el cual es el material predominante en el sistema estructural.

En el proceso de inspección se levanta una memoria fotográfica en donde se realiza un inventario de lesiones encontradas en el inmueble con el fin de evaluar su configuración, la cual será comparada con el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR10.

INDESCO
Desarrollando Soluciones

2. OBJETIVOS

2.1. GENERAL

Realizar un diagnóstico patológico que indique la situación actual de las estructuras existentes ubicadas en el municipio de Facatativá, de acuerdo con el alcance de este documento y sus anexos, con el fin de garantizar la seguridad y estabilidad del inmueble.

2.2. ESPECÍFICOS

- Presentar los resultados obtenidos de los ensayos ejecutados.
- Levantar memoria fotográfica de las lesiones encontradas y emitir un diagnóstico que permita obtener calificación de la estructura por calidad de diseño y construcción.
- Diseñar la estructura mediante software y garantizar cumplimiento del índice de flexibilidad y sobre esfuerzo.
- Presentar alternativas de reforzamiento dejando como entregable memoria de cálculo y planos de reforzamiento.

INDESCO
Desarrollando Soluciones

3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

La Mega biblioteca está constituida por dos estructuras, constituidas de la siguiente forma:

Una primera estructura de dos pisos en sistema estructural de pórticos resistentes a momentos, en materialidad de concreto reforzado. La estructura ya está con terminaciones de obra blanca y acabados. Sin embargo, no se encuentra en funcionamiento. La cimentación encontrada es un sistema de vigas de cimentación en concreto reforzado.

Una segunda estructura de 3 pisos en sistema estructural de pórticos resistentes a momentos, en materialidad de concreto reforzado. La estructura no cuenta con acabados y se observa en estado de precariedad con envejecimiento prematuro y deterioro por su deterioro directo a el medio ambiente. Es un agravante que los indigentes la usen como resguardo porque se observa suciedades y vandalismo producto de su intrusión a la estructura. La cimentación encontrada es un sistema de zapatas en concreto reforzado.

En medio de las estructuras existe un tanque de almacenamiento en concreto reforzado, el cual tiene un sistema de muros estructurales y placa en concreto reforzado.

INDESCO
Desarrollando Soluciones

4. PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS

El plan de inspección y ensayos se realizó bajo la propuesta del profesional de patología de la construcción que realizo una inspección preliminar. Los ensayos realizados fueron no destructivos y destructivos, cuyo fin era explorar y establecer las características de dimensión, tipo de material y resistencia de los materiales que componen la estructura. El plan se constituye en los siguientes ensayos:

4.1. Ferro-scanner.

Se realizó inspección en 12 puntos distintos seleccionados de forma aleatoria e las 3 estructuras. El objetivo del ensayo era dimensionar el acero de refuerzo de los elementos estructurales de concreto reforzado.

Los resultados de laboratorio se pueden observar en el anexo 1 del informe.

Ilustración 1. Ensayo de ferro-scanner.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

4.2. Extracción de núcleos.

Se realizó el procedimiento con broca diamantada en donde se extrajeron núcleos para hacer ensayos de compresión de cilindros de concreto en vigas, columnas y placa. También se extrajo un núcleo para hacer ensayo de petrografía. Se extrajeron núcleos en las viguetas en donde se cortaron y refrentaron para hacer ensayos de compresión de cubos de concreto.

Ilustración 2. Ensayo de extracción de núcleos.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

4.3. Compresión de cilindros de concreto.

Se extraen de 17 muestras para realizar el ensayo de compresión de cilindros de concreto.

Se realiza el ensayo por el método de compresión de cilindros de concreto establecido en la NTC 673:2021.

Los resultados de laboratorio se pueden observar en el anexo 2 del informe.

4.4. Compresión de cubos de concreto.

En Colombia para obtener la resistencia a la compresión de concreto y/o morteros, se suele realizar el ensayo de compresión de cilindros. Sin embargo, por la irregularidad en las viguetas y presentar una sección angosta, se extraen 2 núcleos y se refrentaron 8 cubos de concreto para hacer una correlación.

El ensayo de compresión de cubos de concreto se realizó bajo lo establecido en la NTC 2020:2021.

Los resultados de laboratorio se pueden observar en el anexo 2 del informe.

4.5. Ensayo de esclerómetro.

El ensayo de esclerómetro se practicó como método no destructivo para obtener la resistencia a la compresión del concreto, haciendo especial énfasis en la parte interior de la estructura terminada con el fin de no dañar sus acabados. Se realizaron 8 muestras del ensayo.

Los resultados se pueden observar en el anexo 3 del informe.

4.6. Ensayo de carbonatación.

El ensayo de carbonatación consiste en realizar un análisis químico del concreto en donde se revise el riesgo de corrosión del acero de refuerzo por un cambio del PH. Para su verificación se aplicará fenolftaleína en la superficie y si no existe cambio de color la superficie se considera carbonatada.

Los resultados se pueden observar en el anexo 4 del informe.

4.7. Ensayo de petrografía.

El ensayo de petrografía permite conocer la composición mineralógica del concreto reforzado y revisar si en su constitución existen materiales altamente reactivos que produzcan cambios volumétricos que lo fracturen si está a exposición de ciclos de sol y humedad.

Los resultados se pueden observar en el anexo 5 del informe.

4.8. Apique de exploración

Se realizan apiques de exploración a 6 elementos estructurales con el fin de visualizar la configuración de los aceros de refuerzo y dimensionamiento.

INDESCO
Desarrollando Soluciones

Ilustración 3. Aceros de viga de cimentación estructura 1. Tiene acero de diámetro ½".



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 4. Se explora zapata de la segunda estructura y a 50 cm de profundidad se detectó acero de refuerzo de ½" separado cada 10 cm en dos direcciones.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 5. Se explora viga de carga del segundo piso de la segunda estructura. El acero longitudinal es de diámetro 1" y los flejes son de ½" separados cada 35 cm.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 6. Se explora placa de concreto reforzado del segundo piso de la segunda estructura. El espesor de la placa es de 10 cm y su acero es una malla electrosoldada de 15cmx15 cm y grafil 4 mm.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 7. Se explora columna del primer piso de la segunda estructura. Se observa acero longitudinal de 5/8" separado cada 15 cm y flejes de 3/8" separados cada 30 cm.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 8. Se explora la placa de concreto del tanque. Se observa acero longitudinal de ½" separado cada 15 cm y cada 10 cm



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

4.9. Reparación de las exploraciones.

Las exploraciones realizadas y núcleos extraídos fueron reparados con Mapegrot de forma apropiada.

Ilustración 9. Producto para reparación de muestras extraídas.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 10. Ilustración10. Reparación de muestras con mapegrout.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

4.10. Planos de ubicación de las muestras.

Los planos de extracciones de los ensayos se pueden observar en el anexo 6 del informe.

4.11. Análisis de los resultados obtenidos en el muestreo.

Se presenta el análisis de resultados de los ensayos para cada estructura:

- **Estructura 1 (Terminada):** Al revisar el anexo 2 y anexo 3, en los especímenes correspondientes a la estructura se observa que los concretos de forma general cumplen la resistencia de diseño estipulada en los diseños (f´c=3.500 psi) y el promedio de las muestras cumple al menos 80% de la resistencia de diseño. Sin embargo, se recomienda en el diseño estructural de vulnerabilidad sísmica calificar por construcción la estructura con calificación regular con el fin de aplicar un factor de seguridad de corrección.

- **Estructura 2 (Abandonada):** Al revisar el anexo 2, en los especímenes correspondientes a la estructura se observa que los concretos de forma general incumplen la resistencia de diseño estipulada en los diseños (f´c=3.500 psi) y la mayor parte de las muestras no cumplen la resistencia mínima exigida por la norma (f´c=2500 psi).

  La petrografía concluye que no hay reacción álcali sílice en la mezcla y en conjunto con el ensayo de carbonatación se puede concluir que los aceros de refuerzo no han tenido afectación por corrosión.

  El concreto como material constitutivo de la estructura no se considera adecuado para considerar que puede soportar solicitaciones mecánicas y representan un peligro de estabilidad porque sus resistencias incumplen los diseños estructurales y el criterio mínimo establecido del reglamento Colombiano de construcción sismo resistente NSR10.

- **Estructura 3 (tanque):** Al revisar el anexo 2, en los especímenes correspondientes a la estructura tienen una resistencia de 4,500 psi y l concreto está en condición de sanidad y está en buen estado.

5. MEMORÍA FOTOGRÁFICA.

Se realiza una inspección en campo entre las especialidades de patología de la construcción y estructura, en donde se encuentran las siguientes novedades:

5.1. Estructura terminada

Ilustración 11. Fachada principal. Presenta grafitis y manchas por escurrimiento en los antepechos.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 12. Fachada lateral derecha. Presenta grafitis.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 13. Fachada lateral izquierda. Presenta grafitis.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 14. Fachada posterior. Presenta grafitis y manchas por escurrimiento.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 15. Encharcamiento de piso. Se presume que es producto de filtración por ventana vulnerada.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 16. Pasillo de circulación, se observa que tiene en el sistema estructural muros pantalla.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 17. Se observa sistema estructural de columnas en los salones.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 18. Se observa sistema estructural de columnas y muros en los salones.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 19. Se observa sistema estructural de columnas con doble altura en salón.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 20. Se observa sistema estructural de columnas con doble altura en salón.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 21. Se observa en el segundo piso una cubierta de policarbonato apoyada al sistema estructural de pórtico resistente a momento en las zonas de circulación.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 22. Se observa en el segundo piso una cubierta de policarbonato apoyada al sistema estructural de pórtico resistente a momento en las zonas de circulación.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 23. Terraza del segundo piso. Se observa suciedades y musgo en antepecho producto de humedad.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 24. Muros estructurales en el punto fijo.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 25. Muros estructurales en el foso del ascensor.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 26. Sistema de pórticos resistente a momentos en columnas del segundo piso.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 27. Sistema de pórticos resistente a momentos en columnas del segundo piso.



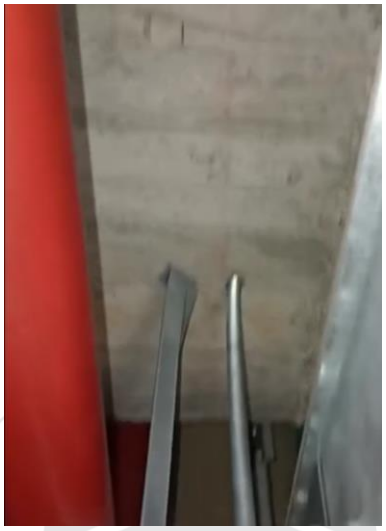
Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 28. Terraza del segundo piso, se observa deflexión en placa.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 29. Se revisa debajo de la placa con deflexión y se observa en el entretecho instalación de anclaje de soporte de tuberías, bandejas porta cables y cielo raso.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 30. Se revisa debajo de la placa con deflexión y se observa en el entretecho instalación de anclaje de soporte de tuberías, bandejas porta cables y cielo raso.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

5.2. Estructura abandonada

Ilustración 31. Fachada principal. Se observa grafitis y suciedades por escurrimiento.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 32. Fachada lateral derecha. Se observa grafitis y suciedades por escurrimiento.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 33. Fachada posterior. Se observa suciedades por escurrimiento.



Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 34. Fachada lateral izquierda. Se observa grafitis y suciedades por escurrimiento.



Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 35. Viga fachada posterior prime piso. Se observa con deflexión a simple vista.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 36. Viga con mayor ancho que altura.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 37. Viguetas con sección irregular.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 38. Viga con sección irregular.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 39. Vigas con sección irregular.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 40. Ilustración 40. Viguetas con sección irregular.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 41. Vigas con sección irregular.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 42. Viguetas con sección irregular.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 43. Viguetas con sección irregular.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 44. Viguetas con sección irregular.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 45. Viguetas con sección irregular.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 46. Viguetas con sección irregular.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 47. Vigas con sección irregular. Se observa segregación.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 48. Junta fría entre muro estructural y placa.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 49. Junta fría entre nodo columna-viga.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 50. Vigueta segregada.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 51. Viga segregada.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 52. Unión viga columna segregada.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 53. Viga segregada.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 54. Vigas y pantalla segregada.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 55. Vigueta con sección irregular.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 56. Viga segregada. Se observan aceros de refuerzo oxidados.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 57. Viga segregada. Se observan aceros de refuerzo oxidados.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 58. Grafitis en estructura.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 59. Grafitis en estructura.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 60. Grafitis en estructura.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 61. Se observa en el foso del ascensor rastros de hollín producto de fogatas improvisadas realizadas por indigentes.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 62. Suciedad en el recinto.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 63. Suciedad y humedad en el recinto.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 64. Suciedad en el recinto.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 65. Suciedad en el recinto.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 66. Suciedad en el recinto.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 67. Suciedad en el recinto.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 68. Pozo de agua producto de filtración en el techo. Se observa que se produce vegetación en la zona húmeda de la placa.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 69. Pozo de agua producto de filtración en el techo. Se observa que se produce vegetación en la zona húmeda de la placa.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 70. Pozo de agua producto de filtración en el techo. Se observa que se produce vegetación en la zona húmeda de la placa.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 71. Suciedad por escurrimiento en estructura.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 72. Suciedad por escurrimiento en estructura.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 73. Suciedad por escurrimiento en estructura.



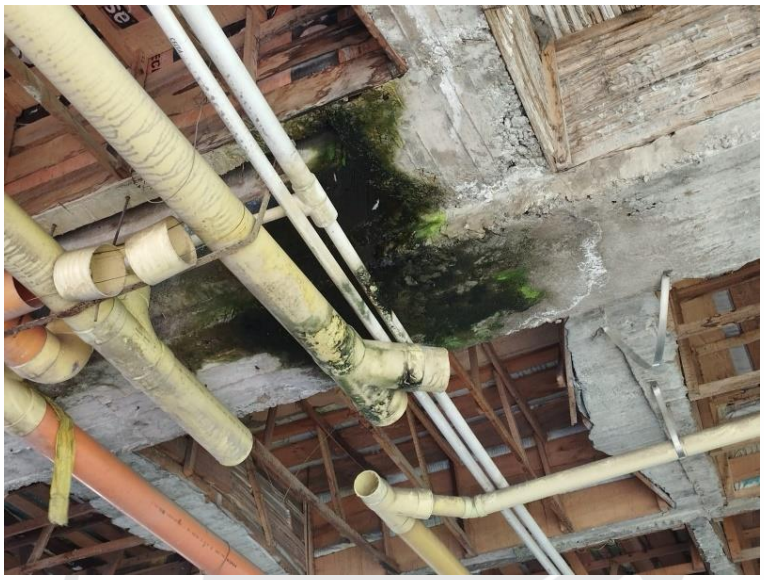
Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 74. Humedad por escurrimiento en estructura.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 75. Humedad por filtración en estructura.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 76. Humedad por escurrimiento en estructura.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 77. Humedad por escurrimiento en estructura.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 78. Suciedad por escurrimiento en estructura.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 79. Humedad por filtración en placa de concreto último piso. Se observa de vegetación.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 80. Irregularidad en nodo columna viga. Se observa efecto viga fuerte columna débil.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 81. Se observa que las vigas con escurrimiento comenzaron un efecto degenerativo de lixiviación.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 82. Columna corta en la estructura.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 83. Viga con carga excéntrica en la estructura.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 84. Nodo columna-viga cargado excéntricamente.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 85. Muro de mampostería en bloque. No presenta correcto mortero de pega y en el perímetro se llenó de mezcla. Esto genera un comportamiento estructural de mampostería de diafragma y en un sismo puede dañar el pórtico resistente a momentos.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 86. Muro de mampostería en bloque. Se observa viguetas de confinamiento construidas intermedias en el pórtico. La ventana no presenta refuerzo de dintel.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

5.3. Estructura tanque de almacenamiento

Ilustración 87. Tanque de almacenamiento semi enterrado. Se observa pozos de agua y superficie exterior expuesta sin ningún tipo de recubrimiento impermeabilizante.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 88. Muro de contención tanque. Se observa que está enterrado sin ningún tipo de recubrimiento impermeabilizante.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 89. Tapa de tanque de almacenamiento colmatado de tierra y con vegetación.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

6. ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES DE LA ESTRUCTURA

En la morfología de grietas y fisuras encontradas no se observan grietas inclinadas o elementos estructurales con desplazamientos horizontales que indiquen un vector de movimiento. Por tal motivo, no se realiza recomendación de hacer monitoreos de topografía trimestrales para confirmar alguna tendencia.

Se realiza revisión del estudio geotécnico realizado por el Ing. Msc. Danilo Montaña y se observa que la relación de consolidación del suelo esta entre los parámetros normales.

Ilustración 90. Relación de vacíos y relación de consolidación del estudio geotécnico de la megabiblioteca.

Relación de vacíos y relación de sobre consolidación RSC:

La relación de vacíos, de acuerdo con los parámetros de consolidación están en e_o=2.14 y en cuanto a la relación de sobre consolidación RSC es 2.1, lo cual corresponde a arcilla ligeramente sobre-consolidada.

Otros parámetros índices muestran que los índices de Liquidez (IL), consistencia (IC) y fluidez (IF) tienen valores promedio de 0.25, 0.92 y 2.40, respectivamente, lo cual representa la cercanía de la Humedad natural a la humedad del límite plástico.

Relación de vacíos y relación de sobre consolidación RSC:

La relación de vacíos, de acuerdo con los parámetros de consolidación están en e_o=2.14 y en cuanto a la relación de sobre consolidación RSC es 2.1, lo cual corresponde a arcilla ligeramente sobre-consolidada.

Otros parámetros índices muestran que los índices de Liquidez (IL), consistencia (IC) y fluidez (IF) tienen valores promedio de 0.25, 0.92 y 2.40, respectivamente, lo cual representa la cercanía de la Humedad natural a la humedad del límite plástico.

Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023

7. LESIONES Y DIAGNÓSTICO

7.1. Cuadro de lesiones

De acuerdo con lo estudiado en las estructuras se observan las siguientes lesiones:

Tabla 1. Lesiones encontradas en la estructura.

FAMILIA DE LESIONES	COD.	LESIÓN	DESCRIPCIÓN
MECÁNICAS	LM1	Juntas frías	Se producen cuando se funden concretos de diferentes edades sin ningún material de adherencia.
	LM2	Deformaciones por deflexión	Alteración mecánica del elemento debido a solicitaciones externas. Esto implica pérdida de linealidad y verticalidad de la forma regular del elemento.
	LM3	Desprendimientos	Separación parcial o total del material que constituye el elemento ocasionado por perdida de adherencia.
FÍSICAS	LF1	Filtración localizada	Penetración de agua a través de puntos débiles de un elemento constructivo, de forma aislada (situada en puntos específicos).
	LF2	Humedad por filtración	Entrada o presencia de agua por puntos débiles de una construcción elemento, de forma generalizada (situado en superficies más extensas).
	LF3	Suciedades	Se observa rastros de escurrimiento por la superficie de concreto
	LF4	Meteorización	Desintegración y descomposición del concreto producto del contacto con el agua, ciclos de deshielo y cambios de temperatura que afectan su composición física, sin afectar su composición química y mineralógica.
QUÍMICAS	LQ2	Corrosión del acero de refuerzo	Reacción electroquímica que se genera cuando el acero se oxida por contacto directo con el aire o el agua (contacto con el ion cloruro).
	LQ4	Erosión química del concreto	Abrasión del concreto por su exposición directa a fenómenos climatológicos. La abrasión se produce en la pasta cementante.
	LQ3	Carbonatación del concreto	Pérdida de pH que ocurre cuando el dióxido de carbono atmosférico reacciona con la humedad dentro de los poros del concreto.
QUÍMICAS	LQ4	Lixiviación del concreto	Proceso mediante el cual el agua, al penetrar a través del concreto, disuelve y extrae el hidróxido de calcio e incrementa la porosidad.

FAMILIA DE LESIONES	COD.	LESIÓN	DESCRIPCIÓN
BIOLÓGICAS	*LB1*	*Plantas superficiales*	*Aparecen en grietas o dilataciones que no están selladas y existe condición ideal de humedad para su crecimiento.*
ANTROPOGÉNICAS	*LA1*	*Carencia de mantenimiento*	*Se produce envejecimiento de la estructura y obsolescencia de sus elementos, producto de no tener programa de mantenimiento. Es un agravante cuando la estructura queda inconclusa y se deja abandonada.*
	LA2	*Errores de diseño*	*No se revisa el comportamiento funcional y materialidad del elemento que debe tener ante la solicitación de servicio. Algunos de los errores encontrados son: efectos de columna corta, viga fuerte-columna débil, viga ancha, entre otros.*
	LA3	*Errores de proceso constructivo*	*No se siguen especificaciones técnicas y se construye el elemento de tal forma que su morfología y funcionalidad no es la adecuada. Algunos de los errores encontrados son: vigas cargadas excéntricamente, segregación del concreto, secciones de vigas y viguetas irregulares*
	LA4	*Vandalismo, suciedad e indigencia*	*Se observa grafitis y basura que afectan el aspecto mas no la funcionalidad del inmueble. Los habitantes de calle utilizan la estructura abandonada como resguardo y en el foso del ascensor realizaron fogata, lo cual deteriora el concreto y genero fluencia en el acero de refuerzo.*

Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

7.2. Diagnóstico

Para cada una de las estructuras se presenta el siguiente diagnóstico:

- **Estructura 1 (culminada con acabados):** Se observa que las resistencias del concreto reforzado en promedio cumplen con las resistencias de diseño y tiene problemas de mantenimiento como corrección de vidrio y humedades que con intervenciones de recuperación pueden ser solucionados.

  La placa de concreto de la terraza se observa que no fue diseñada para soportar cargas de pozos de agua y de las instalaciones que están ancladas en la cara inferior (Red de incendio, instalaciones eléctricas y de telecomunicaciones), por tal motivo se observa un

efecto de sobrecarga. Es un agravante que el acero de la placa este colocado en la parte inferior del casetón sin recubrimiento.

El estado de calificación de la estructura se concluye que es regular y requiere de una propuesta de reforzamiento.

- **Estructura 2 (inconclusa en estado de abandono):** Se observa que las resistencias del concreto reforzado en promedio no cumplen con las resistencias de diseño y tampoco cumplen con las resistencias mínimas establecido en el titulo C: concreto estructural del reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR10.

  Los ensayos de durabilidad diagnostican que existe carbonatación del concreto que no se cataloga de forma general como grave. Sin embargo, los puntos que permiten el ingreso del agua causaran corrosión del acero de refuerzo y lixiviación del concreto. Estas patologías disminuyen la vida útil del material y disminuyen la capacidad de carga.

  La estructura está habitada por indigente, los cuales generan suciedades y en algunos puntos donde causaron fogatas deterioraron la resistencia del concreto y el acero de refuerzo.

  Se observa que existen patologías estructurales como columnas cortas, viga fuerte-columna débil, vigas anchas y deflexiones excesivas que pueden generar peligro de colapso de la estructura si ocurre un evento sísmico de magnitud considerable.

  El estado de conservación de la estructura se concluye que es malo. En vista de los resultados obtenidos, la estructura para ser recuperada deberá entrar en un plan de reforzamiento total, lo cual podría tener un costo similar al de dar eutanasia y realizar un nuevo proyecto que cumpla las condiciones de seguridad exigidas en el reglamento Colombiano de construcción sismo resistente NSR10.

- **Estructura 3 (tanque de almacenamiento):** Se observa que las resistencias del concreto reforzado en promedio son buenas y su acero de refuerzo cuenta con una cuantía acorde en la cara superior. Sin embargo, se requiere evaluar un reforzamiento de la cara inferior de la placa con el fin debe contar con una sección doblemente armada.

  Se observa que la estructura presenta pozos de agua, los cuales pueden generar filtraciones que deterioren el estado constitutivo le

concreto. La estructura no cuenta con ningún tipo de recubrimiento impermeabilizante. Se puede proponer un plan de mantenimiento para recuperar la estructura.

El estado de conservación de la estructura se concluye que es regular.

8. Recomendaciones para la recuperación del paciente

8.1. Estructura 1 (culminada con acabados)

- La estructura tiene deflexiones excesivas producto de sobrecarga de pozos de agua por lluvia, instalaciones ancladas en la parte inferior y que el acero de refuerzo no cuenta con el recubrimiento inferior. Se recomienda realiza un reforzamiento en donde la sección de la placa se aumente con encamisados de varilla de acero corrugado y concretos de reparación con puentes de adherencia. Adicional, se puede recuperar la flecha producida utilizando prótesis de estructura metálica.
- Las viguetas de concreto reforzado deben obedecer una sección regular. Para tal fin se recomienda sean encamisadas.

Ilustración 91. Método de encamisado de estructura.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023.

Ilustración 92.Prótesis de estructura metálica.



Fuente: Elaboración INDESO SAS BIC, abril 2023

8.2. Estructura 2 (Inconclusa y en estado de abandono)

- La estructura tiene patologías en cuanto a morfología estructural, proceso constructivo y durabilidad del concreto reforzado. Por su estado de precariedad va a requerir un reforzamiento en su totalidad y su costo puede ser similar al de realizar un nuevo proyecto. Se recomienda considerar la eutanasia a la estructura y realizar u nuevo proyecto.

8.3. Estructura 3 (tanque de almacenamiento)

- La estructura se observa con buena resistencia del concreto y una cuantía de acero en su cara superior. Sin embargo, se recomienda realizar un reforzamiento con encamisado de la estructura de concreto reforzado en su interior.

- Se recomienda realizar una impermeabilización en el interior y exterior del tanque porque dejar el concreto expuesto causara su deterioro de la estructura.

9. Bibliografía

Chinome, C. (2023). " El agua: Un agente de lesión silencioso en las estructuras de concreto reforzado ". Memorias del XXXVII Congreso Nacional de Ingeniería "retos y paradigmas en la ingeniería", Colombia 2023, 1-5. https://sci.org.co/wpcontent/uploads/file/CNI23/Memorias.%20Camilo%20Chinome%20-%207.pdf

Chinome, C. (2022). "Modelo para especificar, ejecutar y controlar la impermeabilización de cubiertas en concreto reforzado de tipo plana construidas en la ciudad de Bogotá". [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio UNAL. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82132

Chinome, C. & Ríos-Fresneda, C. (2022). "Estudos de caso: Uma ferramenta útil para a validação de um modelo para especificar, executar e controlar a impermeabilização de coberturas planas de concreto armado construídas na cidade de Bogotá". Anais do V Congresso Brasileiro de Patologia da Construção CBPAT Brasil 2022, 13-24. https://doi.org/10.4322/CBPAT.2022.002

Chinome, C. & Ríos-Fresneda, C. (2021). "Modelo para especificar, ejecutar y controlar la impermeabilización de cubiertas planas en concreto reforzado construidas en la ciudad de Bogotá". Memorias del XVI Congreso Latinoamericano de patología de la construcción y el XVIII de control de calidad en la construcción CONPAT Brasil 2021, 133-149. DOI: https://doi.org/10.4322/conpat2021.496

López, F., Rodríguez, V., Cruz, J., Torreño, & Ubeda, P. (2004). Manual de patología de la edificación. Tomo 1 El lenguaje de las grietas, patología y recalce de cimentaciones. Universidad Politécnica de Madrid

Montejo, A., Montejo, F. & Montejo, A. (2013). "Tecnología y patología del concreto armado". Universidad Católica de Colombia. Bogotá.