

TPI
ESTUDIO PATOLÓGICO AL BOX COULVERT UBICADO EN LA CARRERA 89 POR
CALLE 43 SUR, FUTURA AVENIDA GUAYACANES BOGOTÁ D.C.

Presentado por:

ING. IVAN FELIPE RODRÍGUEZ ALVARADO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
BOGOTÁ D.C.
2020

TABLA DE CONTENIDO

OBJETIVO GENERAL	8
OBJETIVOS ESPECIFICOS	8
INTRODUCCIÓN	9
DICCIONARIO LESIONES EN LA CONSTRUCCIÓN.....	11
LOCALIZACIÓN.....	17
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PACIENTE.....	18
VULNERABILIDAD SISMICA	22
COMPONENTE AMENAZA / RIESGO SÍSMICO PARA EL DISTRITO CAPITAL	22
AMENAZAS EXTERNAS	25
Sismicidad.....	25
Geotecnia	26
Inundación	29
METODOLOGÍA	31
VISITA DE RECONOCIMIENTO.....	32
LEVANTAMIENTO DE LESIONES - INSPECCIÓN VISUAL	33
REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMORESISTENTE NSR-10 - C. REQUISITOS DE DURABILIDAD.....	34

NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 5551 DURABILIDAD DE	
ESTRUCTURAS DE CONCRETO	36
MANUAL DE INSPECCIÓN DE PUENTES UNIANDES – INVIAS	40
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS POR EL CONSORCIO SEDIC –	
CONCOL 023	44
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE NÚCLEOS DE CONCRETO	44
DISTRIBUCIÓN DEL ACERO DE REFUERZO	46
ANÁLISIS QUÍMICO DEL CONCRETO	47
Ensayo De Ultrasonido	51
Ensayo de potencial de media celda (potencial de corrosión).	52
Estimación De La Vida Útil	53
Verificación Del Avance De La Carbonatación	53
RESULTADOS	54
INSPECCIÓN VISUAL	54
Superficie	55
Barandas	55
Estribos	56
Placa Inferior	57
Placa Superior	57
Aletas	58

ENSAYOS DE LABORATORIO.....	59
RESULTADO DE LAS REGATAS	59
RESULTADO DEL POTENCIAL DE MEDIA CELDA.....	61
RESULTADOS DE LOS NÚCLEOS	62
ANALISIS DE RESULTADOS	67
REGATAS.....	67
VERIFICACIÓN DEL AVANCE DE LA CARBONATACIÓN	67
POTENCIAL DE CORROSIÓN	68
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	68
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE INTERVENCIÓN	69
LIMPIEZA POR HIDROLAVADO	69
Procedimiento:	69
Equipos y Materiales.	69
INYECCIÓN DE FISURAS Y/O GRIETAS INACTIVAS	70
Procedimiento:	70
Equipos y Materiales:	73
Productos y proveedores:.....	73
LIMPIEZA MECÁNICA	74
APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO DE TIPO CEMENTICIO.....	74
Procedimiento:	75

Control de Calidad:	75
Equipos y Materiales:	75
Productos y proveedores:	76
CONCLUSIONES	77
BIBLIOGRAFIA	79

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Imagen patología construcción.....	11
Ilustración 2. Diccionario de Lesiones	14
Ilustración 3. Localización del Paciente	17
Ilustración 4. Planta General	19
Ilustración 5. Corte Transversal	20
Ilustración 6. Barandas	20
Ilustración 7. Riesgo Sísmico.	22
Ilustración 8. Figura 6.3 Zonas respuesta sísmica de Bogotá.....	24
Ilustración 9. Mapa de Amenaza Sísmica y de Valores Aa.....	26
Ilustración 10. Tabla 11.9 - Zonificación Geotécnica	27
Ilustración 11. Mapa de Zonificación Geotécnica en el Área de Influencia	28
Ilustración 12. Localización del Paciente dentro del Mapa de Zonificación Geotécnica	29
Ilustración 13. Mapa Amenaza por Inundación.	30

Ilustración 14. Tabla C.4.2.1 Categorías y tipos de exposición	35
Ilustración 15. Vida útil de las estructuras	36
Ilustración 16. Factores que afectan la durabilidad	37
Ilustración 17. Tabla corrosión inducida por carbonatación.	38
Ilustración 18. Tabla corrosión inducida por cloruros diferentes a los que provienen del agua de mar	39
Ilustración 19. Valores Máximos de Separación de Fisuras.....	40
Ilustración 20. Extracción de núcleos en placa.....	45
Ilustración 21. Muestras Extraídas	45
Ilustración 22. Ferroskan Hilti PS200 usado en la prueba.....	47
Ilustración 23. Prueba de carbonatación.....	49
Ilustración 24. Ensayo de Esclerometría	50
Ilustración 25. Índice Esclerométrico.....	50
Ilustración 26. Medida de potencial de corrosión.....	52
Ilustración 27. Regata en placa cara inferior	59
Ilustración 28. Regata en Estribo Norte	60
Ilustración 29. Regata en muro central cara norte	60
Ilustración 30. Resultado de la prueba Potencial de Corrosión.....	61
Ilustración 31. Diferencia de potencial eléctrico	62
Ilustración 32. Resultados del ensayo a compresión	63
Ilustración 33. Resultados Esclerometría	64
Ilustración 34. Contenido de Sulfatos.....	64
Ilustración 35. Velocidad de Pulso	65

Ilustración 36. Ensayo de Carbonatación	66
Ilustración 37. Avance carbonatación	67
Ilustración 38. Esquemas de inyección de grietas y fisuras 1	71
Ilustración 39. Esquemas de inyección de grietas y fisuras 2	72

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio patológico del Box Coulvert ubicado en la Carrera 89 por Calle 43 sur Bogotá, identificando sus lesiones y el estado en el que se encuentra.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar la inspección visual y registro fotográfico de las lesiones que presenta el paciente.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la especialización en patología de la construcción para llevar a cabo la historia clínica y diagnóstico del paciente.
- Encontrar las patologías o daños que puedan afectar la seguridad de la estructura y/o su durabilidad.
- Presentar las recomendaciones de rehabilitación de la estructura para garantizar su funcionamiento.

INTRODUCCIÓN

EL presente documento desarrolla en trabajo profesional integrado TPI que abarca la temática de inspección visual, levantamiento de lesiones y patologías, el desarrollo de ensayos de laboratorio, análisis de resultados y técnicas de intervención, empleando los conocimientos adquiridos en cada uno de los módulos cursados en la especialización en Patología de la Construcción y enfocándolos en la vida profesional a través del estudio patológico al Box Coulvert ubicado en la carrera 89 por calle 43 sur en la ciudad de Bogotá. Estructura que se encuentra dentro del área de influencia del proyecto IDU construcción de la Avenida Guayacanes o avenida Alsacia -Tintal.

Se toma el paciente debido a que el estudiante de especialización hace parte de los profesionales que ejecutan el proyecto siendo miembro de una de las interventorías que participa; por lo tanto, se realiza el análisis del estado de la estructura poniendo en práctica los temas y conceptos relacionados a las lesiones y patologías que presenta el box Coulvert mezclando así la parte profesional con la academia.

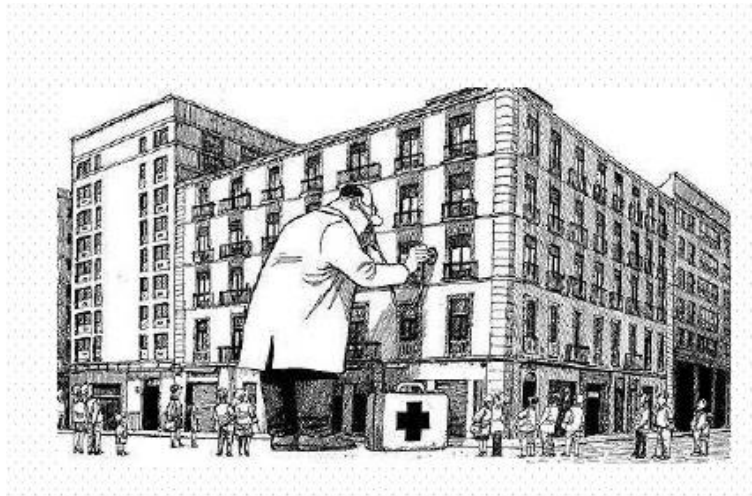
Como parte del desarrollo del presente trabajo se toma información como ejercicio académico para el presente TPI de los documentos del contrato IDU 926 de 2017, en donde se desarrolló la consultoría para los estudios y diseños de la avenida, dentro de la información tomada se destacan los ensayos de laboratorio realizados por el consorcio Sedico-Concol 023, por lo tanto, la autoría es de la consultoría que realizó estas pruebas. El estudiante muestra el dominio que tiene acerca de cada una de las patologías que se presentan en los materiales de

construcción y enfoca en el paciente cada uno de los ejercicios y actividades realizados en las asignaturas de la especialización obteniendo de esta manera el presente estudio patológico.

DICCIONARIO LESIONES EN LA CONSTRUCCIÓN

Patología¹: Es un concepto inicialmente utilizado en la medicina el cual se ha incorporado a la construcción y que significa "estudio de una lesión".

En el ámbito de la construcción se denomina patología a aquella lesión o deterioro sufrido por algún elemento, material o estructura. Esto abarca todas las imperfecciones, visibles o no, de la obra edificada desde el momento del desarrollo del proyecto.



***Ilustración 1.** Imagen patología construcción
Fuente: <http://www.dyarq.es/periciales.html>*

Lesiones²: Manifestaciones de un problema constructivo, síntoma del proceso patológico. Resulta muy importante conocer la tipología de las lesiones porque es el primer paso de todo estudio patológico y de él depende la elección del tratamiento para su erradicación. El conjunto de lesiones que pueden aparecer en un paciente es muy extenso debido a la diversidad de

¹ Definición tomada de Instituto Nacional de Patrimonio y Cultura.

² Definición tomada de Instituto Nacional de Patrimonio y Cultura.

materiales y unidades constructivas que se suelen utilizar. Pueden ser lesiones directas o indirectas. Su tipología se divide en:

- Físicas
- Mecánicas
- Químicas

Descascaramiento: Pérdida puntual del recubrimiento de concreto en un elemento.

Fisuras Por Retracción Hidráulica: Son fisuras debidas al fraguado y disminución de volumen del concreto, son de aparición retardada, meses y a veces años. Son frecuentes e importantes en elementos situados en zonas secas y soleadas.

Porosidad: pequeñas cavidades regulares o irregulares, que generalmente no exceden de 25 mm de diámetro. Son causadas principalmente por los vacíos de aire atrapado en la superficie de la formaleta y el concreto durante la fundida y el fraguado del concreto.

Eflorescencia: Presencia de sales que migran al exterior de un concreto sometido a procesos de humedecimiento y secado, especialmente por agua lluvia. La eflorescencia se manifiesta con manchas de color blanco.

Corrosión: destrucción del refuerzo debido a reacción química, electroquímica electrolítica con el medio ambiente.

Delaminación: Desprendimiento de partes de concreto cercanas

Desprendimientos: Es la separación entre un material de cavado y el soporte al que esta aplicado por falta de adherencia entre ambos y suele producirse como consecuencia de lesiones previas como humedades, deformaciones o grietas

Erosiones Mecánicas: Son las pérdidas de material superficial debidas a esfuerzos mecánicos, como golpes o rozaduras.

Organismos: tanto los organismos animales como vegetales pueden llegar a afectar la superficie de los materiales y sus componentes. Su proceso patológico es fundamentalmente químico, puesto que se segregan sustancias que alteran la estructura química del material donde se alojan, pero también su estructura física

Fisuras: Son aberturas longitudinales que afectan a la superficie o al acabado de un elemento constructivo. Aunque su sintomatología es similar a la de las grietas, su origen y evolución son distintos y en algunos casos se considera una etapa previa a la aparición de las grietas.

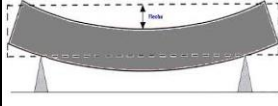
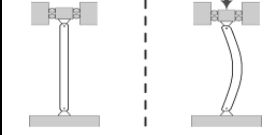
Causa De La Lesión: si la lesión es la que origina el proceso patológico, la causa es el primer objeto de estudio porque es el verdadero origen de las lesiones. Un proceso patológico no se resolverá hasta que no se elimine su causa. Estas se dividen en dos grupos:

Directas: cuando el origen inmediato del proceso patológico, como esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación, etc.

Indirectas: cuando se trata de errores y defectos de diseño o ejecución, son las que primero se deben tener en cuenta a la hora de prevenir.

D I R E C T A S	LESIONES FÍSICAS: Se producen a causa de fenómenos físicos, como corrientes de viento, penetraciones de agua, entre otros. Y normalmente su evolución dependerá también de estos procesos físicos.	☀ HUMEDAD: Presencia incontrolada de agua en materiales o elementos constructivos	CAPILAR: Agua procedente del terreno que por capilaridad asciende por los elementos que están en contacto con él. Se presenta en las zonas bajas de la construcción.	 http://humedad-por-capilaridad.com/
			DE OBRA: Agua utilizada en los procesos constructivos no evaporada, agua propia en los materiales.	 https://www.google.com.co/search?q=humedad+de+obra
			FILTRACIÓN: Proviene del exterior a través de fachadas o cubiertas.	 http://humeingenieria.es/inicio/attachment/humedad-por-filtracion-4/
			CONDENSACIÓN: Debido a vapor de agua desde ambientes con mayor presión (interior a exterior), ducharse, cocinar, usar lavadoras, secadoras, etc, y la ventilación deficiente de las construcciones producen fenómenos de condensación. Se manifiesta con manchas de moho en paredes o techos, e incluso, pueden generarse problemas de salud. Se produce cuando la temperatura superficial de una pared es inferior al punto de rocío del ambiente. Este proceso aparece cuando existe una diferencia mayor a 2°C entre la temperatura de rocío y la superficie fría (con aire en	 http://www.carrilodavila.com/evitar-y-eliminar-las-humedades-por-condensacion/
			ACCIDENTAL: Se debe a roturas de conducciones y/o cañerías consecuencia de accidente como fractura de tuberías, inundación, vertidos o derrames. Puede ocasionar otro tipo de humedades como la Humedad Capilar o la Humedad por Filtración.	 https://www.desatascosageciras.es/blog/roturas-de-tuberias
		☀ EROSION: Pérdida o transformación total o parcial de un material. Se ocasiona por esfuerzos como golpes o rozaduras, partículas que transporta el viento.		 https://www.construmatica.com/construpedia/Erosion%C3%83n%20del%20Material
		☀ SUCIEDAD: Depósito y acumulación de partículas y sustancias contenidas en la atmósfera tanto en la superficie exterior de la fachada como en el interior de los poros de los materiales.		 https://www.patologiasconstruccion.net/2013/07/lesiones-y-danos-habituales-en-la-arquitectura-de-los-90/

Ilustración 2. Diccionario de Lesiones

D I R E C T A S		O DEFORMACIONES: Variación en la forma del material por esfuerzos mecánicos los cuales derivan a otras lesiones.	FLECHAS: Flexión de elementos horizontales causado por exceso de cargas verticales u otros unidos por empotramiento.	 https://itearquitectes.com/2018/09/22/estructuras-de-madera-ii-iii-las-estructuras-de-madera/
			PANDEOS: Esfuerzo de compresión el cual sobrepasa la capacidad de deformación del elemento vertical.	 https://es.wikipedia.org/wiki/Pandeo
			DESPLOMES: Empujes horizontales sobre cabeza de elementos verticales.	
			ALABEOS: Rotación generalmente ocasionada por esfuerzos horizontales.	
		LESIONES MECANICAS: En este tipo de lesión prevalece el factor mecánico que ocasiona movimientos, desgaste, abertura o separaciones de materiales.	O GRIETAS: Aberturas longitudinales que afectan todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento.	 https://www.patologiasconstruccion.net/2014/06/
			POR EXCESO DE CARGA: Son producidas por cargas las cuales no estaban diseñadas para ser soportadas por el elemento.	
			POR DILATACION Y CONTRACCION HIGROTHERMICA: Se producen cuando no se prevén juntas de dilatación. Afecta más a cerramientos o fachadas.	 http://www.elblogdeapa.com/patologia-y-rehabilitacion/junta-de-dilatacion-estructural/
		O FISURAS: Aberturas longitudinales que afectan a la superficie o acabado de un elemento constructivo es la fase inicial antes de ser grieta.	REFLEJO DEL SOPORTE: Se origina sobre el soporte cuando se da una discontinuidad constructiva, por junta, adherencia o deformación, cuando el soporte es sometido a un movimiento que no puede resistir.	
			INHERENTE AL ACABADO: Se produce por movimientos de dilatación -contracción (enlucidos etc) o retracción (mortero).	 https://enriquealario.com/fisuras-no-estructurales-en-elementos-de-hormigon/
		O DESPRENDIMIENTO: Separación de un material de acabado al soporte aplicado, se debe a falta de adherencia o se origina por otras lesiones.		 http://gustavoromera.es/informe-de-reparacion-comunidades-propietarios/
		O EROSIONES MECANICAS: Perdidas de material superficial debido a esfuerzos mecánicos como golpes o rozamientos.		 https://www.construmatica.com/construpedia/Erosi%C3%B3n%20del%20Material

D I R E C T A S	QUÍMICAS: Son aquellas a las que previamente a su aparición interviene un proceso químico. El origen de las lesiones químicas suele ser la presencia de sales, ácidos o álcalis que reaccionan provocando descomposiciones que afectan a la integridad del material y reducen su durabilidad.	EFLORESCENCIAS: AS: sales solubles de los materiales arrastradas por agua durante evaporización cristalizando superficie de material	SALES CRISTALIZADAS QUE NO PROCEDEN DEL MATERIAL: Situados detrás o adyacentes al material. Este tipo es muy común encontrarlo sobre morteros protegidos o unidos por ladrillos de los que proceden las sales	 https://construcciontecnicasmc.wordpress.com/2015/05/23/eflorescencias/
			SALES CRISTALIZADAS BAJO LA SUPERFICIE DEL MATERIAL: En oquedades, (criptoflorescencias)	 https://arquipa.wordpress.com/2015/09/30/
		OXIDACIÓN Y CORROSIÓN: Transformaciones moleculares que generan pérdida de material en metales.	OXIDACIÓN PREVIA: Se da especialmente en elementos estructurales, de cerrajería o auxiliares de los cerramientos, que no tienen protección y carecen de la ventilación suficiente.	 http://repository.ucc.edu.co/bitstream/ucc/5156/1/guia
		OXIDACIÓN: El metal al entrar en contacto con oxígeno se transforma en óxido.	AIREACIÓN DIFERENCIAL: Aparece en zonas de humedad continua, adyacentes a otras de secado más fácil; las húmedas se corroen.	 https://es.scribdshare.net/AnnaV08/patologia-del-acero
		CORROSIÓN: Pérdida progresiva de partículas, más agresivo.	INMERSION: Aparición de hidróxido que se disuelve en función del Ph del agua, perdiéndose material.	
			PAR GALVANICO: Se da en elementos de cerrajería y carpintería, cuando están en contacto con otros metales, con corrosión puntual.	 https://www.patologiasconstruccion.net/2016/03/corrosion-galvanica/
		CARBONATACIÓN: Se produce cuando el dióxido de carbono CO2 existente en la atmósfera consigue penetrar a través de los poros del hormigón hacia el interior. Una vez en el interior del hormigón, el dióxido de carbono actúa con el hidróxido cálcico Ca(OH)2 del cemento de la mezcla, formando carbonato cálcico insoluble CaCO3... $CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$ Al producirse la reacción de carbonatación baja el pH y el hormigón pierde su capacidad protectora (el pH debe estar entre 12,5 y 13,5 para una buena protección), por lo que las armaduras se quedan desprotegidas y se oxidan.		 http://niceprices1.blogspot.com/2012/10/como-reparar-elementos-de-hormigon.html
		REACCIÓN ÁLCALI-SÍLICE (RAS): Es una reacción química que se produce entre algunos agregados reactivos y los álcalis del cemento, en presencia de humedad suficiente. Como consecuencia de la reacción se genera un gel higroscópico que al hidratarse aumenta su volumen, originando tensiones de tracción con la consecuente fisuración del hormigón.		 ATAQUE QUÍMICO Procesos que forman compuestos expansivos.PDF

LOCALIZACIÓN

El Box Coulvert se encuentra localizado en la zona sur-occidental de la ciudad de Bogotá en la intersección comprendida por la calle 43 sur y la carrera 89. Hace parte de la zona 5 de la Empresa De Acueducto Y Alcantarillado De Bogotá - E.S.P., (EAAB), la cual es conformada por las localidades de Kennedy, Bosa y el Municipio de Soacha. *“Cada zona se encarga de la operación y mantenimiento de las redes menores de acueducto y alcantarillado en un área determinada de la ciudad, así como se encarga de solucionar los reclamos operativos y comerciales que le sean encomendados, posibilitando así una atención integral y eficiente.”* (EAAB).

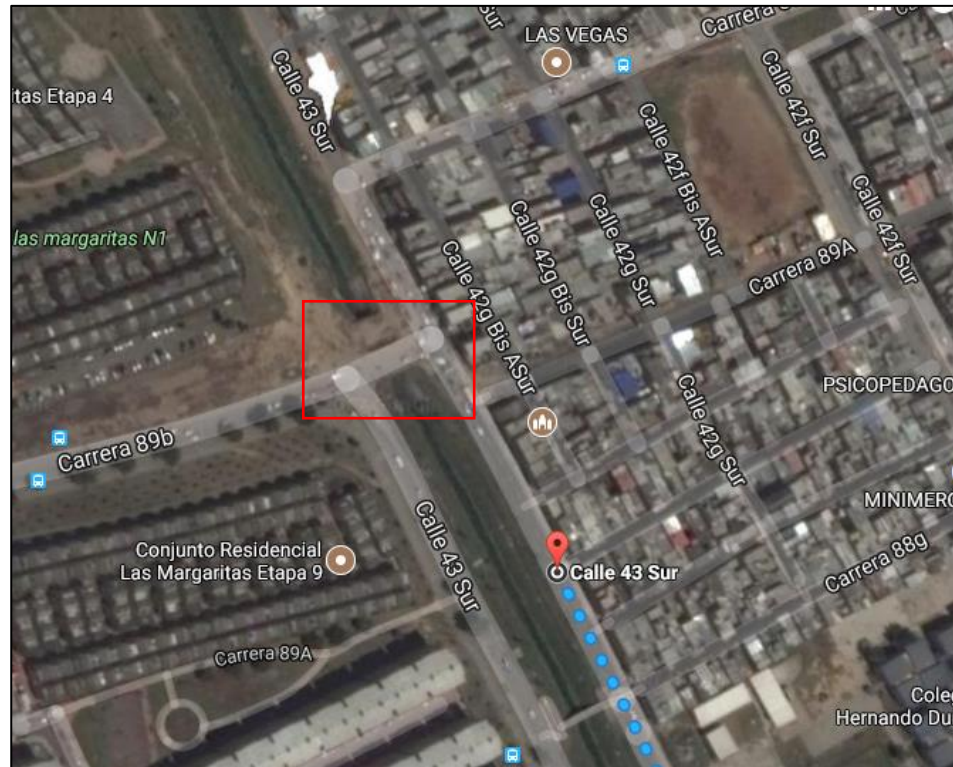


Ilustración 3. Localización del Paciente
Fuente: Google Earth

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PACIENTE

El paciente en estudio es un Box Culvert de Celda doble con aletas de retención, el cual tiene una geometría rectangular, se conforma por una losa inferior, una losa superior, dos muros laterales y un muro intermedio adosados monolíticamente a las losas, tiene un encole y un descole con aletas de retención de taludes laterales.

A continuación se encuentra la información de la geometría del paciente.

Tabla 1. Información del paciente

<i>Tipología estructural:</i>	<i>Box Culvert</i>
<i>Ubicación</i>	<i>Calle 43 sur por carrera 89, Bogotá</i>
<i>Longitud total:</i>	<i>8,40m</i>
<i>Longitud entre estribos:</i>	<i>7,20m</i>
<i>No. Vigas:</i>	<i>0</i>
<i>No. de luces:</i>	<i>2</i>
<i>Ancho total del tablero:</i>	<i>26.70 m</i>
<i>Ancho efectivo del tablero:</i>	<i>25.10m</i>
<i>Gálibo:</i>	<i>3.00m</i>
<i>Ancho de barandas o andenes:</i>	<i>0.24 m de baranda 0,40 de bordillo</i>

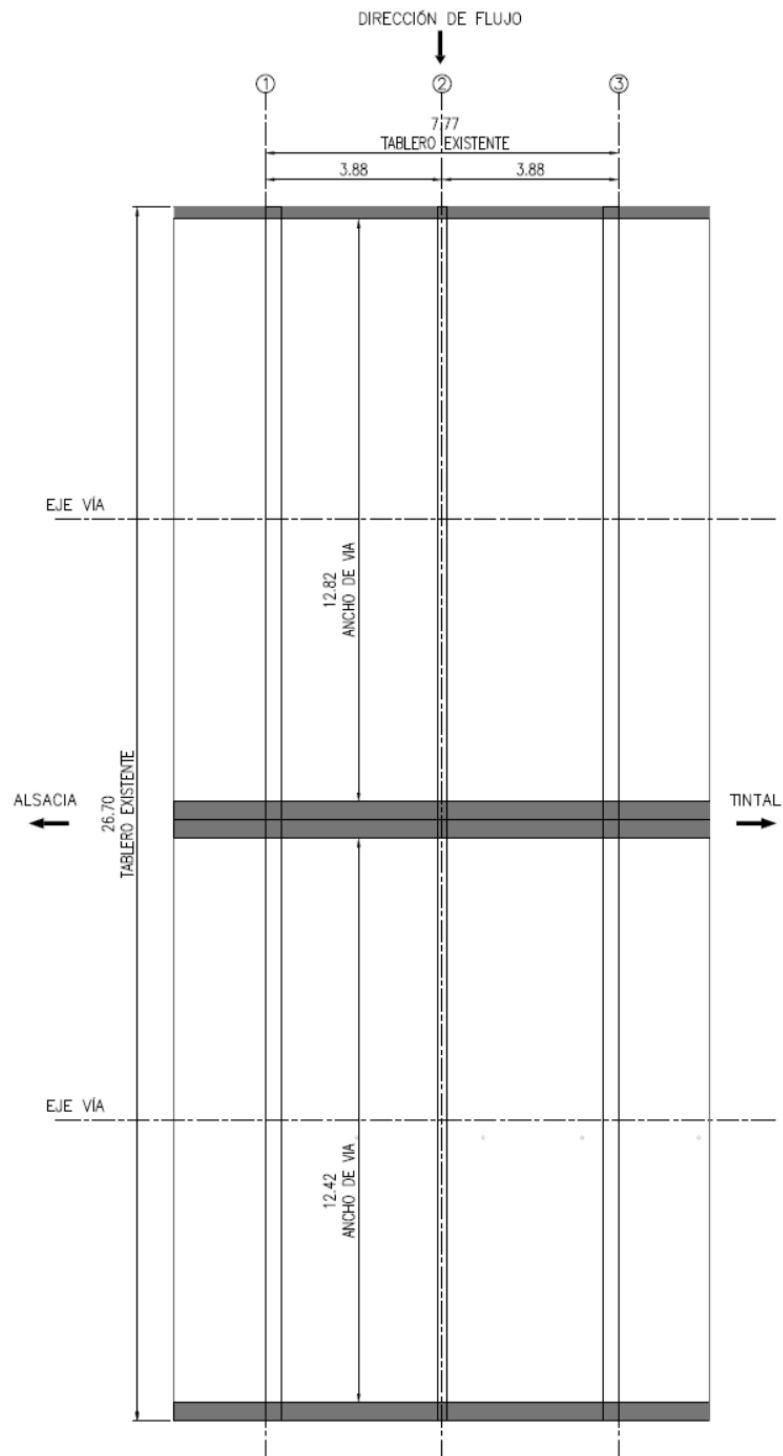


Ilustración 4. Planta General

Fuente: Consorcio SEDIC – ConCol 023 - Plancha DVESES04

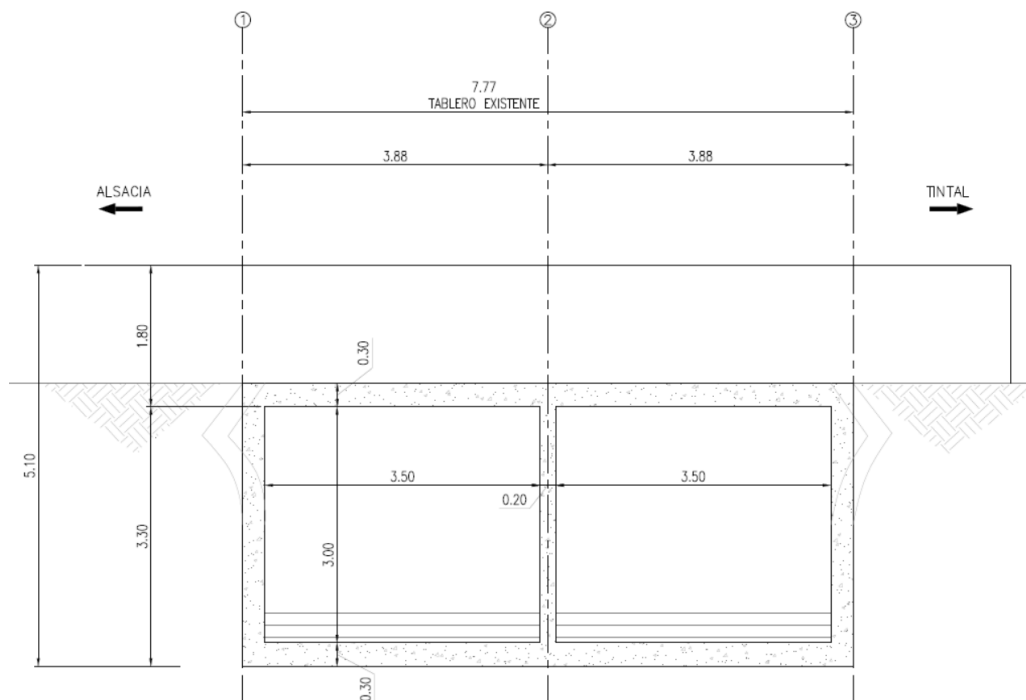


Ilustración 5. Corte Transversal

Fuente: Consorcio SEDIC – ConCol 023 - Plancha DVESES04

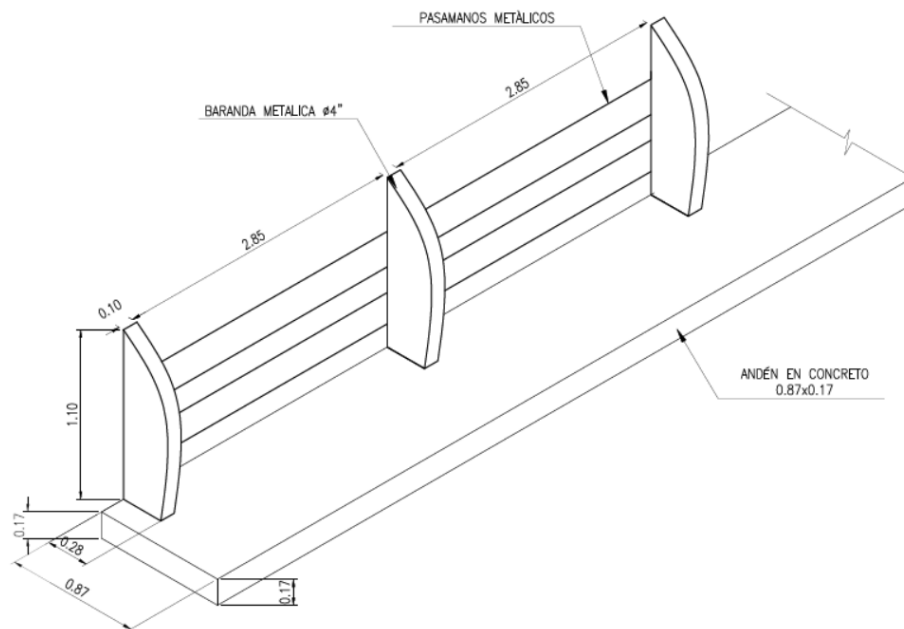


Ilustración 6. Barandas

Fuente: Consorcio SEDIC – ConCol 023 - Plancha DVESES04



Fotografía 1. Panorámica del Box Coulvert.



Fotografía 2. Vista Lateral Box Coulvert.

VULNERABILIDAD SISMICA

COMPONENTE AMENAZA / RIESGO SÍSMICO PARA EL DISTRITO CAPITAL³

Los estudios de amenaza sísmica son de especial importancia para el desarrollo del país, debido a la necesidad de diseñar y construir las nuevas edificaciones e infraestructura, así como reforzar la ya existente acorde con el nivel de amenaza adecuado. Sólo de esta manera se puede controlar el nivel de vulnerabilidad de las construcciones colombianas, lo cual, ante el incontrolable aumento de la población y la exposición, se convierte en la única manera viable para controlar el riesgo y sus consecuencias en términos de impacto físico, económico, social y ambiental.

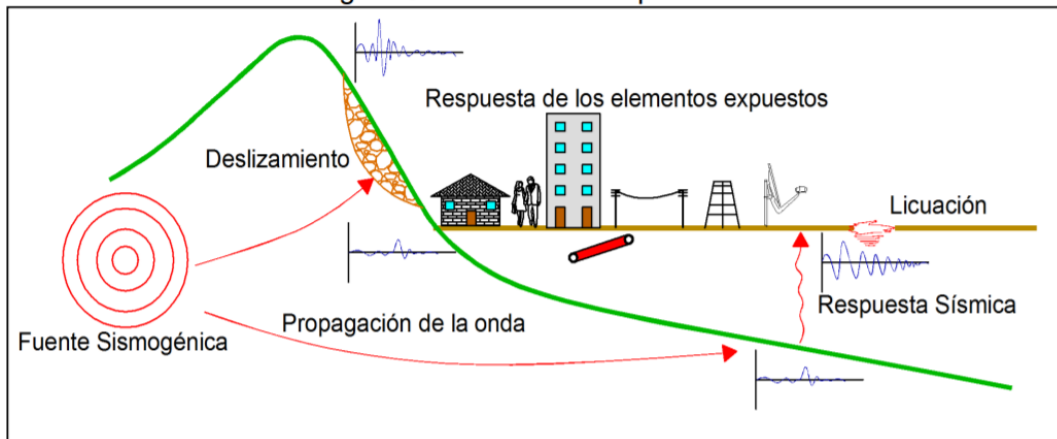
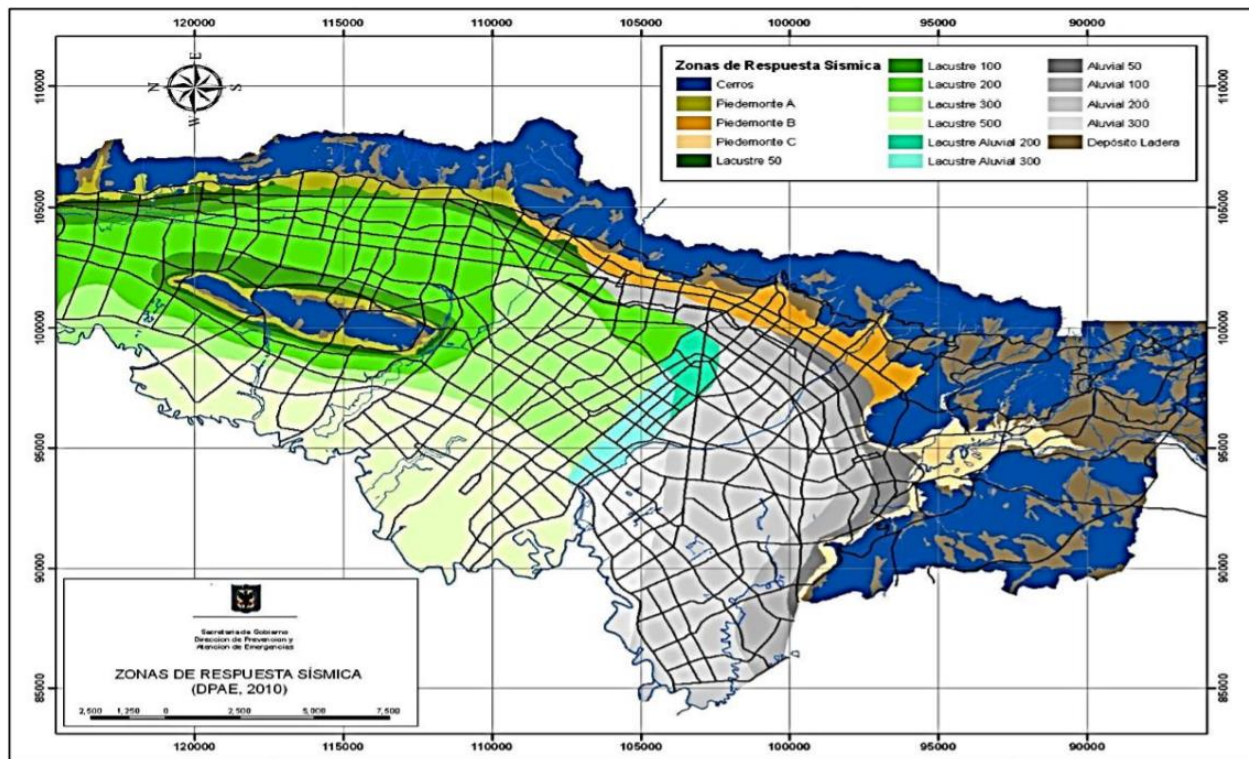


Ilustración 7. Riesgo Sísmico.
Fuente: FOPAE, 2009

³ Tomado de Documento Técnico de Soporte del PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BOGOTÁ - Anexo 13 del Documento Técnico 04. Componente Amenaza/Riesgo Sísmico para el Distrito Capital – 2017.

La amenaza sísmica regional ilustra el panorama general de un sismo a nivel de roca o suelo firme, sin embargo a lo anterior hay que sumarle la incidencia de los suelos, rocas y relieve superficiales en la intensidad del sismo, que puede llegar modificarse considerablemente, a este se conoce como efectos locales. Para conocer la respuesta sísmica de los terrenos en Bogotá la DPAE adelanto el estudio “zonificación de la respuesta sísmica en Bogotá para el diseño sismo resistente de edificaciones” el cual abarca las siguientes temáticas: a) Modelo Geológico-geotécnico, b) Modelo geofísico, c) Interpretación de los registros de la red de acelerógrafos, d) Modelación de la respuesta de sitio que estima los efectos locales de un sismo. Con la modelación de la respuesta acorde con el modelo geológico, geotécnico y geofísico, las propiedades dinámicas para los diferentes depósitos fueron calibradas a partir de los registros de la RAB (Red de acelerógrafos de Bogotá). A partir del análisis de respuestas obtenidas en la superficie se definieron 15 zonas homogéneas y 3 de tratamiento especial de respuesta sísmica (Figura 6.3).



Fuente: FOPAE. 2010

Ilustración 8. Figura 6.3 Zonas respuesta sísmica de Bogotá.
Fuente: FOPAE, 2010

De esta manera se expide el Decreto 523 de 16 de diciembre de 2010 “Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C”, que contiene el mapa de las zonas de respuesta sísmica. Sin embargo, el mapa de zonificación de repuesta sísmica no se puede categorizar en rangos de amenaza puesto que representa la respuesta para un rango de periodos de vibración (Respuesta espectral), esto significa que la intensidad de la amenaza dependerá del periodo de vibración del elemento expuesto, por lo tanto, servirá como un instrumento de gestión del riesgo al poder estimar la vulnerabilidad del elemento expuesto según la zona de repuesta sísmica en que se encuentra.

AMENAZAS EXTERNAS

A continuación, se presentan las amenazas externas de origen natural identificadas en el área de influencia de ejecución de la avenida Guayacanes o avenida Alsacia-Tintal en la ciudad de Bogotá, estas amenazas son **sismicidad, geotecnia e inundación**. La información que se presenta es extraída del Capítulo 11. PLAN DE EMERGENCIAS Y CONTINGENCIAS del Vol. XIII ESTUDIOS AMBIENTALES Y GESTION SST que hace parte de los “ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA AV. TINTAL DESDE LA AV. BOSA HASTA LA AV. ALSACIA, DESDE LA AV. TINTAL HASTA LA AV. CONSTITUCIÓN, DESDE LA AV. ALSACIA HASTA LA AV. CENTENARIO Y AV. BOSA Y DESDE LA AV. CIUDAD DE CALI HASTA LA AV. TINTAL EN BOGOTÁ D.C.”, realizados por el Consorcio Sedic-Concol 023.

Sismicidad

La amenaza sísmica se define como la probabilidad de que un parámetro como la aceleración, la velocidad o el desplazamiento del terreno producido por un sismo supere o iguale un nivel de referencia. La aceleración pico efectiva (A_a) corresponde a las aceleraciones horizontales del sismo de diseño contempladas en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10), como porcentaje de la aceleración de la gravedad terrestre ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$).

De acuerdo al mapa de amenaza sísmica realizado por el Servicio Geológico Colombiano y definido en la norma sismo resistente del año 2010, el área de estudio se encuentra en una zona de **amenaza intermedia**, para todos los tramos, la cual está definida para aquellas regiones

donde existe la probabilidad de alcanzar valores de aceleración pico efectiva mayores de 0,10g y menores o iguales a 0,20g.

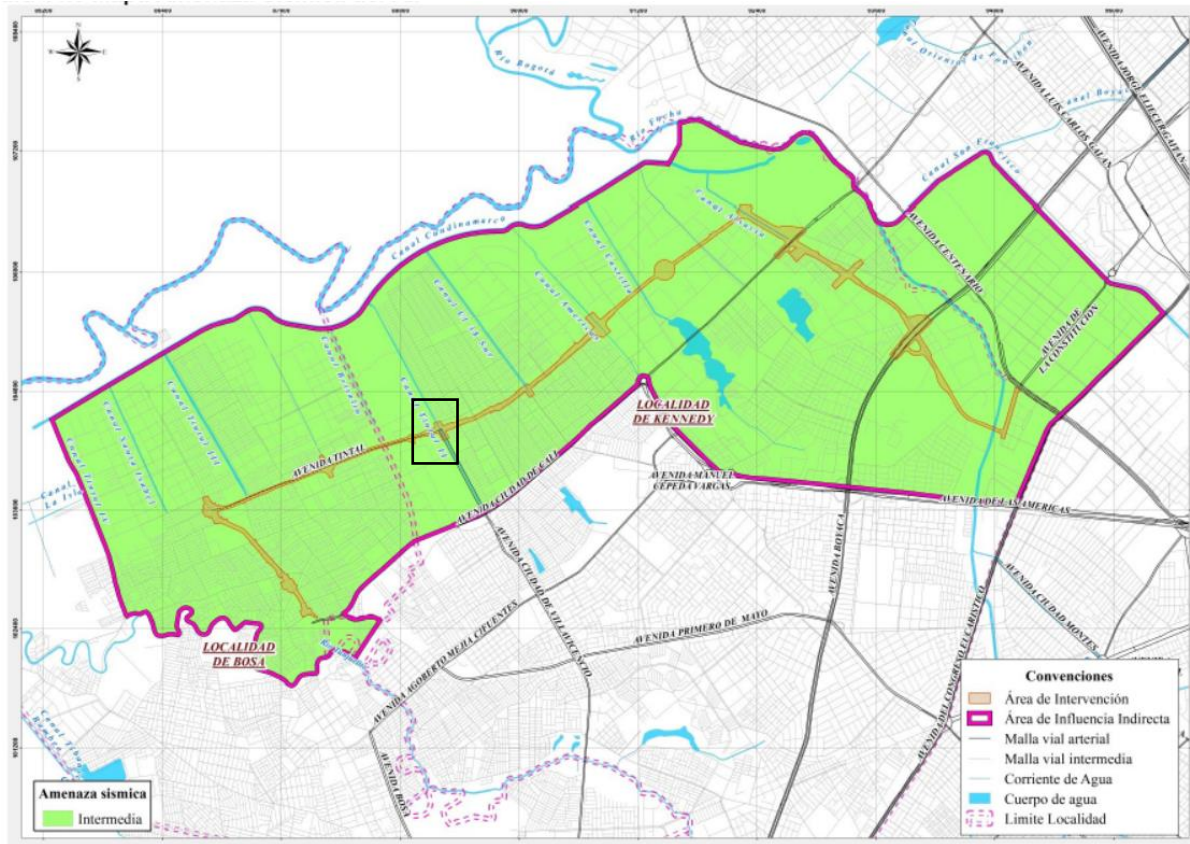


Ilustración 9. Mapa de Amenaza Sísmica y de Valores Aa
Fuente: NSR-10, 2010

Geotecnia

En el año 2010 la DPAE realizó el estudio “Zonificación de la respuesta sísmica en Bogotá para el diseño sísmo resistente de edificaciones” en el cual se presenta una zonificación basada en el modelo digital de terreno (DEM), geología, zonificaciones anteriores, exploraciones geotécnicas, estudios geofísicos y sísmicos.

En el área de influencia indirecta del proyecto avenida Guayacanes se encuentran siete (7) zonas geotécnicas con comportamientos geotécnicos diferentes, traducidas en distinta capacidad portante, siendo esta última, la que permite definir diferentes zonas de estabilidad geotécnica, las cuales se describen a continuación de acuerdo a documento “Zonificación de la respuesta sísmica en Bogotá para el diseño sismo resistente de edificaciones”. (Ver Tabla 11.9).

Nombre	Geotecnia	Comportamiento geotécnico general	Espesor	Estabilidad
Aluvial	Suelo aluvial grueso a medio	Suelos de mediana a alta capacidad portante poco compresibles, susceptibles a licuación e inestables en excavaciones a cielo abierto	50 - 250 m	Alta
Basura	Relleno de basura	Materiales heterogéneos, que acuerdo con su disposición pueden ser compresibles y susceptibles a problemas de estabilidad en taludes		Baja
Cauce	Cauce activo o antiguo	Suelos de baja a mediana capacidad portante, susceptibles a licuación y problemas de estabilidad de taludes		Moderada
Lacustre B	Suelo lacustre blando	Suelos de muy baja a media capacidad portante y muy compresibles	20 - 500 m	Moderada
Lacustre C	Suelo lacustre - aluvial			
Llanura B	Suelo de llanura - aluvial	Suelos de moderada capacidad portante y compresibles, susceptibles a licuación	200 - 500 m	Moderada
Relleno	Relleno de excavación	Materiales heterogéneos, que acuerdo con su disposición pueden ser compresibles y susceptibles a problemas de estabilidad en taludes		Baja

Ilustración 10. Tabla 11.9 - Zonificación Geotécnica

Fuente: Zonificación de la Respuesta Sísmica de Bogotá para diseño sismo resistente de edificaciones – FOPAE 2010.

De acuerdo a la Zonificación de la Respuesta Sísmica de Bogotá para diseño sismo resistente de edificaciones la estabilidad geotécnica en donde se encuentra el paciente es **Alta**, encontrándose suelo aluvial grueso a medio, los cuales son suelos de mediana a alta capacidad portante poco comprensibles, susceptibles a licuación e inestables en excavaciones a cielo abierto.

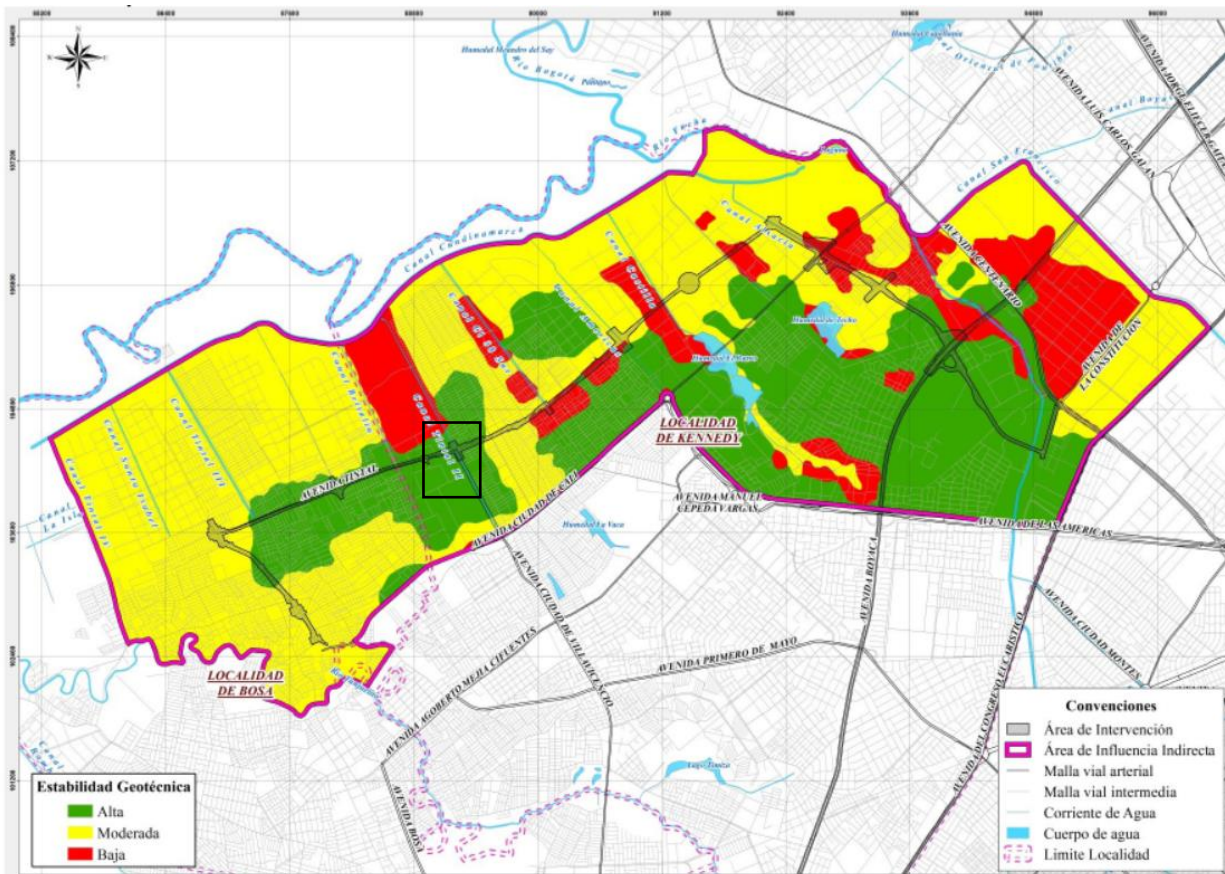


Ilustración 11. Mapa de Zonificación Geotécnica en el Área de Influencia

Fuente: Zonificación de la Respuesta Sísmica de Bogotá para diseño sismo resistente de edificaciones – FOPAE 2010.

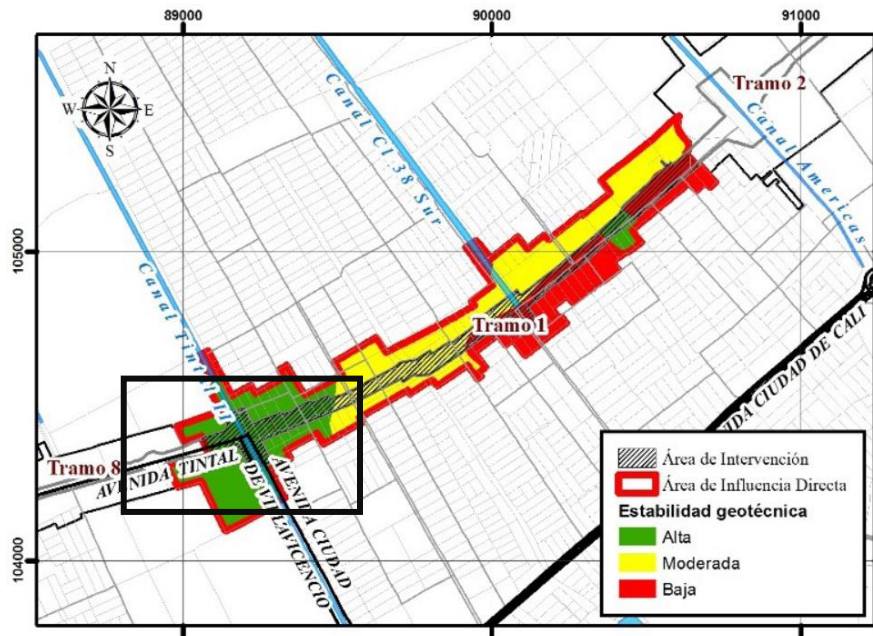


Ilustración 12. Localización del Paciente dentro del Mapa de Zonificación Geotécnica
Fuente: Consorcio SEDIC – ConCol 023

Inundación

Las inundaciones ocurren en época de invierno en las zonas bajas de los cuerpos de agua, estas tienen una dinámica específica en el año por el aumento del nivel del agua en época de invierno. De igual manera las llanuras aluviales que se encuentran en el área de estudio pueden presentar inundaciones en los años donde se presentan fenómenos críticos. Lo cual determina una zona amplia en las áreas de llanuras de inundación donde se puede ver alguna susceptibilidad a la inundación, estas áreas se caracterizan por presentar depósitos aluviales y han sido identificadas con el mapa de inundaciones del distrito.

En el área de influencia del proyecto se encuentran 4 niveles de amenaza por inundación las cuales son **amenaza baja, media, alta y áreas sin amenaza por inundación**, las áreas con mayor nivel de amenaza se encuentran en las riveras del río Bogotá y del río Tunjuelito

METODOLOGÍA

Para realizar el estudio patológico del Box Culvert se pone en práctica los conocimientos y habilidades adquiridos en cada uno de los módulos vistos durante la especialización en Patología De La Construcción, además, se investiga y se recopila información existente obtenida de la consultoría encargada de realizar los “*ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA AV. TINTAL DESDE LA AV. BOSA HASTA LA AV. ALSACIA, DESDE LA AV. TINTAL HASTA LA AV. CONSTITUCIÓN, DESDE LA AV. ALSACIA HASTA LA AV. CENTENARIO Y AV. BOSA Y DESDE LA AV. CIUDAD DE CALI HASTA LA AV. TINTAL EN BOGOTÁ D.C.*”, a cargo del Consorcio SEDIC – ConCol 023, contrato IDU 926 de 2017.

Se realizó una visita de reconocimiento del paciente y producto de este trabajo de campo se programan las actividades a realizar para el desarrollo del presente TPI, en una nueva visita de campo se hace el levantamiento de lesiones por parte del estudiante mediante inspección visual y posteriormente se procedió a verificar los ensayos de laboratorio que se realizaron por parte del Consorcio SEDIC – ConCol 023, al tener la información levantada, en oficina se realiza el análisis y se obtiene el diagnóstico acerca del estado actual de la estructura. Finalmente se presentan las recomendaciones de intervención para recuperar los elementos afectados y prevenir lesiones futuras garantizando su funcionamiento.

VISITA DE RECONOCIMIENTO

Luego de escoger el paciente entre varias opciones que se tenía para desarrollar el trabajo profesional integrado TPI se realiza la visita de reconocimiento verificando la factibilidad de realizar el estudio patológico de manera académica, así mismo, se indaga acerca de si es posible obtener información de la estructura. Al realizar esta actividad con éxito se programa una nueva visita contando con el material y herramientas requeridas para realizar el levantamiento de lesiones mediante inspección visual.



Fotografía 3. Visita de obra por parte del estudiante

LEVANTAMIENTO DE LESIONES - INSPECCIÓN VISUAL

Tiene como objetivo identificar las lesiones que presenta cada uno de los elementos que conforma el Box Culvert. Se realizó el levantamiento de lesiones como lo son fisuras, eflorescencias, acero expuesto, suciedades, hongos entre otras patologías que se pueden dictaminar mediante auscultación. Con la información recopilada se procede a clasificar y caracterizar cada patología de acuerdo al sitio donde se presentó y la posible causa.

Para el levantamiento de las lesiones que presenta el paciente y la clasificación de sus daños, se tomó como referencia principal el “Manual Para La Evaluación Preliminar Vulnerabilidad Y De Puentes De La Red Vial Principal De Colombia, El Reglamento Colombiano De Construcción Sismo Resistente Y La Norma Técnica Colombiana Vigentes”. Así mismo, se toma la norma NSR-10 y normas técnicas NTC aplicables.

A continuación, se presentan las tablas de clasificación, apartes de la norma NSR-10 y normas técnicas NTC aplicables para el desarrollo del presente trabajo con las cuales se realizaron las fichas de auscultación.

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN
SISMORESISTENTE NSR-10 - C. REQUISITOS DE DURABILIDAD⁴

C.4.1 Generalidades

C.4.1.1...” Las mezclas de concreto deben ser dosificadas para cumplir con la relación agua-material cementante (a/mc) y otros requisitos basados en la clase de exposición

asignada al elemento estructural de concreto.””

C.4.2.1 “El profesional facultado para diseñar debe asignar las clases de exposición de acuerdo con la severidad de la exposición anticipada de los elementos de concreto estructural para cada categoría de exposición, según la tabla C.4.2.1”

“La durabilidad de una estructura de concreto es la capacidad de comportarse satisfactoriamente frente a las acciones físicas, químicas o físico - químicas agresivas y proteger adecuadamente las armaduras y demás elementos metálicos embebidos en el concreto durante su vida útil.”.

Vida útil: Período de tiempo al cual se alcanzará un nivel establecido de deterioro. “Se dice que una estructura es Durable cuando la Vida Útil Real iguala o supera a la Vida Útil de Diseño, aplicando un razonable esfuerzo de mantenimiento. La Vida Útil Real puede prolongarse si se aplican providencias de mantenimiento preventivas o reparaciones curativas, hasta que éstas

⁴ Tomado de NSR-10.

se hacen muy costosas o porque cambian los requisitos de servicio de la estructura, momento en que la estructura debe ser reemplazada”.⁵

TABLA C.4.2.1 — CATEGORIAS Y CLASES DE EXPOSICIÓN

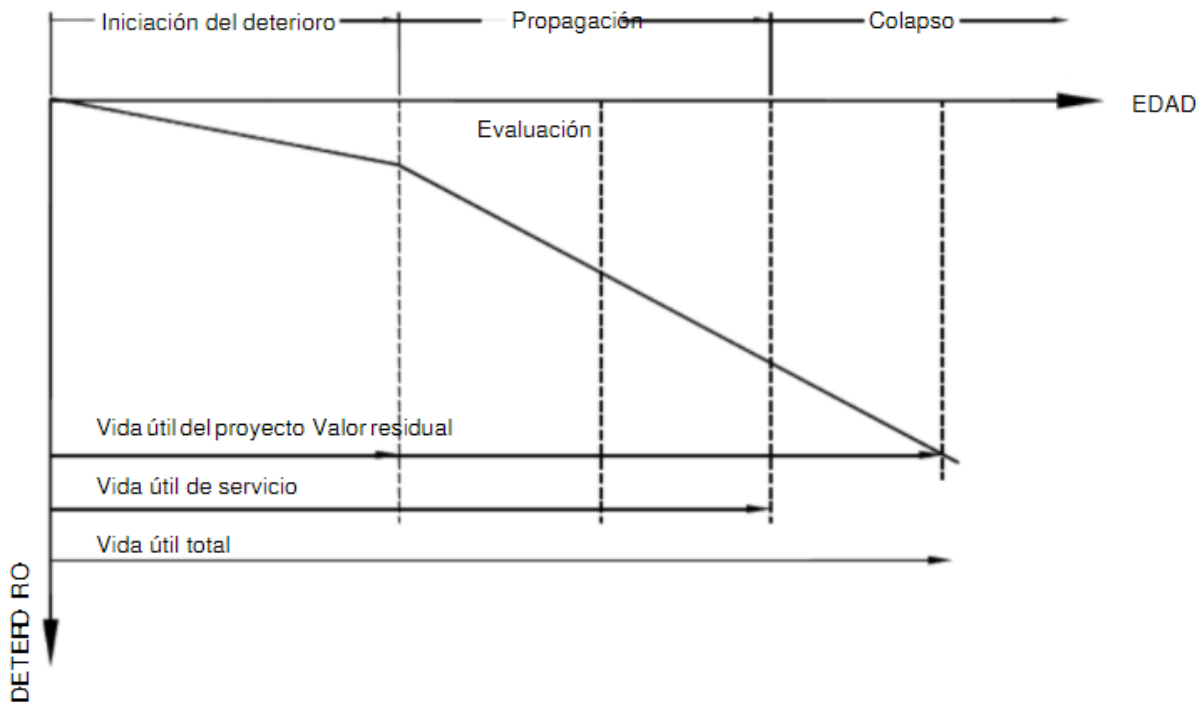
Categoría	Severidad	Clase	Condición	
F Congelamiento y deshielo	No es aplicable	F0	Concreto no expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo	
	Moderada	F1	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y exposición ocasional a la humedad	
	Severa	F2	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y en contacto continuo con la humedad	
	Muy severa	F3	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo que estará en contacto continuo con la humedad y expuesto a productos químicos descongelantes	
S Sulfato			Sulfatos solubles en agua (SO_4) en el suelo, % en peso	Sulfato (SO_4) disuelto en agua, ppm
	No aplicable	S0	$SO_4 < 0.10$	$SO_4 < 150$
	Moderada	S1	$0.10 \leq SO_4 < 0.20$	$150 \leq SO_4 < 1500$ agua marina
	Severa	S2	$0.20 \leq SO_4 \leq 2.00$	$1500 \leq SO_4 \leq 10000$
	Muy severa	S3	$SO_4 > 2.00$	$SO_4 > 10000$
P Requiere baja permeabilidad	No aplicable	P0	En contacto con el agua donde no se requiere baja permeabilidad	
	Requerida	P1	En contacto con el agua donde se requiera baja permeabilidad	
C Protección del refuerzo para la corrosión	No aplicable	C0	Concreto seco o protegido contra la humedad	
	Moderada	C1	Concreto expuesto a la humedad, pero no a una fuente externa de cloruros	
	Severa	C2	Concreto expuesto a la humedad y a una fuente externa de cloruros provenientes de productos químicos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o salpicaduras del mismo origen	

Ilustración 14. Tabla C.4.2.1 Categorías y tipos de exposición
Fuente NSR-10 capítulo C

⁵ Investigación Vida Útil En Estructuras De Concreto Armado Desde El Punto De Vista De Comportamiento Del Material, Universidad Privada Antenor Orrego, 2010.

NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 5551 DURABILIDAD DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

La NTC 5551.” Durabilidad de Estructuras de Concreto” es una norma complementaria a la NSR-10 que tipifica los distintos tipos de agresión al concreto según el ambiente en que se encuentre.



Tuutti, K "Corrosion of steel in concrete" Report 4.82, Cement and Concrete Association, Stockholm, 1982.

Ilustración 15. Vida útil de las estructuras
Fuente NTC 5551

En la ilustración 16 se observa que la estructura interna del concreto dependerá de cuatro factores fundamentales:

- **Diseño de la estructura:** dimensionamiento, cálculo, valoración del tipo de agresores en el medio, definición del espesor de recubrimiento, selección de los materiales, especificación

del concreto durable frente al tipo de ataque y el tipo de protección adicional cuando es requerida, definición del tipo y frecuencia del mantenimiento.

- **Materiales:** uso de materiales adecuados y control de calidad.
- **Ejecución:** buena práctica constructiva, transporte, colocación y vibrado adecuados
- **Curado:** etapa en obra que reviste gran importancia para la durabilidad de la estructura...” (tomado de NTC 5551), así como también depende de la condición de exposición a la cual está sometida la estructura.

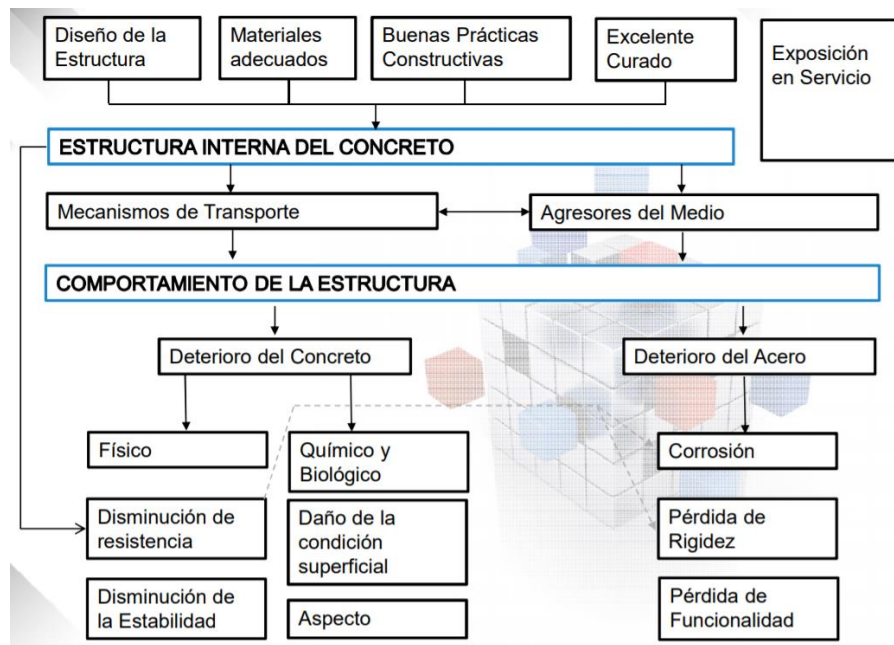


Ilustración 16. Factores que afectan la durabilidad
Fuente NTC 5551

Condiciones de Exposición

Existen 7 clases de condiciones de exposición las cuales son:

1. Ningún riesgo de corrosión o ataque.
2. Corrosión inducida por carbonatación.

3. Corrosión inducida por cloruros del agua de mar.
4. Corrosión inducida por cloruros diferentes a los que provienen del agua de mar.
5. Ataque por hielo y deshielo.
6. Ataque químico.
7. Desgaste

Para el caso del presente estudio patológico se evidencia que el paciente está sometido a 2 clases de condiciones de exposición anteriormente mencionadas, corrosión inducida por carbonatación (2) y corrosión inducida por cloruros diferentes a los que provienen del agua de mar (4).

Clase	Subclase	Tipo de proceso	Descripción del ambiente de exposición	Ejemplos
2		Corrosión inducida por carbonatación.		
	2.1	Humedad alta	Interiores sometidos a humedades medias altas > 65 % o condensaciones. Exteriores en ausencia de cloruros y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. Elementos enterrados o sumergidos.	Sótanos no ventilados, cimentaciones, tableros
	2.2	Humedad media	Exteriores en ausencia de cloruros sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual menor o igual a 600 mm.	Construcciones exteriores protegidas de la lluvia. Tableros y pilas de puentes en zonas de precipitación media anual menor o igual a 600 mm.
	2.3	Humedecimiento-secado	Ciclos de humedecimiento y secado.	Superficies en contacto con el agua, estructuras sometidas a ciclos de humedad y secado, tanques, pilas.

*Ilustración 17. Tabla corrosión inducida por carbonatación.
Fuente NTC 5551*

Clase	Subclase	Tipo de proceso	Descripción del ambiente de exposición	Ejemplos
4		Corrosión inducida por cloruros diferentes a los que provienen del agua de mar.	Concreto reforzado o con metal embebido en contacto con agua con cloruros diferente al agua de mar.	
	4,1	Humedad moderada.	Concreto con exposición directa a salpicaduras con cloruros.	Piscinas, plantas de tratamiento
	4,2	Humedad	Concretos expuestos a cloruros provenientes de procesos industriales. Instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino.	Piscinas, plantas de tratamiento
	4,3	Ciclos de humedecimiento y secado.	Estructuras expuestas a humedecimiento y secado de aguas con contenidos de cloruros.	Estructuras de puentes Pavimentos Placas de parqueaderos.

Ilustración 18. Tabla corrosión inducida por cloruros diferentes a los que provienen del agua de mar
Fuente NTC 5551

Requisitos de Durabilidad

- Control de Agrietamiento

“Se debe proveer suficiente cuantía de refuerzo para todos aquellos sitios de la estructura donde se concentran esfuerzos de tensión, producidos por cambios volumétricos, empotramientos o reducción de secciones, entre otros. La presencia de fisuras en el concreto no implica necesariamente una disminución en la durabilidad o condiciones de uso de una construcción. No obstante, es indispensable que en la construcción no se vea afectado su comportamiento por la presencia de fisuras. Para elementos de concreto reforzado, se especifican las siguientes separaciones máximas de fisura, según el tipo de ambiente así:

Tipo de Ambiente	1	2,1	2,2	2,3	3,1	3,2	3,3	4,1	4,2	4,3	5,1	6,1	6,2	6,3	7
Separación máxima de fisuras (mm)	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6

Ilustración 19. Valores Máximos de Separación de Fisuras
Fuente NTC 5551

“Para elementos de concreto pretensado, se especifican las siguientes separaciones máximas de fisura, según el tipo de ambiente así:

Ambientes 1 y 7 0,2 mm
Ambientes 2 a 6 no se admiten fisuras”

MANUAL DE INSPECCIÓN DE PUENTES UNIANDES – INVIAS

A continuación, se presenta los criterios de calificación de acuerdo al Manual de inspección de puentes Uniandes – INVIAS.

Tabla 2. Calificación de la condición del puente

Calificación	Descripción
0	Sin daño, o daño insignificante.
1	Daño pequeño pero reparación no es necesaria (excepto mantenimiento rutinario).
2	Algún daño, reparación necesaria cuando se presente la ocasión. El componente funciona como fue diseñado.
3	Daño significativo, reparación necesaria muy pronto.
4	Daño grave, reparación necesaria inmediatamente.
5	Daño extremo, falla total o riesgo de falla total del componente.

Tabla 3. *Identificación de evidencias de socavación*

Calificación	Descripción
0	Sin daño, o daño insignificante.
1-2	Se presentan inicios de socavación, debe realizarse un mantenimiento rutinario o una reparación necesaria cuando se presente la ocasión. El componente funciona como fue diseñado.
3	se observan daños significativos, la protección o reparación es necesaria muy pronto.
4 y 5	Se observa inclinación o pérdida de pilas o estribos.

Tabla 4. *Fallas en apoyos*

Calificación	Descripción
0-1	No hay evidencia.
2	Hundimientos generados por asentamiento del apoyo inferiores a 1 cm. Fisuras inferiores a 1 mm en los elementos de apoyo.
3	Hundimientos que generan diferencias de nivel en la losa superior a 2 cm. Descascaramientos en los elementos de apoyo. Pérdida de material.
4	Apoyo totalmente destruidos o en mal estado. Diferencias de nivel de más de 5 cm o losas desencajadas.
5	Agrietamientos generalizados o fallas parciales o totales de los apoyos.

Tabla 5. *Deterioro en el concreto de elementos secundarios*

Calificación	Descripción
0-1	No hay evidencia.
2	Cambios de color generados por acción del medio ambiente o fisuras menores a 1 mm.
3	Descascaramientos locales y acero de refuerzo expuesto. Grietas entre 1 y 5 mm.

4	Pérdida del material, concreto degradado, grietas mayores a 5 mm. Agrietamientos generalizados, acero de refuerzo expuesto y con efectos de corrosión evidentes.
5	Pérdida del material, rotura en el acero de refuerzo.

Tabla 6. *Deterioro en acero de refuerzo*

Calificación	Descripción
0-1	No hay evidencia.
2	Fisuras menores a 1 mm sin exposición del refuerzo. Fisuras marcando la ubicación del refuerzo.
3	Acero de refuerzo expuesto con señales de corrosión debido al descascaramiento o agrietamiento del concreto.
4	Material expuesto debido a daños en el concreto. Pérdida de sección del acero.
5	Corrosión o rotura del refuerzo. Delaminación evidente en las barras de refuerzo.

Tabla 7. *Erosión en las pilas producida por agua*

Calificación	Descripción
0-1	No hay evidencia.
2	Cambios de color en el concreto y pérdida superficial del material en capas menores de 1 cm.
3	Pérdidas de capas de material entre 1 y 2 cm. Exposición parcial del acero de refuerzo.
4	Pérdida de capas de material mayores a 2 cm, acero de refuerzo expuesto.
5	Refuerzos doblados, pérdida y exposición del refuerzo, pilas dobladas.

Tabla 8. *Juntas deterioradas y rotación de estribos*

Calificación	Descripción
0-1	No hay evidencia
2	Anclajes sueltos, agrietamiento o ruptura de soldadura, detalles defectuosos, presencia de escombros que impiden el movimiento.

3	Presencia de daños importantes en las juntas. Pérdida de material. Tramos del puente con elementos de la junta sueltos. Descascaramientos en el concreto. Emisión de ruido al paso de vehículos. Saltos e impactos al paso de las juntas.
4	Junta de dilatación sin protección. Elementos de la junta sueltos. Grietas y pérdida de material. Separación superior a 10cm. Emisión de altos niveles de ruido, saltos e impactos al paso de los vehículos
5	Junta parcial o totalmente destruida.

Tabla 9. Hundimiento de calzada

Calificación	Descripción
0-1	No hay evidencia
2	Imperceptible al transitar en vehículo. Fisuras o pequeños desniveles en la losa.
3	Asentamientos del terraplén superiores a 5 cm. Perceptible al transitar en un vehículo sin disminución importante en la velocidad.
4	Al transitar en vehículo se debe bajar la velocidad para superar el hundimiento. Asentamientos del terraplén superiores a 10 cm.
5	Al transitar se debe detener el vehículo para poder superar el hundimiento.

Tabla 10. Impactos en barandas y estructuras de paso superior

Calificación	Descripción
0-1	No hay evidencia.
2	Barandas desgastadas, con presencia de pequeñas fisuras, o cambios de color.
3	Barandas con fisuras superiores a 2 cm, y/o pérdida de material o elementos de la baranda.
4	Barandas colapsadas parcialmente.
5	Barandas colapsadas totalmente.

ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS POR EL CONSORCIO SEDIC – CONCOL 023

De los informes presentados por el Consorcio SEDIC – ConCol 023 correspondientes a los “ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA AV. TINTAL DESDE LA AV. BOSA HASTA LA AV. ALSACIA, DESDE LA AV. TINTAL HASTA LA AV. CONSTITUCIÓN, DESDE LA AV. ALSACIA HASTA LA AV. CENTENARIO Y AV. BOSA Y DESDE LA AV. CIUDAD DE CALI HASTA LA AV. TINTAL EN BOGOTÁ D.C”, a cargo del Consorcio SEDIC – ConCol 023, contrato IDU 926 de 2017, se tomaron las pruebas de campo y laboratorio que fueron realizadas al paciente del presente TPI, las cuales sirven para complementar el estudio patológico que se realiza por parte del estudiante. A continuación se describen las pruebas y ensayos:

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE NÚCLEOS DE CONCRETO

Este ensayo tiene como objetivo la extracción de núcleos de un elemento de concreto bajo la norma NTC 3658, las muestras obtenidas se utilizan para determinar la resistencia a la compresión del mismo. Un núcleo de concreto es una muestra cilíndrica que se obtiene por medio de un taladro extractor de núcleos, por el tamaño de los agregados y la distribución del acero de refuerzo en los elementos, la consultoría optó por utilizar una broca de 2” de diámetro. Una vez extraído el núcleo, éste se envió al laboratorio donde se cortaron los extremos con el fin de obtener superficies adecuadas para el ensayo de compresión, el cual se ejecuta posteriormente bajo la norma NTC 673.



Ilustración 20. Extracción de núcleos en placa
Fuente: Consorcio Sedic-Concol 023



Ilustración 21. Muestras Extraídas
Fuente: Consorcio Sedic-Concol 023

El cálculo de la resistencia esperada, se basa en las recomendaciones ACI 440 así:

- i. El resultado de estimación es:

$$f_c = \frac{\text{Menor Valor}}{0,75}$$

$$f_c = \frac{\text{Promedio}}{0,85}$$

DISTRIBUCIÓN DEL ACERO DE REFUERZO

La determinación del recubrimiento del acero de refuerzo, localización, características geométricas y separación del refuerzo dentro de las estructuras de concreto reforzado, mediante ensayos no destructivos, se realizan mediante el uso de un ferroskan el cual basa su funcionamiento en la reluctancia magnética, capaz de localizar con exactitud barras de refuerzo. El método consiste en desplazar el sensor por la superficie del elemento estructural que se esté analizando para conocer la ubicación del refuerzo, al detectarlo, el sensor emite una señal indicando la presencia del acero y a su vez indica el recubrimiento asociado a esa barra.

Para verificar los tipos y diámetros de las barras de refuerzo se hicieron regatas, donde se observaron algunas características del refuerzo, que se describirán en capítulos posteriores.

El recubrimiento es uno de los parámetros más importantes en la patología estructural, sobre todo en lo relacionado con la durabilidad de la estructura. La ausencia de recubrimiento está directamente relacionada con la aparición de posibles problemas patológicos tales como la corrosión del acero, además de que el elemento presenta mayor vulnerabilidad a la penetración de las sales de cloruro y el desarrollo de la carbonatación.

El ferroskan permite localizar el refuerzo para evitar dañarlo durante una extracción de núcleo y permite a su vez, realizar las regatas sin afectar el acero al realizar el corte con la tronadora.



*Ilustración 22. Ferroskan Hilti PS200 usado en la prueba.
Fuente: Consorcio Sedic-Concol 023*

ANÁLISIS QUÍMICO DEL CONCRETO

Ensayo Para La Determinación Del Contenido De Cloruros Y Sulfatos En Muestras De Concreto

Para determinar el contenido de cloruros en una muestra, se pesan 5 gramos de ésta y se vierten en un vaso de 100 ml, se adiciona agua y se filtra en papel raya negra, recibiendo el filtrado en un beaker. Luego se lava varias veces con agua y se le agregan unas gotas de ácido nítrico (HNO_3). Finalmente se agregan de 2 a 4 ml de nitrato de plata (0,1) y titular con tiocianato de Amonio (0,1) hasta que cambie de color. En todo caso, se debe hacer énfasis que cualquier cantidad de iones Cloruro presentes en el concreto aumenta el riesgo de corrosión.

(Standars Australia, 1996). Este ensayo se realiza siguiendo el procedimiento descrito en la norma NTC 4049.

En la siguiente tabla se presentan los valores límites para el contenido de cloruros para evitar corrosión en el acero de refuerzo del elemento.

Tabla 22. Probabilidad de corrosión del Acero

TIPO DE ELEMENTO	Contenido máximo de ión cloruro (Cl expresado como porcentaje de peso de material cementante)
Concreto preesforzado	0.06
Concreto reforzado expuesto al cloruro en servicio	0.15
Concreto reforzado que estará seco o protegido de la humedad en servicio	1
Otros tipos de construcción en concreto reforzado	0.3

Fuente: Tomado de NSR 10.

Según la NSR-10, estos valores máximos aplican para concretos con edades que van de 28 a 42 días, ya que éste es un parámetro muy importante en concretos jóvenes y no se considera relevante en concretos viejos. Adicionalmente, estos valores son los límites máximos permitidos para la mezcla de un concreto nuevo, lo cual se podría asociar a un valor aproximado de un 90% de probabilidad de que no se presente corrosión. Para concretos existentes un contenido de 0,5% de cloruros respecto al peso de cemento tendría una posibilidad de 90% de que exista corrosión.

Ensayo De Carbonatación

Tiene el propósito de evaluar el avance de la carbonatación en el hormigón por el método de vía húmeda con solución de indicador ácido-base, se realiza in situ tan pronto como se haya perforado el concreto para la realización de la prueba, evitando que se alteren los resultados.

Se aplica solución indicadora ácido-base: fenolftaleína (1g de fenolftaleína + 49g de alcohol + 50g de agua) sobre los núcleos extraídos y se evalúa la profundidad de carbonatación

sobre el mismo. El indicador está diseñado para cambiar de color en ambientes con PH superiores a 9,5.

La carbonatación del hormigón es una de las causas de la corrosión del acero de refuerzo, porque el ambiente alcalino, que protege al acero, se vuelve más neutro (cae el pH de 12,5 a 10).

La manera en que se realizó la prueba, fue impregnar la solución mediante un rociador sobre el concreto expuesto. Las áreas carbonatadas del concreto no cambiarán de color, mientras que las áreas que no lo estén adquirirán un color fucsia intenso. El ensayo también puede utilizarse en el espacio que queda después de haber obtenido el núcleo de concreto.



Ilustración 23. Prueba de carbonatación.

Fuente: Consorcio Sedic-Concol 023

Ensayo De Esclerometría

Tiene el propósito de determinar el índice esclerométrico del hormigón endurecido mediante el empleo de un martillo de acero impulsado por resorte, cuyo rebote se registra en una escala lineal incorporada al instrumento. El uso de este dispositivo no es aplicable a la determinación de la resistencia del hormigón, por lo tanto, no es alternativo respecto de los ensayos que se usan normalmente con este objeto, el sistema pretende inferir la resistencia a

través de un sistema indirecto, la medición de su dureza superficial, en la medida que esta sea mayor teóricamente también debe serlo aquella.

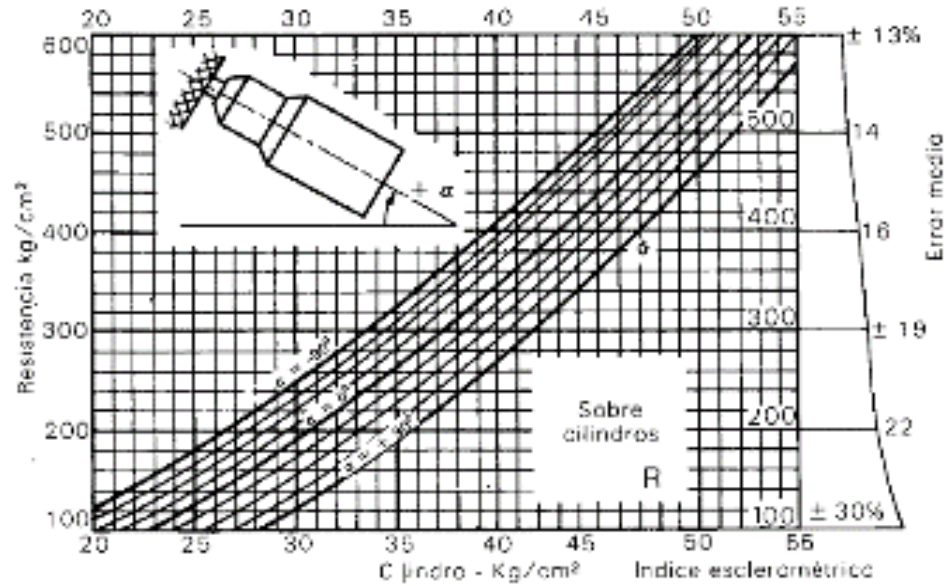


Ilustración 24. Ensayo de Esclerometría

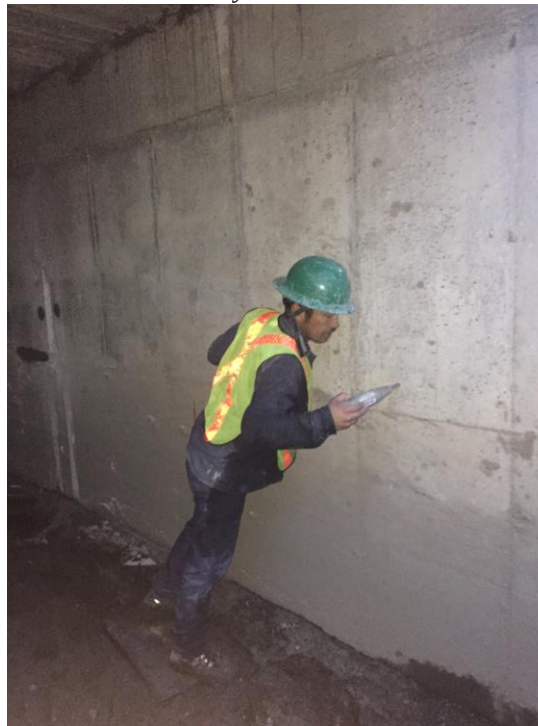


Ilustración 25. Índice Esclerométrico.
Fuente: Consorcio Sedic-Concol 023

Ensayo De Ultrasonido

Permite medir la velocidad con que una onda de sonido, lanzada por el instrumento, se propaga a través del hormigón. Como resultado de muchos estudios sobre un amplio campo de estructuras, los investigadores han deducido la siguiente descripción cualitativa del hormigón, con base en las medidas de velocidad de pulso:

Tabla 13. *Calidad del Hormigón de Acuerdo con la Velocidad de Pulso*

VELOCIDAD DE PULSO	CALIDAD DEL HORMIGÓN
4600 m/s y más	Excelente
3700 a 4600 m/s	Buena
3000 a 3700 m/s	Cuestionable
2100 a 3000 m/s	Pobre
Por debajo de 2100 m/s	Muy Pobre

Fuente: ACI 311

Los ensayos con ultrasonido están descritos en la norma técnica colombiana NTC 4325 y en las normas de construcción sismo-resistente NSR-10, sección CR.5.6-comentarios, donde se menciona:

"Los ensayos no destructivos del concreto en obra, tales como esclerómetro, velocidad de pulso ultrasónico, pueden ser útiles para determinar si una porción de la estructura realmente contiene o no concreto de baja resistencia. Dichos ensayos son valiosos principalmente si se realiza para hacer comparaciones dentro de la misma obra, más que como mediciones cuantitativas de resistencia."

Ensayo de potencial de media celda (potencial de corrosión).

Las medidas de los electropotenciales de corrosión en el refuerzo se realizan utilizando una media celda de sulfato de cobre (Cu/CuSO_4), conectada a un multímetro, el cual a su vez debe estar conectado a una barra del elemento.

Las lecturas del potencial eléctrico del refuerzo se realizan en milivoltios (mV) y se dibujan en una malla de puntos igualmente espaciados, con la finalidad de obtener un mapa de líneas de contorno o un mapa de zonas equipotenciales.

Este ensayo permite determinar si existe corrosión activa en el acero de refuerzo de un elemento estructural; éste no permite concluir si el elemento en estudio está corroído.

Para realizar el ensayo es necesario realizar una regata en el elemento a inspeccionar. Se debe conectar el polo positivo del multímetro a la barra previamente expuesta, (garantizando que la barra esté conectada con las demás barras del elemento), y el polo negativo se conecta a la media celda, la cual se apoya sobre la superficie de concreto obteniendo así la lectura del potencial de corrosión en cada punto.

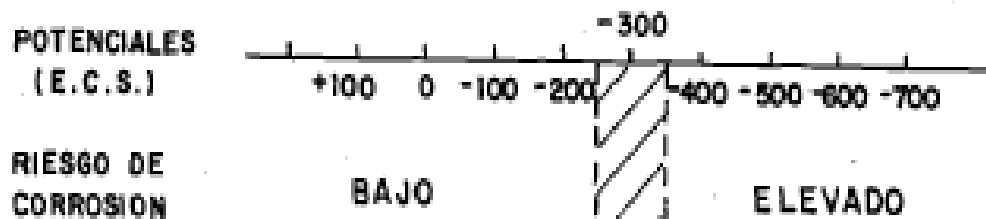


Ilustración 26. Medida de potencial de corrosión
Fuente: Medidas de Potencial E.C.S.

Estimación De La Vida Útil

La estimación de la vida útil se basa en dos análisis, el primero que consiste en verificar el avance de los cloruros dentro del elemento de interés en los próximos 30 años, y el segundo consiste en verificar el tiempo que tardaría en llegar el frente de carbonatación hasta el acero de refuerzo. Para estos cálculos se supone que la estructura estará sometida a condiciones agresoras similares a las actuales.

$$Cx = Co + Cs \left(1 - \operatorname{erf} \left[\frac{x}{2\sqrt{D_{cl} * t}} \right] \right)$$

Verificación Del Avance De La Carbonatación

Para esta verificación se utiliza la Ecuación 2 (Da Silva, 2002). Basados en los resultados obtenidos en campo, en los cuales se pudo medir el avance la carbonatación, y conociendo el tiempo que lleva en servicio el puente, podemos calcular la constante k , con la cual se puede calcular el tiempo requerido para que el avance de la carbonatación alcance el acero de refuerzo.

$$x = k\sqrt{t}$$

RESULTADOS

INSPECCIÓN VISUAL

Se realizó la exploración general de la estructura y la auscultación de cada uno de los elementos que la conforman, se inspeccionó todo el concreto expuesto para determinar la existencia y magnitud de las posibles grietas o fisuras y en general, cualquier deterioro de sus componentes que puedan comprometer su seguridad, su nivel de servicio y su durabilidad. Como resultado de la inspección visual realizada al paciente se determina que la estructura se encuentra en buen estado, se debe realizar mantenimiento rutinario, así mismo, se deben realizar los ensayos de laboratorio para determinar el estado interno de cada uno de los elementos.

A continuación, se encuentra el resumen de la información presentada en las fichas de levantamiento y diagnóstico de lesiones de cada uno de los elementos que conforman la estructura, las cuales fueron realizadas por el estudiante. Estas fichas se encuentran en el anexo 2 del presente documento.

Superficie

SUPERFICIE				
LEVANTAMIENTO DE LESIONES			DIAGNOSTICO DE LA LESION	
LESIONES MECANICAS				
<u>Sintoma / Lesión</u>		<u>Descripción</u>	<u>Grado Severidad</u>	<u>Prediagnosis - Posibles Causas</u>
DEFORMACIONES		Inexistencia de carpeta de rodadura en una calzada.	Leve	Calificación 4
GRIETAS Y/O FISURAS			Moderado	No se proyectó transito vehicular en calzada la cual se encuentra en afirmado.
DESPRENDIMIENTOS	X		Severo	
EROSIÓN MECANICA	X			
DICTAMEN				
ENSAYOS A REALIZAR:		RESULTADOS OBTENIDOS:		
		Deterioro por transito en calzada en funcionamiento		
• Inspección visual		No se proyecto transito vehicular en calzada la cual se encuentra en afirmado		
		Se debe realizar mantenimiento correctivo, area aproximada 24 metros cuadrados.		

Barandas

BARANDAS					
LEVANTAMIENTO DE LESIONES			DIAGNOSTICO DE LA LESION		
LESIONES MECANICAS					
<u>Sintoma / Lesión</u>		<u>Descripción</u>	<u>Grado Severidad</u>		<u>Prediagnosis - Posibles Causas</u>
DEFORMACIONES		Oxidación: Proceso químico por el cual la superficie de un metal reacciona con el oxígeno del aire que tiene a su alrededor y se transforma en óxido. Corrosión: Ataque que implica una reacción química acompañada del paso de corriente eléctrica, la corrosión no sólo afecta la capa superficial del metal, sino que el ataque continua hasta la destrucción total del mismo.	Leve		Calificación 3
GRIETAS Y/O FISURAS	X		Moderado	X	Pérdida de recubrimiento
DESPRENDIMIENTOS			Severo		
EROSIÓN MECANICA					
DICTAMEN					
ENSAYOS A REALIZAR:		RESULTADOS OBTENIDOS:			
		Pérdida de recubrimiento (pintura).			
• Inspección visual		Se debe realizar mantenimiento correctivo de 14 metros lineales de baranda			

Estribos

ESTRIBOS				
LEVANTAMIENTO DE LESIONES			DIAGNOSTICO DE LA LESION	
LESIONES FISICAS				
Sintoma / Lesión		Descripción*	Grado Severidad	Prediagnosis - Posibles Causas
HUMEDAD		Suciedad: Deposito y acumulación de partículas y sustancias contenidas en el aire atmosférico tanto en el exterior como en el interior de los poros del material. Partículas orgánicas e inorgánicas que se hallan suspendidas en el ambiente.	Leve	X
SUCIEDAD	X		Moderado	
EROSIÓN			Severo	
PROCESOS BIOFISICOS				
Calificación 1				
Arrastre de material y aguas contaminadas				
DICTAMEN				
ENSAYOS A REALIZAR:		RESULTADOS OBTENIDOS:		
• Inspección visual		Se debe realizar mantenimiento rutinario.		
• Ferroskan		Se recomienda realizar la protección del concreto mediante la aplicación de recubrimiento tipo cementicio debido a que la estructura se encuentra expuesta a ambientes ligeramente agresivos.		
• Regatas				
• Potencial de Corrosión				
• Esclerometría				
• Toma de nucleos (cilindros)				
• Contenido de Sulfatos				
• Carbonatación				

Placa Inferior

PLACA INFERIOR					
LEVANTAMIENTO DE LESIONES			DIAGNOSTICO DE LA LESION		
LESIONES FISICAS					
Síntoma / Lesión		Descripción*	Grado Severidad		Prediagnosis - Posibles Causas
HUMEDAD		Suciedad: Deposito y acumulación de partículas y sustancias contenidas en el aire atmosférico tanto en el exterior como en el interior de los poros del material. Partículas orgánicas e inorgánicas que se hallan suspendidas en el ambiente.	Leve	X	Calificación 3
SUCIEDAD	X		Moderado		Arrastre de material y aguas contaminadas
EROSIÓN			Severo		
PROCESOS BIOFISICOS					
LESIONES QUIMICAS					
Síntoma / Lesión		Descripción*	Grado Severidad		Prediagnosis - Posibles Causas
EFLORESCENCIAS		Procesos Bioquímicos: El aerosol atmosférico contiene partículas vivas o microorganismos vegetales como bacterias, algas u hongos que pueden hallarse aisladas o adheridas a otros elementos. Las lesiones provocadas por los organismos suelen distinguirse por la "actitud" del mismo, que puede ser pasiva o sea de simple asentamiento, o agresiva, es decir, de destrucción del material.	Leve	X	Calificación 3
OXIDACIÓN Y CORROSIÓN			Moderado		Crecimiento de vegetación, musgo, algas y hongos con ayuda de la humedad presente.
EROSIÓN QUIMICA			Severo		
PROCESOS BIOQUIMICOS	X				
DICTAMEN					
ENSAYOS A REALIZAR:		RESULTADOS OBTENIDOS:			
• Inspección visual		Se debe realizar mantenimiento rutinario.			
		Se observa acumulación de material de arrastre sobre la placa de fondo y crecimiento de material vegetal			

Placa Superior

PLACA SUPERIOR					
LEVANTAMIENTO DE LESIONES			DIAGNOSTICO DE LA LESION		
LESIONES FISICAS					
Síntoma / Lesión		Descripción*	Grado Severidad		Prediagnosis - Posibles Causas
HUMEDAD		Suciedad: Deposito y acumulación de partículas y sustancias contenidas en el aire atmosférico tanto en el exterior como en el interior de los poros del material. Partículas orgánicas e inorgánicas que se hallan suspendidas en el ambiente.	Leve	X	Calificación 1
SUCIEDAD	X		Moderado		Acumulación de partículas y sustancias debido a los agentes atmosféricos.
EROSIÓN			Severo		
PROCESOS BIOFISICOS					
DICTAMEN					
ENSAYOS A REALIZAR:		RESULTADOS OBTENIDOS:			
• Inspección visual		Se debe realizar mantenimiento rutinario.			
• Ferrosacan		Se observa en buen estado, los ensayos que se deben realizar son para verificar el estado interno del elemento.			
• Regatas		Se recomienda realizar la protección del concreto mediante la aplicación de recubrimiento tipo cementicio debido a que la estructura se encuentra expuesta a ambientes ligeramente agresivos.			
• Potencial de Corrosión					
• Esclerometría					
• Toma de núcleos (cilindros)					
• Contenido de Sulfatos					
• Carbonatación					

Aletas

ALETAS			
LEVANTAMIENTO DE LESIONES		DIAGNOSTICO DE LA LESION	
LESIONES FISICAS			
<u>Sintoma / Lesión</u>	<u>Descripción*</u>	<u>Grado Severidad</u>	<u>Prediagnosis - Posibles Causas</u>
HUMEDAD	Suciedad: Deposito y acumulación de partículas y sustancias contenidas en el aire atmosférico tanto en el exterior como en el interior de los poros del material. Partículas orgánicas e inorgánicas que se hallan suspendidas en el ambiente.	Leve	Calificación 4
SUCIEDAD		Moderado	Arrastre de material y aguas contaminadas
EROSIÓN		Severo	
PROCESOS BIOFISICOS			
LEVANTAMIENTO DE LESIONES		DIAGNOSTICO DE LA LESION	
LESIONES MECANICAS			
<u>Sintoma / Lesión</u>	<u>Descripción</u>	<u>Grado Severidad</u>	<u>Prediagnosis - Posibles Causas</u>
DEFORMACIONES	Grietas y Fisuras: Aberturas longitudinales incontroladas y no deseadas producidas en un material o elemento constructivo, ya sea estructural o de simple cerramiento.	Leve	Calificación 2
GRIETAS Y/O FISURAS		Moderado	Debido a dilataciones y retracciones producidas por la temperatura, la humectación y el fraguado.
DESPRENDIMIENTOS		Severo	
EROSIÓN MECANICA			
DICTAMEN			
ENSAYOS A REALIZAR:		RESULTADOS OBTENIDOS:	
		Se observa una fisura sobre una de las aletas que no afecta la seguridad estructural	
• Inspección visual		Se debe realizar mantenimiento rutinario.	
		Se recomienda la inyección de la fisura para conservar la durabilidad del elemento	
		Se recomienda realizar la protección del concreto mediante la aplicación de recubrimiento tipo cementicio debido a que la estructura se encuentra expuesta a ambientes ligeramente agresivos.	

ENSAYOS DE LABORATORIO

RESULTADO DE LAS REGATAS

Las regatas fueron realizadas cortando el concreto con disco, previamente se realizó un chequeo de la profundidad de recubrimiento con Ferroskan para no afectar el acero de refuerzo, el resultado de dicha exploración es el siguiente:

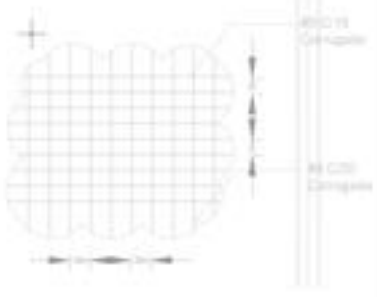
FOR-015	REGATA BOX COULVERT	
 		
Observaciones: Se realizó regata sobre la placa, se observan varillas corrugadas No. 5 cada 15 cm en el sentido longitudinal y No. 6 cada 20cm en el sentido transversal.		PLACA

Ilustración 27. Regata en placa cara inferior

Fuente: Consorcio Sedic-Concol 023

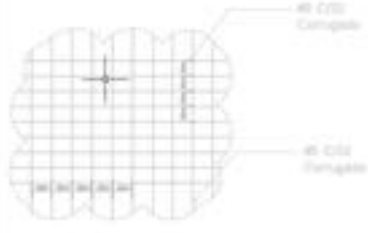
FOR-015	REGATA BOX COULVERT	
 		
Observaciones: Se realizó regata sobre estribo, No 5 cada 30 en sentido transversal y No 5 cada 20 de manera horizontal.		ESTRIBO

Ilustración 28. Regata en Estribo Norte

Fuente: Consorcio Sedic-Concol 023

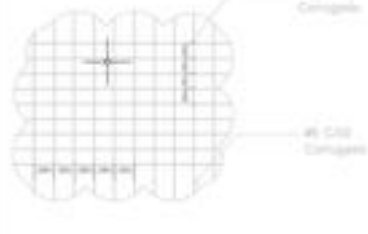
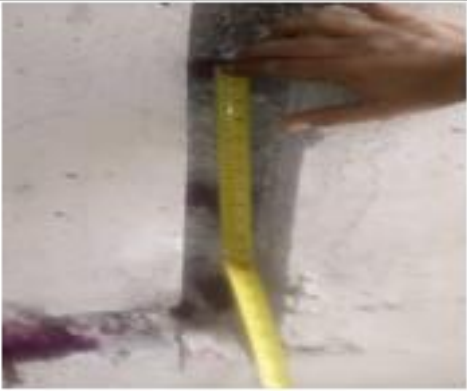
FOR-015	REGATA BOX COULVERT	
 		
Observaciones: Se realizó regata sobre muro, se observan varillas corrugadas No 5 cada 30 en sentido transversal y No 5 cada 20 de manera horizontal.		MURO

Ilustración 29. Regata en muro central cara norte

Fuente: Consorcio Sedic-Concol 023



Ilustración 31. Diferencia de potencial eléctrico
Fuente: Consorcio Sedic-Concol 023

RESULTADOS DE LOS NÚCLEOS

Para el presente estudio se tomaron cinco (5) núcleos de concreto de 2". A continuación, se exponen las características de las muestras y los resultados de los ensayos:

ENSAYO DE COMPRESIÓN

Los ensayos de compresión se realizaron en el laboratorio de la empresa Concrelab SAS, bajo las normas NTC-3658 y NTC-673; las máquinas usadas para el ensayo son:

Máquinas de Fuerza: SLT Cap 300 kN

Certificado calibración: No. 481F

Una vez realizada la inspección visual de los núcleos se cortaron por ambos extremos con una sierra diamantada, procurando guardar una relación entre la longitud y el diámetro de 2 a 1.

Después de cortadas y curadas las muestras se les determino a cada una el diámetro, altura, peso, densidad y posteriormente se refrendaron con azufre y se sometieron las muestras seleccionadas al ensayo de compresión hasta la rotura.

Para el ensayo a compresión de los núcleos de concreto, se siguió el procedimiento descrito en la Norma Técnica Colombiana NTC 3658:1994; en lo que se refiere a curado, refrendado y ensayo a compresión.

Los resultados de estos se muestran a continuación:

INFORME DE ENSAYOS DE CONCRETOS
ENSAYO A COMPRESION SOBRE NUCLEOS DE CONCRETO
Norma NTC 673:2000 - NSR10



Compañía : Diseño y Patología de Estructuras S.			Los datos y resultados presentados en este informe, corresponden exclusivamente a las muestras sometidas a ensayo.								Referencia : 1-12578					
Obra : AVENIDA BOSA											DCP-2085-17					
Atención : SR CARLOS RODRIGUEZ											WSURRZ					
Orden de trabajo	Núcleo No.	Localización	Dimension (mm)			Área mm ²	Fecha Extracción	Fecha Ensayo	Masa g	Densidad g/cm ³	Esbeltez L/D	Factor de Correc.	Carga Máxima kN	Resistencia MPa	Resistencia corregida	
			L	L capin	φ										MPa	Kg/cm ²
39805	1	Muro Centro	101,09	103,6	51,55	2087,1	20-oct-17	28-oct-17	456	2,2	2,01	1	66,97	32,1	32,1	327,2
39805	2	Muro Centro	100,8	103,5	51,5	2083,1	20-oct-17	28-oct-17	460	2,2	2,01	1	61,11	29,3	29,3	299,1
39805	3	Estribo 1	102,73	104,7	51,53	2085,5	20-oct-17	28-oct-17	467,6	2,2	2,03	1	64,65	31,0	31,0	316,1
39805	4	Estribo 1	100,69	104,1	51,54	2086,3	20-oct-17	28-oct-17	463	2,2	2,02	1	62,77	30,1	30,1	306,8

	(MPa)	(kgf/cm ²)
Resistencia Promedio	31	312,3
Desviación estándar	1	12,1
Coef. de variación	3,9%	3,9%

Ilustración 32. Resultados del ensayo a compresión
Fuente: Elaboración Concrelab

ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Se realizó tomando como referencia la norma ASTM C-805 los resultados son los siguientes:

			Indice esclerométrico										F-005	
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Indice Esclerométrico	Resistencia Kg/cm2	
Estribo	33	34	35	32	31	35	34	35	37	32	33,8	33	290	
	31	29	33	28	30	36	33	35	33	33	32,1			
	34	33	32	28	34	33	35	34	34	34	33,1			
	31	32	30	30	34	33	33	30	35	33	32,1			
Muro	34	33	35	35	36	34	36	35	30	35	34,3	34	310	
	33	36	36	34	32	33	34	34	36	37	34,5			
	35	33	34	35	30	30	35	33	34	32	33,1			
	35	35	34	33	31	31	33	32	34	34	33,2			
Placa	32	33	32	31	32	36	33	32	33	35	32,9	33	290	
	34	34	36	34	32	33	34	34	32	34	33,7			
	33	35	35	35	32	30	35	33	32	32	33,2			
	32	36	34	33	31	31	33	32	35	33	33			

Ilustración 33. Resultados Esclerometría
Fuente: Elaboración Diseño y Patología de Estructuras S.A.S

CONTENIDO DE SULFATOS

Se realizó tomando como referencia la norma I.N.V E-233-12 los resultados son los siguientes:

Determinación cuantitativa de los compuestos de azufre en los agregados. I.N.V. E-233-13. LABORATORIO DEL CONCRETO				
	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PROCEDENCIA	SULFATOS - (SO ₄) (% por masa de concreto)
1	Muestra # 2 estribos c.s.	---	DISEÑOS Y PATOLOGIA DE ESTRUCTURAS S.A.S.	0,668%
2	Muestras # 10 placa	---		0,383%
"	---	---	---	---
"	---	---	---	---
"	---	---	---	---
"	---	---	---	---
"	---	---	---	---
"	---	---	---	---
"	---	---	---	---
OBSERVACIONES: El contenido de este informe es transcripción idéntica del informe original N° 43-529-3.				

Ilustración 34. Contenido de Sulfatos
Fuente: Elaboración Consorcio Sedic-Concol 023

ENSAYO PULSO ULTRASONICO

Se realizó tomando como referencia la norma NTC 4325, y se realizó sobre uno de los núcleos de muro. Los resultados son los siguientes:

PESO UNITARIO	
ϕ (cm)	6,91
h (cm)	8,03
Wt (g)	691,7
γt (t/m ³)	2,297

Sentido Longitudinal	
Tiempo seg x 10 ⁻⁶	15,3
Vel (m/seg)	5248

Sentido Diametral	
Tiempo seg x 10 ⁻⁶	14,3
Vel (m/seg)	4832

Ilustración 35. Velocidad de Pulso
Fuente: Consorcio SEDIC – ConCol 023

ENSAYO DE CARBONATACIÓN

Se realizó tomando como referencia la norma NTC 4325, Los resultados son los siguientes:

ESTRIBO ORIENTE	
Lectura Min (mm): 7mm	Lectura Max (mm): 8,54mm
	
MURO CENTRAL	
Lectura Min (mm): 4,6mm	Lectura Max (mm): 12,13mm
	
ESTRIBO OCCIDENTAL CARA NORTE	
Lectura Min (mm): 4,20mm	Lectura Max (mm): 10,48mm
	

Ilustración 36. Ensayo de Carbonatación
Fuente: Consorcio SEDIC – ConCol 023

ANÁLISIS DE RESULTADOS

REGATAS

El acero de refuerzo se observa en buenas condiciones, se encontraron barras de refuerzo corrugado sin ningún tipo de lesión, a través de la prueba de potencial se confirmó que no presenta potencial de corrosión del acero.

VERIFICACIÓN DEL AVANCE DE LA CARBONATACIÓN

Para esta verificación se utiliza la Ecuación 2 (Da Silva, 2002). Basados en los resultados obtenidos en campo, en los cuales se pudo medir el avance la carbonatación, y conociendo el tiempo que lleva en servicio el puente, podemos calcular la constante k , con la cual se puede calcular el tiempo requerido para que el avance de la carbonatación alcance el acero de refuerzo.

	FRETE DE CARBONATACIÒN			P212017
	PROYECTO:	Patología Boxcoulvert Av. Alsacia		FOR -043
Edad de la Estructura (Años)	12	Factor K		0,21
Elemento	SEC	M1- Estribo Oriente	M2 - Muro Central	M3_ Estribo Occidental
Profundidad de Carbonatación	Lectura Min (mm)	7,0	4,6	4,2
	Lectura Max (mm)	8,5	12,1	10,5
	Promedio (mm)	7,8	8,4	7,3
Recubrimiento	Principal (mm)	70,0	70,0	70,0
Evidencia de Corrosión		No	NO	NO
Pérdida de sección		N/A	N/A	N/A
Tiempo (Años)		156		

Ilustración 37. Avance carbonatación
Fuente: Consorcio SEDIC – ConCol 023

Debido a la presencia de un frente de carbonatación, que en el largo plazo puede facilitar fenómenos de corrosión del acero de refuerzo de la estructura, se recomienda proteger mediante recubrimientos de tipo cementicio la infraestructura del Box Culvert y así detener el avance del proceso.

POTENCIAL DE CORROSIÓN

No se evidencian problemas de corrosión en las estructuras y los resultados de potencial de corrosión en la placa y el muro es bajo, dado que existe un buen recubrimiento, no se esperan problemas de corrosión.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Se observa una buena resistencia, los resultados reflejan concretos de muy buenas prestaciones, que se confirma con los resultados de puso ultrasónico y esclerometría.

En cuanto a los resultados de velocidad de pulso, las muestras se encuentran en el rango 3700 a 4600 m/s, indicando una muy buena calidad del concreto, de baja porosidad con buena gradación.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE INTERVENCIÓN

LIMPIEZA POR HIDROLAVADO

Método de lavado de superficies mediante el uso de agua a presión de 3000 psi para remover de la superficie las biocapas, suciedad, concreto suelto y otra contaminación para dejar la superficie en óptimas condiciones para la aplicación de recubrimientos acrílicos, cementicos u morteros de reparación de aplicaciones de bajo espesor. Es posible que una vez se realice el hidrolavado queden expuestos daños que no fue posible detectarlos en auscultaciones previas.

Procedimiento:

- Colocar los cerramientos y elementos de protección necesarios.
- Hacer hidrolavado con agua a presión de 3000 psi iniciando el proceso de arriba hacia abajo.
- La profundidad de limpieza y remoción depende del tiempo de exposición del chorro de agua y de la presión utilizada.
- Se recomienda tomar las medidas necesarias para no matar los animales (murciélagos, ranas, tortugas, avispas...) presentes en las estructuras y que hacen parte del ecosistema de la zona.

Equipos y Materiales.

- Agua potable
- Planta eléctrica
- Bomba de presión
- Pistola tipo jet.

INYECCIÓN DE FISURAS Y/O GRIETAS INACTIVAS

Colocación del material de reparación que consiste en inyectar fisuras y/o grietas inactivas en estructuras de concreto, con un material adhesivo de baja viscosidad que al solidificarse permite restaurar la integridad estructural y la resistencia a la penetración de humedad del elemento de concreto. Este procedimiento se aplicará para fisuras con más de 0,3 mm de espesor, y se debe hacer el saneado, las reparaciones y reforzamientos necesarios para que estas no se produzcan de nuevo.

Procedimiento:

- **Preparación de la superficie:** Limpie la superficie aproximadamente 13 mm (1/2 in) de ancho a cada lado de la grieta con el fin de garantizar la adherencia del material de sello y fijación de los puertos de inyección. Esta limpieza se puede realizar mediante el uso de cepillos de alambre, agua a presión garantizando el secado antes de la aplicación del sello, aire comprimido o aspiradoras eléctricas. Cuando las superficies de concreto, adyacentes a la grieta, están deterioradas, ranure la grieta en “V” hasta que encuentre concreto sano. Las ranuras en “V” pueden usarse también cuando las altas presiones de inyección requieren un sellado final más resistente.
- **Fijación de boquillas y sello superficial:** Colocar boquillas en la superficie, a lo largo de la grieta. Si es pasante, por ambas caras. Sellar superficialmente toda la longitud de la grieta. Verificar mediante aire comprimido la comunicación entre boquillas.
- **Aplicación del material de reparación:** Mezclar muy bien los productos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Inyectar el material al interior de la grieta, a presión constante. Comenzar por el punto de entrada más baja de cada grieta y continuar hasta que el material aflore por el punto adyacente. Sellar el primer punto de iniciar la inyección en el siguiente hasta que el material vuelva a florar en el próximo punto. Si la grieta es pasante, verificar que el material aflore por el punto opuesto más próximo. Cerrar este punto y seguir inyectando. Si no aflora por el punto opuesto, se inyectará por ambas caras. Continuar la secuencia hasta completar la reparación. Se pueden usar presiones mayores para inyectar grietas muy estrechas o aumentar la velocidad de inyección. Sin embargo, debe tener cuidado al usar presiones mayores para prevenir que el sello externo o los puertos se revienten.

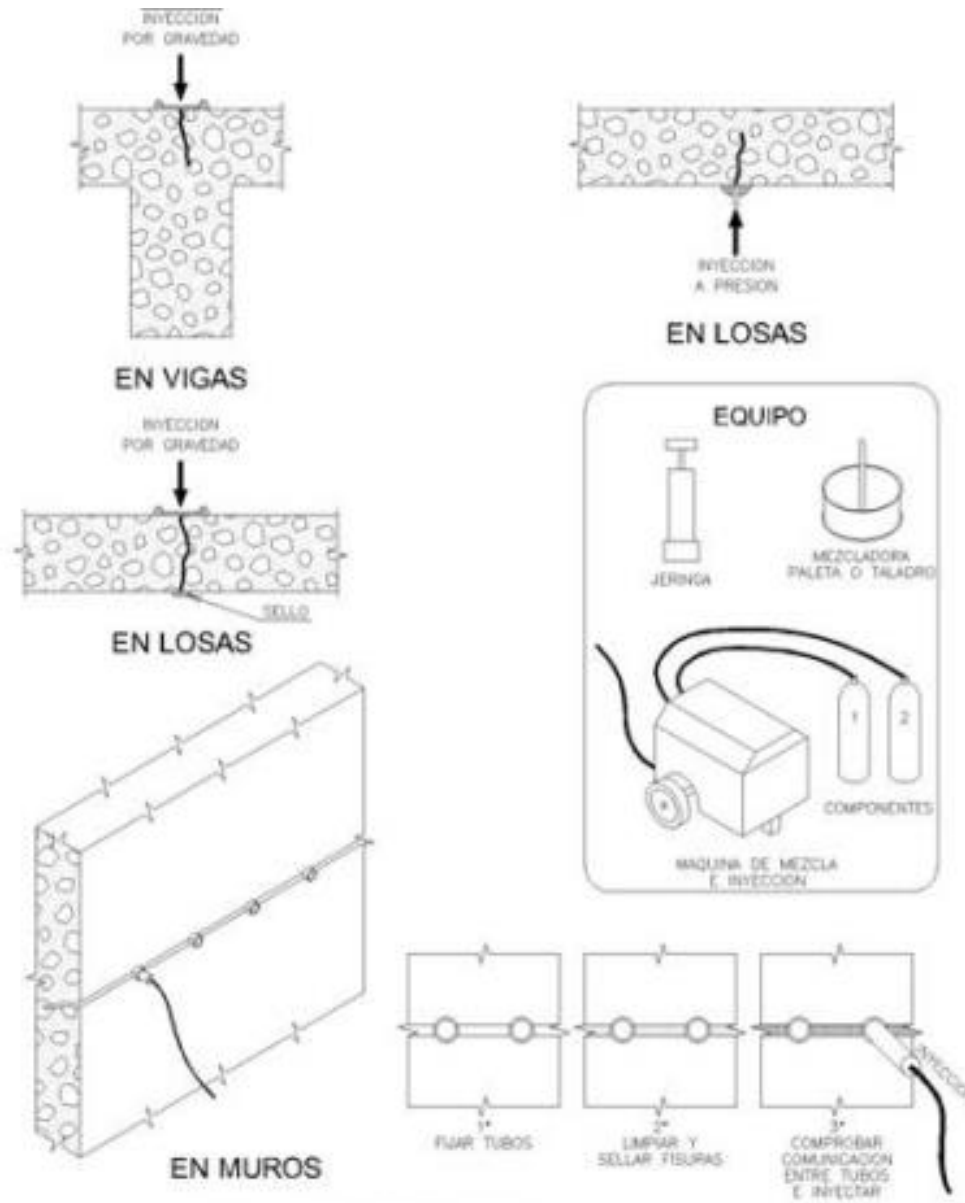


Ilustración 38. Esquemas de inyección de grietas y fisuras 1
Fuente: Consorcio SEDIC – ConCol 023

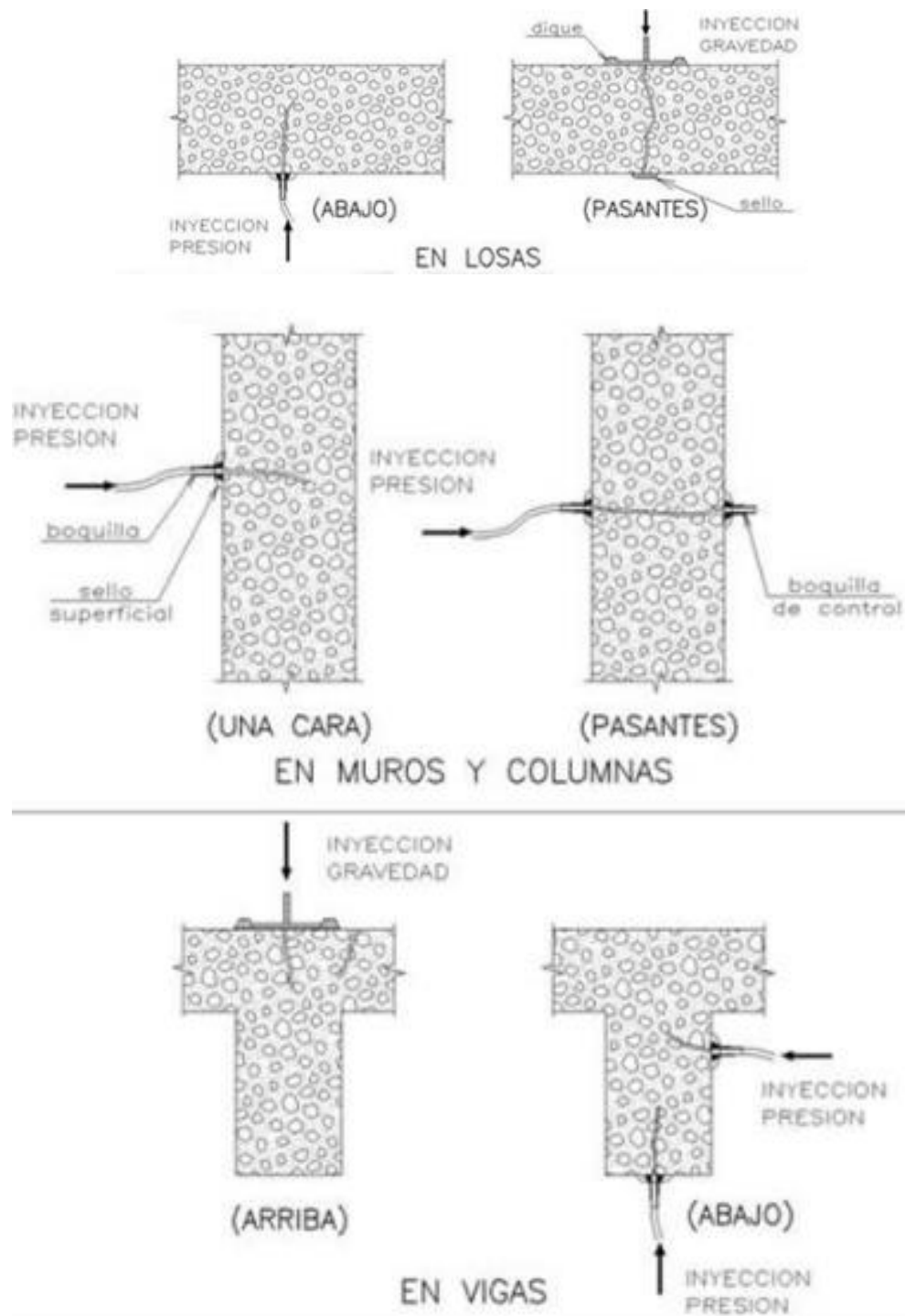


Ilustración 39. Esquemas de inyección de grietas y fisuras 2

Fuente: Consorcio SEDIC – ConCol 023

- **Retiro de puertos de inyección y del sello externo:** Al terminar el proceso de inyección, retire los puertos y el sello externo por calentamiento, cinceland o esmerilando. Si la apariencia no es objetada por el cliente, el sello externo puede dejarse en su lugar. Si se requiere quitarlo por completo para aplicar posteriormente un recubrimiento más atractivo, prepare la superficie de concreto esmerilando.

Equipos y Materiales:

Materiales

- Adhesivo epóxico estructural tipo IV, grado 1, según ASTM C-881, para inyecciones estructurales.
- Adhesivo epóxico no estructural tipo I, grado 1, según ASTM C-881, para inyecciones no estructurales.
- Adhesivo epóxico no estructural tipo I grado 3 según ASTM C-881, para el sello superficial de las fisuras y colocación de las boquillas de inyección.

Equipos

- Pulidora y piedra para pulir
- Equipo para mezcla: Se requiere un taladro de paleta de bajas revoluciones (400 a 600 r.p.m.), un recipiente de mezclado limpio y seco.
- Equipo de inyección: un equipo de inyección (pistola manual o sistema de aire comprimido) que aplique una presión máxima de 100 - 200 psi, y boquillas para inyectar la resina epóxica.
- Pistolas de aire.
- Hidrolavadora.

Productos y proveedores:

Utilizar resinas epóxicas de baja viscosidad como el Concretive 1380 suministrado por BASF, Sikadur-52 Inyección suministrado por Sika y Euco Inyección 100 suministrado por Tóxement. Cada una de estas casas suministran las respectivas pastas epóxicas para los sellados externos de las fisuras y la colocación de los puertos de inyección.

LIMPIEZA MECÁNICA

Es el método de limpieza destinado a remover la cascarilla de laminación parcialmente suelta, los restos de pintura parcialmente sueltos y la oxidación parcialmente suelta, mediante el empleo de herramientas mecánicas, tales como cepillos rotatorios, discos abrasivos y herramientas de impacto, tales como piquetes o pistolas de agujas neumáticas, esmeriladoras eléctricas, lijadoras rotatorias u orbitales –eléctricas o neumáticas e incluso combinaciones de las mismas.

La limpieza con herramientas mecánicas de superficie de acero se practica en el siguiente orden de operaciones:

- Remociones de aceites o grasas con disolventes o detergentes.
- Remoción de oxidación estratificada o de cáscaras de oxidación, con martillos o picadores.
- Remoción de cascarilla y óxido suelto con cepillos rotativos, herramientas impactantes, lijadoras mecánicas o esmeriladoras.
- Eliminación de polvillo y de polvos de oxidación con cepillos, aire comprimido o aspirador de polvo

APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO DE TIPO CEMENTICIO

Protección del concreto expuesto a ambientes ligeramente agresivos. Impermeabilizante de la red de capilares y/o micro fisuras del concreto. Produce una impermeabilización total y permanente al convertirse en parte integral de la estructura. Puede aplicarse en numerosas estructuras de retención, o para la exclusión de agua. Se recomienda aplicarlo en las pilas y estribos de los puentes para protegerlos del ataque el medio ambiente y del agua, lo mismo que en los ductos y aletas de las alcantarillas. Este producto es indicado para esta aplicación ya que al

penetrar en los poros del concreto no se deja llevar por el agua o la abrasión de los sólidos en suspensión.

Procedimiento:

- **Ubicación y Cimbrado:** Detectar las superficies, marcar y delimitar las zonas a recubrir.
- **Preparación de la superficie:** Se deberá remover biocapas e hidrolavar todas las superficies de concreto, mortero ó concreto de reparación, hasta obtener un perfil de anclaje mínimo CSP 2 de acuerdo a ICRI 03732 Guía para la Preparación de la Superficie.
- **Limpieza de la superficie a reparar:** Las superficies de los diferentes sustratos deben encontrarse ligeramente secas, curadas, sanas, limpias y libres de material suelto o deteriorado, y de cualquier sustancia que impida una correcta aplicación y adecuada adherencia.
- **Aplicación del recubrimiento de tipo cementicio:** Se aplicará en forma de lechada con brocha ò escoba de cerda suave. La superficie de los diferentes sustratos deberá estar ligeramente seca, seguir las instrucciones del fabricante para la adecuada imprimación, mezclado, espesores mínimos y máximos por capa, condiciones ambientales y de curado.

Control de Calidad:

Para controlar y verificar la calidad del material y su adecuada instalación, se deberá realizar para cada etapa, antes y después de preparar la superficie, después de instalado el mortero de reparación, sistema de reforzamiento estructural, ensayos de Pull Off de acuerdo a ICRI 03739 Guía para verificar la adherencia in situ. Para verificar la calidad de adherencia del recubrimiento cementicio, se sugiere realizar el ensayo descrito en ASTM D 3359-08.

Equipos y Materiales:

Materiales:

- Recubrimiento cementicio en polvo, modificado con polímeros para impermeabilización de capilares y/o micro fisuras del concreto.

Equipos:

- Brochas de cerda sintética y/o animal.

- Rodillos.
- Escoba de cerda suave.
- Hidrolavadora.
- Para la aplicación se debe usar gafas de seguridad, guantes de protección y respiradores para polvos.
- Andamios.

Productos y proveedores:

Recubrimiento cementicio Tegraproof- BASF, Xypex Concentrado - XYPEX o Euco K11- Tóxement.

CONCLUSIONES

- De acuerdo al mapa de amenaza sísmica realizado por el Servicio Geológico Colombiano y definido en la norma sismo resistente del año 2010, el área de estudio se encuentra en una zona de amenaza intermedia.
- La estabilidad geotécnica en donde se encuentra el paciente es Alta, encontrándose suelo aluvial grueso a medio, los cuales son suelos de mediana a alta capacidad portante poco comprensibles, susceptibles a licuación e inestables en excavaciones a cielo abierto.
- El área en donde se encuentra ubicado el paciente en estudio tiene Amenaza por inundación Media.
- De acuerdo a la inspección visual se puede determinar que el estado general de la estructura del box coulvert es bueno.
- De la prueba potencial de media celda realizada en regatas de muro y placa se obtuvo como resultado un valor de -44.6 y -40.1 respectivamente, esto indica que existe una baja probabilidad de que se presenten fenómenos de corrosión en el refuerzo, sin embargo, está muy cercano al rango Medio, por lo tanto, se deben realizar acciones para prevenir este fenómeno.
- Debido a la presencia de un frente de carbonatación, que en el largo plazo puede facilitar fenómenos de corrosión del acero de refuerzo de la estructura, se recomienda proteger mediante recubrimientos de tipo cementicio la infraestructura del Box Coulvert y así detener el avance del proceso.
- Los resultados de los ensayos de compresión realizados a los cilindros reflejan concretos de muy buenas prestaciones, que se confirma con los resultados de puso ultrasónico y esclerometría. En cuanto a los resultados de velocidad de pulso, las muestras se encuentran en el rango 3700 a 4600 m/s, indicando una muy buena calidad del concreto, de baja porosidad con buena gradación.
- Quienes hacen las labores de inspección de las estructuras deben conocer los principios fundamentales de deterioro de los materiales y la manera como interactúan los agentes reguladores. En general, las labores de mantenimiento no se deben basar solo en inspecciones visuales de las obras ya que ellas pueden llevar a decisiones que a la postre

serán muy costosas para sus propietarios.⁶

- Se recomienda realizar mantenimiento rutinario a la estructura, se debe tener en cuenta que el costo de reparación es mas alto que el de las medidas de protección que se pueden realizar cuando está sana.

⁶ Tomado de *INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO* - Argos

BIBLIOGRAFIA

- i. Durabilidad y patología del concreto. Diego Sanchez Guzmán. 2003
- ii. Guide for Making a Condition Survey of Concrete in Service. ACI – American Concrete Institute. 1997
- iii. Causes, Evaluation and Repair Cracks in Concrete Structures. ACI – American Concrete Institute. 1998
- iv. Routine Maintenance of Concrete Bridges. ACI - American Concrete Institute. 1997
- v. Guide for Structural Maintenance of Parking Structures. ACI - American Concrete Institute. 2000
- vi. Guide for Evaluation of Concrete Structures Prior to Rehabilitation. ACI – American Concrete Institute. 1999.
- vii. Patología de estructuras de hormigón armado.pdf. Juan Pérez Varcargel. 2000
- viii. Manual para la evaluación preliminar de la vulnerabilidad de puentes de la red vial principal de Colombia
- ix. NTC 5551 DURABILIDAD
- x. Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10, 2010.
- xi. Plan De Ordenamiento Territorial De Bogotá - Anexo 13 del Documento Técnico 04. Componente Amenaza/Riesgo Sísmico para el Distrito Capital, 2017.
- xii. Zonificación de la Respuesta Sísmica de Bogotá para diseño sismo resistente de edificaciones – FOPAE, 2010.

MATRIZ DE VULNERABILIDAD								
ESTRUCTURA	SUELOS	MATERIALES	SISMO	AGRIETAMIENTO	PROCESO REMOCIÓN MASA	INUNDACIÓN	CALIFICACIÓN	COLOR
BOX COULVERT Conformado por dos celdas generadas por: * Cementación * Losa Inferior * Losa Superior * Dos muros laterales * Un muro Intermedio Con aletas de retención de taludes laterales. 	SUELO ALUVIAL GRUESO A MEDIO Suelos de mediana a alta capacidad portante poco compresibles, susceptibles a licuación e inestables en excavaciones a cielo abierto.	* Estructura en concreto reforzado. * Barandas Metalicas. * Carpeta de rodadura en asfalto.	Se destaca el sismo del 24 de mayo de 2008 el cual fue registrado por 30 estaciones de acelerógrafos de la ciudad de Bogotá. Alcanzó una magnitud de 5,7 grados en la escala de Richter y 6,0 en la escala de magnitud de momento, tuvo como epicentro el Municipio de El Calvario (Meta) a unos 55 km de Bogotá. LA ESTRUCTURA NO SE ENCUENTRA AFECTADA POR SISMO y la probabilidad de ocurrencia es REMOTA - (C) .	Se evidencia una fisura sobre una de las aletas. 	El paciente no tiene peligro de amenaza por movimientos en masa del suelo, se encuentra ubicado en zona plana al occidente de la ciudad de Bogotá.	Debido a la falta de mantenimiento que presenta la estructura se observa sedimentación, lo cual disminuye el área mojada de la sección del Box Coulvert perdiendo eficiencia hidraulica. Dado lo anterior, la amenaza por inundación se clasifica como MEDIA .	La calificación respecto a la vulnerabilidad que presenta el paciente BOX COULVERT ubicado en la carrera 89 por calle 43 sur en la ciudad de Bogotá es MEDIA BAJA . Y se le asigna el color VERDE . 	El color representativo de la estructura es el GRIS , debido a que predomina el concreto reforzado dentro de los materiales y así mismo, presenta suciedad. 

Estudiante IVÁN FELIPE RODRÍGUEZ ALVARADO
 MODULO VULNERABILIDAD SÍSMICA
 ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
 UNIVERSIDAD SANTO TOMAS



Ficha Nº 1

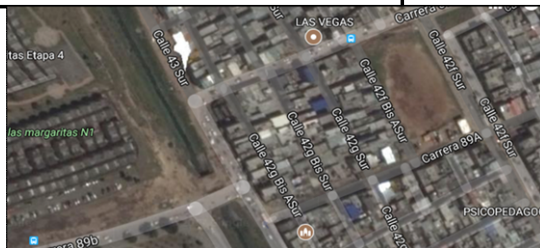
Elemento Superficie

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

FICHA DE LEVANTAMIENTO Y DIAGNOSTICO DE LESIONES

NOMBRE DE LA ESTRUCTURA:	BOX COULVERT CARRERA 89 POR CALLE 43 SUR
TIPO DE ESTRUCTURA:	BOX COULVERT EAAB
PROPIETARIO:	EAAB - IDU PROYECTO CONSTRUCCIÓN AVENIDA GUAYACANES
TELEFONO:	N/A
DIRECCIÓN:	CARRERA 89 POR CALLE 43 SUR BOGOTÁ



ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN



VISTA GENERAL DEL PACIENTE

FECHA DE CONSTRUCCIÓN			TIPO DE CONSTRUCCIÓN			MATERIALES		
Antes de S.XX			Casa			Concreto	X	Estructura
Primera Mitad S.XX			Edificio			Mamposteria		
Segundad Mitad S.XX			Bodega			Metal	X	Barandas
Primera Mitad S.XXI	X		Puente			Madera		
			Box Couvert	X		Asfalto	X	Carpeta de rodadura
			Estructura Vial			Adobe/Barro		
			Otro			Otro		
		Año (Si se tiene)			Descripción			Descripción

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA:

Conformado por dos celdas generadas por:

- Cimentación
- Losa Inferior
- Losa Superior
- Dos muros laterales
- Un muro Intermedio

Con aletas de retención de taludes laterales.

MOTIVO DEL ANÁLISIS:	
----------------------	--

El Box Coulvert se encuentra ubicado dentro del área de influencia del proyecto IDU construcción de la avenida Guayacanes en la ciudad de Bogotá, por lo tanto se debe determinar su estado actual para dictaminar el tipo de intervención que se le debe realizar para garantizar su funcionamiento estructural en su vida útil.

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO:

La superficie se conforma por dos calzadas, la calzada del costado oriental presenta carpeta asfáltica, la calzada occidental se encuentra en afirmado sin carpeta de rodadura, presenta barandas en estructura metálica

ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL ELEMENTO:

Carpeta inexistente en una calzada



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 1

Elemento Superficie

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

LEVANTAMIENTO DE LESIONES

DIAGNOSTICO DE LA LESION

LESIONES MECANICAS

Sintoma / Lesión	Descripción	Grado Severidad	Esquema	Prediagnosis - Posibles Causas
DEFORMACIONES	Inexistencia de carpeta de rodadura en una calzada.	Leve		Calificación 4 No se proyectó tránsito vehicular en calzada la cual se encuentra en afirmado.
GRIETAS Y FISURAS		Moderado		
DESPRENDIMIENTOS		Severo		
EROSIÓN MECÁNICA				

Registro Fotográfico





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 1

Elemento Superficie

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

DICTAMEN

ENSAYOS A REALIZAR:

- Inspección visual

RESULTADOS OBTENIDOS:

Deterioro por transito en calzada en funcionamiento

No se proyecto transito vehicular en calzada la cual se encuentra en afirmado

Se debe realizar mantenimiento correctivo, area aproximada 24 metros cuadrados.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN:

Remoción e instalación de carpeta asfáltica.

Responsable del Estudio

Observaciones:

Clasificación

Calificación 0-1-2

Calificación 3

Calificación 4

Calificación 5



Ficha Nº 2

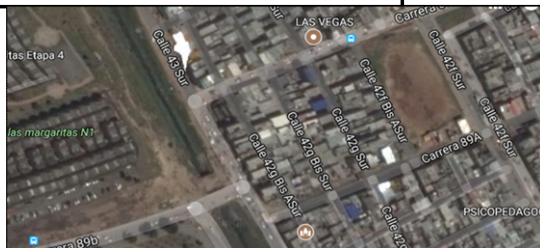
Elemento Barandas

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

FICHA DE LEVANTAMIENTO Y DIAGNOSTICO DE LESIONES

NOMBRE DE LA ESTRUCTURA:	BOX COULVERT CARRERA 89 POR CALLE 43 SUR
TIPO DE ESTRUCTURA:	BOX COULVERT EAAB
PROPIETARIO:	EAAB - IDU PROYECTO CONSTRUCCIÓN AVENIDA GUAYACANES
TELEFONO:	N/A
DIRECCIÓN:	CARRERA 89 POR CALLE 43 SUR BOGOTÁ



ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN



VISTA GENERAL DEL PACIENTE

FECHA DE CONSTRUCCIÓN			TIPO DE CONSTRUCCIÓN			MATERIALES		
Antes de S.XX			Casa			Concreto	X	Estructura
Primera Mitad S.XX			Edificio			Mamposteria		
Segundad Mitad S.XX			Bodega			Metal	X	Barandas
Primera Mitad S.XXI	X		Puente			Madera		
			Box Couvert	X		Asfalto	X	Carpeta de rodadura
			Estructura Vial			Adobe/Barro		
			Otro			Otro		
		Año (Si se tiene)			Descripción			Descripción

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA:

Conformado por dos celdas generadas por:

- Cimentación
- Losa Inferior
- Losa Superior
- Dos muros laterales
- Un muro Intermedio

Con aletas de retención de taludes laterales.

MOTIVO DEL ANÁLISIS:	
----------------------	--

El Box Coulvert se encuentra ubicado dentro del área de influencia del proyecto IDU construcción de la avenida Guayaquanes en la ciudad de Bogotá, por lo tanto se debe determinar su estado actual para dictaminar el tipo de intervención que se le debe realizar para garantizar su funcionamiento estructural en su vida útil.

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO:

Barandas - Sistema de contención metálico.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL ELEMENTO:

Se presenta perdida de recubrimiento lo cual deja expuesto el metal a las condiciones climaticas y agentes quimicos y atmosfericos. Se ocasiona la destruccion quimica de la superficie del metal por la interaccion con agentes con los que está en contacto.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 2

Elemento Barandas

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

LEVANTAMIENTO DE LESIONES

DIAGNOSTICO DE LA LESION

LESIONES QUIMICAS

Sintoma / Lesión	Descripción*	Grado Severidad	Esquema	Prediagnosis - Posibles Causas
EFLORESCENCIAS	Oxidación: Proceso químico por el cual la superficie de un metal reacciona con el oxígeno del aire que tiene a su alrededor y se transforma en óxido. Corrosión: Ataque que implica una reacción química acompañada del paso de corriente eléctrica, la corrosión no sólo afecta la capa superficial del metal, sino que el ataque continúa hasta la destrucción total del mismo.	Leve		Calificación 3
OXIDACIÓN Y/O CORROSIÓN		Moderado		Perdida de recubrimiento
EROSIÓN QUIMICA		Severo		
PROCESOS BIOQUIMICOS				

Registro Fotográfico





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 2

Elemento Barandas

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

DICTAMEN

ENSAYOS A REALIZAR:

- Inspección visual

RESULTADOS OBTENIDOS:

Perdida de recubrimiento (pintura).

Se debe realizar mantenimiento correctivo de 14 metros lineales de baranda

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN:

Limpieza mecánica

Limpieza mediante hidrolavado

Aplicación de pintura anticorrosiva.

Responsable del Estudio

Observaciones:

Clasificación

Calificación 0-1-2

Calificación 3

Calificación 4

Calificación 5

*Descripción de las lesiones tomadas de la Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 6

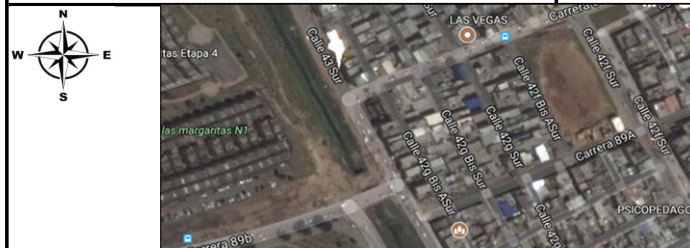
Elemento Aletas

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

FICHA DE LEVANTAMIENTO Y DIAGNOSTICO DE LESIONES

NOMBRE DE LA ESTRUCTURA:	BOX COULVERT CARRERA 89 POR CALLE 43 SUR
TIPO DE ESTRUCTURA:	BOX COULVERT EAAB
PROPIETARIO:	EAAB - IDU PROYECTO CONSTRUCCIÓN AVENIDA GUAYACANES
TELEFONO:	N/A
DIRECCIÓN:	CARRERA 89 POR CALLE 43 SUR BOGOTÁ



ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN



VISTA GENERAL DEL PACIENTE

FECHA DE CONSTRUCCIÓN			TIPO DE CONSTRUCCIÓN			MATERIALES		
Antes de S.XX			Casa			Concreto	X	Estructura
Primera Mitad S.XX			Edificio			Mampostería		
Segunda Mitad S.XX			Bodega			Metal	X	Barandas
Primera Mitad S.XXI	X		Puente			Madera		
			Box Couvert	X		Asfalto	X	Carpeta de rodadura
			Estructura Vial			Adobe/Barro		
			Otro			Otro		
Año (Si se tiene)			Descripción			Descripción		

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA:

Conformado por dos celdas generadas por:

- Cimentación
- Losa Inferior
- Losa Superior
- Dos muros laterales
- Un muro Intermedio

Con aletas de retención de taludes laterales.

MOTIVO DEL ANÁLISIS:

El Box Couvert se encuentra ubicado dentro del área de influencia del proyecto IDU construcción de la avenida Guayacanes en la ciudad de Bogotá, por lo tanto se debe determinar su estado actual para dictaminar el tipo de intervención que se le debe realizar para garantizar su funcionamiento estructural en su vida útil.

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO:

Las aletas de entrada y salida dirigen el flujo mientras pasa por el box couvert, están construidas en concreto reforzado con varillas de acero.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL ELEMENTO:

El elemento visualmente se encuentran en buen estado, los estribos presentan suciedad.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 6

Elemento Aletas

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

LEVANTAMIENTO DE LESIONES

DIAGNOSTICO DE LA LESION

LESIONES FISICAS

Sintoma / Lesión	Descripción*	Grado Severidad	Esquema	Prediagnosis - Posibles Causas
HUMEDAD	Suciedad: Deposito y acumulación de partículas y sustancias contenidas en el aire atmosférico tanto en el exterior como en el interior de los poros del material. Partículas orgánicas e inorgánicas que se hallan suspendidas en el ambiente.	Leve		Calificación 4
SUCIEDAD		Moderado		Arrastre de material y aguas contaminadas
EROSIÓN		Severo		Grafitis
PROCESOS BIOFISICOS				

Registro Fotográfico





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 6

Elemento Aletas

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

LEVANTAMIENTO DE LESIONES

DIAGNOSTICO DE LA LESION

LESIONES MECANICAS

Sintoma / Lesión	Descripción	Grado Severidad	Esquema	Prediagnosis - Posibles Causas
DEFORMACIONES		Leve		Calificación 2
GRIETAS Y/O FISURAS	Grietas y Fisuras: Aberturas longitudinales incontroladas y no deseadas producidas en un material o elemento constructivo, ya sea estructural o de simple cerramiento.	Moderado		Debido a dilataciones y retracciones producidas por la temperatura, la humectación y el fraguado
DESPRENDIMIENTOS		Severo		
EROSIÓN MECANICA				

Registro Fotográfico





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 6

Elemento Aletas

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

DICTAMEN

ENSAYOS A REALIZAR:

- Inspección visual

RESULTADOS OBTENIDOS:

Se observa una fisura sobre una de las aletas que no afecta la seguridad estructural

Se debe realizar mantenimiento rutinario.

Se recomienda la inyección de la fisura para conservar la durabilidad del elemento

Se recomienda realizar la protección del concreto mediante la aplicación de recubrimiento tipo cementicio debido a que la estructura se encuentra expuesta a ambientes ligeramente agresivos.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN:

Limpieza mecánica

Limpieza mediante hidrolavado

Anclajes de gel epoxico, Aplicación de morteros de reparación.

Aplicación de recubrimiento tipo cementicio

Responsable del Estudio

Observaciones:

Clasificación

Calificación 0-1-2

Calificación 3

Calificación 4

Calificación 5

*Descripción de las lesiones tomadas de la Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 3

Elemento Estribos

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

FICHA DE LEVANTAMIENTO Y DIAGNOSTICO DE LESIONES

NOMBRE DE LA ESTRUCTURA:	BOX COULVERT CARRERA 89 POR CALLE 43 SUR
TIPO DE ESTRUCTURA:	BOX COULVERT EAAB
PROPIETARIO:	EAAB - IDU PROYECTO CONSTRUCCIÓN AVENIDA GUAYACANES
TELEFONO:	N/A
DIRECCIÓN:	CARRERA 89 POR CALLE 43 SUR BOGOTÁ



ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN



VISTA GENERAL DEL PACIENTE

FECHA DE CONSTRUCCIÓN			TIPO DE CONSTRUCCIÓN		MATERIALES		
Antes de S.XX			Casa		Concreto	X	Estructura
Primera Mitad S.XX			Edificio		Mampostería		
Segunda Mitad S.XX			Bodega		Metal	X	Barandas
Primera Mitad S.XXI	X		Puente		Madera		
			Box Coulvert	X	Asfalto	X	Carpeta de rodadura
			Estructura Vial		Adobe/Barro		
			Otro		Otro		
Año (Si se tiene)			Descripción		Descripción		

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA:

Conformado por dos celdas generadas por:

- Cimentación
- Losa Inferior
- Losa Superior
- Dos muros laterales
- Un muro Intermedio

Con aletas de retención de taludes laterales.

MOTIVO DEL ANÁLISIS:

El Box Coulvert se encuentra ubicado dentro del área de influencia del proyecto IDU construcción de la avenida Guayacanes en la ciudad de Bogotá, por lo tanto se debe determinar su estado actual para dictaminar el tipo de intervención que se le debe realizar para garantizar su funcionamiento estructural en su vida útil.

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO:

Los estribos hacen parte de la estructura del box coulvert, está construida en concreto reforzado con varillas de acero.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL ELEMENTO:

El elemento visualmente se encuentran en buen estado, los estribos presentan suciedad.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 3

Elemento Estribos

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

LEVANTAMIENTO DE LESIONES

DIAGNOSTICO DE LA LESION

LESIONES FISICAS

Sintoma / Lesión	Descripción*	Grado Severidad	Esquema	Prediagnosis - Posibles Causas
HUMEDAD	Suciedad: Deposito y acumulación de partículas y sustancias contenidas en el aire atmosférico tanto en el exterior como en el interior de los poros del material. Partículas orgánicas e inorgánicas que se hallan suspendidas en el ambiente.	Leve		Calificación 1
SUCIEDAD		Moderado		Arrastre de material y aguas contaminadas
EROSIÓN		Severo		
PROCESOS BIOFISICOS				

Registro Fotográfico

SUR



NORTE





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 3

Elemento Estribos

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

DICTAMEN

ENSAYOS A REALIZAR:

- Inspección visual
- Ferroskan
- Regatas
- Potencial de Corrosión
- Esclerometría
- Toma de núcleos (cilindros)
- Contenido de Sulfatos
- Carbonatación

RESULTADOS OBTENIDOS:

Se debe realizar mantenimiento rutinario.
Se recomienda realizar la protección del concreto mediante la aplicación de recubrimiento tipo cementicio debido a que la estructura se encuentra expuesta a ambientes ligeramente agresivos.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN:

Limpieza mecánica
Limpieza mediante hidrolavado
Aplicación de recubrimiento tipo cementicio

Responsable del Estudio

Observaciones:



*Descripción de las lesiones tomadas de la Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 4

Elemento: Placa Inferior

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

FICHA DE LEVANTAMIENTO Y DIAGNOSTICO DE LESIONES

NOMBRE DE LA ESTRUCTURA:	BOX COULVERT CARRERA 89 POR CALLE 43 SUR
TIPO DE ESTRUCTURA:	BOX COULVERT EAAB
PROPIETARIO:	EAAB - IDU PROYECTO CONSTRUCCIÓN AVENIDA GUAYACANES
TELEFONO:	N/A
DIRECCIÓN:	CARRERA 89 POR CALLE 43 SUR BOGOTÁ



ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN



VISTA GENERAL DEL PACIENTE

FECHA DE CONSTRUCCIÓN			TIPO DE CONSTRUCCIÓN			MATERIALES		
Antes de S.XX			Casa			Concreto	X	Estructura
Primera Mitad S.XX			Edificio			Mampostería		
Segunda Mitad S.XX			Bodega			Metal	X	Barandas
Primera Mitad S.XXI	X		Puente			Madera		
			Box Culvert	X		Asfalto	X	Carpeta de rodadura
			Estructura Vial			Adobe/Barro		
			Otro			Otro		
Año (Si se tiene)			Descripción			Descripción		

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA:

Conformado por dos celdas generadas por:

- Cimentación
- Losa Inferior
- Losa Superior
- Dos muros laterales
- Un muro Intermedio

Con aletas de retención de taludes laterales.

MOTIVO DEL ANÁLISIS:

El Box Culvert se encuentra ubicado dentro del área de influencia del proyecto IDU construcción de la avenida Guayacanes en la ciudad de Bogotá, por lo tanto se debe determinar su estado actual para dictaminar el tipo de intervención que se le debe realizar para garantizar su funcionamiento estructural en su vida útil.

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO:

La placa inferior hace parte de la estructura del box culvert transmite las cargas a la cimentación, está construida en concreto reforzado con varillas de acero.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL ELEMENTO:

El elemento visualmente se encuentra en buen estado, la placa presenta suciedad.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 4

Elemento: Placa Inferior

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

LEVANTAMIENTO DE LESIONES

DIAGNOSTICO DE LA LESION

LESIONES FISICAS

Sintoma / Lesión	Descripción*	Grado Severidad	Esquema	Prediagnosis - Posibles Causas
HUMEDAD	Suciedad: Deposito y acumulación de partículas y sustancias contenidas en el aire atmosferico tanto en el exterior como en el interior de los poros del material. Particulas organicas e inorganicas que se hallan suspendidas en el ambiente.	Leve		Calificación 3
SUCIEDAD		Moderado		Arrastre de material y aguas contaminadas
EROSIÓN		Severo		
PROCESOS BIOFISICOS				

Registro Fotográfico





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 4

Elemento: Placa Inferior

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

LEVANTAMIENTO DE LESIONES

DIAGNOSTICO DE LA LESION

LESIONES QUIMICAS

Sintoma / Lesión	Descripción	Grado Severidad	Esquema	Prediagnosis - Posibles Causas
EFLORESCENCIAS	Procesos Bioquímicos: El aerosol atmosférico contiene partículas vivas o microorganismos vegetales como bacterias, algas u hongos que pueden hallarse aisladas o adheridas a otros elementos. Las lesiones provocadas por los organismos suelen distinguirse por la "actitud" del mismo, que puede ser pasiva o sea de simple asentamiento, o agresiva, es decir, de destrucción del material.	Leve		Calificación 3
OXIDACIÓN Y CORROSIÓN		Moderado		Crecimiento de vegetación, musgo, algas y hongos con ayuda de la humedad presente.
EROSIÓN QUIMICA		Severo		
PROCESOS BIOQUIMICOS				

Registro Fotográfico





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 4

Elemento: Placa Inferior

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

DICTAMEN

ENSAYOS A REALIZAR:

- Inspección visual

RESULTADOS OBTENIDOS:

Se debe realizar mantenimiento rutinario.

Se observa acumulación de material de arrastre sobre la placa de fondo y crecimiento de material vegetal

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN:

Limpieza mecánica

Limpieza mediante hidrolavado

Aplicación de recubrimiento tipo cementicio

Responsable del Estudio

Observaciones:

Clasificación

Calificación 0-1-2

Calificación 3

Calificación 4

Calificación 5

*Descripción de las lesiones tomadas de la Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 5

Elemento: Placa Superior

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

FICHA DE LEVANTAMIENTO Y DIAGNOSTICO DE LESIONES

NOMBRE DE LA ESTRUCTURA:	BOX COULVERT CARRERA 89 POR CALLE 43 SUR
TIPO DE ESTRUCTURA:	BOX COULVERT EAAB
PROPIETARIO:	EAAB - IDU PROYECTO CONSTRUCCIÓN AVENIDA GUAYACANES
TELEFONO:	N/A
DIRECCIÓN:	CARRERA 89 POR CALLE 43 SUR BOGOTÁ



ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN



VISTA GENERAL DEL PACIENTE

FECHA DE CONSTRUCCIÓN			TIPO DE CONSTRUCCIÓN			MATERIALES		
Antes de S.XX			Casa			Concreto	X	Estructura
Primera Mitad S.XX			Edificio			Mampostería		
Segunda Mitad S.XX			Bodega			Metal	X	Barandas
Primera Mitad S.XXI	X		Puente			Madera		
			Box Culvert	X		Asfalto	X	Carpeta de rodadura
			Estructura Vial			Adobe/Barro		
			Otro			Otro		
Año (Si se tiene)			Descripción			Descripción		

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA:

Conformado por dos celdas generadas por:

- Cimentación
- Losa Inferior
- Losa Superior
- Dos muros laterales
- Un muro Intermedio

Con aletas de retención de taludes laterales.

MOTIVO DEL ANÁLISIS:

El Box Culvert se encuentra ubicado dentro del área de influencia del proyecto IDU construcción de la avenida Guayacanes en la ciudad de Bogotá, por lo tanto se debe determinar su estado actual para dictaminar el tipo de intervención que se le debe realizar para garantizar su funcionamiento estructural en su vida útil.

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO:

La placa superior hace parte de la estructura del box culvert transmite las cargas a la cimentación, está construida en concreto reforzado con varillas de acero.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL ELEMENTO:

El elemento visualmente se encuentra en buen estado.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha Nº 5

Elemento: Placa Superior

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

LEVANTAMIENTO DE LESIONES

DIAGNOSTICO DE LA LESION

LESIONES FISICAS

Sintoma / Lesión	Descripción*	Grado Severidad	Esquema	Prediagnosis - Posibles Causas
HUMEDAD	Suciedad: Deposito y acumulación de partículas y sustancias contenidas en el aire atmosférico tanto en el exterior como en el interior de los poros del material. Partículas orgánicas e inorgánicas que se hallan suspendidas en el ambiente.	Leve		Calificación 1
SUCIEDAD		Moderado		Acumulación de partículas y sustancias debido a los agentes atmosféricos.
EROSIÓN		Severo		
PROCESOS BIOFISICOS				

Registro Fotográfico





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ficha N° 5

Elemento: Placa Superior

Fecha: Abril 2020

FO-01
Versión 0

DICTAMEN

ENSAYOS A REALIZAR:

- Inspección visual
- Ferrosan
- Regatas
- Potencial de Corrosión
- Esclerometría
- Toma de núcleos (cilindros)
- Contenido de Sulfatos
- Carbonatación

RESULTADOS OBTENIDOS:

Se debe realizar mantenimiento rutinario.

Se observa en buen estado, los ensayos que se deben realizar son para verificar el estado interno del elemento.

Se recomienda realizar la protección del concreto mediante la aplicación de recubrimiento tipo cementicio debido a que la estructura se encuentra expuesta a ambientes ligeramente agresivos.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN:

Limpieza mecánica

Limpieza mediante hidrolavado

Aplicación de recubrimiento tipo cementicio

Responsable del Estudio

Observaciones:



*Descripción de las lesiones tomadas de la Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción.