

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

RESOLUCION No. EPA-RES-00206-2025 DE martes, 06 de mayo de 2025

“Por medio de la cual se otorga un permiso de ocupación de cauce y se dictan otras disposiciones”

EL DIRECTOR GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO PÚBLICO AMBIENTAL, EPA CARTAGENA

En ejercicio de las funciones asignadas por la Ley 99 de 1993, en armonía con la Ley 768 de 2002 y los Acuerdos Nos. 029 de 2002 y 003 de 2003, emanados del Concejo Distrital de Cartagena y el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible 1076 de 2015 y,

CONSIDERANDO:

Que mediante oficio radicado con código de registro EXT-AMC-24-0150246 de 15 de noviembre de 2024, el Consorcio Complejo Deportivo 2024, identificado con NIT 901.852.323-8, presentó ante el Establecimiento Público Ambiental – EPA Cartagena, solicitud de evaluación de Permiso de Ocupación de Cauce para la ampliación del canal existente de la Salle para el funcionamiento del proyecto deportivo Nuevo Chambacú, en la Cr 32 13 A 45 barrio Chambacú, en la ciudad de Cartagena de Indias, en el marco del contrato LP-SEGD-001-2024.

Que a través de la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales- VITAL, le fue asignado el número de seguimiento VITAL 7600090185232324002.

Que en el expediente VITAL, el peticionario anexó la siguiente documentación:

- Formulario Único de Solicitud de Ocupación de Cauce diligenciado.
- Documento por el cual solicita permiso de ocupación de cauce.
- Certificado de Existencia y Representación Legal.
- Certificado de Tradición Mobiliaria.
- Documento denominado “*Documento Técnico solicitud de ocupación de cauce, playas y lechos para estructura de descarga de las aguas residuales domésticas tratadas*”.
- Planos de localización del proyecto.
- Liquidación de Permiso de Ocupación de Cauce radicado bajo SIGOB EXT-AMC-24-0139067 de fecha 28 de octubre de 2024.
- Liquidación No. 7127 del 21 de octubre de 2024 por valor de \$ 2.629.573.
- Solicitud de evaluación de Permiso de Ocupación de Cauce radicado bajo SIGOB EXT-AMC-24-0150246 de fecha 15 de noviembre de 2024.
- Copia de Transferencia Banco GNB Sudameris No. 336133-I de fecha 21 de octubre de 2024 por valor de \$ 2.629.573.
- Cuencas o áreas de drenajes delineadas.
- Modelo de Elevación Digital o Curvas de Nivel.
- Cauce principal de la cuenca y tributarios.
- Modelación Hidrológica e Hidráulica en formato digital.

Que mediante Auto No. EPA-AUTO-2211-2024 de 12 de diciembre de 2024 se dio inicio al trámite administrativo de evaluación de permiso de ocupación de cauce solicitado por el Consorcio Complejo Deportivo 2024 en el marco del contrato LP-SEGD-001-2024.

Que con fundamento en los documentos y la visita técnica realizada el 31 de marzo de 2025, al lugar de ejecución del proyecto, la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

emitió el Concepto Técnico No. EPA-CT-0000195-2025 de 14 de abril de 2025, remitido a la Oficina Asesora Jurídica de este Establecimiento Público Ambiental por el Sistema de Información y Gestión para la Gobernabilidad Democrática -SIGOB en la misma fecha, en el cual se estableció lo siguiente:

“2. DESARROLLO VISITA DE INSPECCIÓN

La Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible del Establecimiento Público Ambiental – EPA Cartagena, en el marco de sus funciones y competencias de evaluación, vigilancia y control a la gestión ambiental del agua, suelo, aire y demás recursos naturales, realizó el día 31 de marzo de 2025 a las 9:00 a.m., visita técnica de inspección ocular al predio ubicado en la Carrera 32 13a 45 del Barrio Chambacú, a los sitios de interés donde se proyecta realizar las intervenciones en el predio identificado con referencia catastral Nro. 010209740001000 y matrícula inmobiliaria 060-129874, para la evaluación de solicitud de permiso de ocupación de cauce para la construcción.

La visita fue atendida por la ingeniera Mary Paz Gonzalez Arcos identificada con cedula de ciudadanía 1.184.017.322, en calidad de ingeniera ambiental del Consorcio Complejo Deportivo 2024.

En la visita se evidenció que:

1. Se encontró en la zona, Boxcoulvert de sección rectangular el cual transporta las aguas lluvias de la Av. Pedro de Heredia hacia el Canal Existente La salle, el cual será rediseñado por el Consorcio.
2. Se evidenció canal La Salle con tirante de aproximadamente 50 cm, con influencia de la marea específicamente de las aguas de la Laguna del Cabrero.
3. El Contratista menciona que teniendo en cuenta la topografía de la zona se debe hacer una ampliación del canal la Salle, por lo cual se solicita documentación de rediseño.
4. Se evidencian obras de adecuación del terreno y actividades de construcción de estructuras de camerinos, baños, cerramiento perimetral e interno en el marco del proyecto de El Complejo Deportivo Nuevo Chambacú.

En la Figura 3, se pueden apreciar las evidencias fotográficas de la visita realizada.



Figura 1. Visita de inspección al sitio objeto de intervención. Fuente: EPA, 2025.

2.1. Localización de los canales a intervenir

Los canales a intervenir son el canal denominado “La Salle” y un canal pluvial. Durante la visita se realizó inspección ocular en los dos (2) puntos a intervenir, observando el estado de la fuente hídrica relacionada con el trámite, tomando el respectivo registro fotográfico, tal como se describe a continuación:

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Intervención	Boxculvert existente
Registro fotográfico	
Observaciones durante la visita:	Canal existente revestido en concreto y en forma rectangular. El canal dreña las aguas pluviales de la Av. Pedro de Heredia hacia el canal La Salle.

Intervención	Canal La Salle
Registro fotográfico	
Observaciones durante la visita:	Estancamiento de agua. Canal de agua pluvial existente, sin revestimiento.

3. EVALUACIÓN DE ESTUDIOS PRESENTADOS

A continuación, se abordarán los elementos técnicos de los documentos aportados por el solicitante del permiso:

3.1. Localización Del Área De Estudio

El proyecto está ubicado en la Carrera 32 13a 45 del Barrio Chambacú, en el predio identificado con referencia catastral Nro. 010209740001000 y matricula inmobiliaria 060-129874, se encuentran determinado como Zona Verde.



Figura 2. Ubicación geográfica del lote Chambacú, matricula inmobiliaria 060-129874. Fuente: MIDAS, 2025.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Especificaciones técnicas:

Actualmente, en la zona de estudio donde se ejecutará el proyecto existen dos canales: Uno de sección rectangular tapado, con dimensiones de 1.70 x 1.00 m, el cual transporta los caudales captados en la Av. Pedro de Heredia hacia el Canal 2. Este segundo canal, tiene sección trapezoidal con una base de 2.5 m y altura de 1.70 m.

Para estos canales se propone un rediseño a canales cubiertos tipo Box Culvert para que estos no interfieran con los equipamientos planteados en las obras del complejo deportivo.

En primer lugar, para el canal tipo box se plantea una redirección para que este no esté en medio del predio, sino que bordee el predio y tenga una mejor ubicación para la recolección de las aguas pluviales de la avenida. Las dimensiones del Box Culvert son de 221.98 m de longitud y pendiente de 0.23%, cuya sección es rectangular con un solo cuerpo de 2.5 x 1 m (ver Figura 4).

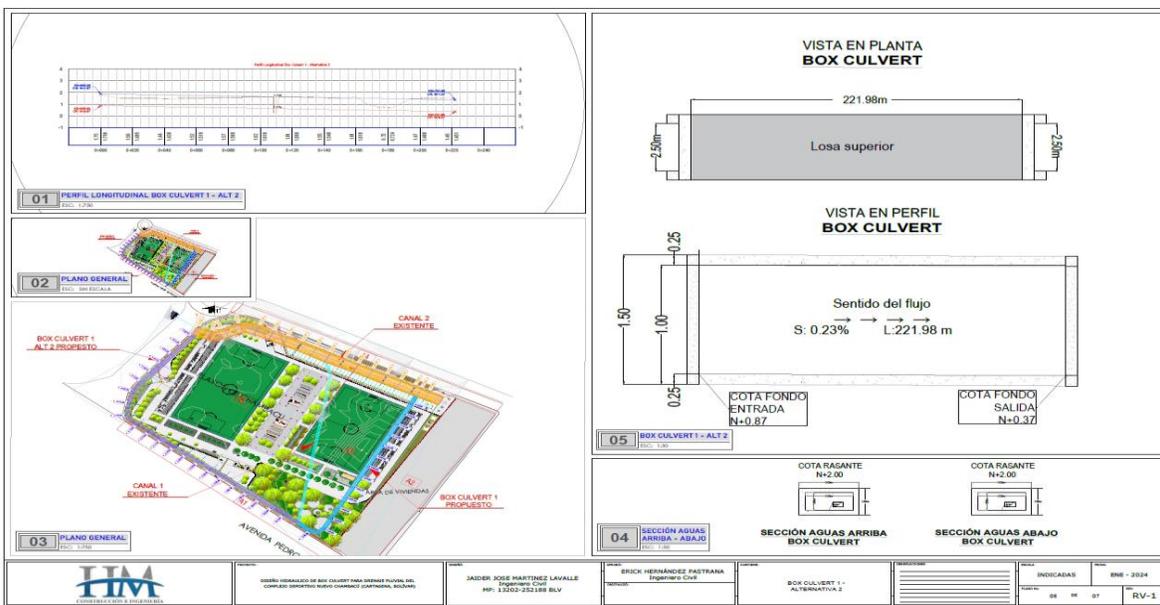


Figura 4. Planos y dimensiones de diseño de Box culvert 1 – Alternativa 2.

Para el tramo del canal la Salle se plantea un Box Culvert, cuyas dimensiones son de 171.54 m de longitud y pendiente de 0.41%. La sección propuesta es rectangular con dos cuerpos de 3 x 2 m (ver Figura 5).

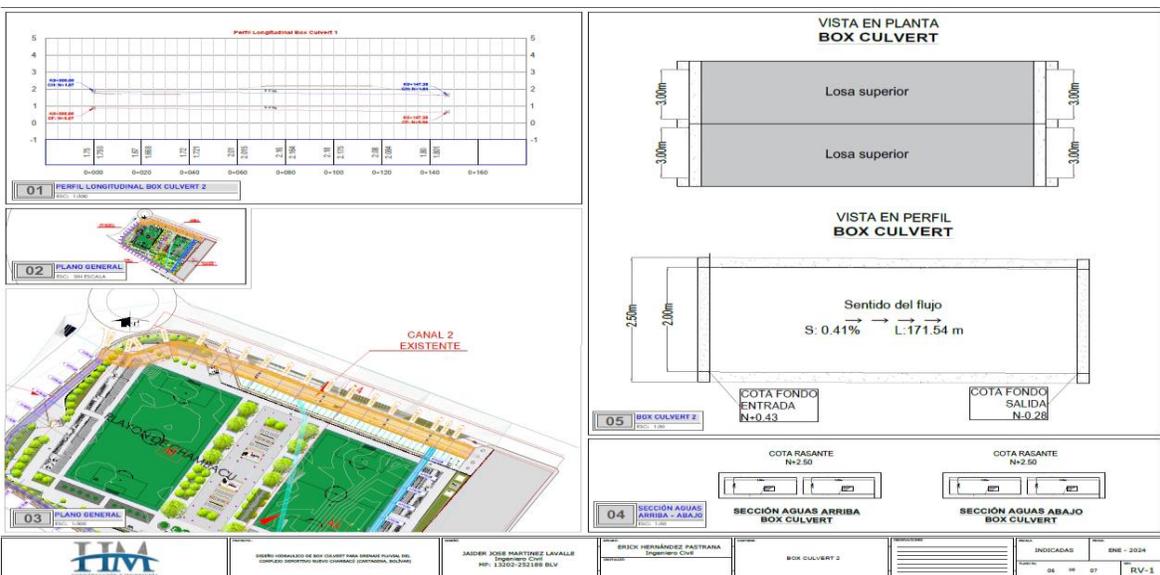


Figura 5. Planos y dimensiones de diseño de Box culvert 2

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

De igual manera se propusieron sumideros de rejillas sobre el Box Culvert 2, los cuales tienen dimensiones de 1.5 x 1.5 m, que permitan la evacuación de las aguas lluvias escurrir hacia el parqueadero y el acceso al Box Culvert 2, para su limpieza periódica (ver Figura 6).

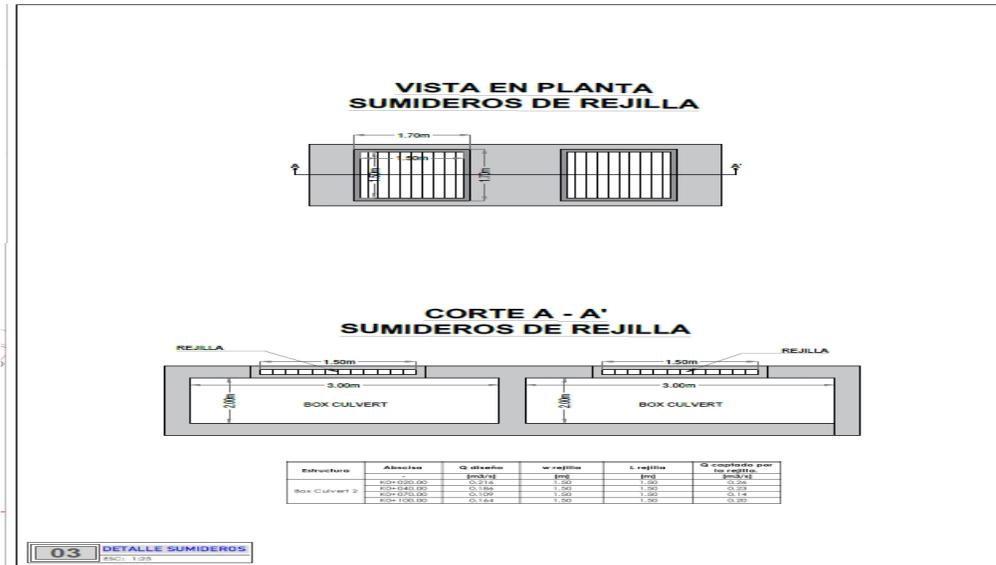


Figura 6. Planos y dimensiones de diseño de rejillas

3.4. Valor del Proyecto

El solicitante presentó los costos estimados de las actividades a ejecutar por un valor de Seis cientos cincuenta millones de pesos \$650.000.000 COP.

3.5. Estudio Hidrológico e Hidráulico

3.5.1. Climatología de la zona

Las condiciones climáticas que predominan en la zona de estudio presentadas a continuación fueron producto del análisis de variables climatológicas de la zona a partir de registros obtenidos del IDEAM entre los años 1980 y 2023. Los registros de precipitación fueron obtenidos de la estación sinóptica principal Aeropuerto Rafael Núñez [14015080] ubicada en Cartagena de Indias (Bolívar) (ver Figura 7). El periodo de registro seleccionado y demás variables se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen de periodos de registros de las variables climatológicas analizadas.

ESTACIÓN	VARIABLE (S)	PERIODO DE REGISTROS
AEROPUERTO RAFAEL NUNEZ [14015080]	Precipitación, Temperatura, Brillo Solar, Humedad Relativa y Evapotranspiración	1980 - 2023

Fuente: HM CONSTRUCCIÓN E INGENIERIA, 2024.



Figura 7. Estación hidrometeorológica para el análisis de las precipitaciones.

Fuente: HM CONSTRUCCIÓN E INGENIERIA, 2024.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

3.5.1.1. Precipitación

Sobre el área de estudio el comportamiento de las precipitaciones se analizó a partir de los registros pluviométricos de la estación Aeropuerto Rafael Núñez [12015080] desde 1980 hasta 2023, con el objetivo de identificar los periodos secos, de transición y húmedos en el año utilizando como metodología, el cálculo del coeficiente pluviométrico.

Los valores del coeficiente pluviométrico (C_p) mayores a 1 indican periodos húmedos, mientras que los valores menores a 1 representan los periodos secos. En este sentido, teniendo en cuenta el coeficiente pluviométrico definido por valores de precipitación obtenidos de la estación en mención, se evidencia que este lugar presenta un régimen monomodal de periodo climático, donde se presentan periodos de lluvia en exceso entre los meses de mayo y octubre y el periodo seco se extiende desde los meses de diciembre a marzo (Coeficiente pluviométrico menor a 1) (ver Figura 8).



Figura 8. Coeficiente pluviométrico - Estación Aeropuerto Rafael Núñez.

Fuente: HM CONSTRUCCIÓN E INGENIERIA, 2024. A partir de información del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, 2022.

Adicionalmente se analizaron las variables climáticas correspondientes a temperatura, humedad relativa, brillo solar, y evapotranspiración. Sin embargo, estas no se evalúan a fondo debido a que no son relevantes en la obtención de caudales máximos para el diseño de estructuras hidráulica.

3.5.2. Recopilación y Análisis de la Información Existente para Obtención de caudales máximos para diferentes periodos de retorno

El estudio se realizó empleando información primaria recolectada en campo y secundaria, haciendo uso de las diferentes entidades como lo son el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, complementada con información suministrada por el contratante, relacionada con el área de estudio. La información secundaria empleada en el estudio se obtuvo de los siguientes documentos:

- **Precipitación:** Información descargada de la estación hidrometeorológica Aeropuerto Rafael Núñez [12015080].

Se presenta la serie de valores de precipitación máximas en 24 horas seleccionadas.

Tabla 2. Valores de precipitación máxima en 24 horas a nivel multianual. Estación Aeropuerto Rafael Núñez [12015080].

P. Máx. En 24 Horas	Año	P. Máx. En 24 Horas	Año
135.9	1980	161.8	2003
124.4	1981	149	2004
98.0	1982	76.4	2005
63.4	1983	122.3	2006
102.7	1984	183.1	2007
164.5	1985	95.3	2008
64.9	1986	61.3	2009
171.3	1987	150.7	2010
115.0	1988	146.1	2011
201.8	1989	94.2	2012
77.8	1990	88.0	2013
161.5	1992	116.0	2014
133.4	1993	51.8	2015
76.3	1995	222.0	2016
99.4	1996	112.0	2017
99.6	1997	60.6	2018
85.6	1998	78.8	2019
108.5	1999	115.0	2020
116.2	2000	73.8	2021
76.2	2001	117.0	2022
73.5	2002	46.0	2023

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Para los datos de la Tabla 2 también se aplicó la Prueba de Datos Dudosos (outlier) como verificación de la consistencia de estos valores ponderados. El resultado de esta prueba determinó la eliminación del valor de precipitación correspondiente al año 1989, por representar un dato dudoso mínimo.

3.5.3. Metodología

En este apartado se describe el procedimiento llevado a cabo para la caracterización de las áreas de drenaje con influencia en la zona del proyecto.

Primeramente, se observó el relieve del terreno en el sistema de información geográfica Google Earth. A partir de esta información se identificaron los puntos altos y puntos bajos del relieve de la zona y se trazaron las divisorias de aguas con sus correspondientes cauces principales para determinar los caudales que transportarán los tramos del canal pluvial en estudio.

3.5.4. Análisis Hidrológico de las Áreas de Drenaje

Adicionalmente, sobre el predio del sector norte se identificó la presencia de un canal de drenaje de tipo box, el cual recolecta las aguas provenientes de la avenida Pedro de Heredia en intersección con la Carrera 14 (vía Torices, Chambacú) mediante sumideros, y las transporta hacia el canal trapezoidal que es paralelo al predio norte, y como se muestra en la siguiente Figura:

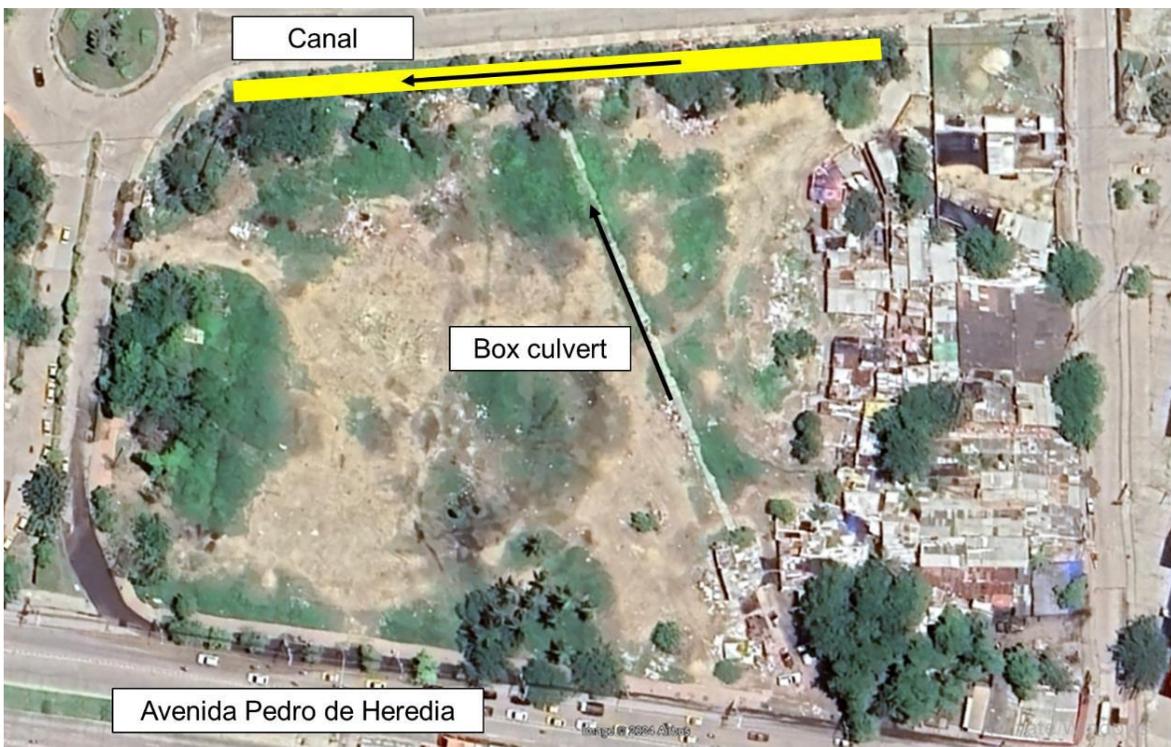


Figura 9. Localización del punto de estudio.

Fuente: HM CONSTRUCCIÓN E INGENIERIA, 2024. con información de Google Earth.

3.5.4.1. Área de drenaje del canal principal (Canal 2)

La muestra el área y la línea de drenaje del canal aledaño al Predio norte del proyecto en cuestión. El área de drenaje presenta una extensión de 26.3 ha, y abarca barrios como Paseo Bolívar, La Española, Torices y Chambacú. Por otro lado, la línea de drenaje principal (azul), corresponde al tramo de drenaje principal asociado a un drenaje superficial (inicialmente en calles como la Calle 36) y posteriormente en un box culvert enterrado que inicia en un sumidero en la Carrera 14 que recoge las aguas que provienen de la Calle 36 y posteriormente este canal se extiende de manera paralela sobre la Carrera 14, y hasta la Calle 34ª, en donde se presenta el canal abierto (color naranja). La extensión del tramo en azul es de aproximadamente 935 m, y el tramo del canal de estudio tiene aproximadamente 180 m.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

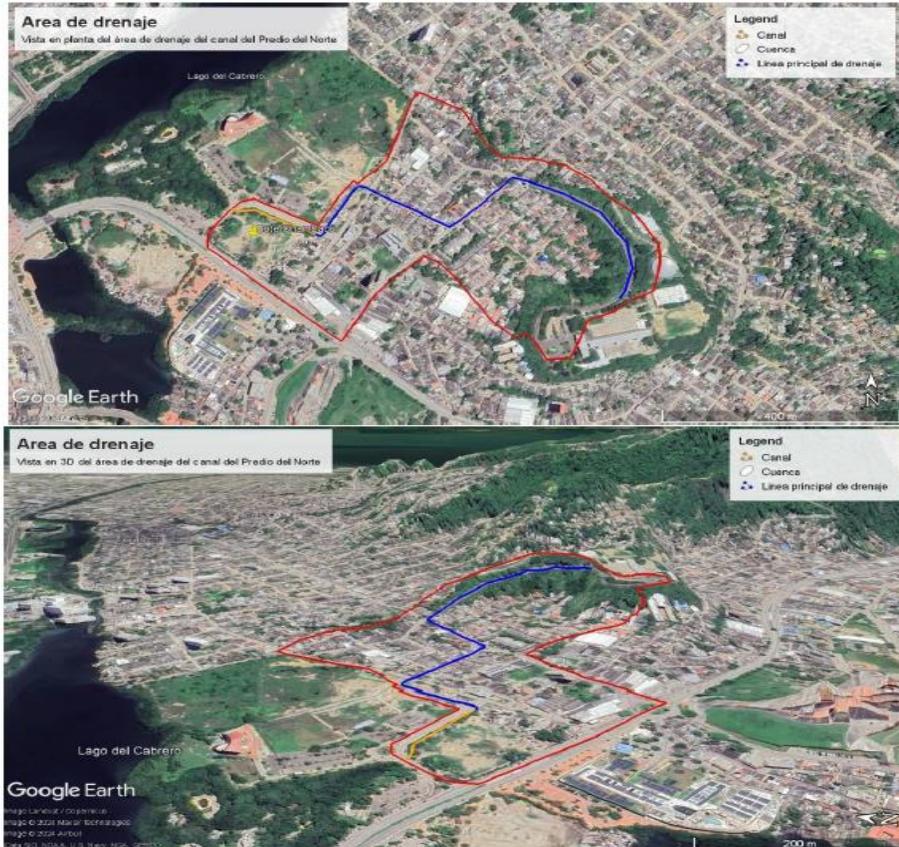


Figura 10. Información del área de drenaje y las líneas de drenaje.
Fuente: HM CONSTRUCCIÓN E INGENIERIA, 2024. con información de Google Earth.

Con la información del modelo digital de terreno (DEM), se pudo estimar la pendiente promedio de la línea de drenaje principal, el cual corresponde a un valor de 7.75%, asociado a una pendiente moderada con tendencia a empinada, relacionado con los desniveles en el sector de La Española (ubicado en la falda del Cerro La Popa).

3.5.4.2. Delimitación de áreas de drenaje locales

La delimitación de las áreas de drenaje locales se realizó mediante la herramienta Google Earth y la información topográfica disponible en el punto de estudio y suministrada por el Contratante. A continuación, se presentan las áreas de drenaje delimitadas asociadas a la zona de estudio, las cuales se ubican dentro de una zona de uso residencial.



Figura 11. Áreas de drenaje tributarias a las estructuras hidráulicas existentes en el proyecto.
Fuente: HM CONSTRUCCIÓN E INGENIERIA, 2024. con información de Google Earth.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Tabla 3. Áreas de drenaje tributarias.

ID	Área (ha)	Área (km ²)
A1	0.189	0.00189
A2	0.437	0.00437
A3	0.930	0.00930
A4	1.216	0.01216

3.5.4.3. Tiempos de concentración

El tiempo de concentración de áreas de drenaje es definido como el tiempo en el que la escorrentía superficial del punto más alejado del sistema hidrográfico alcanza el punto de desagüe o salida y comienza a aportar uniformemente en la formación de la creciente bajo la condición de presencia de una lluvia uniforme que cubre todo el sistema hidrográfico; es decir, es el tiempo que demora la gota de agua que cae en la parte más alejada a la salida del sistema hidrográfico en llegar a esta.

Al utilizar la ecuación del método racional, se supone que el caudal máximo generado por una determinada intensidad de la lluvia de diseño sobre un área de drenaje específica es producido por este mismo aguacero, el cual se extiende durante un periodo de tiempo igual al tiempo de concentración del flujo, existen en la literatura muchísimos métodos para calcular el tiempo de concentración.

Teniendo en cuenta lo dispuesto en el numeral 4 del Artículo 135 de la Resolución 0330 del 2017 (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017) el tiempo de concentración debe considerarse en valores mínimos que oscilen entre 3 y 10 minutos, por tanto, se considerará el valor medio del rango el cual obedece a un tiempo de concentración igual a 6.5 minutos para el cálculo de los caudales generados por las áreas de drenaje locales delimitadas.

En cuanto al cálculo del tiempo de concentración para el área de drenaje del canal principal (Canal 2), se presentará a continuación la descripción de las metodologías y el valor seleccionado.

Método de Kirpich

La ecuación matemática es la siguiente:

$$T_c = 0.06628 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:

- L: longitud de la línea de drenaje en km.
- S: pendiente media de la línea de drenaje.
- T_c: tiempo de concentración expresado en horas.

Método de Témez

Su ecuación es la siguiente:

$$T_c = 0.30 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Donde:

- T_c = Es el tiempo de concentración, en horas.
- L = Es la longitud de la línea de drenaje, en km.
- S = Pendiente media, como dato adimensional.

Método de Ven Te Chow

Su ecuación es la siguiente.

$$T_c = 0.273 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.64}$$

Donde:

- T_c = Es el tiempo de concentración, en horas.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

L = Es la longitud de la línea de drenaje, en km.
 S = Pendiente media del cauce en m/m.

Finalmente, el tiempo de concentración de la unidad hidrográfica se promedia, de tal manera como se muestra en la

Tabla 4. Tiempo de concentración de cuenca asociada al predio en estudio

Método	Tiempo
Kirpich (h)	0.19
Ven Te Chow (h)	0.66
Témez (h)	0.53
Ventura-Heras (h)	0.53
Promedio (h)	0.48
Promedio (min)	28.7

Fuente: HM CONSTRUCCIÓN E INGENIERIA, 2024. con información de Google Earth.

3.5.4.4. Estimación de intensidades de lluvia – Curvas IDF

Para la definición de las intensidades de diseño, se tiene en cuenta la información de las curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia de la ciudad de Cartagena de la estación AEROPUERTO RAFAEL NUÑEZ, con información actualizadas hasta el 2016, en donde se consideran los efectos del Fenómeno de La Niña del 2010 - 2011 (ver Figura 5-4). Estas curvas IDF actualizadas hacen parte de la investigación de (Herrera Herrera & Llamas Castro, 2018).

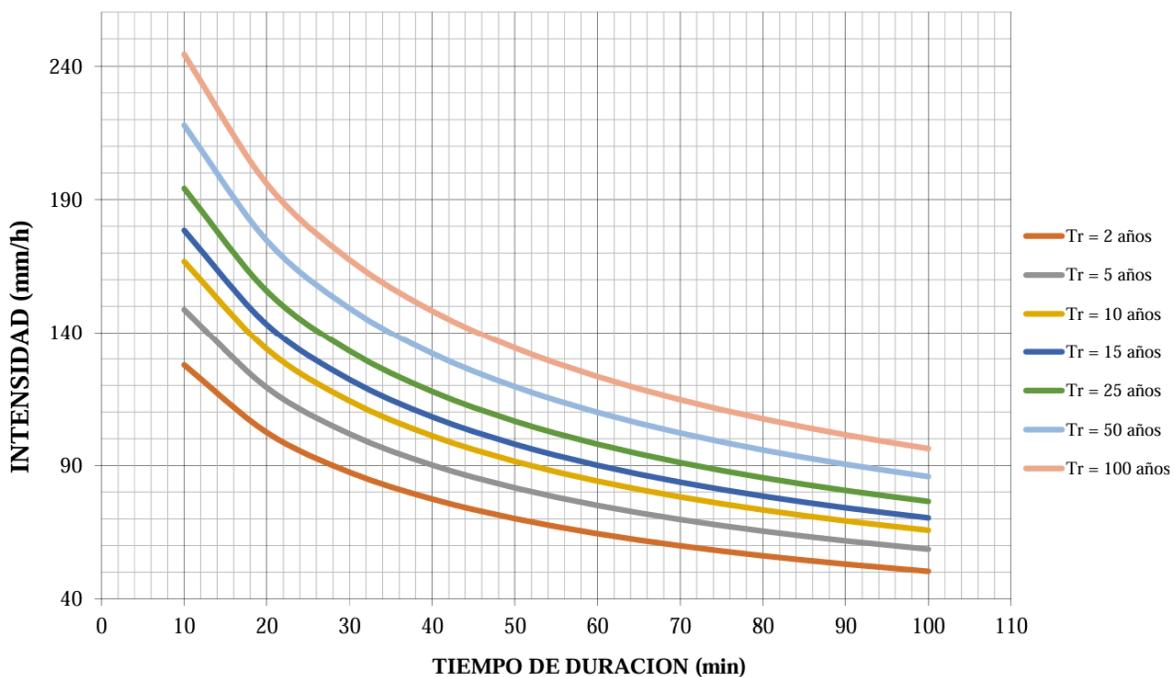


Figura 12. Curvas IDF - AEROPUERTO RAFAEL NUNEZ [1401502].

La ecuación fundamental para las curvas de intensidad-duración-frecuencia se ilustra a continuación:

$$I = \frac{585.028T_r^{0.165}}{(t + 10)^{0.546}}$$

Tomando en cuenta que el tiempo de concentración es de 28.7 minutos, se definen las intensidades para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años, las cuales se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Intensidades de diseño para diferentes periodos de retorno.

Intensidades de diseño (mm/h)						
	Tr2	Tr5	Tr10	Tr25	Tr50	Tr100
$T_c = 28.7 \text{ min}$	89.12	103.66	116.22	135.19	151.57	169.94

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

3.5.4.5. Análisis del comportamiento de los caudales generados en el sistema hidrográfico. Resultados de caudales de diseño – Método Racional.

La estimación de los caudales máximos de escorrentía para fines de representar la capacidad hidráulica de las cunetas en la zona de estudio fue realizada a través del método racional, lo anterior teniendo en cuenta que las áreas de drenaje delimitadas son inferiores 2.5 km². Las hipótesis del método racional son las siguientes:

- El caudal pico se produce cuando ha transcurrido el tiempo de concentración de la cuenca, es decir que toda el área aporta escorrentía.
- Supone que la lluvia es uniforme en el tiempo (intensidad constante).
- La lluvia es uniforme en toda el área de la cuenca en estudio, lo cual es parcialmente válido si la extensión de ésta es muy pequeña.
- Asume que la escorrentía es directamente proporcional a la precipitación (si duplica la precipitación, la escorrentía se duplica también).
- Se asume que el tiempo de duración de la lluvia es igual al tiempo de concentración de la cuenca. (La presente hipótesis es explicada a continuación).

Para comprender la forma de un hidrograma y cómo esta forma es el reflejo de las precipitaciones que han generado esa escorrentía directa, a continuación, se muestran los resultados de un experimento de laboratorio en el que se producen unas precipitaciones constantes sobre un canal rectangular y se afora el caudal a la salida del canal. (Sanchez San Román, 2011).

Para estimar los caudales de las áreas identificadas para cada estructura de la vía analizada se usó la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Siendo Q el caudal instantáneo máximo en m³/s, C el coeficiente de escorrentía, I la intensidad de la lluvia en mm/h, A el área de la cuenca en ha. Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se presentan las intensidades de precipitación y los caudales máximos estimados para la unidad hidrológica.

- **Coeficientes de escorrentía**

Se puede definir al coeficiente de escorrentía como la relación entre el volumen de agua de escorrentía superficial total sobre el volumen total precipitado. Este parámetro está asociado a las condiciones del terreno por donde escurre el volumen precipitado, considerando aspectos como: el grado de permeabilidad y el tipo de suelo, además de las condiciones morfométricas del área de drenaje, como la pendiente del terreno, además de los niveles de intensidad de lluvias.

El área de asociada al predio en estudio corresponde a un suelo de uso residencial con casa contiguas, en donde predominan las zonas duras como pavimentos, andenes, entre otras obras duras, sumando a las obras que se proyectan sobre la zona (incluye el proyecto para el cual se realiza este estudio). De acuerdo con el RAS, se define un coeficiente de escorrentía homogéneo sobre el área de drenaje de 0.75, adecuado para este tipo de zonas urbanísticas que predomina sobre la mayor parte del área de drenaje.

Tabla 6. Valores de coeficiente de escorrentía. [Tabla D.4.7. Título D. Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y aguas lluvias].

Tipo de superficie	"C"
Cubiertas	0.90
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0.90
Vías adoquinadas	0.85
Zonas comerciales o industriales	0.90
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0.75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre otros	0.75
Residencial unifamiliar con casas contiguas y predominio de jardines	0.60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separadas	0.45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques – cementerios	0.30
Laderas sin vegetación	0.60
Laderas con vegetación	0.30
Parques recreacionales	0.30

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio., 2012)

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

En cuanto a las áreas de drenaje locales, como serán desarrolladas debido a la construcción del complejo deportivo, se considerarán este tipo de área como “Zonas comerciales o industriales” y/o “Zonas con superficies en concreto”, para las cuales el coeficiente de escorrentía será de 0.90.

- **Caudales máximos instantáneos para área de drenaje del canal principal**

Con la información del área de drenaje, intensidades de diseño y coeficiente de escorrentía, se realiza la estimación de caudales máximos aplicando la ecuación del método racional para diferentes periodos de retorno, la cual relaciona el volumen de escorrentía superficial y el volumen precipitado, y se expresa de la siguiente manera:

$$Q = \frac{CiA}{3.6}$$

Donde

Q = Caudal máximo de diseño, en m³/s
C = Coeficiente de escorrentía, adimensional.
i = Intensidad máxima de diseño, en mm/h.
A = área de la cuenca, en km².

Finalmente, tomando en cuenta la formulación para el método racional se realiza la estimación de los caudales que influyen sobre el tramo de canal y predio en estudio, bajo diferentes periodos de retorno, los cuales son mostrado en la Tabla 7.

Tabla 7. Caudales máximos de diseño para diferentes periodos de retorno.

Caudales máximos (m ³ /s)						
Estructura	Tr2	Tr5	Tr10	Tr25	Tr50	Tr100
Canal 2	4.88	5.68	6.37	7.41	8.30	9.31

- **Caudales máximos instantáneos para áreas de drenaje locales.**

En función de lo descrito en los numerales anteriores, subsiguientemente se presentan los resultados del cálculo de intensidades de lluvia y caudales máximos instantáneos.

Tabla 8. Intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno.

D = Tc (min)	15 (mm/hr)	110 (mm/hr)	120 (mm/hr)	125 (mm/hr)	150 (mm/hr)	1100 (mm/hr)
6.50	165.1	185.1	207.5	215.3	241.4	270.7

Para el Canal 1, se asociarán los caudales de aporte de las áreas A1, A2 y A3. En la siguiente tabla se resumen los resultados de los cálculos realizados para esta variable de diseño.

Tabla 9. Caudales máximos instantáneos para evaluación hidráulica Canal 1.

Estructura	ID	C	Q5 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q20 (m ³ /s)	Q25 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
Canal 1	A1	0.90	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.13
	A2		0.18	0.20	0.23	0.24	0.26	0.30
	A3		0.38	0.43	0.48	0.50	0.56	0.63
Caudal Total			0.64	0.72	0.81	0.84	0.94	1.05

3.5.4.6. Periodo de retorno (Tr) de diseño

El periodo de retorno o frecuencia de diseño debe determinarse teniendo en cuenta la importancia del proyecto, el tipo de obra de drenaje y los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar a los habitantes, tráfico vehicular, comercio, industria, etc. Para el análisis hidráulico de la estructura hidráulica propuesta se tuvieron en cuenta dos criterios para la escogencia de los periodos de retorno de diseño, este valor fue escogido de acuerdo con las recomendaciones de la Resolución 0330 de 2017 y del Manual de drenajes de Invias para cada tipo de obra.

Tabla 10. Periodo de retorno o grado de protección, de acuerdo con la Resolución 0330.

Características del área de drenaje	Tr (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores a dos hectáreas	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de dos hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre dos y diez hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores a diez hectáreas	10
Canales abiertos que drenan áreas menores a mil hectáreas	50
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a mil hectáreas	100
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a mil hectáreas	100

Fuente. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017).

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Tabla 11. Periodo de retorno o grado de protección, INVIAS.

Tipo de obra	Periodo de retorno (años) ¹
Cunetas	5
Zanjas de Coronación ²	10
Estructuras de Caída ²	10
Alcantarillas de 0.90 m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.90 m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10 m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10 m y menor a 50 m	50
Puentes de luz mayor o Igual a 50 m	100
Drenaje subsuperficial	2

Notas
¹ el periodo de retorno de diseño de las obras podrá variarse, a juicio del ingeniero Consultor, para casos especiales, debidamente justificados.
² en caso de que los taludes de corte de la vía sean inestables se podrá incrementar este periodo de retorno, a juicio del ingeniero Consultor.

Fuente. (Instituto Nacional de Vías - INVIAS, 2009). Editado por HM CONSTRUCCIÓN E INGENIERIA, 2024.

Dado que las estructuras analizadas corresponden a canales abiertos que drenan áreas menores a 1000 ha, las recomendaciones de la Resolución 0330 de 2017 indican tener como parámetro de diseño el periodo de retorno de 50 años.

3.5.5. Análisis hidráulico de las estructuras de drenaje pluvial

3.5.5.1. Localización de las estructuras existentes y propuestas

Actualmente, en la zona de estudio donde se ejecutará el proyecto existen dos canales: Un de sección rectangular tapado, con dimensiones de 1.70 x 1.00 m, el cual transporta los caudales captados en la Av. Pedro de Heredia hacia el Canal 2. Este segundo canal, tiene sección trapezoidal con una base de 2.5 m y altura de 1.70 m.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de los canales existentes (Canal 1 y 2) y las alineaciones propuestas para el Canal 1.

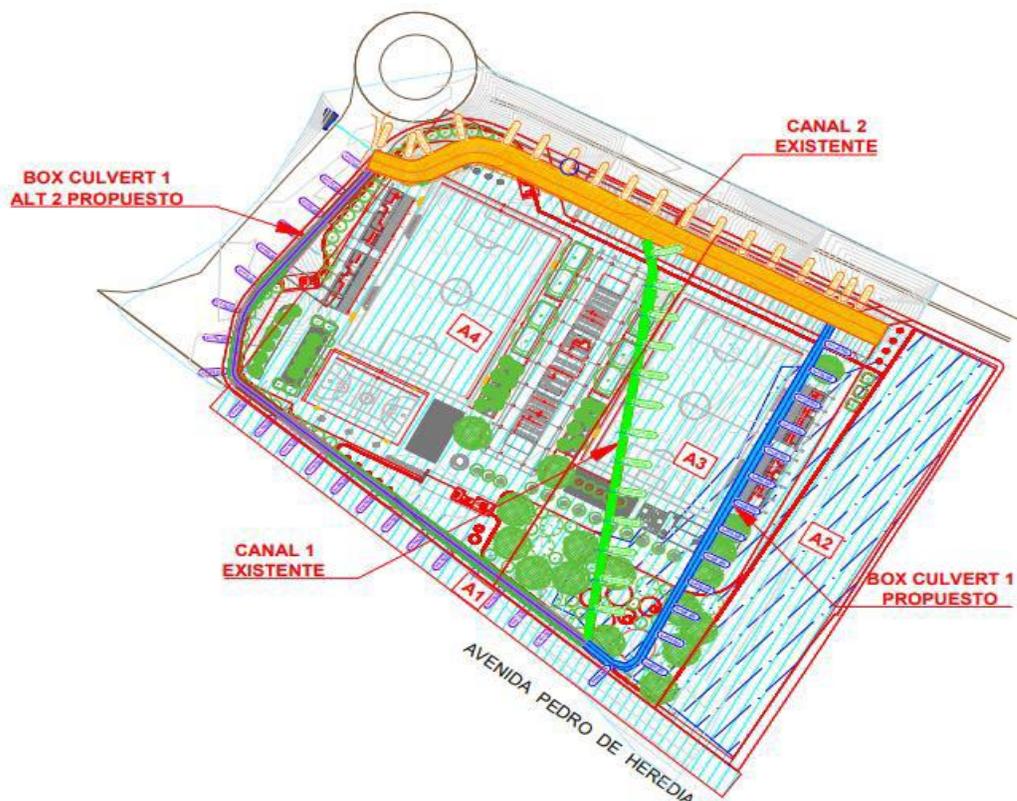


Figura 13. Localización de las estructuras existentes y propuestas.

3.5.5.2. Evaluación hidráulica de canales abiertos

La evaluación hidráulica de las secciones de los canales existentes en la zona del proyecto se realizó bajo la consideración de flujo uniforme permanente. De acuerdo con esto, se utilizó la ecuación de Manning para el cálculo de la velocidad del flujo.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S_0^{1/2}$$

Con R como radio hidráulico, S_0 como pendiente del fondo y n , el coeficiente de rugosidad de Manning, el cual depende del tipo de revestimiento del canal. El radio hidráulico se determina a partir de la geometría de la sección. Luego, el caudal estará dado por la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S_0^{1/2}$$

De acuerdo con el tipo de material de revestimiento se consideró un coeficiente de rugosidad de Manning igual a 0.020 para el Canal 1 (en concreto) y de 0.028 para el Canal 2 (revestido en empedrado). Con el análisis realizado se determinó la capacidad hidráulica máxima que tienen estas estructuras. A continuación, se presentan los resultados.

3.5.5.3. Evaluación hidráulica de los canales existentes.

Como se presentará en la última tabla de este numeral, la evaluación de la capacidad hidráulica que tienen los canales 1 y 2 considerando las dimensiones actuales de sus secciones y el alineamiento horizontal mostrado en la Figura 13.

Tabla 12. Evaluación hidráulica de canales abiertos - Datos de entrada.

ID	Revestimiento	Abscisa Canal		Cota Hombro Inicial	Cota Hombro Final	Cota Fondo Inicial	Cota Fondo Final	L	SL	
		Inicial	Final	[m]	[m]	[m]	[m]		[m/m]	[%]
Canal 1	Concreto	K0+000.00	K0+135.66	1.90	1.60	0.90	0.60	135.66	0.0022	0.22
Canal 2	Empedrado	K0+000.00	K0+171.64	2.13	1.42	0.43	-0.28	171.64	0.0041	0.41

Tabla 13. Evaluación hidráulica de canales abiertos – Propiedades hidráulicas de la sección.

ID	Coef. Rugosidad, n	H	b	Taludes laterales		γ	B Libre	A	P	R	T	B Mayor	V	Fr
				Z1	Z2									
Canal 1	0.020	1.00	1.70	0.00	0.00	0.51	0.49	0.86	2.71	0.32	1.70	1.70	1.09	0.49
Canal 2	0.028	1.70	2.50	1.50	1.50	1.10	0.60	4.57	6.47	0.71	5.80	7.60	1.82	0.66

Tabla 14. Evaluación hidráulica de canales abiertos – Chequeo de capacidad hidráulica máxima.

ID	Abscisa		Q5	Q10	Q20	Q25	Q50	Q100	Q canal	Q máx. canal	Q canal \geq Q50
	Inicial	Final	[m3/s]	[m3/s]	-						
Canal 1	K0+000.00	K0+135.66	0.64	0.72	0.81	0.84	0.94	1.05	0.94	2.38	CUMPLE
Canal 2	K0+000.00	K0+171.64	5.68	6.37	7.14	7.41	8.30	9.31	8.31	19.65	CUMPLE

Los resultados indican que las secciones de los canales existentes son suficiente para transportar los caudales estimados.

3.5.6. Análisis hidráulico de Box Culvert

Para realizar la evaluación hidráulica de las tuberías existentes se empleó el software gratuito HY8 de Modelación Hidráulica desarrollado por la FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA) para ayudar en el análisis y el diseño de alcantarillas y box culverts. El módulo de análisis de alcantarillas del software HY8 incluye el análisis de alcantarillas con control a la entrada y a la salida y, adicionalmente, modela desbordamiento o flujo sobre la vía. El programa puede modelar un sistema de hasta 6 diferentes conductos paralelos, teniendo cada uno diferente número de tuberías, secciones transversales, cotas, pendientes y longitudes. El programa también modela el canal de salida, tomando una sección regular o irregular, a partir de la cual calcula el valor de TW asumiendo flujo uniforme.

Como parámetro relevante, el valor de n , se tomó de la siguiente tabla de valores del coeficiente de rugosidad de Manning para conductos cerrados a tubería llena, extraída de Título D.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Tabla 15. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning para varios materiales.

Material	N
Conductos Cerrados	
Asbesto - cemento	0.011 - 0.015
Concreto prefabricado interior liso	0.011 - 0.015
Concreto prefabricado interior rugoso	0.015 - 0.017
Concreto fundido en sitio, formas lisas	0.012 - 0.015
Concreto fundido en sitio, formas rugosas	0.015 - 0.017
Gres vitrificado	0.011 - 0.015
Hierro dúctil revestido interiormente con cemento	0.011 - 0.015
PVC, polietileno y fibra de vidrio con interior liso	0.010 - 0.015
Metal corrugado	0.022 - 0.026
Colectores de ladrillo	0.013 - 0.017

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio., 2012).

3.5.6.1. Box Culvert 1 propuesto

Los datos de entrada considerados para el diseño de esta estructura se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 16. Datos de evaluación hidráulica. Box Culvert 1 Propuesto.

Datos de Diseño	
Caudal de diseño, Q50 (m3/s)	0.94
Caudal Máximo, Q100 (m3/s)	1.05
Ancho del canal de salida (m)	1.70
Pendiente del canal de salida (m/m)	0.0015
Cota de fondo aguas arriba (m)	0.87
Abscisa aguas arriba (m)	0.00
Cota de fondo aguas abajo (m)	0.64
Abscisa aguas abajo (m)	154.52
Ancho de la vía (m)	5.00
Altura Box Culvert (m)	1.00
Ancho Box Culvert (m)	1.70
No. de cuerpos	1

Las dimensiones de la sección propuesta para esta estructura se resaltan en la tabla anterior.

The screenshot shows two panels: 'Crossing Properties' and 'Culvert Properties'.

Crossing Properties:

- Name: Box Culvert 1
- DISCHARGE DATA:** Discharge Method: Minimum, Design, and Maximum; Minimum Flow: 0.000 cms; Design Flow: 0.940 cms; Maximum Flow: 1.050 cms.
- TAILWATER DATA:** Channel Type: Rectangular Channel; Bottom Width: 2.000 m; Channel Slope: 0.0015 m/m; Manning's n (channel): 0.020; Channel Invert Elevation: 0.640 m.
- ROADWAY DATA:** Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation; First Roadway Station: 0.000 m; Crest Length: 5.000 m; Crest Elevation: 2.000 m; Roadway Surface: Paved; Top Width: 154.520 m.

Culvert Properties:

- Name: Culvert 1
- Shape: Concrete Box
- Material: Concrete
- Span: 1700.000 mm
- Rise: 1000.000 mm
- Embedment D...: 0.000 mm
- Manning's n: 0.020
- Culvert Type: Straight
- Inlet Configura...: Square Edge (90°) Headwall (Ke=0...
- Inlet Depressio...: No
- SITE DATA:** Site Data Input Option: Culvert Invert Data; Inlet Station: 0.000 m; Inlet Elevation: 0.870 m; Outlet Station: 154.520 m; Outlet Elevation: 0.640 m; Number of Barrels: 1; Computed Culvert Sl...: 0.001488 m/m.

Figura 14. Datos de calibración para diseño hidráulico de Box Culvert 1 en HY-8.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

A continuación, se presenta el perfil de la lámina de agua y tirante crítica, además de la tabla resumen con la evaluación hidráulica de la sección existente para esta estructura.

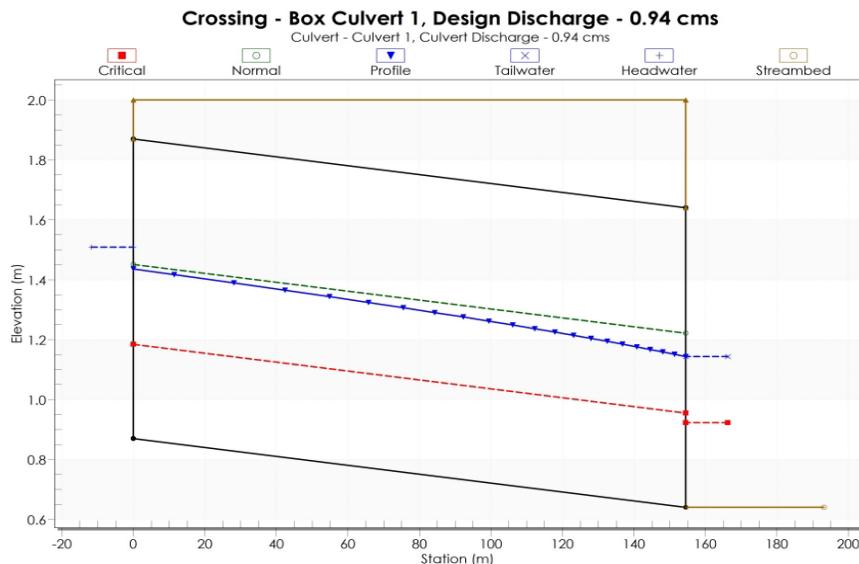


Figura 15. Elevación de lámina de agua en Box Culvert 1.

Teniendo en cuenta que la lámina de agua no sobrepasa la altura de la rasante, y tampoco sobrepasa la limitante de 1.2 veces el diámetro de la tubería (de acuerdo con el manual de drenajes del INVIAS), se concluye que la estructura existente TIENE LA CAPACIDAD para evacuar los caudales generados en el área aferente a esta.

Tabla 17. Resultados de evaluación hidráulica del Box Culvert 1 con HY8.

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0	0	0.87	0	0	0-NF	0	0	0	0	0	0
0.1	0.1	1.02	0.13	0.15	3-M2f	0.13	0.07	0.12	0.12	0.51	0.44
0.21	0.21	1.11	0.2	0.24	3-M2f	0.21	0.12	0.19	0.19	0.66	0.56
0.31	0.31	1.18	0.26	0.31	3-M2f	0.27	0.15	0.24	0.24	0.77	0.65
0.42	0.42	1.24	0.32	0.37	3-M2f	0.33	0.18	0.29	0.29	0.85	0.72
0.52	0.52	1.3	0.37	0.43	3-M2f	0.39	0.21	0.34	0.34	0.91	0.77
0.63	0.63	1.36	0.41	0.49	3-M2f	0.44	0.24	0.38	0.38	0.97	0.82
0.73	0.73	1.41	0.46	0.54	3-M2f	0.49	0.27	0.43	0.43	1.02	0.86
0.84	0.84	1.46	0.5	0.59	3-M2f	0.54	0.29	0.47	0.47	1.06	0.9
0.94	0.94	1.51	0.54	0.64	3-M2f	0.58	0.31	0.5	0.5	1.1	0.93
1.05	1.05	1.56	0.58	0.69	3-M2f	0.63	0.34	0.54	0.54	1.14	0.97

3.5.6.2. Box Culvert 1 – alternativa 2 propuesto

Los datos de entrada considerados para el diseño de esta estructura se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 18. Datos de evaluación hidráulica. Box Culvert 1 – Alternativa 2 Propuesto.

Datos de Diseño	
Caudal de diseño, Q50 (m3/s)	0.94
Caudal Máximo, Q100 (m3/s)	1.05
Ancho del canal de salida (m)	1.70
Pendiente del canal de salida (m/m)	0.0022
Cota de fondo aguas arriba (m)	0.87
Abscisa aguas arriba (m)	0.00
Cota de fondo aguas abajo (m)	0.37
Abscisa aguas abajo (m)	226.76
Ancho de la vía (m)	5.00
Altura Box Culvert (m)	1.00
Ancho Box Culvert (m)	2.00
No. De Cuerpos	1.00

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Las dimensiones de la sección propuesta para esta estructura se resaltan en la tabla anterior.

Crossing Properties			Culvert Properties		
Name: Box Culvert 1 - Alt 2			Culvert 1 - Alt 2		
DISCHARGE DATA			CULVERT DATA		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum		Name	Culvert 1 - Alt 2	
Minimum Flow	0.000	cms	Shape	Concrete Box	
Design Flow	0.940	cms	Material	Concrete	
Maximum Flow	1.050	cms	Span	2000.000	mm
TAILWATER DATA			Rise	1000.000	mm
Channel Type	Rectangular Channel		Embedment D...	0.000	mm
Bottom Width	2.000	m	Manning's n	0.020	
Channel Slope	0.0022	m/m	Culvert Type	Straight	
Manning's n (channel)	0.020		Inlet Configura...	Square Edge (90°) Headwall (Ke=0...	
Channel Invert Elevation	0.370	m	Inlet Depressio...	No	
Rating Curve	View...		SITE DATA		
ROADWAY DATA			Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation		Inlet Station	0.000	m
First Roadway Station	0.000	m	Inlet Elevation	0.870	m
Crest Length	5.000	m	Outlet Station	226.760	m
Crest Elevation	2.000	m	Outlet Elevation	0.370	m
Roadway Surface	Paved		Number of Barrels	1	
Top Width	226.760	m	Computed Culvert SL...	0.002205	m/m

Figura 16. Datos de calibración para diseño hidráulico de Box Culvert 1 – Alternativa 2 en HY-8.

A continuación, se presenta el perfil de la lámina de agua y tirante crítica, además de la tabla resumen con la evaluación hidráulica de la sección existente para esta estructura.

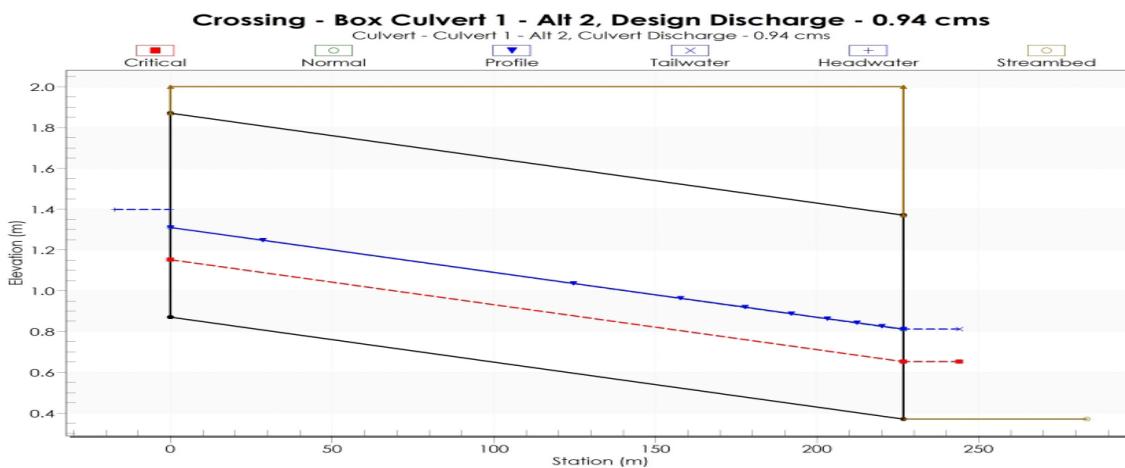


Figura 17. Elevación de lámina de agua en Box Culvert 1 – Alt 2.

Teniendo en cuenta que la lámina de agua no sobrepasa la altura de la rasante, y tampoco sobrepasa la limitante de 1.2 veces el diámetro de la tubería (de acuerdo con el manual de drenajes del INVIAS), se concluye que la estructura existente TIENE LA CAPACIDAD para evacuar los caudales generados en el área aferente a esta.

Tabla 19. Resultados de evaluación hidráulica del Box Culvert 1 – Alt 2 con HY8.

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0	0	0.87	0	0	0-NF	0	0	0	0	0	0
0.1	0.1	1	0.11	0.13	3-M1t	0.11	0.07	0.11	0.11	0.49	0.49
0.21	0.21	1.07	0.18	0.2	3-M1t	0.16	0.1	0.16	0.16	0.64	0.64
0.31	0.31	1.12	0.23	0.25	3-M1t	0.21	0.14	0.21	0.21	0.74	0.74
0.42	0.42	1.18	0.28	0.31	3-M1t	0.26	0.17	0.26	0.26	0.82	0.82
0.52	0.52	1.23	0.33	0.36	3-M1t	0.3	0.19	0.3	0.3	0.88	0.88
0.63	0.63	1.27	0.37	0.4	3-M1t	0.34	0.22	0.34	0.34	0.94	0.94
0.73	0.73	1.32	0.41	0.45	3-M1t	0.37	0.24	0.37	0.37	0.98	0.98
0.84	0.84	1.36	0.45	0.49	3-M1t	0.41	0.26	0.41	0.41	1.03	1.03
0.94	0.94	1.4	0.48	0.53	3-M1t	0.44	0.28	0.44	0.44	1.07	1.07
1.05	1.05	1.44	0.52	0.57	3-M1t	0.47	0.3	0.48	0.48	1.1	1.1

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

3.5.6.3. Box Culvert 2 propuesto

A continuación, se presentan los diseños iniciales del Boxculvert 2, sin embargo luego de realizar una verificación de las cotas de diseño del proyecto, fue necesario realizar ajustes para que las medidas pudieran adaptarse a la cota del proyecto.

Los datos de entrada considerados para el diseño de esta estructura se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 20. Datos para evaluación hidráulica de Box Culvert 2.

Datos de Diseño	
Caudal de diseño, Q50 (m3/s)	8.30
Caudal Máximo, Q100 (m3/s)	9.31
Ancho del canal de salida (m)	6.00
Pendiente del canal de salida (m/m)	0.0041
Cota de fondo aguas arriba (m)	0.43
Cota de fondo aguas abajo (m)	-0.28
Abscisa aguas arriba	0
Abscisa aguas abajo	171.98
Ancho de la vía (m)	5.00
Altura Box Culvert (m)	1.70
Ancho Box Culvert (m)	3.00
No. de cuerpos	2

Las dimensiones de la sección propuesta para esta estructura se resaltan en la tabla anterior.

The screenshot displays two panels from a hydraulic design software. The left panel, 'Crossing Properties', shows parameters for 'Box Culvert 2' under three categories: DISCHARGE DATA (Design Flow: 8.300 cms), TAILWATER DATA (Channel Type: Rectangular Channel, Bottom Width: 6.000 m, Channel Slope: 0.0041 m/m), and ROADWAY DATA (Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation, Top Width: 171.980 m). The right panel, 'Culvert Properties', shows parameters for 'Culvert 2' under three categories: CULVERT DATA (Shape: Concrete Box, Material: Concrete, Span: 3000.000 mm, Rise: 1700.000 mm), Inlet Configuration (Square Edge (90°) Headwall), and SITE DATA (Inlet Station: 0.000 m, Inlet Elevation: 0.430 m, Outlet Station: 171.980 m, Outlet Elevation: -0.280 m, Number of Barrels: 2, Computed Culvert Slope: 0.004128 m/m).

Figura 18. Datos de calibración para diseño hidráulico de Box Culvert 2 en HY-8.

A continuación, se presenta el perfil de la lámina de agua y tirante crítica, además de la tabla resumen con la evaluación hidráulica de la sección existente para esta estructura.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

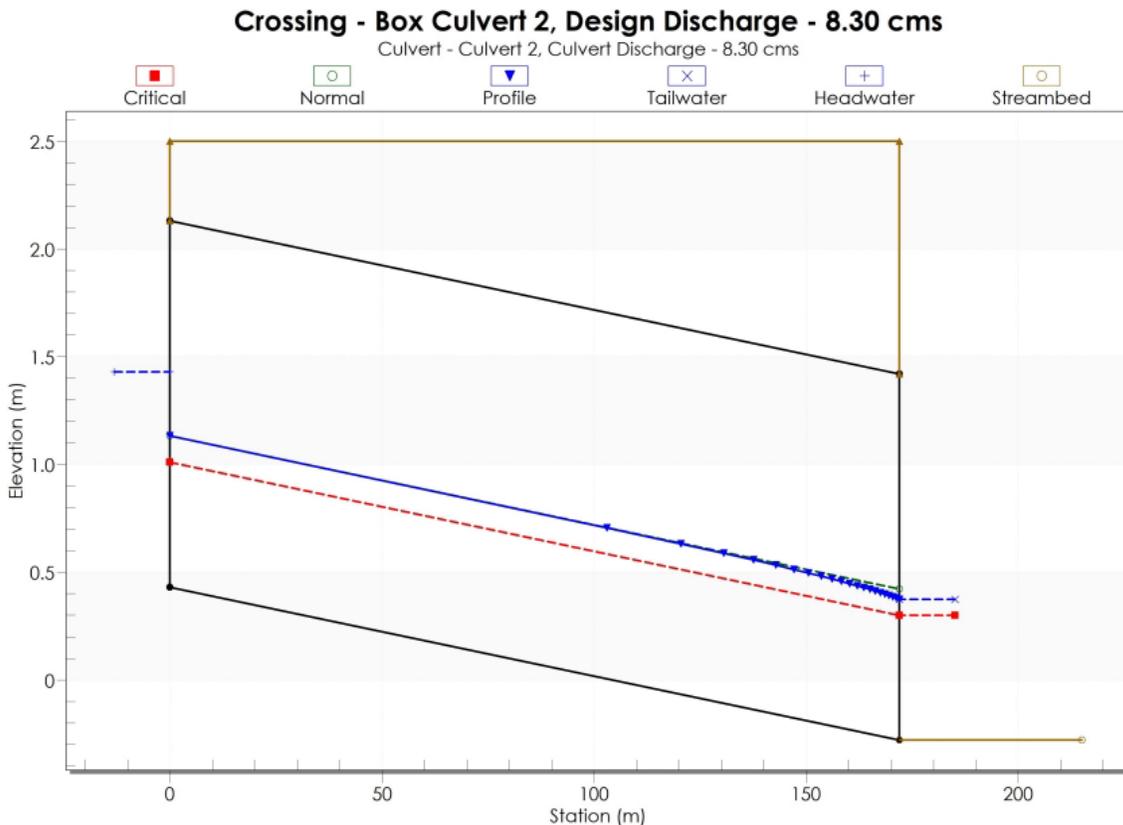


Figura 19. Elevación de lámina de agua en Box Culvert 2.

Teniendo en cuenta que la lámina de agua no sobrepasa la altura de la rasante, y tampoco sobrepasa la limitante de 1.2 veces el diámetro de la tubería (de acuerdo con el manual de drenajes del INVIAS), se concluye que la estructura existente TIENE LA CAPACIDAD para evacuar los caudales generados en el área aferente a esta.

Tabla 21. Resultados de evaluación hidráulica del Box Culvert 2 con HY8.

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0	0	0.43	0	0	0-NF	0	0	0	0	0	0
0.93	0.93	0.66	0.23	0.23	3-M2f	0.17	0.13	0.17	0.17	0.93	0.93
1.86	1.86	0.8	0.37	0.37	3-M2f	0.26	0.21	0.25	0.25	1.22	1.22
2.79	2.79	0.91	0.48	0.48	3-M2f	0.34	0.28	0.33	0.33	1.42	1.42
3.72	3.72	1.02	0.58	0.59	3-M2f	0.41	0.34	0.39	0.39	1.58	1.58
4.65	4.65	1.11	0.67	0.68	3-M2f	0.48	0.39	0.45	0.45	1.72	1.72
5.59	5.59	1.2	0.76	0.77	3-M2f	0.54	0.45	0.51	0.51	1.84	1.84
6.52	6.52	1.28	0.84	0.85	3-M2f	0.6	0.49	0.56	0.56	1.94	1.94
7.45	7.45	1.36	0.92	0.93	3-M2f	0.65	0.54	0.61	0.61	2.04	2.04
8.3	8.3	1.43	0.99	1	3-M2f	0.7	0.58	0.65	0.65	2.12	2.12
9.31	9.31	1.51	1.06	1.08	3-M2f	0.76	0.63	0.7	0.7	2.2	2.2

Como ya se menciona fue necesario realizar ajustes a los diseños teniendo en cuenta una corrección de cotas del proyecto. A continuación, se presenta el concepto técnico en el que se justifican las motivaciones para realizar un ajuste en las cotas de diseño del proyecto y por tanto plantear un nuevo diseño para el Boxculvert 2:

Dentro del proceso que se adelanta para la coordinación del inicio de la ejecución de las obras correspondientes al proyecto, se presentaron algunas inquietudes técnicas por parte de la firma contratista, que requieren su aclaración para la correcta ejecución del proyecto, de las correspondientes al área hidráulica, se encuentran las siguientes:

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Por ello se procedió mediante un levantamiento topográfico a tomar las cotas reales del terreno y algunos puntos de referencia obligada del área del proyecto, como lo son las vías existentes, los andenes y niveles de la lámina de cuerpos de aguas. Obteniéndose la siguiente información;

Para el área donde se construirán las canchas de futbol de ligas menores, la topografía indica que la cota promedio del terreno es de 1.60 m, la cual corresponde con la cota propuesta por el proyecto arquitectónico y se encuentra 0.20 m por encima de los niveles de escorrentías de las vías de su entorno. Esta área no presenta información histórica de ser un área inundable, por lo que se descarta este riego. Mas, sin embargo, al cruzar esta información con las diferentes actividades a realizar, se observa que la realización del descapote del terreno requiere un corte de -0.10 m, la colocación de un geotextil y un relleno con grava de +0.30 m y la instalación del sistema MacDrain o Drenaje Geo compuesto de +0.05 m para una cota general de 1.85 m y de 1.90 m en la limatesa central de las canchas para definir el drenaje de las mismas. Lo que obliga a modificar las cotas de implantación hasta estos niveles.

Para el área correspondiente a la construcción de las canchas de futbol mayores y softball, la cota de implantación arquitectónica del proyecto, corresponde a +2.05 m. los datos de verificación de la topografía al momento de la actividad, muestran una cota para la lámina del cuerpo de agua más cercano es de +0.05m y una cota promedio de terreno de +1.40 m. De acuerdo con los registros históricos de existentes de mareas para la ciudad de Cartagena, la marea más alta registrada ha alcanzado hasta +0.62 m, nivel que es muy inferior al del terreno y mucho menos al de la cota de implantación del proyecto para esta área, por lo que se puede asegurar que no existe riesgo de inundación por intrusión de mareas.

En ninguno de los dos casos se hace referencia al comportamiento de las escorrentías superficiales, debido a que estas, serán manejadas en el proyecto a través de las diferentes estructuras de drenaje proyectadas.

Con la verificación de las cotas de campo y la cota de implantación del área de construcción de las canchas de Futbol para ligas menores, el contratista evidencia que la estructura hidráulica tipo box culvert a construir en la zona de parqueadero, si se tiene en cuenta el espesor de la tapa superior de la estructura, esta contara con una cota muy superior a la indicada por el proyecto en el área de parqueaderos, siendo necesaria la modificación de la sección hidráulica, teniendo como limitante la cota obligada de fondo y la cota superior del área de parqueaderos. Por lo anterior se realizaron los cálculos y la modelación hidráulica de esta estructura en este punto, como se muestra a continuación, obteniéndose el siguiente resultado.

A continuación, se relacionan los datos de entrada al modelo tales como, caudal de diseños, ancho, altura y longitud de la estructura, cota batea a la salida y entrada, así como la cota rasante a lo largo del box culvert.

DISCHARGE DATA		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	0.000	cms
Design Flow	8.300	cms
Maximum Flow	9.310	cms
TAILWATER DATA		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	6.000	m
Channel Slope	0.0041	m/m
Manning's n (channel)	0.030	
Channel Invert Elevation	0.040	m
Rating Curve	View...	
ROADWAY DATA		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	10.000	m
Crest Elevation	1.600	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	171.980	m

CULVERT DATA		
Name	Culvert 2	
Shape	Concrete Box	
Material	Concrete	
Span	3500.000	mm
Rise	920.000	mm
Embedment D...	0.000	mm
Manning's n	0.012	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configura...	Square Edge (90°) Headwall (Ke=0...	
Inlet Depressio...	No	
SITE DATA		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	0.430	m
Outlet Station	171.980	m
Outlet Elevation	0.040	m
Number of Barrels	2	
Computed Culvert Sl...	0.002268	m/m

Figura 20. Datos del entra HY-8 Rediseño del Box Culvert 2

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

El box culvert se diseñó para un caudal de 8.3 m³/s, para lo cual se requiere una estructura de dos (2) celdas con altura de 0.92m y ancho de 3.5 m, cada una. A continuación, en la figura 1 se presenta un esquema básico de la sección de la estructura propuesta:

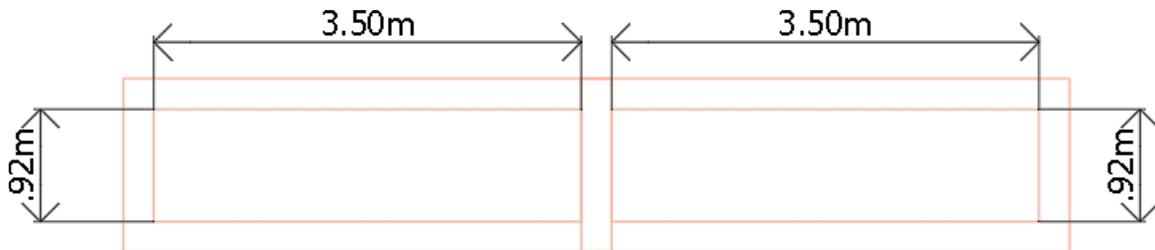


Figura 21. Sección Transversal Rediseños de Boxculvert 2

En la Figura 21 corresponde al perfil longitudinal del boxculvert en donde se puede apreciar la tirante normal, crítica y real de la lámina de agua a lo largo de la estructura, en esta se identifica que la alcantarilla funciona bajo la condición de entrada y salida no sumergida para las dimensiones propuestas, de igual forma, en la Figura 22 y Tabla 22 se presentan los resultados del modelo.

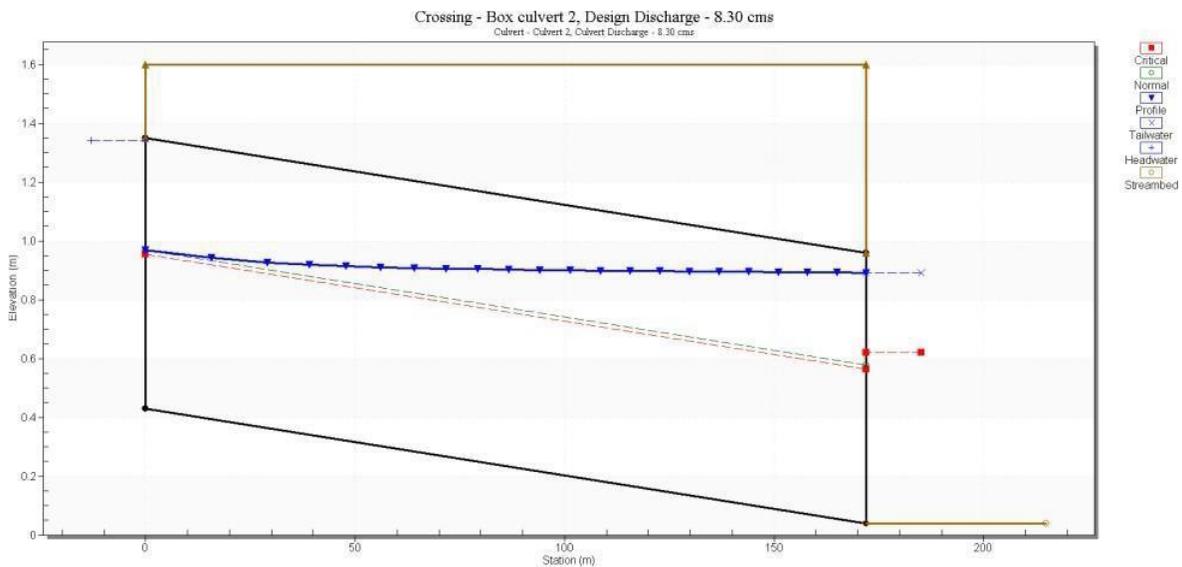


Figura 22. Vista longitudinal Rediseño Boxculvert 2.

Tabla 22. Resultados HY-8 rediseño Boxculvert 2.

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	0.43	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.93	0.93	0.64	0.21	0.21	3-M1t	0.13	0.12	0.21	0.21	0.62	0.73
1.86	1.86	0.76	0.33	0.33	3-M1t	0.21	0.19	0.33	0.33	0.81	0.95
2.79	2.79	0.87	0.43	0.44	3-M1t	0.27	0.25	0.42	0.42	0.94	1.10
3.72	3.72	0.96	0.52	0.53	3-M1t	0.32	0.31	0.51	0.51	1.05	1.22
4.66	4.66	1.05	0.60	0.62	3-M1t	0.37	0.36	0.59	0.59	1.14	1.33
5.59	5.59	1.13	0.68	0.70	3-M1t	0.42	0.40	0.66	0.66	1.21	1.41
6.52	6.52	1.20	0.75	0.77	3-M1t	0.46	0.45	0.73	0.73	1.28	1.49
7.45	7.45	1.28	0.82	0.85	3-M1t	0.50	0.49	0.79	0.79	1.34	1.56
8.30	8.30	1.34	0.89	0.91	3-M1t	0.54	0.52	0.85	0.85	1.39	1.62
9.31	9.31	1.41	0.96	0.98	7-M1t	0.58	0.56	0.92	0.92	1.45	1.69

3.5.7. Diseño de sumideros de rejilla.

El diseño de este tipo de sumideros se realizó de acuerdo con la metodología aplicada para los sistemas de alcantarillado en la ciudad de Bogotá y que se describe en el texto de Diseño y Construcción de Alcantarillados (Pérez Carmona, 2013). Los parámetros para el cálculo de la capacidad de captación de la rejilla son los siguientes:

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

T = Ancho de inundación de la vía en m.
 w = Ancho de la cuneta o de la rejilla en m.
 L = Longitud de la rejilla en m.
 SL = Pendiente longitudinal de la vía en porcentaje (%).
 SX = Pendiente transversal de la vía en porcentaje (%).
 KU = Coeficiente 0.376 (sistema métrico).
 Q = Caudal de diseño en m³/s.
 d = Profundidad de la lámina junto al sardinel en m.

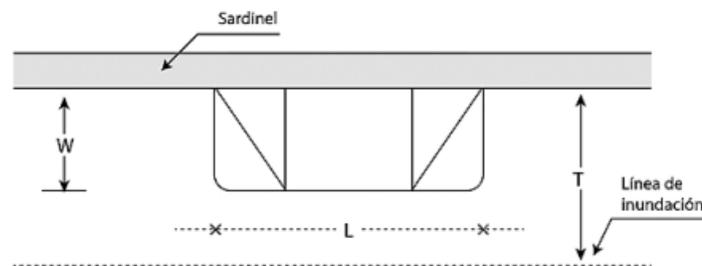


Figura 23. Esquema de sumideros de rejilla.
Fuente. Tomado de (Pérez Carmona, 2013).

Cuando este tipo de sumideros se encuentran en bateas, el caudal captado por la rejilla en m³/s, se calcula de la siguiente manera:

$$Q = C_w P d^{1.5}$$

Donde $P=2w+L$ es el perímetro de la rejilla (en m) y $C_w=1.66$. Se proponen rejillas de 1.5 m x 1.5 m, en la zona de parqueadero, de tal manera que permita el correcto drenaje de las aguas lluvias y el acceso al interior del Box Culvert 2, para realizar las limpiezas periódicas sugeridas.

En cuanto a los caudales de diseño para estas estructuras de captación, se consideró las subáreas tributaria A3-1, A3-2, A4-1 y A4-2 de las mostradas en la Figura 5.3-1, las cuales drenan por pendiente hacia la zona de parqueadero donde se ubicarán las rejillas. Los valores de estos caudales son los siguientes:

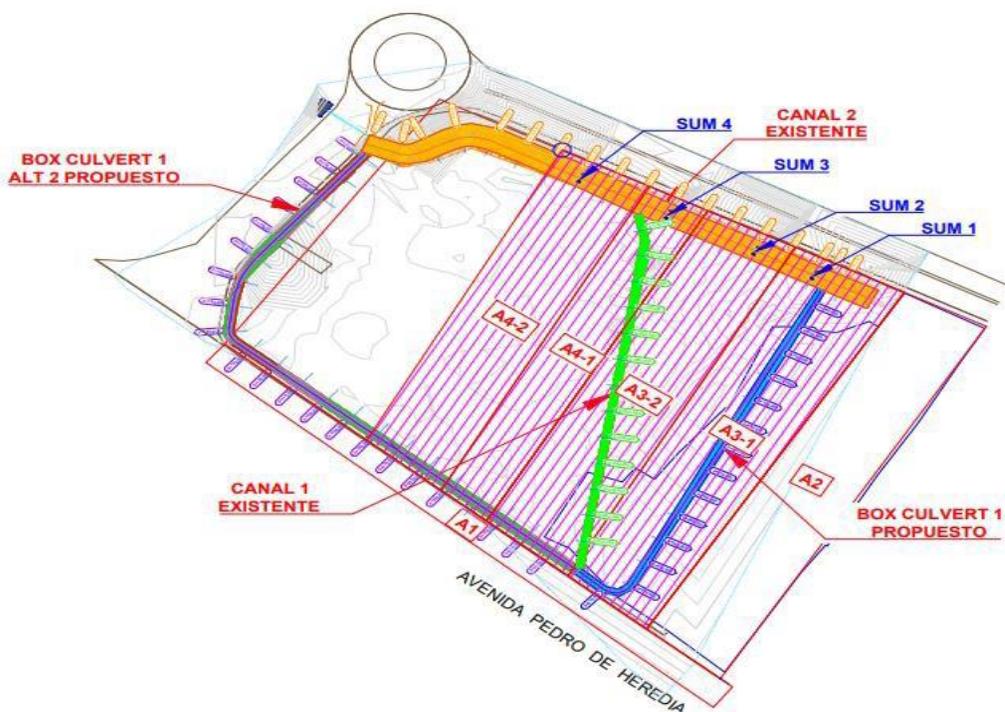


Figura 24. Áreas de drenaje tributarias a los sumideros propuestos.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Tabla 23. Caudales de diseño para sumideros de rejilla.

Cuenca	Área (km ²)	C	Q5 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q20 (m ³ /s)	Q25 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
A3-1	0.00500	0.90	0.22	0.25	0.29	0.31	0.36	0.42
A3-2	0.00431	0.90	0.19	0.22	0.25	0.26	0.31	0.36
A4-1	0.00253	0.90	0.11	0.13	0.15	0.16	0.18	0.21
A4-2	0.00379	0.90	0.16	0.19	0.22	0.23	0.27	0.32

Los parámetros geométricos de la vía (en este caso, del parqueadero), fueron considerados bajo las condiciones de pendiente longitudinal propuesta para el Box Culvert 2 y una pendiente transversal, Sx, mínima de 0.2%. Los resultados de la capacidad hidráulica de estos sumideros se muestran a continuación.

Tabla 24. Parámetros de diseño. Sumideros de rejilla para sumideros propuestos.

Estructura	Abscisa	n	Q diseño	Sx	SL	T	d	P
	-	-	[m ³ /s]	[%]	[%]	[m]	[m]	[m]
Box Culvert 2	K0+020.00	0.020	0.216	0.20	0.41	1.31	0.26	0.96
	K0+040.00	0.020	0.186	0.20	0.41	1.24	0.25	0.90
	K0+070.00	0.020	0.109	0.20	0.41	1.02	0.20	0.72
	K0+100.00	0.020	0.164	0.20	0.41	1.18	0.24	0.85

Tabla 25. Capacidad hidráulica de sumideros de rejilla para sumideros propuestos.

Estructura	Abscisa	n	Q diseño	w rejilla	L rejilla	Q captado por la rejilla.	Q rejilla ≥ Q diseño
	-	-	[m ³ /s]	[m]	[m]	[m ³ /s]	-
Box Culvert 2	K0+020.00	0.020	0.216	1.50	1.50	0.26	CUMPLE
	K0+040.00	0.020	0.186	1.50	1.50	0.23	CUMPLE
	K0+070.00	0.020	0.109	1.50	1.50	0.14	CUMPLE
	K0+100.00	0.020	0.164	1.50	1.50	0.20	CUMPLE

3.5.8. Conclusiones y recomendaciones

Para efectos del análisis hidrológico e hidráulico sobre de las estructuras de drenaje pluvial del Complejo Deportivo Nuevo Chambacú:

- Se identificaron las áreas de drenaje tributarias a los canales existentes lo cuales se rediseñaron como conductos cerrados tipo Box Culvert.
- Se evaluó la capacidad hidráulica de los canales existentes para los caudales estimados.
- Se propuso dos alternativas para el Box Culvert 1. A partir de dos alineamientos horizontales distintos, se determinó la pendiente del conducto, su longitud y las dimensiones de su sección para las cuales su funcionamiento hidráulico será a flujo libre. El diseño hidráulico se verificó utilizando el software HY-8.
- Para la Alternativa 1, las dimensiones del Box Culvert son de 147.38 m de longitud y pendiente de 0.16%, cuya sección es rectangular con un solo cuerpo de 2 x 1 m.
- Para la Alternativa 2, las dimensiones del Box Culvert son de 221.98 m de longitud y pendiente de 0.23%, cuya sección es rectangular con un solo cuerpo de 2.5 x 1 m.
- Se propuso el Box Culvert 2, cuyas dimensiones son de 171.54 m de longitud y pendiente de 0.41%. La sección propuesta es rectangular con dos cuerpos de 3.5 x 0.92 m. El diseño hidráulico se verificó utilizando el software HY-8.
- Se propuso sumideros de rejillas sobre el Box Culvert 2, los cuales tienen dimensiones de 1.5 x 1.5 m, que permitan la evacuación de las aguas lluvias escurran hacia el parqueadero y el acceso al Box Culvert 2, para su limpieza periódica.

Finalmente se recomienda realizar mantenimiento y limpieza periódicas a los Boxes Culvert, especialmente en los meses lluviosos, para evitar sedimentación excesiva que provoque el desbordamiento de las aguas lluvias, a través de las rejillas. Así mismo, se recomienda realizar la limpieza preventiva de las rejillas para evitar obstrucciones al drenaje a causa de sólidos, basuras, entre otros residuos de tamaño considerable.

4. ANALISIS Y EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN REMITIDA

Teniendo en cuenta que el artículo 2.2.3.2.12.1 del Decreto 1076 de 2015, establece que la construcción de obras hidráulicas, que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua requiere

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

tramitar una solicitud de Permiso de Ocupación de Cauce. Con base en la información aportada se establece lo siguiente:

1. La obra corresponde a la construcción de 2 Boxculvert, el primero corresponde a un Boxculvert existente que atraviesa el predio desembocando en el canal la Salle y que será redireccionado paralelo al predio y el segundo corresponderá al Canal pluvial la Salle que será convertido en un Boxculvert con dos paneles o cuerpos. En la Figura 25 se pueden evidenciar las rutas de los Boxculvert dentro del predio y en la Tabla 26 se presentan las coordenadas de inicio y final de las estructuras.

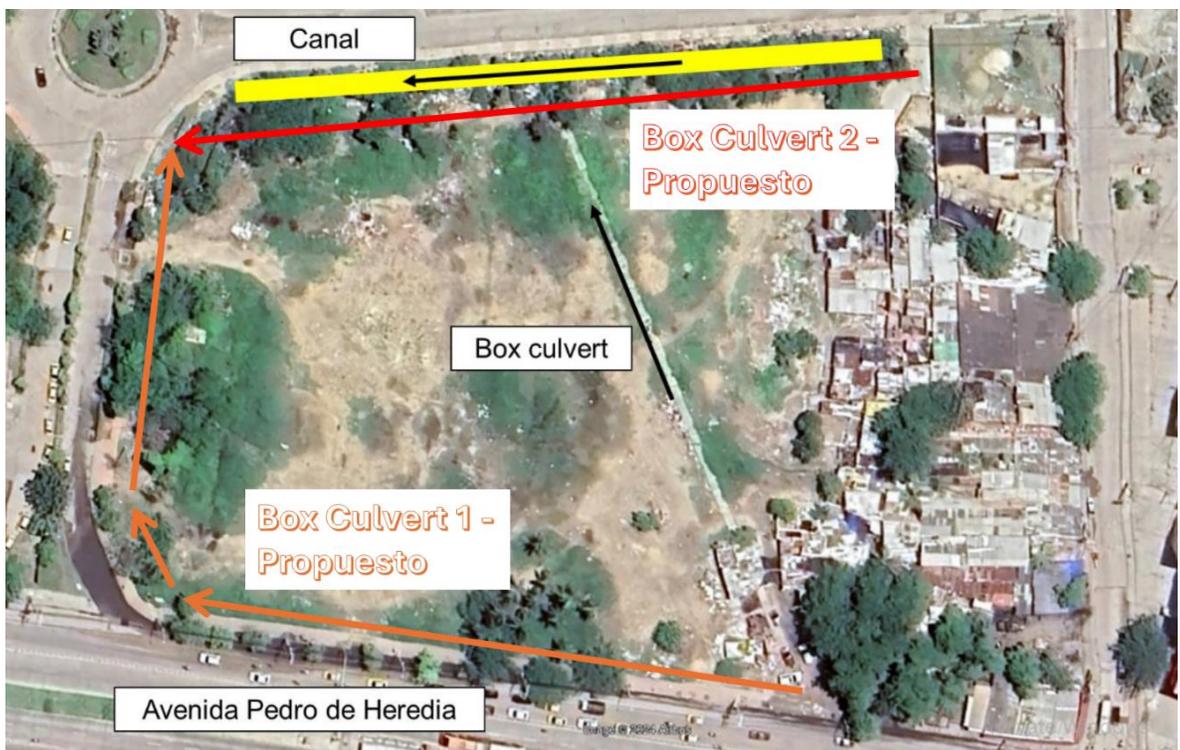


Figura 25. Esquematación de estructuras objeto de evaluación del permiso de Ocupación de cauces.

Tabla 26. Ubicación de las estructuras objeto de evaluación del permiso de ocupación de cauces

Estructura	Coordenadas Inicio		Coordenadas finales	
	Latitud (N)	Longitud (W)	Latitud (N)	Longitud (W)
Box 1	10°25'32.81"N	75°32'23.94"W	10°25'37.53"N	75°32'25.88"W
Box 2	10°25'36.01"N	75°32'21.10"W	10°25'37.82"N	75°32'25.73"W

2. Los cuerpos hídricos o canales objeto de intervención corresponden a canales efímeros que solo tienen flujo cuando hay eventos de precipitación, su único servicio es el de evacuar las aguas pluviales, por lo que se consideran que hacen parte del sistema de drenajes pluviales del distrito de Cartagena. En el Artículo 339 del decreto 0977 de 2001 (POT vigente) se menciona que "Todos los canales proyectados en la red de drenaje deben ser revestidos en concreto.", teniendo en cuenta esto se considera que las intervenciones propuestas no presentan conflicto de uso o alteración ecosistémicas que impidan su intervención.
3. Las metodologías utilizadas para la obtención de caudales y la modelación hidráulica están acorde a las condiciones del área y cuerpos de agua analizados. El método racional para la obtención de caudales es utilizado para cuerpos de agua con cuencas que no sobrepasan un área de 2.5 Km². El área de drenaje del canal la Salle es de 0.26 Km² y las áreas de drenaje del Box interno son aun menores. Además de utilizar un periodo de retorno de 50 años que es recomendado en la Resolución 0330 de 2017 para este tipo de canales.
4. Se evaluó la capacidad máxima de los canales existentes, obteniendo como resultado que las secciones de dichos canales son suficientes para transportar los caudales estimado para un periodo de retorno de 50 años.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

5. *La alternativa 2 para el Boxculvert 1 es la más conservadora y por tanto la recomendada para su construcción, debido a que no tiene giros o cambios de dirección abruptos de casi 90° con la alternativa 1 y por otro lado sobrepasa la limitante de 1.2 veces la altura de la alcantarilla (de acuerdo con el manual de drenajes del INVIAS), se concluye que la estructura existente TIENE LA CAPACIDAD para evacuar los caudales generados en el área aferente a esta y facilita las actividades de limpieza y mantenimiento.*
6. *En el Boxculvert 1 no se evidencia el diseño de sumideros, por lo que se solicita que atendiendo lo mencionado en el Artículo 339 del decreto 0977 de 2001, sean instalados siguiendo las siguientes especificaciones: “En caso de los colectores subterráneos, se deben colocar sumideros o imbornales en todas las esquinas, equipados con dispositivos o cajas adjuntas para facilitar la limpieza y mantenimiento.”*
7. *La evaluación hidráulica del diseño inicial del Boxculvert 2 arroja que la lámina de agua no sobrepasa la altura de la rasante, y tampoco sobrepasa la limitante de 1.2 veces la altura de la alcantarilla (de acuerdo con el manual de drenajes del INVIAS), se concluye que la estructura existente TIENE LA CAPACIDAD para evacuar los caudales generados en el área aferente a esta y facilita las actividades de limpieza y mantenimiento.*
8. *Según el manual de drenajes de carreteras del INVIAS El diseño hidráulico de este tipo de alcantarillas se realizará analizando su funcionamiento bajo control a la entrada y bajo control a la salida, tomando el mayor valor resultante para la carga en la entrada Hw. Este valor de Hw deberá ser igual o inferior a 1.20 veces la altura o diámetro de la alcantarilla, valor máximo hasta el cual el conducto funciona a flujo libre.*

*Para las medidas planteadas en el rediseño de Boxculvert 2 (3.5 x 0.92 m) y con un caudal de diseño de 8.30 m³/s se obtiene un Hw de 1.34m sin embarco hay que tener en cuenta que la cota de entrada es de 0.43 por lo que Hw real sería de 0.89 m. Para cumplir con lo especificado en el manual del INVIAS este valor debe ser igual o menor a **1.104 m** (1.20 veces la altura del boxculvert, que es de 0.92 m). Teniendo en cuenta lo expuesto se concluye que la estructura existente **TIENE LA CAPACIDAD** para evacuar los caudales generados en el área aferente a esta.*

Por otro lado, La velocidad de salida aumenta con el caudal. A un caudal de 8.30 m³/s, la velocidad de salida es 1.39 m/s, lo cual parece razonable y no excesivo para este tipo de conducto, siempre que las características de la salida (el entorno) permitan esta velocidad.

9. *Con un Hw real de 0.89 m y un caudal de diseño de 8.30 m³/s, el diseño del Boxculvert 2 con un ancho de 3.5 m por celda cumple con la capacidad hidráulica necesaria y mantiene el flujo libre, sin presurización. No sería necesario aumentar el ancho de las celdas si solo se desea manejar este caudal.*

Sin embargo, si en el futuro se prevén caudales mayores o se desea una mayor seguridad operativa (por flujo de materiales o residuos sólidos), se recomienda ampliar el ancho de las celdas para mejorar aún más la capacidad de drenaje y asegurar que el flujo permanezca libre bajo cualquier condición.

10. *De acuerdo a los resultados obtenidos de las evaluaciones hidráulicas de las estructuras se pueden establecer que es viable conceder permiso de ocupación de cauces para los Boxculvert 1 y 2 propuestos.*

5. CONCEPTO TÉCNICO AMBIENTAL

Teniendo en cuenta los antecedentes, la visita de inspección y la documentación aportada por el Consorcio Complejo Deportivo 2 identificado con NIT 901852323, presentó ante el Establecimiento Público Ambiental- EPA Cartagena, solicitud de evaluación de PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE, se conceptúa:

1. *De acuerdo a la información proporcionada en los documentos “DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DE DRENAJE PLUVIAL DEL COMPLEJO DEPORTIVO NUEVO CHAMBACÚ (CARTAGENA, BOLÍVAR) y CONCEPTO TÉCNICO – DEFINICIÓN DE*

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

COTAS DE IMPLANTACIÓN PROYECTO NUEVO CHAMBACÚ.” Y que la solicitud de autorización de ocupación de cauce CUMPLE con los requisitos según el 2.2.3.2.19.6. del Decreto 1076, se considera ambientalmente VIABLE conceder el Permiso de ocupación de cauce permanente para las obras correspondientes a la construcción de dos (2) Boxculvert, el primero corresponde a un canal pluvial que tributa al canal la Salle que será redireccionado dentro del mismo predio y el segundo corresponde a la ampliación del canal la Salle para implantación de boxculvert de dos paneles sobre el predio con referencia catastral Nro. 010209740001000 y matrícula inmobiliaria 060-129874 de propiedad del distrito de Cartagena.

2. La autorización de ocupación de cauces, que se otorgue corresponde únicamente a lo descrito a continuación y en las coordenadas indicadas:

Tabla 27. Puntos de intervención con sus coordenadas.

Ocupación de cauce	Tipo de obra	Coordenadas Geográficas	
		Punto Inicial	Punto Final
OC1	Boxculvert 1: 147.38 m de longitud y pendiente de 0.16%, cuya sección es rectangular con un solo cuerpo de 2 x 1 m.	10°25'32.81"N 75°32'23.94"W	10°25'37.53"N 75°32'25.88"W
OC2	Boxculvert 2: 171.54 m de longitud y pendiente de 0.41%. La sección propuesta es rectangular con dos cuerpos de 3.5 x 0.92 m.	10°25'36.01"N 75°32'21.10"W	10°25'37.82"N 75°32'25.73"W

3. Como en el numeral 9 del título 4 del presente documento se recomienda (No es obligatorio) por seguridad operativa ampliar las dimensiones de las celdas del Boxculvert 2, las medidas establecidas en la Tabla 27 tanto en ancho como en altura podrán ser mayores, pero nunca menores a las autorizadas.
4. La ocupación de los cauces será de carácter permanente.
5. Además de los sumideros de rejillas propuestos en el Boxculvert 2, se deberán instalar sumideros de rejillas en el Boxculvert 1 según lo indicado en el numeral 6 del título 4 del presente documento.
6. El Consorcio Complejo Deportivo 2 identificado con NIT 901852323, deberá dar estricto cumplimiento a las siguientes obligaciones:
- Realizar las obras de ocupación acorde y de conformidad con las especificaciones técnicas, planos, memorias de diseño y anexos técnicos suministrados por el solicitante a través del expediente del Establecimiento Público Ambiental EPA Cartagena No. OCA-00008-24.
 - Las obras deben contar con la capacidad hidráulica suficiente para garantizar el normal flujo de la corriente las obras y se deben construir teniendo en cuenta los eventos hidrológicos extremos y dinámica hídrica de corrientes permanentes e intermitentes en cada tramo a intervenir
 - Los criterios de diseño estructural, hidráulico e hidrológico empleados en la obra, son responsabilidad exclusiva de los profesionales encargados de realizar dichos estudios, por lo cual, se presume la aplicación de buenas prácticas de ingeniería y el cumplimiento de la normatividad relacionada con la obra civil.
 - Se deja en manos del Consorcio Complejo Deportivo 2, la responsabilidad del manejo de las aguas pluviales de los tramos a intervenir y cualquier posible afectación que de la ejecución de estas obras se cauce o se derive.
 - Dar aviso inmediato y por escrito a EPA Cartagena, en caso de presentarse cambios en los diseños o ajustes de las condiciones bajo las cuales se inició el trámite.
 - Implementar las medidas técnicas y ambientales necesarias para que se garantice el libre recorrido de las aguas sobre el cauce a intervenir.
 - No se permitirá el almacenamiento temporal o permanente de RCD provenientes de las actividades constructivas, en zonas verdes, áreas arborizadas, reservas forestales, áreas de recreación y parques, ríos, quebradas, playas, canales, caños, paramos, humedales, manglares y zonas rivereñas. En el caso de que por causa de las actividades constructivas se depositen RCD y residuos de excavación al canal pluvial estos deberán ser retirados inmediatamente hacia un sitio de almacenamiento temporal ubicado en el predio del proyecto.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

- h. *El peticionario deberá tramitar por parte de las otras entidades del Distrito de Cartagena, los demás permisos o autorizaciones que se requieran para la construcción de las obras civiles relacionado con intervención de vías, espacio público y/o con manejo del tráfico.*
- i. *Remitir al EPA Cartagena una vez finalizadas las obras, un (1) informe técnico de las actividades que incluya como mínimo:*
- *Información consolidada de las intervenciones realizadas y las estructuras construidas e instaladas.*
 - *Implementación de las medidas de prevención, mitigación y control de los impactos ambientales sobre los recursos hídricos, atmósfera, fauna, flora y suelo, anexando las respectivas evidencias, tales como: certificados de disposición, registros fotográficos y/o soportes necesarios.*
 - *Registro fotográfico antes, durante y después de las obras autorizadas.*
 - *Planos récord en formato pdf y dwg de las obras realizadas.*
7. *Permitir a los funcionarios realizar las visitas de seguimiento y control a la autorización de ocupación de cauce.*

Remitir el presente Concepto Técnico a la Secretaría de Infraestructura del Distrito de Cartagena, para que en marco de las funciones establecidas en el Decreto No. 0486 de 2020, se incluya en el proyecto de limpieza de caños y canales los Boxculvert proyectados a construir en la presente evaluación de ocupación de cauces”.

Que la Constitución Política establece en los artículos 8° y 58 que es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación, así mismo el inciso 2° del artículo 8° previamente citado, señala que el Estado deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Que el artículo 102 del Decreto 2811 de 1974, establece que quien pretenda construir obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua deberá solicitar autorización.

Que el artículo 2.2.3.2.12.1 del Decreto 1076 de 2015, dispone que “*La construcción de obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua requiere autorización, que se otorgará en las condiciones que establezca la Autoridad Ambiental competente. Igualmente se requerirá permiso cuando se trate de la ocupación permanente o transitoria de playas”.*

Que el artículo 2.2.3.2.16.3 del Decreto 1076 de 2015, prevé que la construcción de obras para almacenar, conservar y conducir aguas lluvias se podrá adelantar siempre y cuando no se causen perjuicios a terceros.

Que el artículo 2.2.3.2.19.2 del Decreto 1076 de 2015, indica que “*Los beneficiarios de una concesión o permiso para el uso de aguas o el aprovechamiento de cauces están obligados a presentar a la Corporación, para su estudio aprobación y registro, los planos de las obras necesarias para la captación, control, conducción, almacenamiento o distribución del caudal o el aprovechamiento del cauce”.*

Que el artículo 2.2.3.2.19.5 del Decreto 1076 de 2015, respecto a los planos y las obras una vez culminadas determina lo siguiente:

“Artículo 2.2.3.2.19.5. Aprobación de planos y de obras, trabajos o instalaciones. Las obras, trabajos o instalaciones a que se refiere la presente sección, requieren dos aprobaciones:

a) La de los planos, incluidos los diseños finales de ingeniería, memorias técnicas y descriptivas, especificaciones técnicas y plan de operación; aprobación que debe solicitarse y obtenerse antes de empezar la construcción de las obras, trabajos e instalaciones;

b) La de las obras, trabajos o instalaciones una vez terminada su construcción y antes de comenzar su uso, y sin cuya aprobación este no podrá ser iniciado”.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

Que con base en lo expuesto se puede concluir que quien pretendan realizar ocupaciones de cauce de una corriente o depósito de agua deberá solicitar y obtener de parte de las autoridades ambientales las siguientes autorizaciones: i) permiso de ocupación de cauce, playas y lechos, ii) la aprobación de los planos, memorias técnicas y descriptivas de las obras necesarias para la ocupación de un cauce y, iii) la aprobación de las obras, trabajos o instalaciones una vez terminada su construcción y antes de comenzar su uso.

Que en virtud del pronunciamiento de la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible mediante Concepto Técnico No. EPA-CT-0000195-2025 de 14 de abril de 2025, resulta viable otorgar permiso de ocupación de cauce al Consorcio Complejo Deportivo 2024, para **“las obras correspondientes a la construcción de dos (2) Boxculvert, el primero corresponde a un canal pluvial que tributa al canal la Salle que será redireccionado dentro del mismo predio y el segundo corresponde a la ampliación del canal la Salle para implantación de boxculvert de dos paneles sobre el predio con referencia catastral Nro. 010209740001000 y matrícula inmobiliaria 060-129874 de propiedad del distrito de Cartagena”**, para el funcionamiento del proyecto deportivo Nuevo Chambacú, en la Cr 32 13 A 45 barrio Chambacú, en Cartagena de Indias, en el marco del contrato LP-SEGD-001-2024.

Que en mérito de lo expuesto,

RESUELVE

PRIMERO: OTORGAR Permiso de Ocupación de Cauce al Consorcio Complejo Deportivo 2024 con NIT 901.852.323-8, representado legalmente por Giovanni Alexis Arroyo Vanegas, identificado con cédula de ciudadanía No. 92.261.707 y conformado por la sociedad Torón S.A.S. con NIT 901.325.128-8, a su vez, representada legalmente por Miguel Ángel Ramírez Guzmán, identificado con cédula de ciudadanía No. 71.330.151 y por la Fundación Nuestro Construir con NIT 900.424.322-1, representada legalmente por Iván David Vanegas Magallanes, identificado con cédula de ciudadanía No. 1.148.692.376, consorcio que actúa en calidad de contratista del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias en el marco del contrato LP-SEGD-001-2024, para el proyecto deportivo Nuevo Chambacú, en la Cr 32 13 A 45 barrio Chambacú, en la ciudad de Cartagena de Indias, de conformidad con lo expuesto en la parte considerativa del presente acto administrativo.

PARÁGRAFO PRIMERO: De conformidad con lo señalado en el Concepto Técnico No. EPA-CT-0000195-2025 de 14 de abril de 2025, emitido por la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible del EPA Cartagena, el permiso se otorga únicamente para las obras descritas a continuación y en las coordenadas indicadas:

Ocupación de cauce	Tipo de obra	Coordenadas Geográficas	
		Punto Inicial	Punto Final
OC1	Boxculvert 1: 147.38 m de longitud y pendiente de 0.16%, cuya sección es rectangular con un solo cuerpo de 2 x 1 m.	10°25'32.81"N 75°32'23.94"W	10°25'37.53"N 75°32'25.88"W
OC2	Boxculvert 2: 171.54 m de longitud y pendiente de 0.41%. La sección propuesta es rectangular con dos cuerpos de 3.5 x 0.92 m.	10°25'36.01"N 75°32'21.10"W	10°25'37.82"N 75°32'25.73"W

PARÁGRAFO SEGUNDO: El Consorcio Complejo Deportivo 2024 se hace responsable del manejo de las aguas pluviales de los tramos en los que se ejecutarán las obras autorizadas y cualquier posible afectación que de la ejecución de estas obras se cause o se derive.

SEGUNDO: APROBAR los planos y diseños hidrológicos e hidráulicos presentados por el Consorcio Complejo Deportivo 2024, de conformidad con lo dispuesto en el literal a) del artículo 2.2.3.2.19.5 del Decreto 1076 de 2015.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

TERCERO: El Consorcio Complejo Deportivo 2024 deberá informar al Establecimiento Público Ambiental de Cartagena sobre la culminación de la ejecución de las obras, con el propósito de emitir el pronunciamiento sobre su aprobación, de conformidad con lo establecido en el literal b) del artículo 2.2.3.2.19.5 del Decreto 1076 de 2015.

CUARTO: El permiso de ocupación de cauce se concede por la vida útil del proyecto, y se encuentra condicionado al cumplimiento de las siguientes obligaciones:

- 4.1 La ocupación de cauce se otorga exclusivamente para las obras indicadas en el párrafo primero del numeral primero de la parte resolutive del presente acto administrativo, de conformidad con los estudios y diseños definitivos allegados al EPA Cartagena y lo concluido en el Concepto Técnico No. EPA-CT-0000195-2025 de 14 de abril de 2025, emitido por la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible del EPA Cartagena.
- 4.2 Se deberán instalar, además de los sumideros de rejillas propuestos en el Boxculvert 2, sumideros de rejillas en el Boxculvert 1 según lo indicado en el numeral 6 del título 4 del Concepto Técnico No. EPA-CT-0000195-2025 de 14 de abril de 2025.
- 4.3 Realizar las obras de ocupación acorde y de conformidad con las especificaciones técnicas, planos, memorias de diseño y anexos técnicos suministrados por el solicitante a través del expediente del EPA Cartagena No. OCA-00008-24.
- 4.4 Las obras deben contar con la capacidad hidráulica suficiente para garantizar el normal flujo de la corriente las obras y se deben construir teniendo en cuenta los eventos hidrológicos extremos y dinámica hídrica de corrientes permanentes e intermitentes en cada tramo a intervenir.
- 4.5 Los criterios de diseño estructural, hidráulico e hidrológico empleados en la obra, son responsabilidad exclusiva de los profesionales encargados de realizar dichos estudios, por lo cual, se presume la aplicación de buenas prácticas de ingeniería y el cumplimiento de la normatividad relacionada con la obra civil.
- 4.6 Dar aviso inmediato y por escrito al EPA Cartagena, en caso de presentarse cambios en los diseños o ajustes de las condiciones bajo las cuales se inició el trámite.
- 4.7 Implementar las medidas técnicas y ambientales necesarias para que se garantice el libre recorrido de las aguas sobre el cauce a intervenir.
- 4.8 Realizar la recolección y disposición de los residuos sólidos que se encuentran en los márgenes del canal a intervenir. Los residuos recolectados deberán ser entregados a un gestor autorizado, cuyas certificaciones deberán ser remitidas al EPA Cartagena, dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes a la entrega de estos.
- 4.9 Informar al EPA Cartagena la fecha de inicio de las obras de intervención. Esta información deberá remitirse en un tiempo no mayor a cinco (5) días hábiles antes del inicio de las obras, con el propósito de ejercer actividades de control y seguimiento a las obras civiles.
- 4.10 El solicitante, deberá tramitar ante el EPA Cartagena el PIN generador para el manejo de los Residuos de Construcción y Demolición – RCD, que se generen con ocasión de las obras civiles que desarrollará. Ello, en caso de cumplir con los supuestos establecidos en la definición de gran generador instituida en el artículo 2º de la Resolución No. 0472 de 2017, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, modificada por el artículo 1º de la Resolución No. 1257 de 2021.
- 4.11 No se permitirá el almacenamiento temporal o permanente de RCD provenientes de las actividades constructivas en zonas verdes, áreas arborizadas, reservas forestales, áreas de recreación, parques, quebradas, playas, canales, caños, humedales, manglares y zonas rivereñas. En el caso de que por causa de las actividades constructivas se depositen RCD y residuos de excavación al canal pluvial estos deberán ser retirados inmediatamente hacia un sitio de almacenamiento temporal ubicado en el predio del proyecto.

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

- 4.12 Implementar las medidas técnicas necesarias para garantizar la funcionalidad del cuerpo de agua durante la etapa de construcción y operación de las obras civiles, en condiciones iguales o mejores a las existentes antes de la intervención.
- 4.13 Tramitar ante las demás entidades distritales, los permisos que requiera relacionados con movilidad, intervención de vías, ocupación de espacio público y manejo de seguridad.
- 4.14 Remitir al EPA Cartagena una vez finalizadas las obras, un (1) informe técnico de las actividades que incluya como mínimo: (i) Información consolidada de las intervenciones realizadas y las estructuras construidas e instaladas; (ii) Implementación de las medidas de prevención, mitigación y control de los impactos ambientales sobre los recursos hídricos, atmósfera, fauna, flora y suelo, anexando las respectivas evidencias, tales como: certificados de disposición, registros fotográficos y/o soportes necesarios; (iii) Registro fotográfico antes, durante y después de las obras autorizadas; y (iv) Planos récord en formato pdf y dwg de las obras realizadas.
- 4.15 Permitir a los funcionarios realizar las visitas de seguimiento y control al permiso de ocupación de cauce.

QUINTO: El Consorcio Complejo Deportivo 2024, en su calidad de beneficiario del permiso de ocupación de cauce, deberá cumplir con las normas ambientales vigentes en las áreas que se describen a continuación:

- 5.1 **Atmósfera:** Material particulado, evitar las emisiones a la atmósfera, cumpliendo con el Decreto 1076 de 2015 y demás normas concordantes. Ruido: tomar las medidas de prevención para que la emisión no trascienda al medio ambiente. Gases y olores ofensivos: tener en cuenta el horario de trabajo para la realización de las actividades. Cumpliendo con lo dispuesto en la norma en citan y en las Resoluciones 8321 de 1983, 627 de 2006 y 2254 de 2017.
- 5.2 **Suelo:** Tener en cuenta la disposición de los Residuos sólidos generados, tanto industriales como domésticos, darles un buen manejo y acopiarlos adecuadamente para su disposición final. Tener un buen manejo de productos combustibles y lubricantes evitando que afecten el suelo. Cumplir con lo establecido en el Decreto 1077 de 2015 y la Resolución 0472 de febrero 20 de 2017, modificada por la Resolución 1257 de 2021 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- 5.3 **Salubridad pública:** Cumplir con el Programa de salud ocupacional.
- 5.4 **Paisajístico:** Evitar la afectación paisajística, por la ocupación de espacio público, conforme con el Decreto 1076 de 2015.

SEXTO: ACOGER integralmente el Concepto Técnico No. EPA-CT-0000195-2025 de 14 de abril de 2025, emitido por la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible del EPA Cartagena, el cual deberá ser cumplido en su totalidad por el Consorcio Complejo Deportivo 2024.

SÉPTIMO: El EPA Cartagena a través del control y seguimiento ambiental verificará los impactos reales del proyecto, los comparará con las prevenciones tomadas y alertará ante la necesidad de intervenir en el caso que los impactos sobrepasen ciertos límites. Además, verificará en cualquier momento el cumplimiento de las obligaciones impuestas en el presente acto administrativo.

OCTAVO: El EPA Cartagena podrá intervenir para corregir, complementar o sustituir algunas medidas de prevención, mitigación, corrección o compensación, dado el caso en que las registradas en el documento presentado, en el cual se establecen las medidas ambientales a aplicar durante la ejecución del proyecto, no resulten ser efectivas o se

[CODIGO-QR]
[URL-DOCUMENTO]

presenten condiciones no esperadas e imprevistas, que afecten negativamente el área de intervención y/o su zona de influencia.

NOVENO: REMITIR el presente acto administrativo a la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible para control y seguimiento.

DÉCIMO: El EPA Cartagena efectuará el seguimiento y control en virtud del permiso otorgado, para constatar el cumplimiento de las actividades propuestas en el documento técnico presentado.

DÉCIMO PRIMERO: En caso de incumplimiento de alguno de los requisitos que se ordenan en los numerales anteriores del presente acto administrativo y del Concepto Técnico No. EPA-CT-0000195-2025 de 14 de abril de 2025, este Establecimiento en ejercicio de las atribuciones previstas en la Ley 1333 de 2009, modificada por la Ley 2387 de 2024, iniciará las actuaciones administrativas que sean conducentes y pertinentes en defensa del medio ambiente sano, hasta cuando se allane a cumplir con lo requerido y procederá a imponer las sanciones que sean del caso.

DÉCIMO SEGUNDO: NOTIFICAR al Consorcio Complejo Deportivo 2024 y al Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias, o a sus apoderados debidamente constituidos, el contenido del presente acto administrativo, de conformidad con lo establecido en el artículo 67 de la Ley 1437 de 2011.

DÉCIMO TERCERO: REMITIR a la Secretaría de Infraestructura del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias, el Concepto Técnico No. EPA-CT-0000195-2025 de 14 de abril de 2025, emitido por la Subdirección Técnica y de Desarrollo Sostenible del EPA Cartagena, para que en marco de las funciones establecidas en el Decreto No. 0486 de 2020, se incluyan en el proyecto de limpieza de caños y canales los Boxculvert proyectados a construir, indicados en el referido concepto y en el presente acto administrativo.

DÉCIMO CUARTO: PUBLICAR el contenido del presente acto administrativo en el Boletín Oficial del Establecimiento Público Ambiental de Cartagena- EPA Cartagena.

DÉCIMO QUINTO: Contra el presente acto administrativo procede el recurso de reposición, que podrá interponerse dentro de los diez (10) días siguientes a su notificación, de conformidad con los artículos 76 y 77 de la Ley 1437 de 2011.

Dada en Cartagena de Indias D. T. y C., **06 de mayo de 2025**

NOTIFÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Mauricio Rodríguez Gómez

MAURICIO RODRÍGUEZ GÓMEZ
Director General Establecimiento Público Ambiental

REV. Carlos Hernando Triviño Montes
JOAJ EPA Cartagena

PTO. Juliana Lombardo AAE