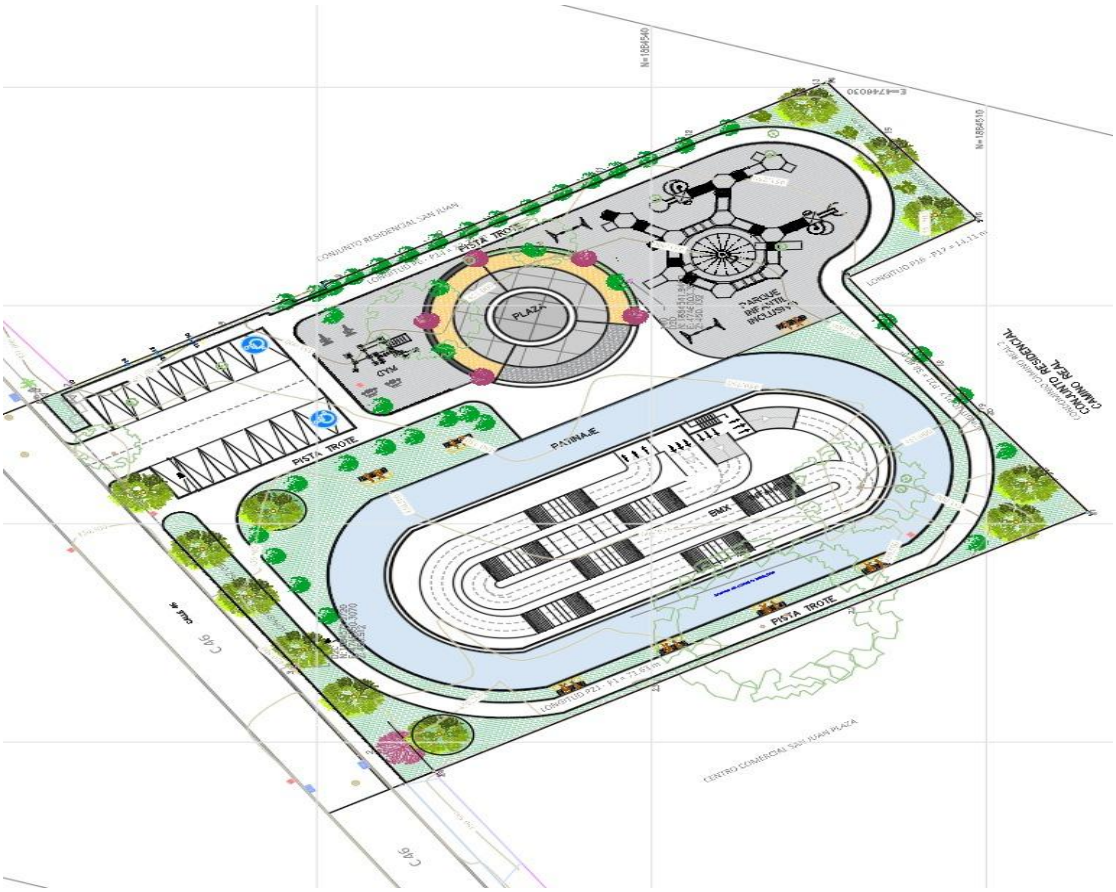
Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

MEMORIA DE CÁLCULO HIDRAULICO

PROYECTO:

"CONSTRUCCIÓN DE PARQUE RECREODEPORTIVO SAN JUAN EN EL MUNICIPIO DE NEIVA"



PARQUE URBANO RECREATIVO SAN JUAN
NEIVA – HUILA

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN **3**

1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO **4**

2. OBEJTIVOS **5**

3. ANÁLISIS HIDROLOGICO EN LA ZONA DEL PROYECTO **6**

4. CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO **16**

5. DISTRIBUCIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO **19**

- **Área hidráulica** 28
- **Área hidráulica** 29
- **Área hidráulica** 30

- **Caudales:** **35**
- **Parámetros:** **35**
- **Evaluación (ramal crítico)** **36**
- **Parámetros:** **37**
- **Resultados (HCanales):** **37**
- **Verificación:** **37**

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde a la memoria de cálculo hidráulico para el diseño del sistema de evacuación de aguas lluvias de la pista de patinaje y áreas duras asociadas, localizadas en el Parque Recreo Deportivo San Juan, en la dirección Cr. 46 # 16C 02 – 32 del municipio de Neiva, departamento del Huila.

El diseño contempla la captación, conducción y disposición final de las aguas de escorrentía generadas sobre superficies impermeables, mediante un sistema de drenaje superficial conformado por pendientes dirigidas, cunetas perimetrales, sumideros y estructuras de conexión a la red de drenaje existente, con el fin de evitar encharcamientos y garantizar condiciones adecuadas de seguridad y operación del escenario deportivo.

La presente memoria se desarrolla con base en criterios técnicos de ingeniería hidráulica y en cumplimiento de la normativa vigente aplicable al drenaje urbano en Colombia, particularmente el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 0330 de 2017 y la Resolución 0799 de 2021, en lo referente al manejo de aguas lluvias en áreas urbanas.

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto denominado "CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE URBANO RECREATIVO SAN JUAN", el cual incluye la implementación de una pista de patinaje, placa polideportiva y áreas urbanísticas complementarias, se encuentra localizado en la dirección Cr. 46 # 16C 02 – 32 del municipio de Neiva, departamento del Huila.

El área de estudio corresponde a las superficies duras del parque, principalmente la pista de patinaje, la placa polideportiva y zonas de circulación, sobre las cuales se generan escorrentías producto de eventos de precipitación. Estas áreas presentan características de alta impermeabilidad, lo que hace necesario el diseño de un sistema de drenaje pluvial eficiente que permita la adecuada captación y evacuación de las aguas lluvias.

En este sentido, se procede a realizar los análisis y cálculos hidráulicos necesarios para el diseño del sistema de recolección y conducción de aguas pluviales, mediante la implementación de pendientes superficiales, cunetas perimetrales, sumideros y estructuras de descarga, garantizando el correcto funcionamiento hidráulico del proyecto y evitando la acumulación de agua sobre las superficies de uso deportivo.

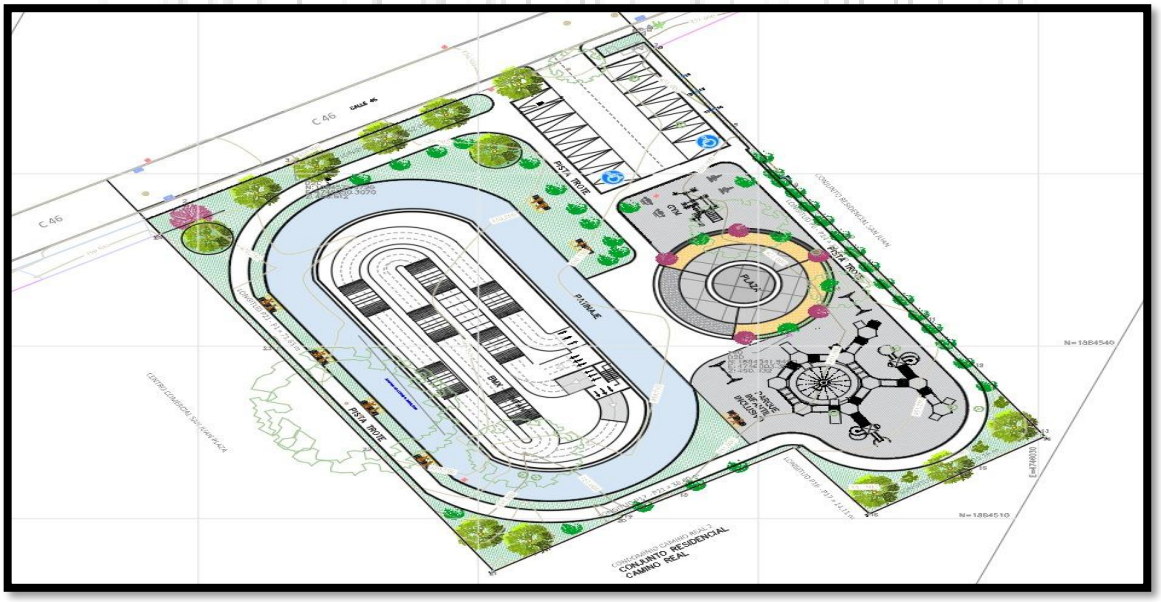


Figura 1. Implantación del Proyecto.

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

2. OBEJTIVOS

Objetivo General

El presente estudio tiene como objetivo general determinar las condiciones hidrológicas y desarrollar el diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial del Parque Urbano Recreativo San Juan, con el fin de garantizar la adecuada captación, conducción y evacuación de las aguas lluvias generadas sobre la pista de patinaje, placa polideportiva y demás áreas duras del proyecto, evitando la acumulación superficial y asegurando condiciones óptimas de funcionalidad y seguridad.

Como objetivos específicos se plantearon los siguientes:

- Realizar la caracterización hidrológica del área de estudio mediante el análisis de información climatológica disponible, incluyendo datos de precipitación de estaciones cercanas al municipio de Neiva.

- Determinar los parámetros de diseño hidrológico, tales como periodo de retorno, tiempo de concentración e intensidad de lluvia, requeridos para la estimación del caudal de escorrentía.

- Calcular el caudal de diseño mediante metodologías apropiadas para áreas urbanas de pequeña extensión, como el método racional.

- Diseñar hidráulicamente los elementos del sistema de drenaje pluvial, incluyendo pendientes superficiales, cunetas, sumideros y redes de conducción, garantizando su capacidad para evacuar eficientemente los caudales generados.

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

3. ANÁLISIS HIDROLOGICO EN LA ZONA DEL PROYECTO

3.1. Condiciones Climáticas

El municipio de Neiva, ubicado en el departamento del Huila, presenta un clima cálido seco característico del valle del río Magdalena, con temperaturas medias anuales elevadas y un régimen de lluvias bimodal.

Las condiciones climáticas de la zona están determinadas por su localización geográfica, con una altitud aproximada de 442 m s.n.m., y la influencia de fenómenos atmosféricos regionales que inciden en la distribución temporal de la precipitación.

Para efectos del presente diseño, el análisis climático se enfoca en la caracterización de la precipitación, como variable principal en la generación de escorrentía superficial en el área del proyecto.

3.2. Régimen De Precipitación

La precipitación constituye la principal fuente de generación de escorrentía en superficies urbanas. En el municipio de Neiva, el régimen de lluvias presenta dos periodos húmedos a lo largo del año, asociados a la dinámica de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT).

Para el desarrollo del presente estudio, se consideran datos de precipitación provenientes de estaciones hidroclimatológicas cercanas, así como valores de intensidad de lluvia representativos para el área urbana, los cuales permiten estimar los caudales de diseño requeridos para el dimensionamiento del sistema de drenaje pluvial.

Dado que el proyecto corresponde a un área urbana de pequeña extensión y alta impermeabilidad, se adopta el uso de metodologías simplificadas como el método racional, el cual requiere como parámetro fundamental la intensidad de lluvia asociada a un periodo de retorno y tiempo de concentración definidos.

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

3.3. Fuentes de información

El análisis hidrológico del presente proyecto se fundamenta en información secundaria proveniente de entidades oficiales y herramientas de soporte geoespacial, las cuales permiten caracterizar las condiciones de precipitación del área de estudio.

Las principales fuentes de información utilizadas fueron:

- Información cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC.
- Registros de estaciones meteorológicas e hidrológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.
- Verificación de localización y análisis espacial mediante herramientas geográficas como Google Earth.

3.4. Estación meteorológica de referencia

Para el desarrollo del análisis pluviométrico del área de estudio, se seleccionó la estación meteorológica Aeropuerto Benito Salas, ubicada en el municipio de Neiva, por ser la más cercana al proyecto y contar con registros representativos para la zona.

A partir de la información de dicha estación, se adoptaron los parámetros de precipitación necesarios para la estimación del caudal de diseño del sistema de drenaje pluvial.

A continuación, se presentan las características generales de la estación empleada:

Nº	ESTACIÓN	MUNICIPIO	CÓDIGO	TIPO	DPTO.	COORDENADAS	ELEV. (m.s.n.m.)
1	Apto Benito Salas	Neiva	21115020	SS	Huila	2°95 N 75°29 W	439

Tabla 1. Estación meteorológica empleada para la determinación del análisis climático del área de influencia del estudio.

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

3.4.1. Análisis De Precipitaciones Máximas Y Medias

El análisis de las precipitaciones se realizó con el fin de establecer parámetros hidrológicos representativos para la estimación del caudal de diseño del sistema de drenaje pluvial del proyecto.

La precipitación refleja el aporte más importante de agua sobre la superficie terrestre, y sus variaciones (temporales y espaciales) permiten identificar periodos relacionados con déficit o excesos de agua en una cuenca hidrográfica, puntos de partida para la formulación de proyectos tendientes al uso, control y regulación del recurso hídrico.

La información correspondiente al valor de cada una de las variables atmosféricas para cada uno de los meses y el total de cada año del periodo seleccionado serán Figurados en barras y líneas, con el objeto de observar el comportamiento de cada uno de los elementos durante el año en cada una de las estaciones seleccionadas para el estudio. La distribución temporal de los aguaceros se determina con el cálculo para cada estación del coeficiente pluviométrico o relación entre lo que llueve realmente cada mes y lo que debería llover si la precipitación fuera uniforme a lo largo del año. Así, con base en tal coeficiente, se identificaron claramente los periodos lluviosos o secos que durante el año son característicos para el sitio. Para el cálculo del índice mencionado, se utilizó la expresión:

$$Cp_i = \frac{P_i}{\overline{P}}$$

Dónde:

Cpi: Índice pluviométrico para el mes “i”
Pi: Precipitación observada para el mes “i” (mm)
$\overline{P}$: Precipitación promedia mensual

En la Tabla 2 y Grafico 1, se muestra el comportamiento de las precipitaciones mensuales y anuales para la estación seleccionada.

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

REGISTROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
ESTACION APTO BENITO SALAS (1995-2024)													
Medios	92.43	113.18	174.75	159.99	113.15	43.24	26.61	16.95	52.36	177.54	231.39	156.48	1358.08
Máximos	208.90	303.10	386.20	442.20	322.20	101.40	91.40	63.70	224.00	474.20	470.80	380.60	3468.70
Minimos	7.70	5.50	26.90	19.50	4.60	6.10	1.30	1.40	3.50	22.40	97.40	0.60	196.90

Tabla 2. Distribución máxima mensual de precipitación total de la estación Climatológica seleccionada en el área de influencia del estudio.

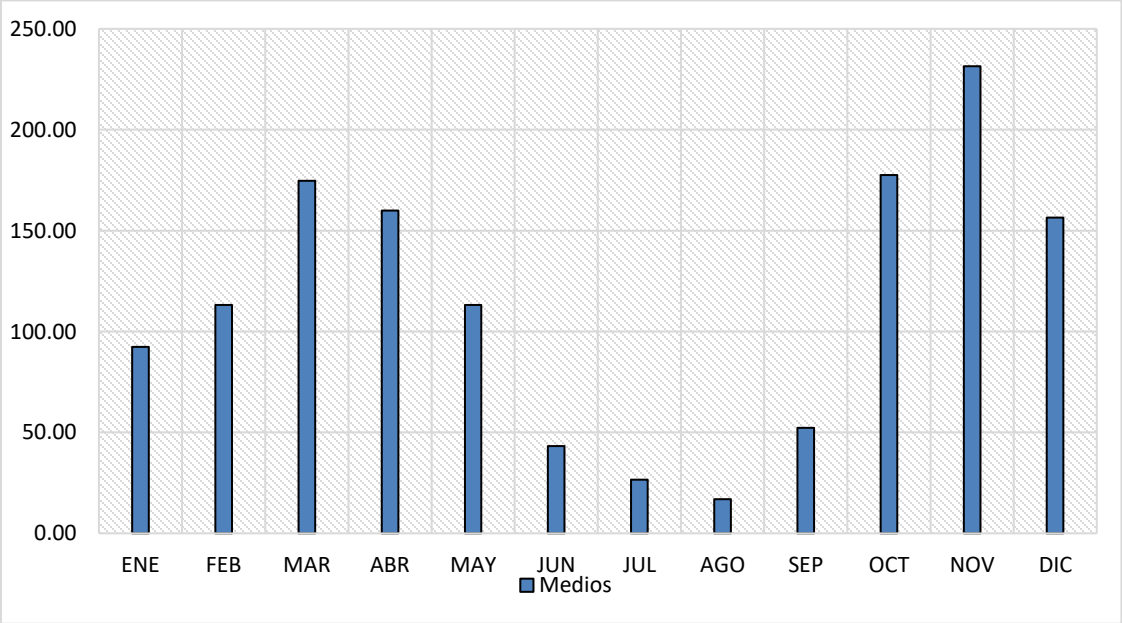


Grafico 1. Valores de precipitación total mensual de la Estación seleccionada.

En la Tabla 3 se presentan los valores obtenidos para el índice pluviométrico de la estación y su representación gráfica se muestra en el Gráfico 2, junto con la identificación de los periodos húmedos o secos para las mismas.

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Índice Cp. Apto Benito Salas	0.82	1.00	1.54	1.41	1.00	0.38	0.24	0.15	0.46	1.57	2.04	1.38

Tabla 3. Índice pluviométrico para las estaciones seleccionadas del área de influencia del proyecto.

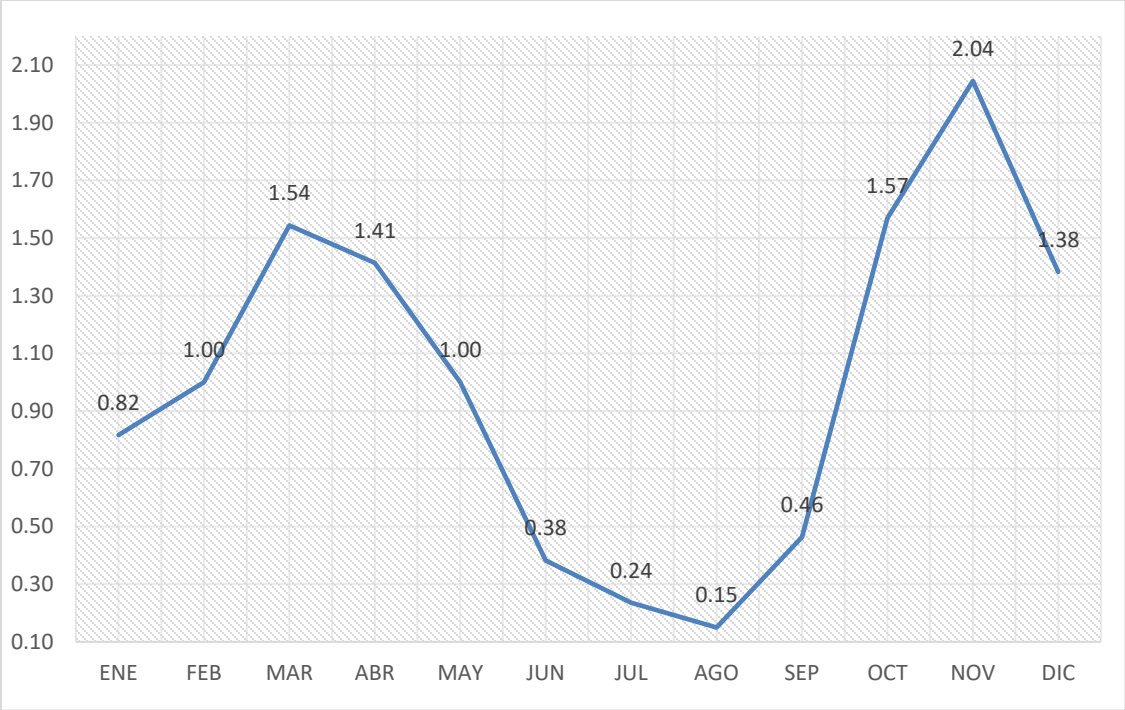


Grafico 2. Régimen de lluvias en la estación seleccionada.

De esta forma se revalida el tipo de régimen de precipitación encontrado en la zona objeto del presente estudio, cuyo comportamiento se estima de acuerdo a los datos y gráficos anteriormente presentados, de naturaleza bimodal, dentro de este comportamiento se observan los fenómenos de tipo meteorológico que se generan en el área aferente a la estación, estos fenómenos son caracterizados por dos periodos, tanto húmedos originados entre los meses de marzo a mayo y entre los meses de octubre y diciembre figurando el mes de noviembre como el

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

mes que registra las mayores precipitaciones; también se observa el periodo seco en el cual se encuentran los meses que registran los valores más bajos de precipitación, entre estos están los meses de junio a septiembre y los meses de enero y febrero, siendo agosto históricamente el mes con los menores registros de precipitación del año en las estaciones seleccionadas.

3.4.2. Precipitación máxima 24 horas

La precipitación máxima diaria constituye uno de los parámetros fundamentales para la caracterización hidrológica del área de estudio, ya que permite analizar el comportamiento de los eventos de lluvia y su incidencia en la generación de escorrentía superficial.

Para tal efecto, se emplearon registros históricos de precipitación correspondientes a la estación meteorológica seleccionada, con un periodo aproximado de 20 a 40 años, lo cual garantiza una representatividad adecuada de las condiciones climáticas de la zona.

REGISTROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
ESTACIÓN APTO BENITO SALAS													
Medios	39.51	42.38	50.26	54.76	41.21	20.49	12.55	10.24	25.84	53.50	63.53	52.41	467
Máximos	100.10	130.00	119.80	143.80	90.90	54.30	44.60	57.90	65.50	99.00	127.00	118.00	1150.9
Mínimos	4.20	2.40	7.20	7.60	1.80	2.10	0.60	0.70	2.60	6.80	23.80	0.50	60.3

Tabla 4. Valores de precipitación máxima en 24 horas de la estación Climatológica seleccionada en el área de influencia del estudio.

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

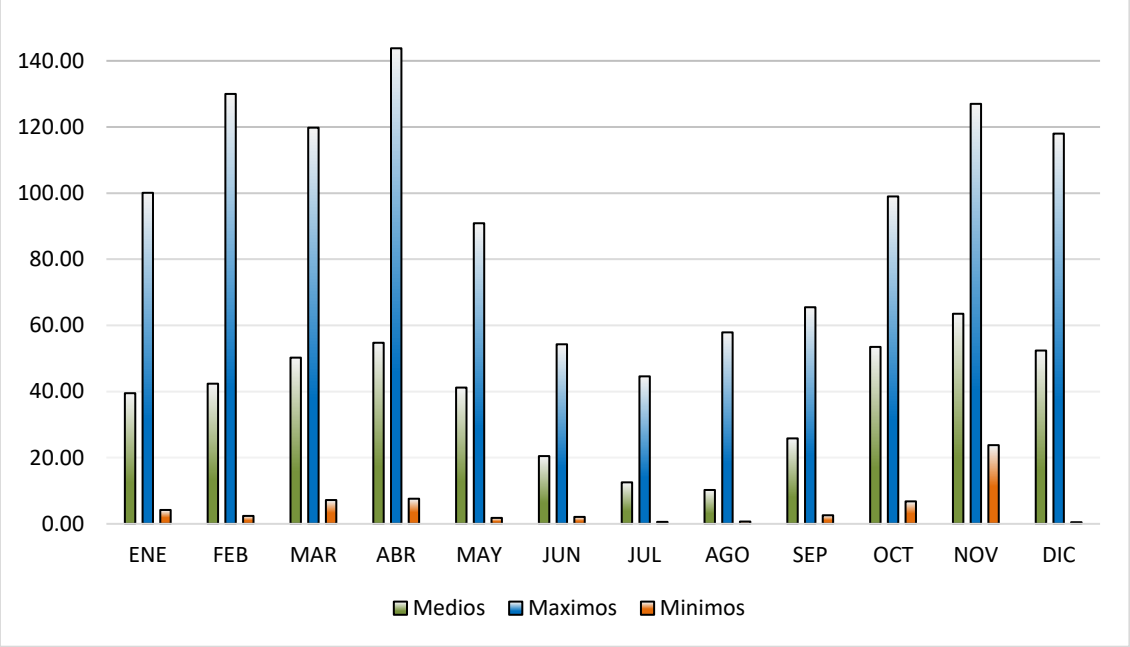


Gráfico 3. Precipitaciones máximas en 24 horas de la Estación seleccionada.

CARLOS ANDRES GORRON
INGENIERO CIVIL

3.4.3. Curvas intensidad – duración – frecuencia

Las curvas Intensidad-Frecuencia-Duración, IDF, son una de las herramientas más importantes para el cálculo de caudales máximos. Para obtener las curvas son indispensables los registros pluviométricos de una estación lo más cercana a la cuenca de interés, en este caso es la estación Pluviométrica “Neiva”, para poder asumir el mismo régimen de lluvias en la cuenca y en el sitio de emplazamiento de la estación.

No	Año	Precipitación 24 horas (mm)	No	Año	Precipitación 24 horas (mm)
1	1995	72.5	21	2015	50.6
2	1996	99.8	22	2016	119.8
3	1997	63.7	23	2017	143.8

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

4	1998	70.7	24	2018	79.5
5	1999	130.0	25	2019	70.5
6	2000	73.2	26	2020	126.4
7	2001	84.0	27	2021	127
8	2002	96.2	28	2022	70
9	2003	74.8	29	2023	73.2
10	2004	69.3	30	2024	52.3
11	2005	86.3			
12	2006	85.0			
13	2007	96.0			
14	2008	89.1			
15	2009	70.2			
16	2010	83.0			
17	2011	81.3			
18	2012	100.5			
19	2013	89.7			
20	2014	78.9			

Tabla 5. Valores de precipitación máxima 24 horas

3.4.4. Curvas IDF Método de "Curvas Sintéticas Regionalizadas para Colombia"

Para el cálculo de las curvas de intensidad – duración – frecuencia, se tuvo en cuenta la metodología de "Curvas Sintéticas Regionalizadas para Colombia", estudio adelantado por Rodrigo Vargas y Mario Díaz-Granados (1998) que se encuentra basado en el uso del registro histórico de lluvias máximas 24 horas, debido a la aplicabilidad que tiene el método por estar fundamentado en un estudio realizado en Colombia.

$$\text{IDF} = \ i = \frac{a * T^b * M^d}{(\frac{t}{60})^c}$$

Dónde:

i = Intensidad de la precipitación (mm/hr)

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

T = Periodo de retorno (año)
M = Precipitación máxima promedio anual (mm)
t = Duración de la lluvia (min)
a, b, c, d = Parámetros de ajustes de la regresión por región

Para el caso del Departamento del Huila se tiene:

PARÁMETROS DE LA REGRESIÓN POR REGIÓN				
Región	**a**	**b**	**c**	**d**
Andina R1	0.94	0.18	0.66	0.83

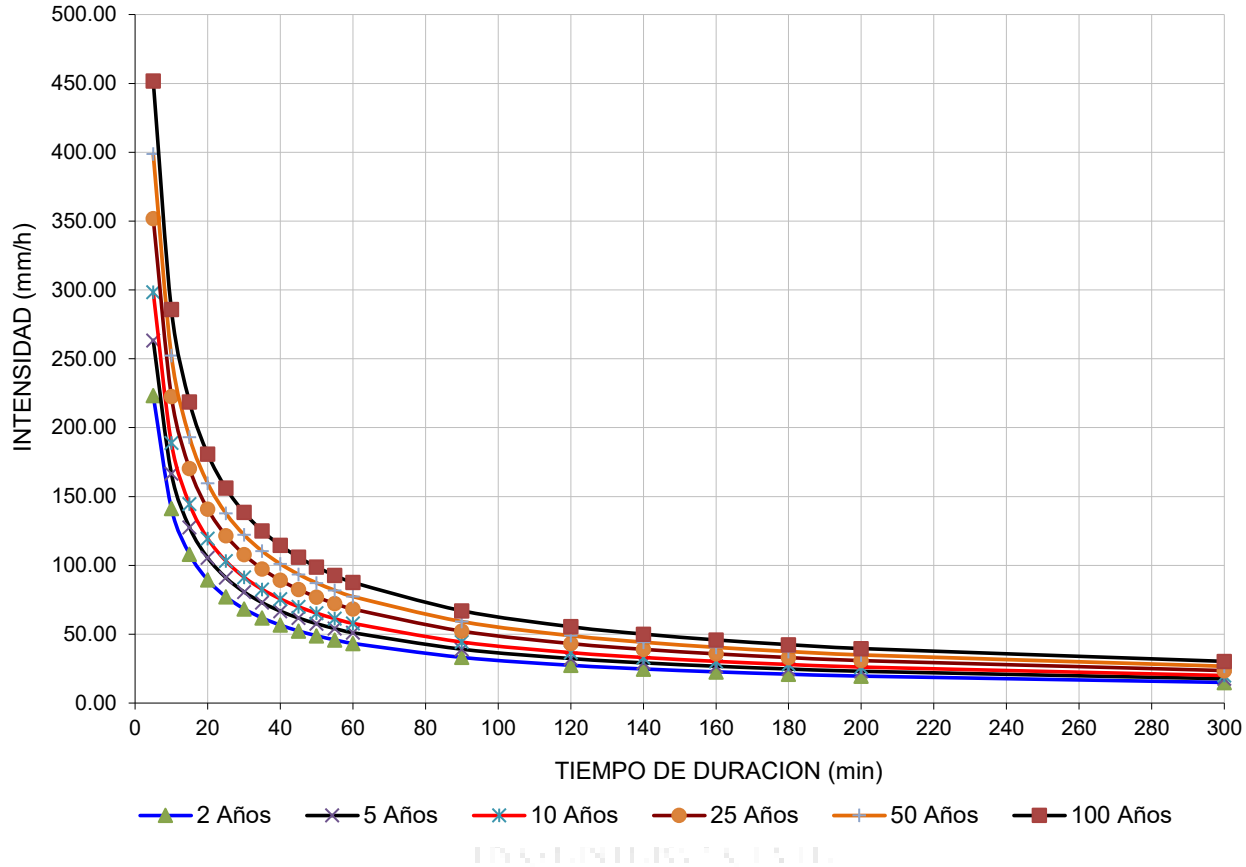
Tabla 6. Parámetros de ajustes de la regresión por región

T = AÑOS	DURACIÓN EN MINUTOS													
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	100	120
3	223.36	141.36	108.17	89.46	77.21	68.46	61.84	56.62	52.38	48.87	45.89	43.33	33.15	27.42
5	263.41	166.71	127.56	105.50	91.06	80.73	72.92	66.77	61.78	57.63	54.11	51.09	39.10	32.34
10	298.41	**188.86**	144.52	119.52	103.16	91.46	82.61	75.64	69.99	65.29	61.31	57.88	44.29	36.63
25	351.92	222.72	170.43	140.96	121.65	107.86	97.43	89.21	82.54	76.99	72.30	68.26	52.24	43.20
50	398.69	252.32	193.08	159.69	137.82	122.19	110.37	101.06	93.50	87.22	81.91	77.33	59.18	48.94
100	451.66	285.85	218.73	180.91	156.13	138.43	125.04	114.49	105.93	98.81	92.79	87.61	67.04	55.45

Gráfico 4. Curvas de intensidad duración y frecuencia (IDF) – INVIAS

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño



A partir del análisis de la información pluviométrica disponible y considerando las condiciones climáticas del área de estudio, se obtuvo una intensidad de lluvia de 188.86 mm/h, correspondiente a un periodo de retorno de 10 años y una duración de 10 minutos.

No obstante, con el fin de adoptar un criterio conservador en el diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial, se establece una intensidad de lluvia de diseño de:

I = 200 mm/h

Este valor permite garantizar un margen de seguridad adecuado frente a posibles variaciones en los eventos de precipitación, asegurando la capacidad hidráulica del sistema proyectado.

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

4. CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO

La determinación del caudal de escorrentía superficial constituye uno de los aspectos fundamentales en el diseño de sistemas de drenaje pluvial, ya que permite establecer la capacidad hidráulica requerida para garantizar la adecuada evacuación de las aguas lluvias generadas sobre el área del proyecto.

En el presente estudio, considerando que el área de drenaje corresponde a superficies urbanas de pequeña extensión, con alta impermeabilidad y tiempos de respuesta hidráulica reducidos, se adopta el método racional, el cual es ampliamente utilizado en el diseño de sistemas de drenaje urbano menor.

Este método permite estimar el caudal máximo instantáneo generado por un evento de precipitación, bajo el supuesto de que la intensidad de lluvia es uniforme sobre toda el área de drenaje y durante un tiempo igual o superior al tiempo de concentración.

El método racional se expresa mediante la siguiente relación:

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

4.1. Consideraciones del método racional

El método racional se fundamenta en los siguientes supuestos:

- La lluvia presenta una intensidad constante durante un tiempo igual o mayor al tiempo de concentración del área.
- Toda el área de drenaje contribuye simultáneamente al punto de salida.
- La escorrentía generada es proporcional a la intensidad de precipitación y al área tributaria.
- Las pérdidas por infiltración, evaporación o almacenamiento superficial son despreciables en superficies altamente impermeables.

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

Dichas condiciones se cumplen de manera adecuada en el presente proyecto, dado que se trata de superficies en concreto esmaltado, con baja capacidad de infiltración y rápida respuesta hidráulica.

4.2. parámetros de cálculo.

Los parámetros utilizados en la estimación del caudal de diseño fueron definidos con base en el análisis hidrológico previo y en criterios técnicos aplicables a drenajes urbanos:

- **Área de drenaje (A):** Corresponde al área total del complejo deportivo, incluyendo pista de patinaje, placa polideportiva, zonas duras y áreas urbanizadas. **A = 4705 m² (0.47 ha)**

- **Coeficiente de escorrentía (C):** Representa la fracción de la precipitación que se transforma en escorrentía superficial. **Para superficies impermeables en concreto: C = 0.95**

- **Intensidad de lluvia (I):** Corresponde a la intensidad asociada al periodo de retorno y tiempo de concentración adoptados. A partir del análisis pluviométrico se obtuvo un valor de: **I = 188.86 mm/.** Sin embargo, con el fin de adoptar un criterio conservador de diseño, se establece: **I = 200 mm/h**

- **Periodo de retorno (Tr):** 10 años, acorde con el tipo de infraestructura urbana.

- **Tiempo de concentración (Tc):** 5 minutos, considerando las dimensiones reducidas del área y las condiciones de escorrentía superficial.

4.3. Conversión de unidades

Para la aplicación del método racional, la intensidad de lluvia debe expresarse en unidades del Sistema Internacional:

$$I = 200\,mm/h = \frac{200}{1000 \times 3600} = 0.0000556\,m/s$$

4.4. Cálculo del Caudal de diseño

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

$$Q = 0.95\ X \frac{0.0000556\ m}{s} X\ 4705\ m2$$

$$Q = 0.248 \frac{m3}{s} = 248 \frac{l}{s}$$

El caudal obtenido representa el volumen máximo de escorrentía superficial que puede generarse en el área del proyecto bajo condiciones críticas de diseño, caracterizadas por una alta intensidad de precipitación y una respuesta hidrológica rápida debido a la impermeabilidad de las superficies.

Este resultado indica que el sistema de drenaje deberá ser capaz de evacuar un volumen considerable de agua en un periodo corto de tiempo, evitando la acumulación superficial que pueda afectar la funcionalidad y seguridad de las áreas deportivas y zonas de circulación. En este sentido, el diseño debe contemplar un sistema de evacuación eficiente que permita la conducción continua del flujo sin generar encharcamientos.

Adicionalmente, es importante resaltar que el caudal calculado corresponde al aporte total del área del proyecto; sin embargo, para efectos del diseño hidráulico, este será distribuido en función de la geometría, las pendientes y la configuración del sistema de drenaje, mediante la definición de subcuencas de aportación, la localización estratégica de sumideros y el análisis por tramos de conducción, garantizando así un funcionamiento hidráulico adecuado del sistema en su conjunto.

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

5. DISTRIBUCIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO

Una vez determinado el caudal total de escorrentía del proyecto, es necesario definir la forma en que dicho caudal será captado, conducido y evacuado dentro del sistema de drenaje pluvial.

Debido a la extensión del complejo deportivo y a la diversidad de superficies presentes, el diseño hidráulico no se basa en una captación puntual aislada, sino en un sistema combinado de captación lineal y puntual, permitiendo una evacuación progresiva, controlada y eficiente del agua lluvia.

5.1. Concepto hidráulico del drenaje

El drenaje superficial del proyecto se fundamenta en el principio de escorrentía gravitacional, donde el agua se desplaza siguiendo la pendiente natural o inducida de las superficies.

Por lo tanto, el diseño debe garantizar:

- Direccionamiento adecuado del flujo
- Evacuación continua sin interrupciones
- Evitar zonas de empozamiento
- Control de velocidades para evitar erosión o sedimentación

5.2. Criterios de sectorización del área

La división del área del proyecto en subcuencas se realiza con base en los siguientes criterios técnicos:

- Configuración geométrica del proyecto
- Pendientes superficiales existentes o proyectadas
- Ubicación de bordes, andenes y confinamientos
- Funcionalidad de las zonas (deportivas, recreativas, circulaciones)
- Identificación de puntos bajos naturales

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

Esta sectorización permite asignar caudales específicos a cada zona y diseñar el sistema de drenaje de manera eficiente.

5.3. Definición de subcuencas del proyecto

Con base en el análisis del plano arquitectónico y urbanístico, el área del proyecto se divide en las siguientes subcuencas hidráulicas:

- ***Subcuenca 1: Pista de patinaje***

Corresponde a la pista perimetral del proyecto, caracterizada por una superficie continua en concreto.

- Presenta alta impermeabilidad
- Tiene pendiente dirigida hacia los bordes laterales
- Genera escorrentía rápida

Comportamiento hidráulico: El agua es conducida hacia los bordes laterales, donde es captada mediante una cuneta perimetral continua con rejilla, la cual actúa como elemento principal de captación y conducción.

- ***Subcuenca 2: Plazoleta central y zonas recreativas***

Incluye áreas internas del parque, como:

- Plazoletas
- Zonas de estancia
- Áreas recreativas

Comportamiento hidráulico: El flujo converge hacia puntos bajos internos, donde se ubican sumideros de captación puntual.

- ***Subcuenca 3: Áreas duras externas y circulaciones***

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

Corresponde a:

- Superficies impermeables
- Escorrentía dirigida hacia bordes

Comportamiento hidráulico: El agua es captada mediante sumideros localizados, ubicados en zonas estratégicas.

- ***Subcuenca 4: Pista de BMX***

- Superficie granular
- Genera escorrentía con sedimentos

Comportamiento hidráulico: El drenaje se realiza mediante cuneta perimetral superficial, conduciendo el flujo hacia un punto de control con retención de sedimentos antes de su incorporación al sistema principal.

5.4. Distribución del caudal por subcuencas

El caudal total del proyecto:

Q = 248 L/s

Este caudal se distribuye proporcionalmente entre las subcuencas, considerando:

- Área de aporte
- Pendiente
- Tipo de superficie
- Coeficiente de escorrentía

Esta distribución permite dimensionar adecuadamente los elementos del sistema.

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

5.5. Criterios para ubicación de sumideros

Los sumideros constituyen estructuras de captación puntual cuya ubicación responde a criterios hidráulicos y geométricos.

Se ubican en:

- Puntos bajos
- Intersecciones de flujo
- Cambios de pendiente
- Zonas donde no es viable captación lineal

Dado que el sistema incorpora cunetas perimetrales como elemento principal de captación, los sumideros se utilizan únicamente como estructuras complementarias.

5.6. Estimación preliminar del número de sumideros

La estimación del número de sumideros se realiza con base en criterios de diseño hidráulico urbano, considerando que la normativa RAS 0330 de 2017 no establece un valor fijo de captación por unidad, sino que su dimensionamiento depende de las condiciones de escorrentía, geometría y tipo de superficie.

Inicialmente, a partir del caudal total del proyecto:

Q = 248 L/s

Se obtiene una estimación preliminar:

$$N = \frac{248}{30} = 8.26\ sumideros$$

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

Sin embargo, con el fin de optimizar el sistema y reducir costos constructivos, se adopta un esquema de drenaje basado principalmente en captación lineal mediante cunetas perimetrales, lo cual permite disminuir la cantidad de estructuras puntuales.

En consecuencia, el número de sumideros adoptado en el diseño es: 4 a 5 sumideros, ubicados estratégicamente en zonas específicas del proyecto

5.7. Sistema de captación

El sistema de captación se compone de:

- Cuneta perimetral continua en la pista
- Cuneta superficial en la zona BMX
- Sumideros puntuales en zonas específicas

Este enfoque reduce la dependencia de estructuras puntuales y mejora la eficiencia hidráulica.

5.8. Sistema de conducción

El sistema de conducción se plantea mediante una red simplificada, compuesta por:

- Tuberías secundarias que conectan sumideros
- Una tubería principal de evacuación
- Cajas de inspección estratégicamente ubicadas
- Caja principal de recolección
- Caja de salida hacia la red existente

5.8.1. Descarga final

El sistema descarga hacia los sumideros existentes en la vía perimetral del proyecto, evitando la necesidad de diseñar nuevas estructuras de entrega.

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

6. DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

El presente capítulo desarrolla el dimensionamiento hidráulico del sistema de drenaje pluvial proyectado para el complejo recreativo, con el propósito de garantizar la adecuada captación, conducción y evacuación del agua lluvia generada sobre las diferentes superficies del proyecto.

El diseño se fundamenta en el caudal de escorrentía previamente determinado en el análisis hidrológico, el cual integra las condiciones de precipitación, características de las superficies y área de aporte. A partir de este caudal, se estructura un sistema hidráulico compuesto por elementos de captación superficial, conducción y descarga final, asegurando condiciones de flujo estables, controladas y acordes con la normativa vigente.

Dado que el proyecto presenta una configuración geométrica heterogénea, con superficies impermeables de alta escorrentía y áreas con comportamiento diferenciado, el sistema se concibe bajo un enfoque de drenaje distribuido. Este enfoque permite sectorizar hidráulicamente el área de estudio, evitando la concentración excesiva de caudal en un solo punto y optimizando el dimensionamiento de los elementos que conforman la red.

El diseño hidráulico se desarrolla mediante la aplicación de principios de flujo a superficie libre, empleando formulaciones empíricas ampliamente aceptadas en ingeniería sanitaria, complementadas con procesos iterativos de ajuste de parámetros hidráulicos y verificación mediante herramientas computacionales especializadas.

6.1. Normativa Aplicable

6.2.1. Criterios de Diseño para redes de Aguas Lluvias de acuerdo con la resolución 0330 de 2017.

- Diámetro mínimo: 260 mm. Que equivale a 12”

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

- Criterios de autolimpieza: Se debe tener un esfuerzo cortante mínimo de 2 Pa
- para las condiciones iniciales y finales del período de diseño.
- Relación máxima entre profundidad de flujo y diámetro de la tubería: 0,93.
- Velocidad máxima: 5 m/s.
- Régimen de flujo: evitar 0,9 ≤ NF ≥ 1,1
- Profundidad mínima de la tubería a clave: 1,2 m vías vehiculares.

6.2. Sectorización hidráulica del proyecto

Con el fin de optimizar el comportamiento hidráulico del sistema y evitar el sobredimensionamiento de los elementos de conducción, el área del proyecto se divide en subcuencas, considerando:

- La configuración geométrica del proyecto
- Las pendientes superficiales proyectadas
- El tipo de superficie (impermeable o semipermeable)
- Los puntos naturales de concentración del flujo

Esta sectorización permite distribuir el caudal de diseño en diferentes zonas, facilitando el diseño independiente de los sistemas de captación y conducción, y reduciendo la carga hidráulica en el colector principal.

Se identifican las siguientes subcuencas principales:

- Zona de pista de patinaje
- Zona de plazoleta
- Zona de parqueadero
- Zona de pista BMX

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

Cada una presenta un comportamiento hidráulico particular, el cual es considerado en el diseño.

6.3. Distribución de caudales por subcuencas

A partir del caudal total de diseño del proyecto:

$$Q = 248\, L/s$$

se realiza la distribución del flujo en función de las áreas de aporte y características de cada subcuenca.

Esta distribución permite definir caudales parciales para el dimensionamiento de las tuberías secundarias, evitando la concentración total del flujo en un único elemento de conducción.

De manera aproximada, se adopta la siguiente distribución:

- Pista de patinaje: 124 L/s
- Plazoleta: 74 L/s
- Parqueadero: 50 L/s

Estos valores podrán ser ajustados en función del análisis detallado de áreas y pendientes del proyecto.

6.4. Metodología de dimensionamiento hidráulico

El dimensionamiento de los elementos del sistema se realiza mediante un proceso iterativo de análisis hidráulico, en el cual se evalúan diferentes combinaciones de diámetro, pendiente y condiciones de flujo.

Este procedimiento permite:

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

- Verificar la capacidad hidráulica de cada elemento
- Ajustar las condiciones de flujo hacia regímenes estables
- Optimizar el diseño en términos técnicos y económicos

El proceso se fundamenta en el uso de ecuaciones empíricas de flujo uniforme y su validación mediante herramientas computacionales, garantizando la coherencia entre el análisis teórico y el comportamiento hidráulico real del sistema.

6.5. Fundamentos de cálculo hidráulico

El dimensionamiento de las tuberías se realiza mediante la ecuación de Manning, aplicable a flujo uniforme en conductos a superficie libre:

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

CARLOS ANDRES GORRON
INGENIERO CIVIL

6.6. Cálculo De La Capacidad Hidráulica De La Tubería Propuesta

El dimensionamiento de la tubería principal del sistema de drenaje se realiza a partir del caudal de diseño total del proyecto, considerando las condiciones de flujo a superficie libre y aplicando la ecuación de Manning para flujo uniforme.

El análisis se enfoca en determinar el diámetro y la pendiente que permitan transportar el caudal de diseño bajo condiciones hidráulicas estables, cumpliendo con los criterios normativos establecidos.

6.6.1. Parámetros de diseño

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

Para el análisis hidráulico se adoptan los siguientes parámetros:

- Caudal de diseño: Q= 0.248 m^3/s
- Material de la tubería: PVC
- Coeficiente de rugosidad de Manning: n=0.013
- Pendiente longitudinal adoptada: S=2%=0.02
- Tipo de flujo: flujo uniforme a superficie libre

6.6.2. Evaluación de alternativas de diámetro

Con el fin de determinar el diámetro adecuado del colector principal, se evaluaron diferentes diámetros comerciales, considerando su capacidad hidráulica bajo condiciones de flujo uniforme.

➢ **Evaluación del diámetro mínimo 260 mm (12" = 0.30 m)**

Área hidráulica

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi (0.30)^2}{4} = 0.0707\ m^2$$

Radio hidráulico

Para flujo lleno:

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

$$R = \frac{D}{4} = \frac{0.30}{4} = 0.075\, m$$

- **Capacidad hidráulica**

$$Q = \frac{1}{0.013} \cdot 0.0707 \cdot (0.075)^{2/3} \cdot (0.02)^{1/2}$$

$$Q = 0.20\, m^3/s = 200\, L/s$$

El caudal obtenido es inferior al caudal de diseño:

200L/s < 248 L/s

Por lo tanto, el diámetro de 12" no cumple hidráulicamente.

CARLOS ANDRES GORRON
INGENIERO CIVIL

➢ **Evaluación del diámetro mínimo 375 mm (15" = 0.375 m)**

- **Área hidráulica**

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi (0.375)^2}{4} = 0.1104\, m^2$$

- **Radio hidráulico**

Para flujo lleno:

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

$$R = \frac{D}{4} = \frac{0.375}{4} = 0.09375m$$

- **Capacidad hidráulica**

$$Q = \frac{1}{0.013} \cdot 0.1104 \cdot (0.09375)^{2/3} \cdot (0.02)^{1/2}$$

$$Q = 0.36\, m^3/s = 360\, L/s$$

El caudal obtenido es superior al caudal de diseño:

360 L/s > 248 L/s

El diámetro de 15” presenta capacidad suficiente; sin embargo, al analizar las condiciones de flujo, se evidencian velocidades elevadas y comportamiento cercano a régimen supercrítico, lo cual no es recomendable en tramos principales del sistema.

➢ **Evaluación del diámetro mínimo 450 mm (18” = 0.45 m)**

- **Área hidráulica**

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi(0.45)^2}{4} = 01590\, m^2$$

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

- **Radio hidráulico**

Para flujo lleno:

$$R = \frac{D}{4} = \frac{0.45}{4} = 0.1125\ m$$

- **Capacidad hidráulica**

$$Q = \frac{1}{0.013} \cdot 0.1590 \cdot (0.1125)^{2/3} \cdot (0.008)^{1/2}$$

$$Q = 0.254 \frac{m^3}{s} = 254\ L/s$$

El caudal obtenido es superior al caudal de diseño:

254 L/s > 248 L/s

Se adopta un diámetro de 18”, el cual permite transportar el caudal de diseño con condiciones hidráulicas más estables.

6.6.3. Selección del diámetro y pendiente

A partir del análisis iterativo realizado, se adoptan los siguientes valores de diseño para el colector principal:

- Diámetro: D=0.45m(18”)
- Pendiente: S=0.008

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

Estos valores permiten alcanzar un equilibrio entre capacidad hidráulica, estabilidad del flujo y viabilidad constructiva.

6.6.4. Verificación de la velocidad

La velocidad del flujo se calcula como:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.248}{0.1590} = 1.83\, m/s$$

Verificación normativa

- Velocidad mínima recomendada: > 0.6 m/s ✓
- Velocidad máxima permitida: < 5 m/s ✓

Cumple con los criterios del RAS 0330

6.6.5. Verificación del régimen de flujo

El flujo en la tubería se desarrolla a superficie libre y en condiciones subcríticas, garantizando estabilidad hidráulica y adecuada operación del sistema.

La relación entre tirante y diámetro se mantiene dentro de los límites normativos:

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

$$\frac{y}{D} = \frac{0.3582}{0.45} = 0.796 < 0.93$$

El diámetro seleccionado garantiza la capacidad hidráulica necesaria para transportar el caudal de diseño del proyecto, cumpliendo con los criterios establecidos en la normativa vigente en cuanto a velocidad, capacidad y régimen de flujo.

El análisis realizado permite establecer que una tubería de diámetro 18" con pendiente del 0.8% cumple con los requisitos hidráulicos del sistema, garantizando la evacuación del caudal de diseño bajo condiciones de flujo estables y controladas.

6.7. Verificación hidráulica mediante software (HCanales V.3)

Con el fin de validar los resultados obtenidos mediante el análisis hidráulico teórico, se realiza la verificación del comportamiento del flujo utilizando el software libre **HCanales V.3**, el cual implementa las ecuaciones fundamentales de la hidráulica, incluyendo la ecuación de Manning para flujo uniforme en conductos a superficie libre.

Para el análisis se emplean los parámetros previamente definidos en el diseño:

- Caudal de diseño:

$$Q = 0.248\, m^3/s$$

- Diámetro adoptado:

$$D = 0.45\, m\ (18")$$

Andres.civil.cg@gmail.com

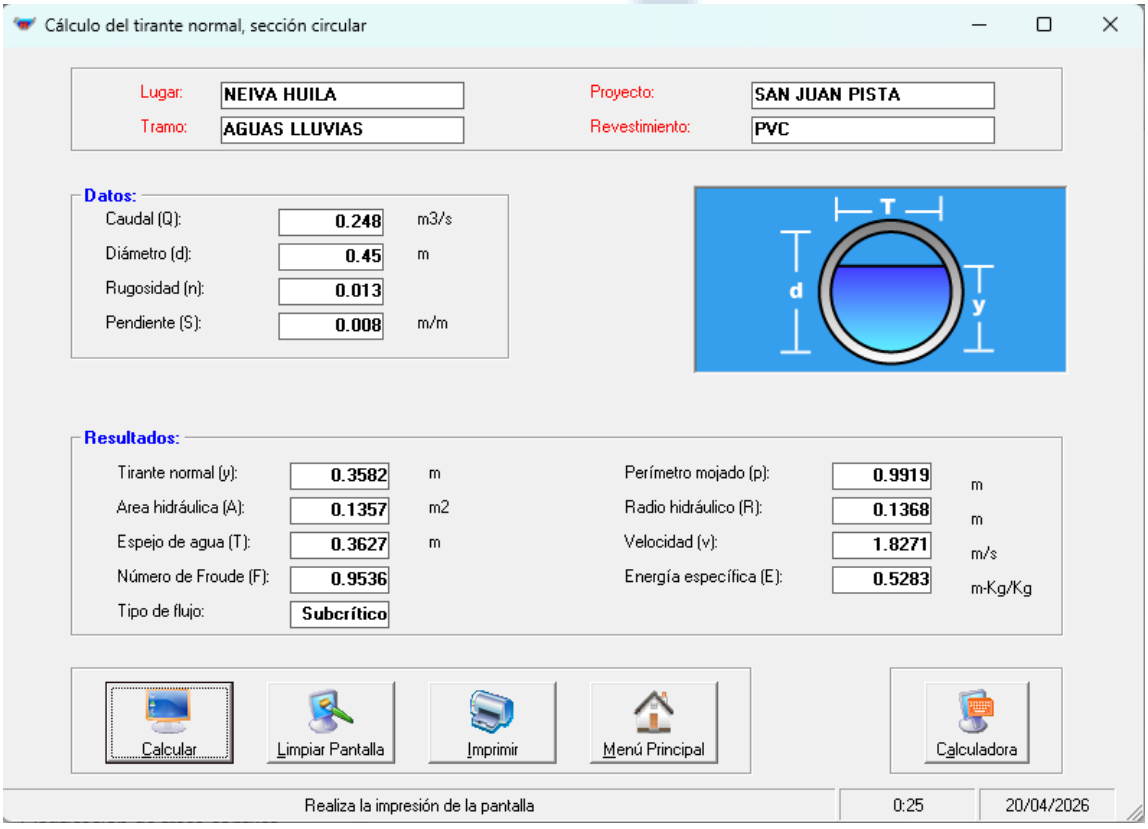
Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

- Pendiente:

$$S = 0.02$$

- Coeficiente de rugosidad:

$$n = 0.013$$



Del análisis en el software se obtienen los siguientes resultados:

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

- Tirante hidráulico: 0.358 m
- Velocidad del flujo: 1.83 m/s
- Relación de llenado (y/D): 0.79
- Número de Froude: 0.95

Los resultados obtenidos evidencian que el flujo en la tubería se desarrolla en régimen subcrítico, condición deseable en sistemas de drenaje pluvial, ya que garantiza estabilidad y control hidráulico.

La velocidad se encuentra dentro de los rangos establecidos por la normativa vigente, mientras que la relación de llenado indica que la tubería trabaja parcialmente llena, conservando capacidad disponible ante eventuales incrementos de caudal.

La simulación realizada confirma la validez del diseño hidráulico adoptado, evidenciando que la tubería seleccionada cumple con los criterios de capacidad, velocidad y régimen de flujo, garantizando un funcionamiento adecuado del sistema.

6.8. Diseño de ramales secundarios

Caudales:

- Pista: 124 L/s
- Plazoleta: 74 L/s
- Parqueadero: 50 L/s

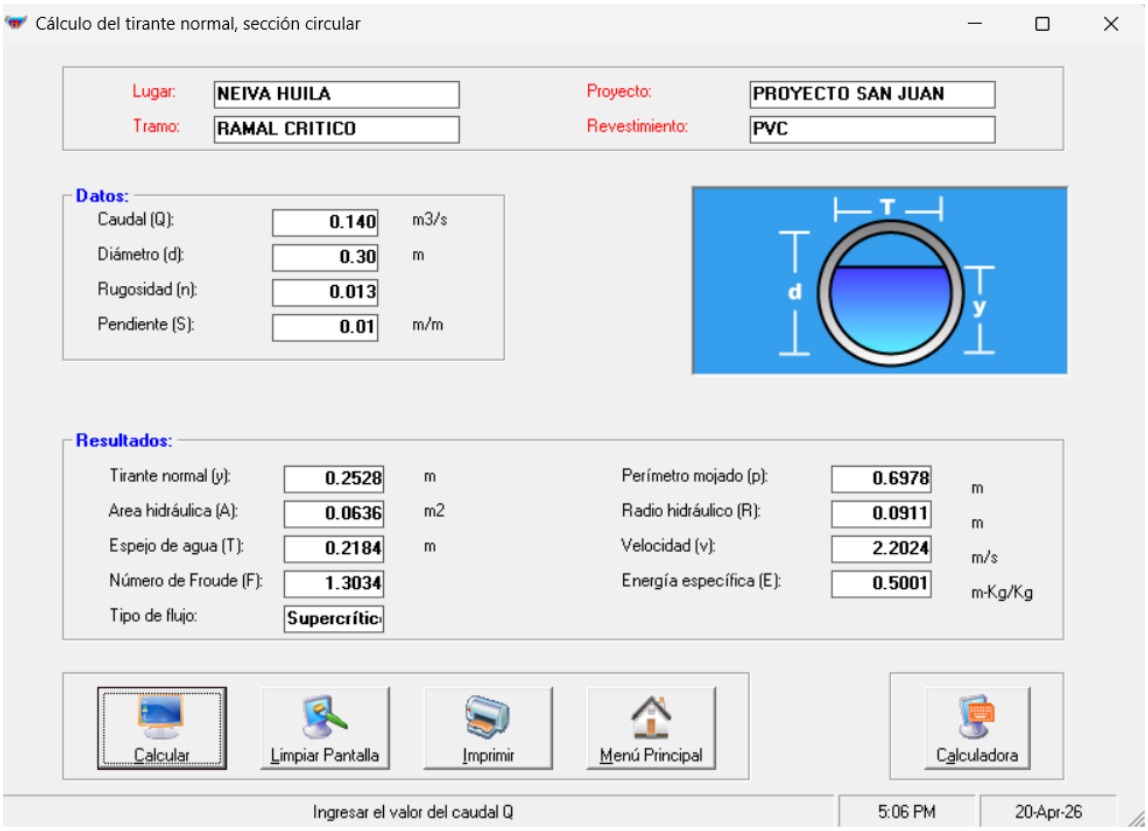
Parámetros:

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

- D = 0.30 m (12”)
- S = 0.01

Evaluación (ramal crítico)



El análisis hidráulico de los ramales secundarios evidencia que el flujo se desarrolla en condiciones de régimen supercrítico, debido a las pendientes adoptadas y al diámetro mínimo utilizado.

No obstante, esta condición se considera aceptable, teniendo en cuenta que:

- ✓ Los ramales presentan longitudes reducidas
- ✓ No existen estructuras hidráulicas intermedias
- ✓ El flujo es conducido directamente hacia el colector principal

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

En este sentido, el comportamiento hidráulico no compromete la estabilidad del sistema ni su funcionamiento.

6.9. Diseño Hidráulico De Cuneta Perimetral

El drenaje superficial de la pista de patinaje se resuelve mediante una cuneta perimetral de sección rectangular en concreto reforzado, la cual permite la captación continua del escurrimiento generado sobre la superficie impermeable, conduciendo el flujo de manera controlada hacia el sistema de drenaje subterráneo.

Este tipo de solución se adopta considerando la geometría del proyecto, la alta impermeabilidad de la superficie y la necesidad de evitar acumulaciones puntuales de agua, privilegiando un sistema de captación lineal que garantice una evacuación progresiva.

- **Parámetros:**

  - Q = 124 L/s
  - b = 0.40 m
  - h = 0.35 m
  - S = 0.005
  - n = 0.015

- **Resultados (HCanales):**

  - Tirante: 0.276 m
  - Velocidad: 1.12 m/s
  - Froude: 0.68

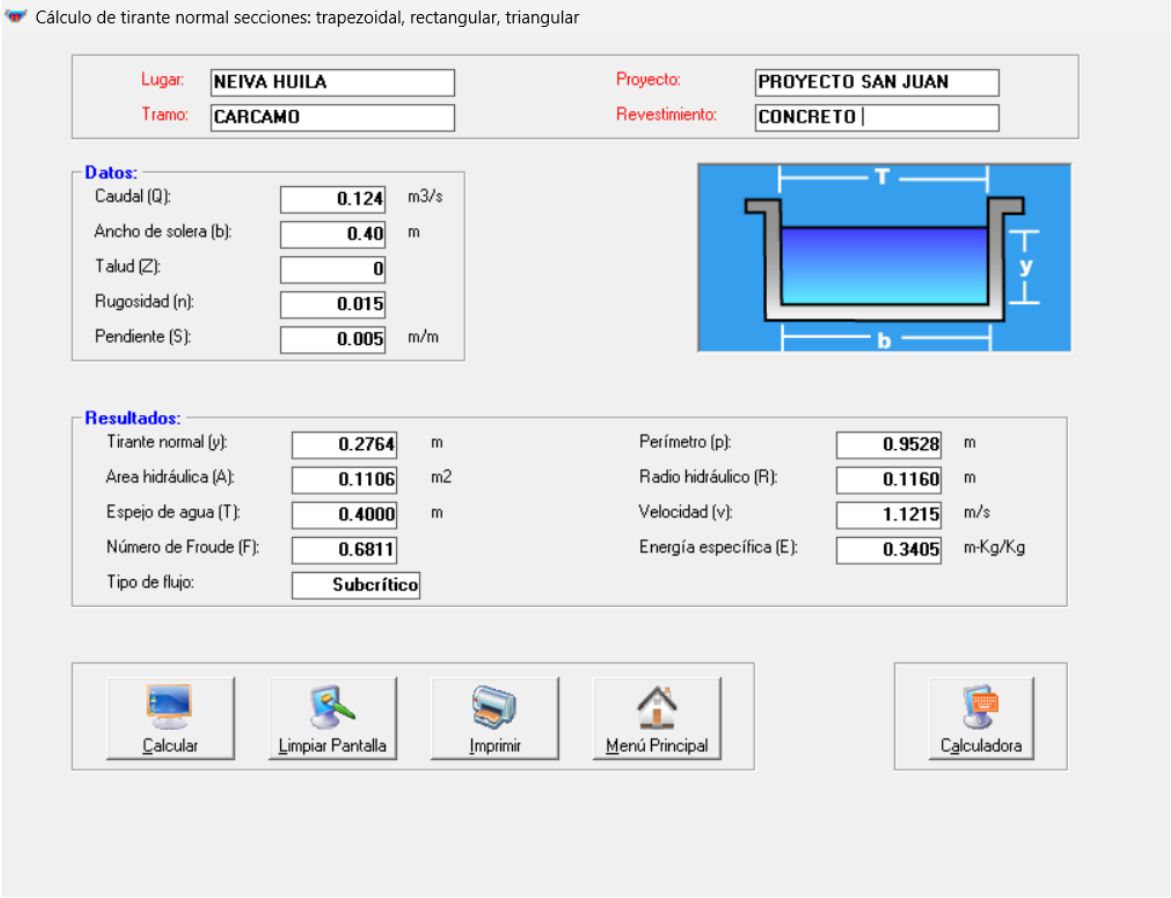
- **Verificación:**

  - Flujo subcrítico ✓

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

- Velocidad adecuada ✓
- No desborda ✓
- Borde libre garantizado ✓



El comportamiento hidráulico del canal se evalúa mediante la ecuación de Manning para flujo uniforme, considerando las condiciones de operación reales del sistema.

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

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

El análisis se complementa mediante simulación en el software HCanales, obteniendo los siguientes resultados:

- Tirante hidráulico: **0.276 m**
- Velocidad del flujo: **1.12 m/s**
- Número de Froude: **0.68**

El valor del número de Froude indica que el flujo se desarrolla en régimen subcrítico, condición deseable en canales abiertos, ya que garantiza:

- ✓ Mayor control hidráulico del flujo
- ✓ Menor sensibilidad a perturbaciones
- ✓ Reducción del riesgo de inestabilidad

Este comportamiento cumple con los lineamientos de la Resolución 0330 de 2017 para estructuras de drenaje superficial.

La velocidad obtenida en el canal es:

$$V = 1.12\, m/s$$

Este valor se encuentra dentro del rango recomendado para canales revestidos en concreto, garantizando:

- Capacidad de autolimpieza (evita sedimentación)
- Ausencia de procesos erosivos
- Funcionamiento hidráulico estable

El tirante obtenido:

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

$$y = 0.276\,m$$

es inferior a la altura total del canal:

$$h = 0.35\,m$$

lo cual indica que el canal no opera a sección llena y presenta capacidad adicional disponible.

Se garantiza un borde libre de:

$$0.35 - 0.276 = 0.074\,m$$

Este margen permite absorber variaciones en el caudal, irregularidades constructivas y posibles incrementos de escorrentía, reduciendo el riesgo de desbordamientos.

CARLOS ANDRES GORRON
INGENIERO CIVIL

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

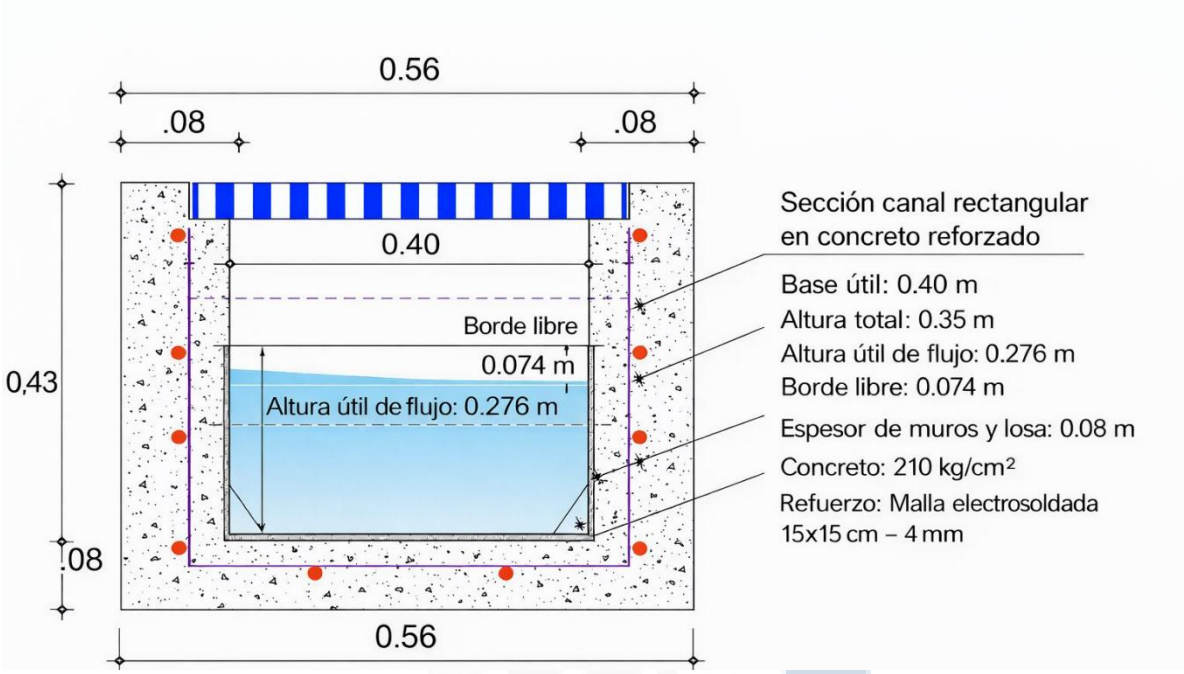


Figura 2. Detalle de Cárcamo (canal) de aguas lluvias perimetral

CARLOS ANDRES GORRON

El canal perimetral adoptado cumple con los criterios hidráulicos y normativos establecidos, garantizando:

- ✓ Flujo en régimen subcrítico
- ✓ Velocidades adecuadas
- ✓ Capacidad suficiente
- ✓ Seguridad hidráulica mediante borde libre

En consecuencia, la solución planteada es técnicamente viable y adecuada para el drenaje de la pista de patinaje.

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

CONCLUSIONES

El sistema de drenaje pluvial proyectado para el complejo recreativo se concibe como una solución integral, técnicamente estructurada y funcionalmente eficiente, que garantiza la adecuada captación, conducción y evacuación del agua lluvia generada sobre las diferentes superficies del proyecto.

A partir del análisis hidrológico realizado, se estableció un caudal de diseño representativo, el cual fue distribuido estratégicamente en subcuencas, permitiendo el dimensionamiento independiente y optimizado de cada uno de los componentes del sistema. Esta sectorización hidráulica constituye un elemento clave del diseño, ya que evita la concentración excesiva de caudales y mejora el comportamiento global del sistema.

El esquema adoptado integra de manera coherente cunetas perimetrales, sumideros puntuales, ramales secundarios y un colector principal, configurando un sistema de evacuación progresiva que asegura la continuidad hidráulica desde la captación superficial hasta la descarga final. Esta articulación entre elementos superficiales y subterráneos permite una transición controlada del flujo, minimizando pérdidas de eficiencia y evitando la generación de puntos críticos de acumulación.

Desde el punto de vista hidráulico, cada componente del sistema fue evaluado mediante metodologías analíticas y verificado a través de herramientas computacionales, evidenciando condiciones de flujo estables, velocidades dentro de los rangos permisibles y capacidad suficiente para transportar los caudales asignados. En particular, el diseño de la cuneta perimetral garantiza un flujo en régimen subcrítico, condición fundamental para asegurar estabilidad hidráulica y control del flujo en canales abiertos.

Adicionalmente, el sistema incorpora criterios de seguridad hidráulica que fortalecen su desempeño en condiciones reales de operación, tales como la inclusión de borde libre en canales, el control de velocidades para evitar procesos erosivos o sedimentación, y la distribución del flujo mediante múltiples puntos de captación y conducción, lo cual introduce redundancia hidráulica y mejora la respuesta del sistema ante eventos de precipitación intensa.

En términos normativos, el diseño cumple con los lineamientos establecidos en la Resolución 0330 de 2017 (RAS), particularmente en lo relacionado con capacidad hidráulica, condiciones de flujo, control de velocidades y criterios de diseño de estructuras de drenaje, lo que respalda su viabilidad técnica y su adecuación a las exigencias del sector.

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

En consecuencia, el sistema de drenaje pluvial propuesto se considera una solución integral, hidráulicamente estable, constructivamente viable y funcionalmente eficiente, apta para su ejecución y operación, garantizando la adecuada gestión de las aguas lluvias y contribuyendo al correcto funcionamiento del complejo en condiciones normales y de evento de diseño.

CARLOS ANDRES GORRON
INGENIERO CIVIL

Andres.civil.cg@gmail.com

Documento controlado – Prohibida su reproducción sin autorización del Ing. Carlos Andres Gorron Avendaño

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ICONTEC. (2017). *Norma Técnica Colombiana NTC 1500: Código Colombiano de Fontanería*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017).
- *Resolución 0330 de 2017 – Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS)*. Bogotá, Colombia.
- Pérez Carmona, R. (2010). *Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones* (8ª ed.). Bogotá: ECOE Ediciones.
- Melguizo Bermúdez, S. (s.f.). *Fundamentos de hidráulica e instalaciones de abasto en las edificaciones*. Medellín: Centro de Publicaciones, Universidad Nacional de Colombia.

CARLOS ANDRES GORRON AVENDAÑO
INGENIERO CIVIL
Especialista En Aguas y Saneamiento Ambiental
M.P. 091037-0506805 CND

Andres.civil.cg@gmail.com