



ALCALDÍA
EL PEÑÓN-BOLÍVAR

NIT 806.001.439 – 8

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

PROYECTO:

**“CONSTRUCCIÓN DE LA CANCHA DE FUTBOL 11 UBICADA
EN EL BARRIO LA CONCEPCIÓN DE LA CABECERA
MUNICIPAL DE EL PEÑÓN DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR”**



CONTRATO: MPN-CD-01082024-001

MUNICIPIO DE EL PEÑÓN

MAYO DE 2025

Diciembre de 2023

**ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE LA CANCHA DE FUTBOL 11 UBICADA
EN EL BARRIO LA CONCEPCIÓN DE LA CABECERA
MUNICIPAL DE EL PEÑÓN DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR**



Estudio realizado por:

Oscar S. Diaz Pestana

Ingeniero Civil., M.Sc., G.A (c)

MP: 13202-266461 BLV

El Carmen de Bolívar- Barrio Santander- Cra 46 # 26-49 - Piso 2
Email: ingdiazpestana@gmail.com
Cel. 311 6574049

Índice

INTRODUCCIÓN	5
1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	6
1.1. Objetivo general	6
1.2. Objetivos específicos	6
2. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO	7
2.1. Localización de la zona del estudio	8
2.2. Vías de comunicación.....	9
2.3. Climatología	9
2.4. Precipitación.....	9
2.5. Geología y geomorfología.....	10
2.6. Hidrografía	10
3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	12
4. METODOLOGIA.....	13
4.1. Recopilación de la información	13
4.2. Áreas de drenaje.....	14
4.3. Característica de la precipitación	15
4.8. Curva intensidad duración frecuencia IDF	26
4.9. Tiempo de concentración o duración de la lluvia de diseño.....	29
4.10. Periodo de retorno para el diseño de tuberías	30
4.11. Hietograma de lluvia de diseño	30
5. RESULTADOS OBTENIDOS	34
5.1. Análisis de escorrentía superficial en la zona de estudio.....	34
5.2. Diseño de las instalaciones hidráulicas	36
5.2.1. Resultados en la red de tuberías	36
5.3. Diseño de las instalaciones sanitarias	46
5.4. Diseño de las redes de drenaje pluvial de la cancha.....	53
5.5. Diseño del sistema de tratamiento de las aguas residuales	59
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
ANEXOS	66

Índice de figuras

Figura 1. Localización del municipio de El Peñón Bolívar. Fuente: Elaboración propia, (2024).....	8
Figura 2. Localización de las obras. Fuente: Google earth (2024)	8
Figura 3. Áreas de drenaje zona de influencia de la cancha. Fuente: Elaboración propia, (2024).....	14
Figura 5. Estaciones meteorológicas disponibles en la zona de estudio. Fuente. Mapa estaciones IDEAM, (2024)	16
Figura 6. Valores medios, máximos y mínimos mensuales multianuales de precipitación en 24 horas. Fuente: Elaboración propia, (2024)	18
Figura 7. Comportamiento promedio mensual durante los años de registro, la gráfica muestra los valores medios de precipitación para cada mes. Fuente: Elaboración propia, (2024).....	18
Figura 8. Histograma de lluvias máximas. Fuente: Elaboración propia, (2024).....	19
Figura 9. Comparación de distribuciones de probabilidad. Fuente: Elaboración propia, (2024).....	25
Figura 10. Gráficas de las curvas IDF de la estación San Benito. Fuente: Elaboración propia, (2024).....	28
Figura 11. Hietograma de precipitación para T: 3 años. Fuente: Elaboración propia, (2024).....	31
Figura 12. Distribución de intensidades de lluvia alternada en mm/horas para T: 3 años. Fuente: elaboración propia, (2024).....	32
Figura 13. Hietograma de precipitación para T: 50 años. Fuente: Elaboración propia, (2024).....	33
Figura 14. Distribución de intensidades de lluvia alternada en mm/horas para T: 50 años. Fuente: elaboración propia, (2024).....	33

Índice de tablas

Tabla 1. Valores máximos mensuales de precipitación en 24 horas multianual.....	17
Tabla 2. Precipitación máxima en 24 horas mensual multianual.....	20
Tabla 3. Parámetros estadísticos de la serie	20
Tabla 4. Datos de precipitación máxima en 24 horas corregidos.....	22
Tabla 5. Parámetros estadísticos recalculados.....	23
Tabla 6. <i>Resumen resultado errores estándar en diferentes distribuciones de probabilidad</i>	24
Tabla 7. Valores de precipitaciones diarias máximas.....	26
Tabla 8. Parámetros de ajuste de la regresión para método simplificado de curva IDF..	27
Tabla 9. <i>Parámetros de ajuste de la regresión</i>	27
Tabla 10. Tabla de intensidades (mm/h)- tiempo de duración.....	28
Tabla 11. Parámetros físicos para cálculo del TC	29
Tabla 12. Tiempos de concentración según diferentes autores	29
Tabla 13. Determinación del periodo de retorno según RAS 2017	30
Tabla 15. Lluvia de diseño para cunetas T= 3 años	31
Tabla 16. Lluvia de diseño para cunetas T= 50 años	32

INTRODUCCIÓN

En el presente estudio se hace un análisis hidrológico e hidráulico en el municipio de El Peñón Bolívar, con el fin de definir los caudales picos generados por las lluvias asociados a periodos de retornos y que son transportados por las pendientes naturales de las vías en un sector de municipio comprendido entre las calles 6 y 10 B con las carreras 12 y 8 en el barrio La Concepción.

Teniendo en cuenta que los estudios hidrológicos están encaminados a determinar y analizar los distintos procesos que tiene el agua de escorrentía en diferentes escenarios siendo el caso de estudio la construcción de una cancha con césped sintético ubicada en la dirección mencionada en el apartado anterior, teniendo en cuenta que esta zona confluyen las aguas de escorrentía del sector siendo el punto de localización de las obras el más bajo de la zona. Partiendo de información meteorológica para conocer los caudales a través del modelo lluvia escorrentía empleando el software SWMM (Storm Wáter Management Model) de la EPA. Al software se le cargan los datos o parámetros, como trazado de la microcuenca o areas de drenajes, ancho medio, pendiente media, longitudes de los tramos de la vía para determinar las corrientes superficiales y caudales, para luego ser conducidos a los puntos de vertido a través de las captaciones. Otro parámetro importante a introducir al software es la lluvia de diseño con su respectivo periodo de retorno. Para el cálculo hidrológico se utiliza el modelo de onda dinámica con las ecuaciones de Saint-Venant, este modelo permite tener en cuenta el efecto de las cuencas aguas arriba y aguas abajo. (Grupo multidisciplinaria de modelación de fluidos, 2005, p. 26). Por último, se procede a correr el modelo para la respectiva comprobación y análisis de los niveles máximos de escorrentía en cada tramo de via en estudio y con ellos garantizar que a la cota de implantación de la cancha la escorrentía superficial no sobre pase dicho nivel.

En el presente estudio se utilizó información meteorológica suministrada por el IDEAM con datos reales de la estación Aeropuerto Las Flores con código (25025090). Los criterios de diseño están basados en la Resolución 0330 del 08 de junio del 2017 (actualización del Reglamento de Saneamiento y Agua Potable RAS 2000).

1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1. Objetivo general

Realizar el estudio hidrológico e hidráulico para determinar los caudales máximos de aguas lluvias para analizar la escorrentía superficial en la zona de influencia del sitio de construcción de la cancha de futbol 11 del barrio La Concepción del Municipio de El Peñón Departamento de Bolívar

1.2. Objetivos específicos

- Construir las curvas IDF a partir de los datos meteorológicos.
- Determinar el hietograma de lluvia para la modelación en el software SWMM.
- Diseñar las redes hidráulicas, sanitarias, sistema de tratamiento de aguas residuales y los drenajes pluviales para la cancha de futbol 11 del barrio La Concepción del municipio de El Peñón Bolívar.

2. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Peñón nace como municipio departamental debido a la segregación del municipio de San Martín, por parte de la asamblea departamental de Bolívar bajo la ordenanza No 042 del 30 de Noviembre de 1995.¹

El Peñón es un municipio perteneciente a la república de Colombia y se encuentra al norte del país, en un área denominada como Región Caribe, con una extensión de 327 Km² y a una distancia de 542 Km de Cartagena de Indias (capital del departamento de Bolívar), su ubicación se precisa al sur-oriente del citado departamento, y se encuentra bañado por el río Magdalena en su extensión. Limita al norte con el municipio del Banco (Magdalena), al occidente con el municipio de San Martín de Loba (Bolívar), al oriente con Tamalameque (Cesar) y al sur con el municipio de Regidor (Bolívar).²

El municipio de El Peñón presenta una altura aproximada de 29 msnm y se caracteriza por poseer una combinación de condiciones geomorfológicas, debido a la diversidad de las pendientes existentes que van desde suaves a ligeramente empinadas, con topografía colinada a rizada, sus elevaciones relativas son inferiores a los 500 m, sin embargo, su área predominante es relativamente plana, la cual en su gran extensión se encuentran vinculada a los diferentes recursos hídricos que conforman la región, evento que incide significativamente en la dinamización en la geoforma del relieve, debido a la creación continua de unidades fluviales como consecuencia de acumulación de sedimentos de diferentes tamaños.³

El municipio del Peñón presenta población proyectada para el año 2024 de 8.075 habitantes, de los cuales 3.018 habitantes viven en la cabecera municipal y 5.057 habitantes viven en los centros poblados y rural disperso, según las proyecciones DANE 2018 - 2024, suministrada por el censo nacional de vivienda del DANE 2018.⁴

(1)(2)(3). Consejo municipal para la gestión del riesgo. Caracterización general de escenarios de riesgo (2014)

(4). Plan de Desarrollo Municipal 2024-2027

2.1. Localización de la zona del estudio

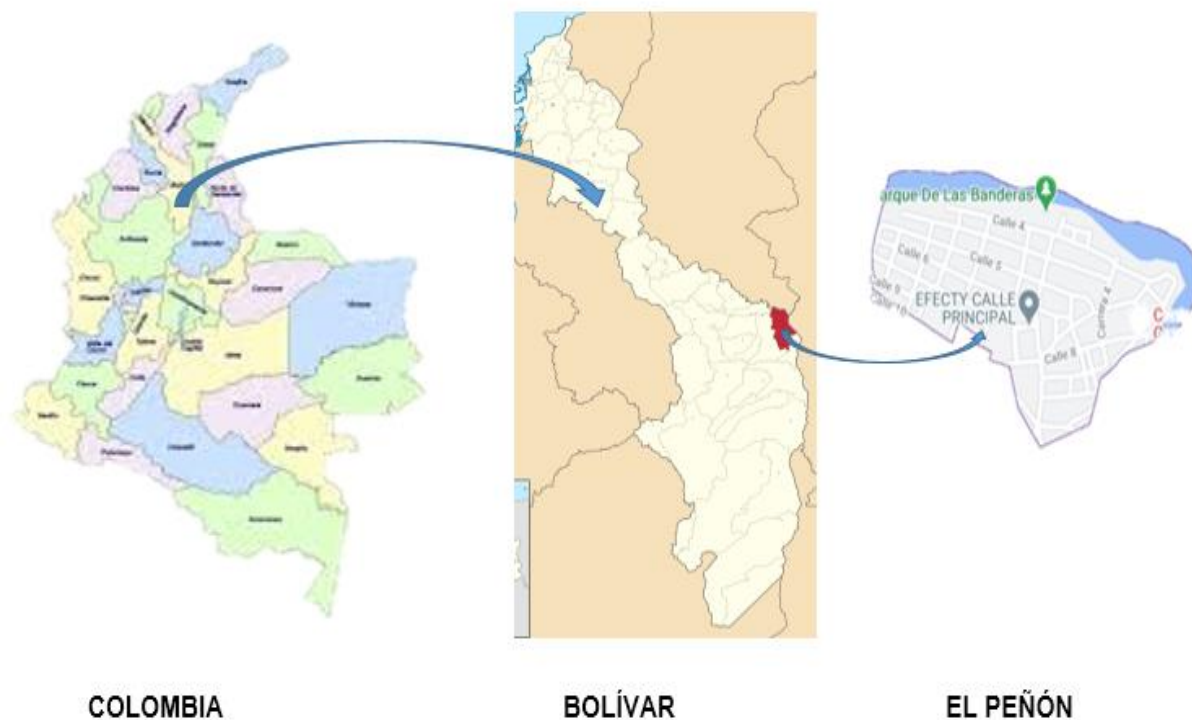


Figura 1. Localización del municipio de El Peñón Bolívar. Fuente: Elaboración propia, (2024)



Figura 2. Localización de las obras. Fuente: Google earth (2024)

2.2. Vías de comunicación.

En la actualidad el municipio tiene rehabilitado las vías de El Peñón-Castañal, Peñón-Peñoncito, Peñoncito-Japón y Peñoncito-Humareda.⁵

2.3. Climatología

Temperatura promedio anual es de 30° C, pero en temporada de calor, la temperatura llega hasta los 40° C. La humedad relativa es del 76%. Los climas predominantes en esta subregión son el tropical lluvioso y tropical seco, este último se caracteriza por tener dos estaciones secas.⁶

2.4. Precipitación

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en El Peñón varía considerablemente durante el año. La temporada más mojada dura 7,5 meses, de 11 de abril a 26 de noviembre, con una probabilidad de más del 28 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 51 % el 18 de octubre. La temporada más seca dura 4,5 meses, del 26 de noviembre al 11 de abril. La probabilidad mínima de un día mojado es del 5 % el 20 de enero. Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 51 % el 18 de octubre.⁷

(⁵)(⁶). Consejo municipal para la gestión del riesgo. Caracterización general de escenarios de riesgo (2014)

(⁷). <https://es.weatherspark.com/y/24413/Clima-promedio-en-El-Pe%C3%B1%C3%B3n-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

2.5. Geología y geomorfología

Geológicamente en el municipio afloran las formaciones geológicas, que según su orden geocronológico son: Neis de San Lucas; unidad volcánoclásica de Norean y los depósitos cuaternarios, principalmente de origen fluvial y lacustre. ⁸

- Formación Neis de San Lucas: aflora en el municipio de El Peñón, exclusivamente en las lomas de Castañal.
- Formación Norean: es la unidad litológica de mayor extensión en el municipio. Esta unidad volcánica aflora principalmente en el Cerro de Barco y en El Peñón – Peñoncito – Corinto y colinas aisladas del sector del caño Lázar.
- Depósitos Cuaternarios de llanuras de inundación, depósitos fluvio - lacustres y depósitos fluviales de canal; localizados en el brazo de Papayal y sobre el Río Magdalena.
- El paisaje de lomerío cuenta con varias colinas, entre las cuales están: Castañal, Cerro de Barco, Lomas de Moreno, Lomas de Aguilar, Cerro de Várela, Lomas de San José, Peñón y Cerro de Peñoncito; en donde se desarrollan 49 suelos caracterizados por presentar horizontes A/B/C; moderadamente profundos bien drenados en donde existe una explotación de pastoreo extensivo especialmente en los periodos climáticos de invierno, y rastrojos principalmente. En el cerro de Castañal existe una explotación asociada de piña bajo sombrío permanente.

2.6. Hidrografía

Hidrológicamente hace parte de la llanura aluvial de desborde de los ríos Magdalena y Cauca. El río Magdalena constituye la corriente principal del municipio, quien suministra los caudales y sedimentos que circulan internamente en el municipio; parte de los cuales son nuevamente incorporados al Río Magdalena, por medio de los caños y el Brazo de Papayal, el cual es la segunda corriente de importancia en el municipio. El municipio cuenta con abundante recurso hídrico desarrollado en el siguiente sistema de ciénagas: Castañal, La Sardina, Peñoncito, La Guadua, La Tigra, Troncal, Las Mellizas, El Uvero, Chapetona, Cantagallal, Morena, Agallal, Agallalito, El Campano, Barco, Larga, Aurencia, Pelagorro, Pelagorrito, El Pesquero, Tosnovan y Ponedera. También cuenta con un sistema de humedales, ciénagas semipermanentes, aisladas y playones: playones de La

Tigra, El Amparo, Ciénaga Larga, Las Garzas, Solera, Lázaro, Poneollas, Elvira, La Puente, El Tigre y caño Negro que son las únicas corrientes superficiales internas del municipio, los cuales por su carácter semipermanente no constituyen cuencas hidrográficas.⁹

(⁹)(⁹)(¹⁰). Plan de desarrollo municipal 2020-2023

3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Los estudios hidrológicos e hidráulicos se fundamentan en la problemática de inundaciones toda vez que se presentan periodos de inviernos en una zona determinada específicamente la de influencia de las obras.

Teniendo en cuenta que el sitio destino para la construcción de la cancha de futbol del municipio es una zona baja en donde confluyen las corrientes de aguas lluvias provenientes de la parte alta específicamente de la carrera 8, 9 y 10.

Debido a lo expuesto en el apartado anterior se hace necesario realizar un estudio hidrológico para determinar el nivel máximo que alcanzan las aguas estancadas en la zona para diferentes periodos de retorno. De igual manera es importante realizar un estudio hidráulico y sanitario con el fin de diseñar las redes para la distribución de agua potable como también la evacuación de las aguas residuales. Teniendo en cuenta que el municipio no cuenta con un sistema de alcantarillado, es importante diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales in situ.

4. METODOLOGIA

4.1. Recopilación de la información

Para el presente estudio se tomó información

- Imágenes satelitales recuperadas de Google Earth Profesional 2024.
- Topografía entregada por la administración municipal.
- Datos de precipitación valores máximos mensuales de precipitación (mm) en 24 horas: pertenecientes a la estación Aeropuerto Las Flores con código (25025090) ubicada en el municipio vecino de El Banco Magdalena, suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
- Resolución 0330 del 08 de junio de 2017
- Código Colombiano de Fontanería 1500 tercera actualización de 16 de agosto de 2017
- Plan de Desarrollo Municipal de El Peñón Bolívar (2024-2027)
- Consejo municipal para la gestión del riesgo. Caracterización general de escenarios de riesgo (2014)
- Empleo del software Hidroesta 2, para determinar parámetros hidrológicos, lluvias máximas en 24 horas y lluvia de diseño.
- Empleo del software SWMM, para realizar el análisis de la escorrentía superficial, caudales máximos y el análisis de inundación en la zona de estudio.
- Empleo del software HTP, para realizar los cálculos de la tubería para el sistema de drenaje de la cancha sintética.
- Empleo del software CYPE CAD 2017, para realizar los cálculos de las instalaciones hidráulicas y sanitarias de los baños de la cancha.
- Empleo de hojas electrónicas en Excel para el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales.

4.3. Característica de la precipitación

El Departamento de Bolívar cuenta con numerosas estaciones meteorológicas, muchas de estas en la actualidad se encuentran en estado de suspensión o inactividad. La zona de estudio, cuenta con 3 estaciones la más representativa es la estación ubicada en el municipio de El Banco Magdalena en el aeropuerto Las Flores quien fue la estación pluviométrica escogida con código (25025090). La información para la estimación de los caudales de diseño fue obtenida en el IDEAM y corresponde a los valores máximos mensuales de precipitación en 24 horas (mm) desde el año 2000 hasta 2023 para una serie de datos de 20 años, (ver tabla de valores máximos mensuales). Se escogió por ser la estación activa más cercana a la zona de estudio y representa las características de la zona. La estación genera sólo datos pluviométricos. Previamente se verificó que los espacios faltantes de información no representaran valores críticos, es decir que para este dato faltante no se esperara valores extremos. Esto se realizó básicamente verificando que no hubiese una tendencia que perfilara el dato inexistente como el valor máximo o mínimo de la serie. Luego se procedió a verificar si la serie contaba con datos dudosos para su posterior corrección y que estos no afectaran por contener datos extremos tanto como máximos y mínimos.

Una vez completada la información se estimó los valores máximos medios y mínimos mensuales y los valores máximos anuales. Con los valores medios mensuales se estableció las épocas de lluvia que se presentaban en la zona de estudio. La zona de estudio presenta una distribución de precipitaciones anuales bimodal, es decir, existen dos temporadas de lluvia al año, siendo los meses de enero y febrero los más secos y octubre y mayo los más lluviosos. Para el presente estudio lo que realmente interesa son las precipitaciones máximas. En la tabla 1 se muestran los valores máximos mensuales de precipitación en 24 horas de la estación Aeropuerto Las Flores.

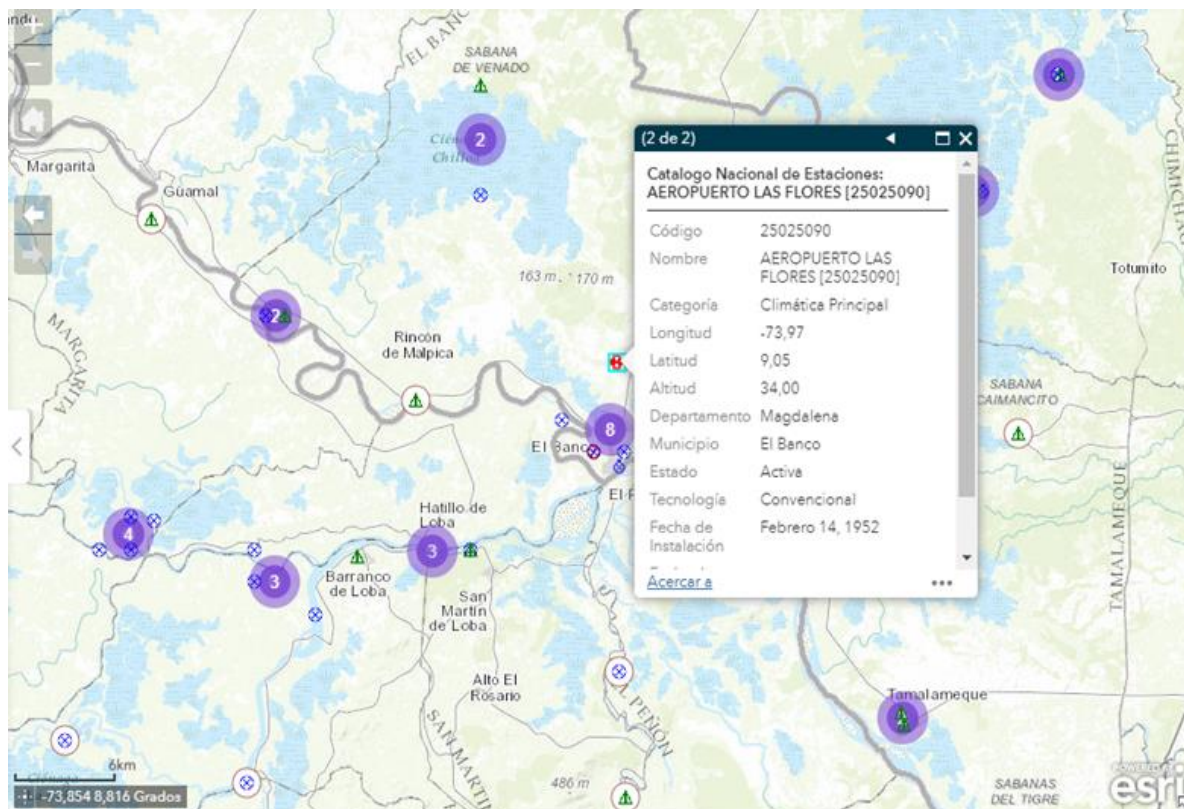


Figura 4. Estaciones meteorológicas disponibles en la zona de estudio. Fuente. Mapa estaciones IDEAM, (2024)

Tabla 1. Valores máximos mensuales de precipitación en 24 horas multianual

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	3,5	57,6	13,2	90,8	294,4	209,1	216,2	204,9	558,2	342,6	167,2	245,2
2001	0	0	38,9	30,4	257,9	14,2	149,6	50,7	280,5	281,9	241	180,1
2002	0	1,2	109,9	153,7	69,5	249,4	30,8	114,4	244,1	307,5	89,5	20,7
2003	0	19,5	101,7	179,9	95,7	258,4	38,4	162,6	285,3	226,2	170,1	101,3
2004	0	0	1,3	205,2	195,3	81,8	213,6	141,5	167,3	530,6	208,2	90,5
2005	65,5	39,2	57,5	91,8	203,9	145,4	93,8	195,4	186,9	297,7	439	59
2006	9,5	52	90,6	233,3	231,7	243,5	56,3	237,1	245,9	291	298,1	63,3
2007	32	35	60	0	0	0	243,6	349,9	0	0	160	86,8
2008	0	72,2	142,8	197,5	472,8	113,1	229,9	324,1	477,2	323,2	455,9	38,7
2009	75,4	0	66	314,2	137,8	154,6	79,5	100,3	52	169,1	159,8	19,6
2010	0	14,2	101,2	153,4	316,2	257,4	367,8	383,4	596,1	552,9	609,3	365,6
2011	41,9	3,4	197,7	421,9	188,9	253,3	419,3	149,7	365,2	518,8	449,6	346,3
2012	6,7	19,5	65,5	437,6	338,3	154,9	153	260,9	154,2	343,6	124,7	101
2013	0	11,5	26,8	125,7	319,6	110,1	114	174,4	224,2	278,1	349,3	45,8
2014	43	60	56,3	121,8	302,1	8,8	7,6	201,6	221,8	212,6	225,5	7,4
2015	0	0	0	0	0	47,7	60	0	16	280,4	194,7	1,3
2016	0	23,6	37	88,9	88,6	185,5	82,4	145,3	236	333,6	388,7	129,1
2017	0,3	11,4	91,3	101,9	301,4	195,1	143,3	240,8	210,5	255,7	126,6	124,4
2018	157,8	0	65,5	127,2	178,3	110,2	116,3	137,2	239,8	402,6	232,2	13
2019	107,4	9,2	66,8	67,5	466,5	119,5	90,3	93,6	212,7	304,7	274,1	119,6

Fuente: Elaboración propia, (2020). Registros históricos suministrado por el IDEAM de la estación Aeropuerto las Flores

A partir de estos valores se procede a determinar si en la serie se presentan datos dudosos altos y mínimos, como también los diferentes parámetros hidrológicos y estadísticos. A continuación se muestran las gráficas del comportamiento de las precipitaciones máximas

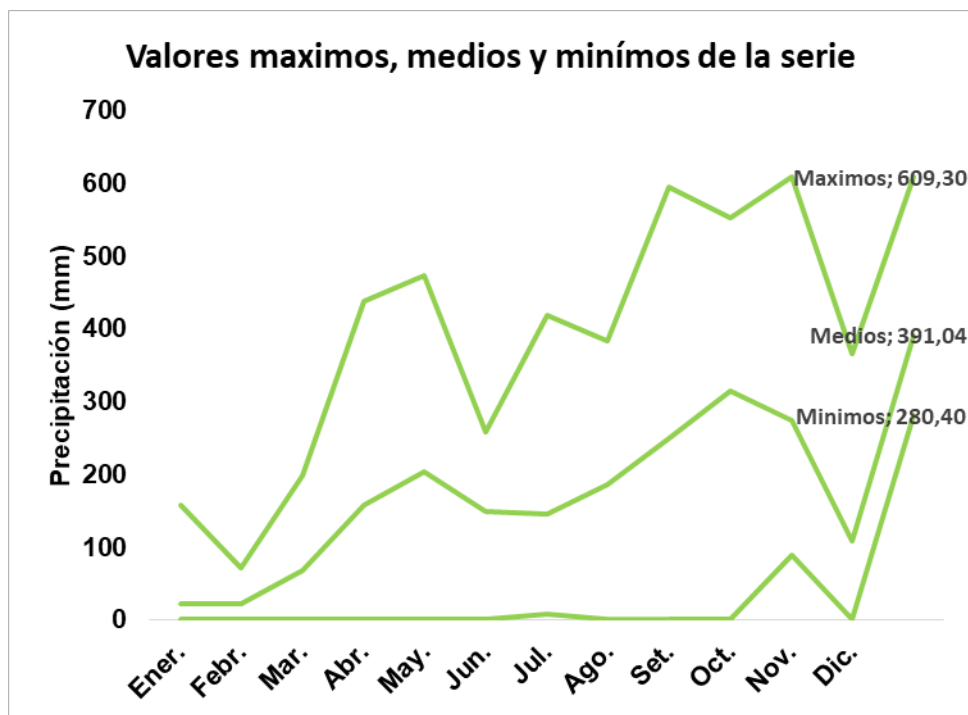


Figura 5. Valores medios, máximos y mínimos mensuales multianuales de precipitación en 24 horas. Fuente: Elaboración propia, (2024)

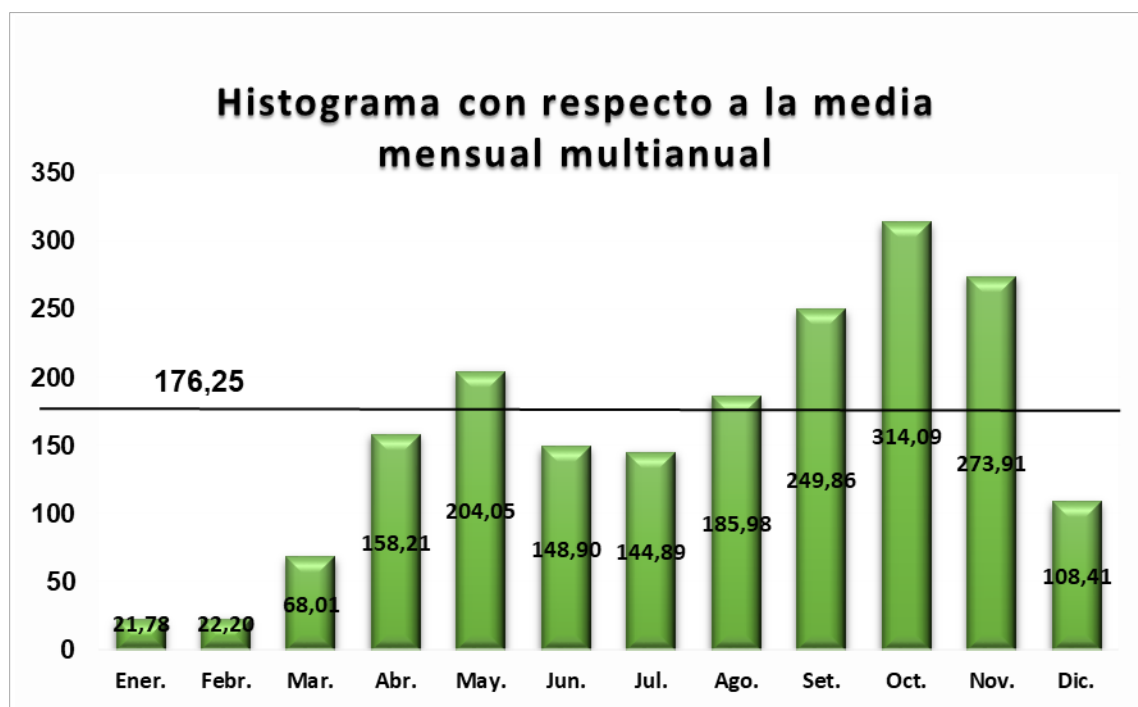


Figura 6. Comportamiento promedio mensual durante los años de registro, la gráfica muestra los valores medios de precipitación para cada mes. Fuente: Elaboración propia, (2024).

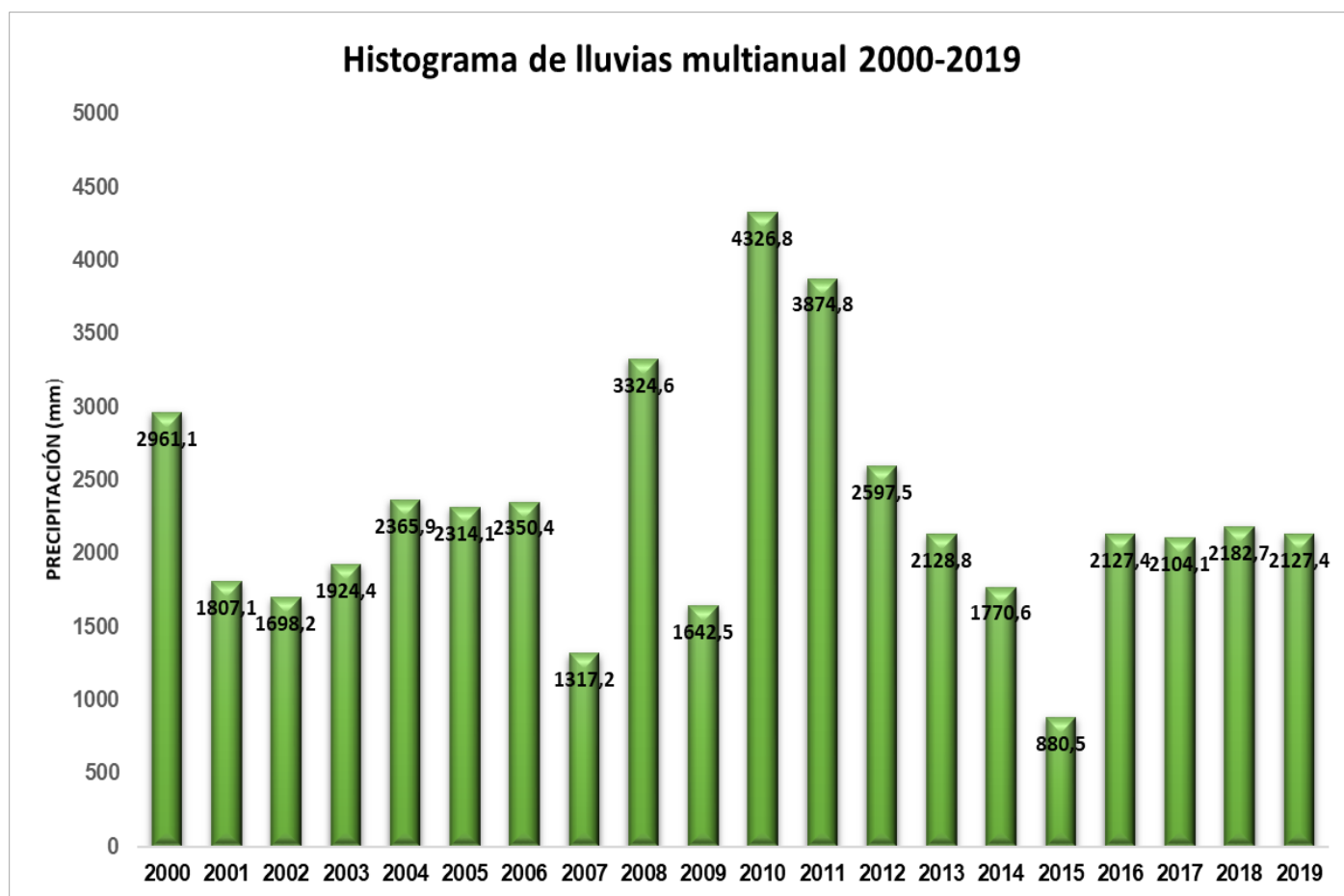


Figura 7. Histograma de lluvias máximas. Fuente: Elaboración propia, (2024).

4.4. Prueba de datos dudosos de la serie

A continuación se realiza un análisis para determinar si existen datos que no están dentro del rango de datos máximos y mínimos de la serie. Se procede a determinar los logaritmos de las precipitaciones máximas en 24 horas mensuales multianuales de la serie.

Tabla 2. Precipitación máxima en 24 horas mensual multianual

N°	Año	P24hr	Log(P24hr)
1	2000	558,2	2,747
2	2001	281,9	2,450
3	2002	307,5	2,488
4	2003	285,3	2,455
5	2004	530,6	2,725
6	2005	439	2,642
7	2006	298,1	2,474
8	2007	349,9	2,544
9	2008	477,2	2,679
10	2009	314,2	2,497
11	2010	609,3	2,785
12	2011	518,8	2,715
13	2012	437,6	2,641
14	2013	349,3	2,543
15	2014	302,1	2,480
16	2015	280,4	2,448
17	2016	388,7	2,590
18	2017	609,3	2,785
19	2018	280,4	2,448
20	2019	391,04	2,592

Fuente: Elaboración propia, (2024)

De la tabla anterior se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 3. Parámetros estadísticos de la serie

PARÁMETROS	P24hr	Log(P24hr)
Número de datos (N)	20	20
Sumatoria	8008,84	51,7280
Valor Máximo	609,3	2,785
Valor Mínimo	280,4	2,448
Media:	400,1	2,402
Varianza:	13138,7	0,0555
Desviación Estándar:	114,6241	0,00166
Coeficiente Variación:	0,2865	0,233
Coeficiente de Sesgo:	0,629	-1,2662
Coeficiente de Curtosis:	2,4266	6,0333

Fuente: Elaboración propia, (2024)

Con los datos obtenidos en la tabla 3 para los datos de precipitación máximas de 24 horas, se aplica el método Water Resources Council para determinar si en la serie existen datos dudosos altos y mínimos. Aplicando la siguiente fórmula:

$$x_H = \bar{x} + k_n \cdot s$$

K_n : 2.39 para una muestra de 17

$\bar{x}$: equivale a la muestra

s : equivale a la desviación estándar

Entonces:

x_H : 2.41

Precipitación máxima aceptada es:

$$PH = 10^{x_H} \longrightarrow PH = 254.66 \text{ mm}$$

Comprobación: **EXISTEN DATOS ALTOS DUDOSOS EN LA SERIE.**

Umbral de datos dudosos bajos (x_L : unidad. Logarítmicas)

$$x_L = \bar{x} - k_n \cdot s \quad x_L = 2.40$$

Precipitación mínima aceptada es:

$$PL = 10^{x_L} \longrightarrow PL = 250.05 \text{ mm}$$

Comprobación: **NO EXISTEN DATOS MÍNIMOS DUDOSOS EN LA SERIE.**

El resultado arroja que el valor máximo de precipitación calculado en la serie es de 254.66 mm por lo tanto es menor que el máximo valor de la serie que es de 392 mm, lo que significa que este valor está por fuera del ajuste de la serie. Y el valor mínimo de

precipitación calculado en la serie es de 250.05 mm por lo tanto es menor que el mínimo valor de la serie que es 280.4 mm, lo que significa que se acepta el valor del ajuste de la serie. Para corregir la situación del valor máximo se realiza una interacción hasta el encontrar un valor menor al del máximo calculado en la serie de precipitación máxima en 24 horas multianual.

4.5. Corrección de datos dudosos de la serie

Al realizar la respectiva iteración en la tabla de precipitaciones máximas en 24 horas se obtienen los siguientes registros.

Tabla 4. Datos de precipitación máxima en 24 horas corregidos

Año	PP MAX	Log(P24hr)
2000	167,2	2,223
2001	149,6	2,175
2002	153,7	2,187
2003	162,6	2,211
2004	141,5	2,151
2005	145,4	2,163
2006	90,6	1,957
2007	160	2,204
2008	142,8	2,155
2009	154,6	2,189
2010	153,4	2,186
2011	149,7	2,175
2012	154,2	2,188
2013	125,7	2,099
2014	121,8	2,086
2015	194,7	2,289
2016	145,3	2,162
2017	143,3	2,156
2018	157,8	2,198
2019	119,6	2,078

Fuente: Elaboración propia, (2024)

De la tabla anterior se recalculan los parámetros estadísticos nuevamente.

Tabla 5. Parámetros estadísticos recalculados

Parámetros	P24hr	Log(P24hr)
Número de datos (N)	20	20
Sumatoria	2933,5	43,2323
Valor Máximo	194,7	2,289
Valor Mínimo	90,6	1,957
Media:	146,15	1,95
Varianza:	449,7132	0,05
Desviación Estándar:	21,2064	0,2236
Coeficiente Variación:	0,1451	0,1147
Coeficiente de Sesgo:	-0,5792	-4,4721
Coeficiente de Curtosis:	5,6614	22,4183

Fuente: Elaboración propia, (2024)

4.5.1. Precipitación máxima recalculada aceptada

Aplicando el mismo método se obtiene los siguientes valores.

Umbral de datos dudosos altos (x_H : unidad. Logarítmicas)

$$x_H = \bar{x} + k_n \cdot s \quad x_H = 2,48$$

Precipitación máxima aceptada

$$P_H = 10^{x_H} \quad P_H = 305,07 \text{ mm}$$

Como el resultado arrojado es mayor a la máxima precipitación, se aceptan estos nuevos valores para la serie, obteniendo un valor máximo de precipitación de 194.7 mm.

4.6. Determinación de la distribución de probabilidad

Mediante la aplicación del software Hidroesta 2, se procede a cargar los datos corregidos de las precipitaciones máximas en 24 horas para obtener la distribución que mejor se ajuste a la serie empleando la metodología de prueba de bondad de Smirnov-Kolgomorov. A continuación se presentan los resultados de cada una de las distribuciones de probabilidad utilizadas escogiendo la que mejor se ajuste a la serie de datos de precipitación con el menor delta teórico ($\Delta_{\min}$).

Tabla 6. Resumen resultado errores estándar en diferentes distribuciones de probabilidad

Δ Tabular	Δ Teórico de las distribuciones							
	Normal	Log normal 2 parámetros	Log normal 3 parámetros	Gamma 2 parámetros	Gamma 3 parámetros	Log Pearson tipo iii	Gumbel	Loggumbel
0,3041	0,166	0,1992	0,1265	0,1863	0,9524	0,9524	0,2265	0,2648
$\Delta(\text{MIN})$	0,1265							

Fuente: Elaboración propia, (2024).

De la tabla anterior se observa que la distribución que mejor se ajusta a la serie es la Log normal 3 parámetros debido a que arroja el menor valor de delta teórico o error estándar.

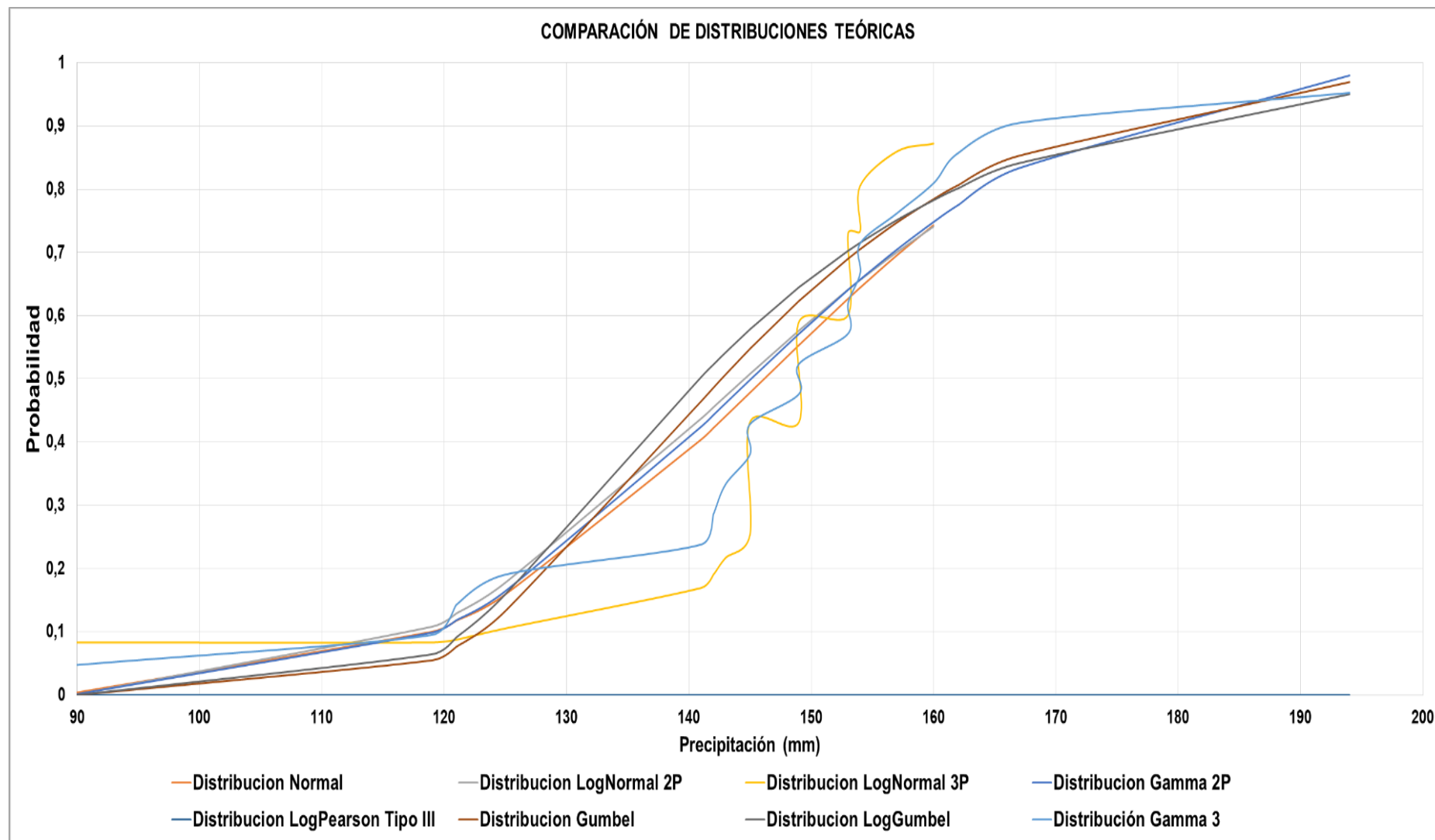


Figura 8. Comparación de distribuciones de probabilidad. Fuente: Elaboración propia, (2020)

4.7. Cálculo de las Precipitaciones diarias máximas probables para distintos periodos de retorno

De la tabla 6 se observa que la distribución que mejor se ajusta a la serie es la de Log normal 3 parámetros debido a que arroja el menor error estándar. Por tanto se determinan los valores de precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno empleando el software Hidroesta 2 y los valores de dicha distribución. En la siguiente tabla se muestran los resultados.

Tabla 7. Valores de precipitaciones diarias máximas

T (años)	Probabilidad	Distribución Normal
2	0,500	165,55
5	0,200	185,31
10	0,100	195,86
20	0,050	204,58
30	0,033	209,11
50	0,020	214,37
100	0,010	220,90
200	0,005	226,88
500	0,002	234,12
Δ	0,3041	0,1265

Fuente. Elaboración propia, (2024)

4.8. Curva intensidad duración frecuencia IDF

Para la construcción de la curva IDF se emplea el método simplificado para Colombia propuesto por los ingenieros Rodrigo Vargas y Mario Díaz-Granados en 1998, mediante las curvas sintéticas regionalizadas de intensidad duración frecuencia para Colombia para cualquier región del país por correlación con la precipitación máxima promedio anual en 24 horas, mediante la siguiente ecuación.

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

Donde:

i: Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h).

T: Periodo de retorno, en años.

M: Precipitación máxima promedio anual en 24 h a nivel multianual

t: Duración de la lluvia, en minutos (min).

a, b, c, d: Parámetros de ajuste de la regresión. Estos parámetros fueron regionalizados y sus valores se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 8. Parámetros de ajuste de la regresión para método simplificado de curva IDF

Región	a	b	c	d
Andina (R1)	0.94	0.18	0.66	0.83
Caribe (R2)	24.85	0.22	0.50	0.10
Pacífico (R3)	13.92	0.19	0.58	0.20
Orinoquía (R4)	5.53	0.17	0.63	0.42

Fuente: INVIAS (2009)

Empleando el método sintético propuesto por Vargas y Díaz-Granados (1998), se obtiene la siguiente tabla con los valores las intensidades de la precipitación para diferentes periodos de retornos en años (3, 5, 10, 25, 50,100 y 500) para el tiempo de duración en minutos de la lluvia de 60 minutos en intervalos de 5 minutos. En la siguiente tabla se muestran los valores para la obtención de las intensidades por el método sintético.

Tabla 9. Parámetros de ajuste de la regresión

a:	24,85
b:	0,22
c:	0,5
d:	0,1
M:	146.15 mm

Fuente. Manual de drenajes para carreteras de INVIAS, (2009)

Tabla 10. Tabla de intensidades (mm/h)- tiempo de duración

P.Retorno	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
3	180,45	127,60	104,18	90,23	80,70	73,67	68,20	63,80	60,15	57,06	54,41	52,09
5	201,92	142,78	116,58	100,96	90,30	82,43	76,32	71,39	67,31	63,85	60,88	58,29
10	235,18	166,30	135,78	117,59	105,17	96,01	88,89	83,15	78,39	74,37	70,91	67,89
25	287,70	203,44	166,11	143,85	128,66	117,45	108,74	101,72	95,90	90,98	86,75	83,05
50	335,10	236,95	193,47	167,55	149,86	136,80	126,65	118,47	111,70	105,97	101,04	96,73
100	390,30	275,98	225,34	195,15	174,55	159,34	147,52	137,99	130,10	123,42	117,68	112,67
500	556,12	393,24	321,08	278,06	248,71	227,04	210,19	196,62	185,37	175,86	167,68	160,54

Fuente: Fuente. Elaboración propia, (2024)

Al graficar estos valores se obtienen las curvas IDF sintéticas que se aprecian en la figura 10 de la zona de estudio.

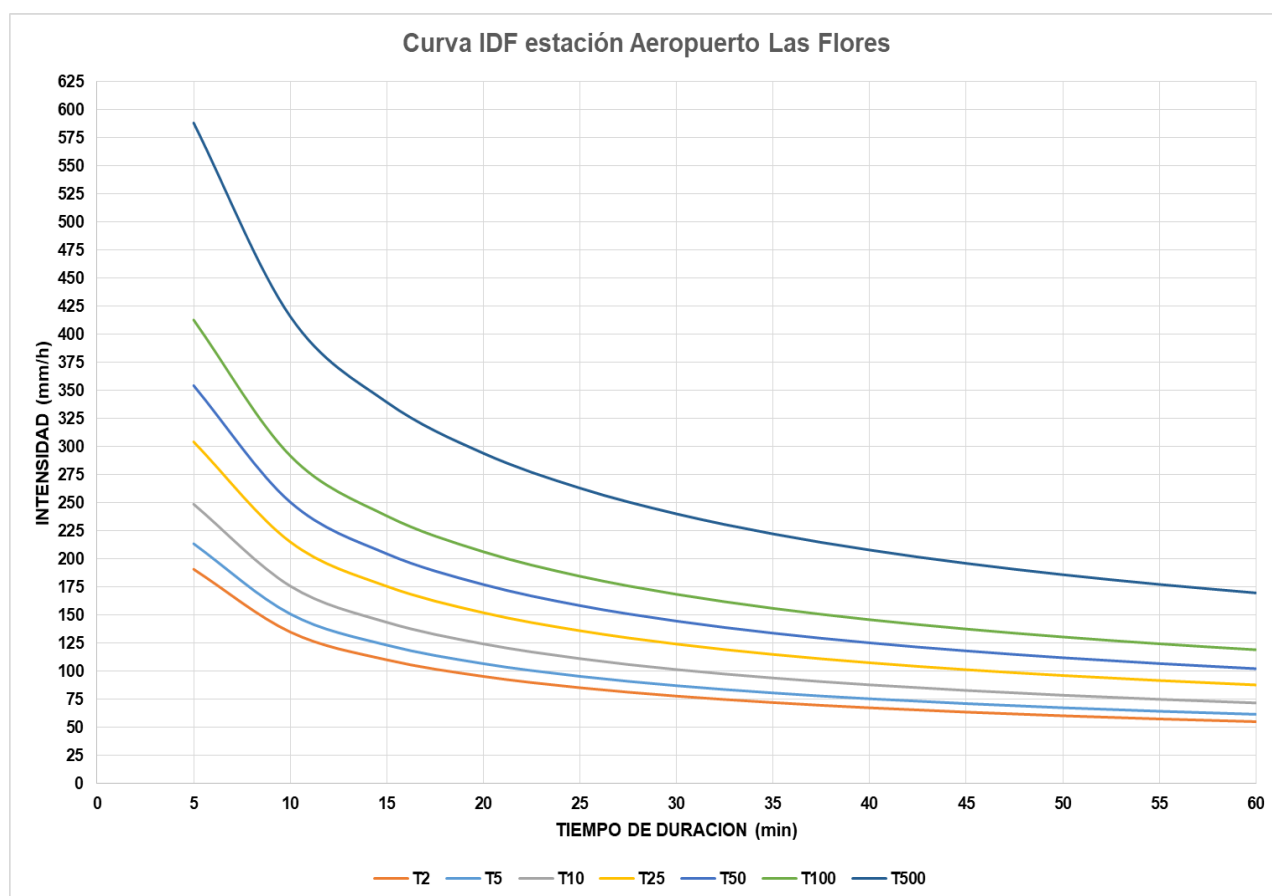


Figura 9. Graficas de las curvas IDF de la estación San Benito. Fuente: Elaboración propia, (2024)

4.9. Tiempo de concentración o duración de la lluvia de diseño

Con los datos de la siguiente tabla se determinan los tiempos de concentración utilizando métodos de 11 autores diferentes para posteriormente realizar un promedio y determinar el tiempo de concentración y la duración de la lluvia de diseño

Tabla 11. Parámetros físicos para cálculo del TC

Parámetros físicos de la microcuenca		
Cota inicio:	31	m
Cota final:	28,7	m
Longitud:	215	m
Área:	0,002	km ²
Ancho medio:	0,05	km
L. cauce principal :	0,215	km
Pendiente :	0,011	m/m
	1.07	%

Fuente: Elaboración propia, (2024)

Tabla 12. Tiempos de concentración según diferentes autores

Método o Ecuación	Tiempo de concentración	
	Horas	Minutos
Kirpich	0,14	8,3
Témez	0,09	5,5
Williams	0,24	14,5
Johnstone y Cross	0,37	22,5
Giandotti	0,01	0,8
SCS - Ranser	0,12	7,0
Ventura - Heras	0,09	5,6
V.T Chow	0,44	26,2
C.I.E Estados Unidos	0,21	12,4
Hathaway	0,1	8,3
F. Aviation Administration	0,1	6,2
Promedio:	0,18	10,6

Fuente: Elaboración propia, (2024)

4.10. Periodo de retorno para el diseño de tuberías

Este se determina de acuerdo a la importancia de las áreas y los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones puedan ocasionar a los habitantes, el tráfico, el comercio, la industria y la infraestructura. En ningún caso podrán ser menores que los valores mostrados en la siguiente tabla (RAS, 2017).

Tabla 13. Determinación del periodo de retorno según RAS 2017

Características del área de drenaje	Período de retorno (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 hectáreas	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales con áreas tributarias menores de 2 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores a 10 hectáreas	10
Canales abiertos que drenan áreas menores a 1000 hectáreas	50
Canales abiertos que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100
Canales abiertos con zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100

Fuente. Resolución 330 de 2017

Para el presente estudio se tienen tramos de iniciales con áreas tributarias menores a 2 hectáreas, por tanto se adopta un periodo de retorno de 3 años para la lluvia de diseño para el diseño del drenaje de la cancha, para el análisis de la escorrentía superficial y determinar el nivel máximo de la lámina de agua en la zona de implantación de la cancha se adoptó un periodo de retorno de 50 años para la lluvia de diseño.

4.11. Hietograma de lluvia de diseño

A partir de la tabla de intensidades de las curvas IDF y del tiempo de concentración o duración de la lluvia de diseño, se determina el hietograma de lluvias para cada periodo

de retorno en intervalos de 5 minutos. A continuación se muestra las tablas de lluvia de diseño con su respectivo hietograma.

Tabla 14. Lluvia de diseño para cunetas T= 3 años

Duración (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
5	180,45	15,04	15,04	60,00	2,32	27,85
10	127,60	21,27	6,23	24,85	2,58	30,96
15	104,18	26,05	4,78	19,07	2,95	35,42
20	90,23	30,08	4,03	16,08	3,55	42,60
25	80,70	33,63	3,55	14,16	4,78	57,35
30	73,67	36,83	3,21	12,81	15,04	180,45
35	68,20	39,79	2,95	11,78	6,23	74,75
40	63,80	42,53	2,75	10,96	4,03	48,35
45	60,15	45,11	2,58	10,29	3,21	38,51
50	57,06	47,55	2,44	9,74	2,75	32,96
55	54,41	49,87	2,32	9,26	2,44	29,28
60	52,09	52,09	2,22	8,85	2,22	26,61

Fuente: Elaboración propia, (2024)

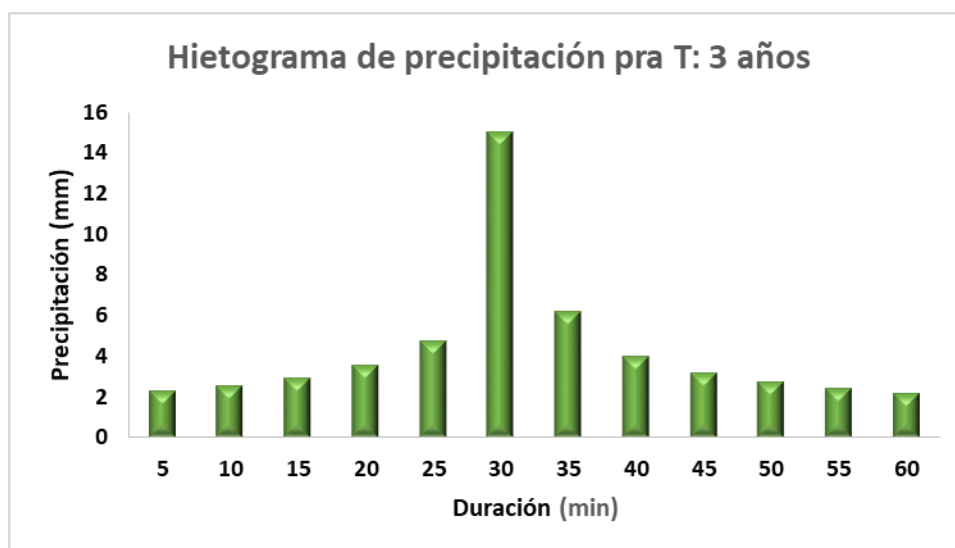


Figura 10. Hietograma de precipitación para T: 3 años. Fuente: Elaboración propia, (2024)

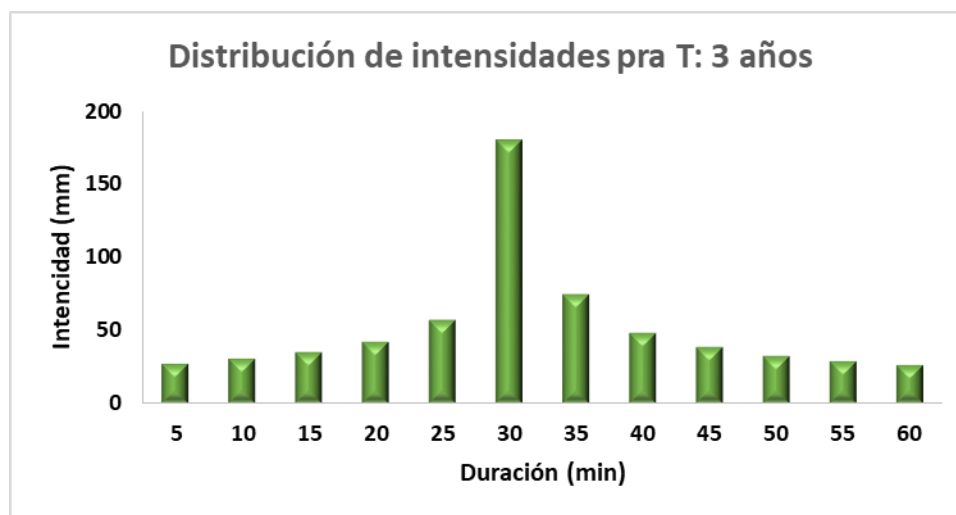


Figura 11. Distribución de intensidades de lluvia alternada en mm/horas para T: 3 años.
Fuente: elaboración propia, (2024)

Tabla 15. Lluvia de diseño para cunetas T= 50 años

Duración (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
5	335,10	27,92	27,92	60,00	4,31	51,72
10	236,95	39,49	11,57	24,85	4,79	57,49
15	193,47	48,37	8,88	19,07	5,48	65,77
20	167,55	55,85	7,48	16,08	6,59	79,11
25	149,86	62,44	6,59	14,16	8,88	106,51
30	136,80	68,40	5,96	12,81	27,92	335,10
35	126,65	73,88	5,48	11,78	11,57	138,80
40	118,47	78,98	5,10	10,96	7,48	89,79
45	111,70	83,77	4,79	10,29	5,96	71,52
50	105,97	88,31	4,53	9,74	5,10	61,21
55	101,04	92,62	4,31	9,26	4,53	54,38
60	96,73	96,73	4,12	8,85	4,12	49,42

Fuente: Elaboración propia, (2024)

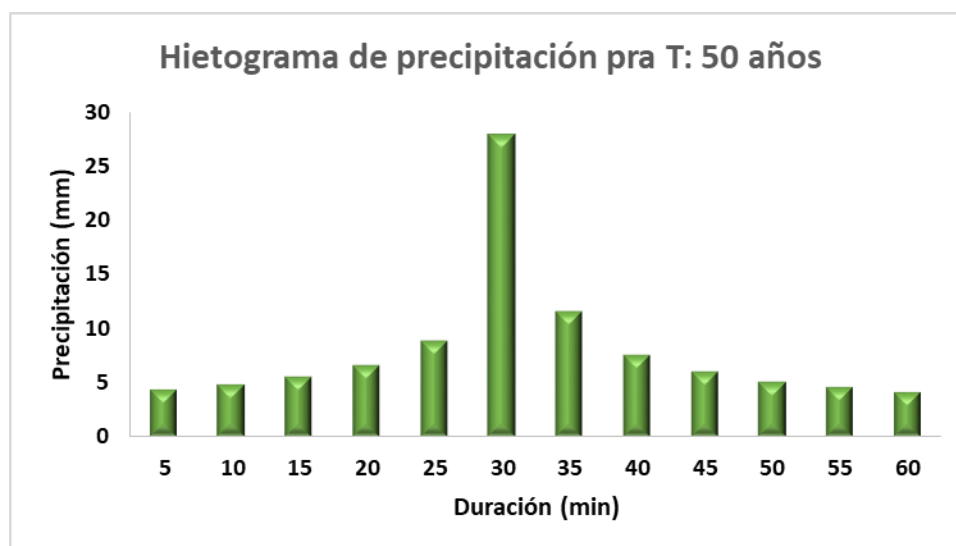


Figura 12. Hietograma de precipitación para T: 50 años. Fuente: Elaboración propia, (2024)

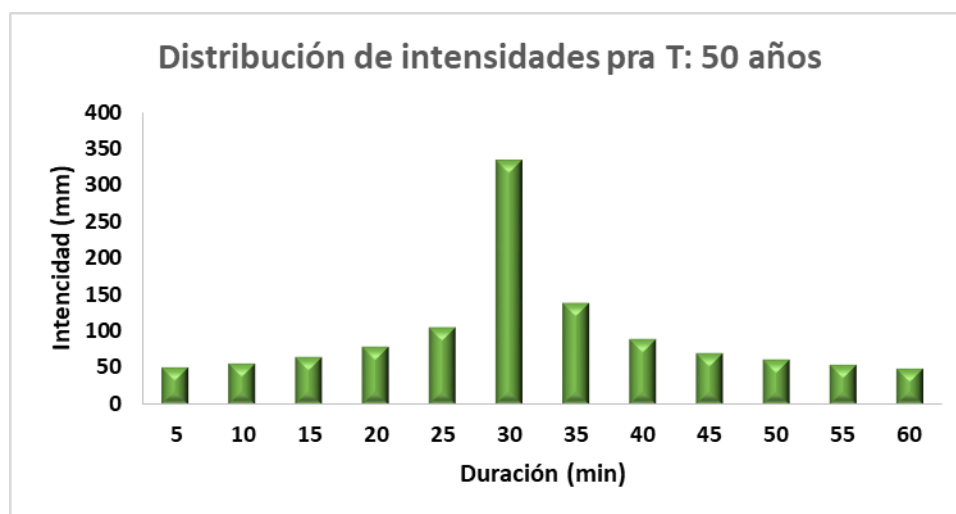


Figura 13. Distribución de intensidades de lluvia alternada en mm/horas para T: 50 años. Fuente: elaboración propia, (2024)

5. RESULTADOS OBTENIDOS

5.1. Análisis de escorrentía superficial en la zona de estudio

En primera instancia se realiza un análisis de la problemática con las condiciones actuales en la zona de influencia del sitio de implantación de la cancha. Para el análisis de inundación se simuló en el software SWMM una lluvia con duración de dos horas con intervalos de 1 minuto, para visualizar las condiciones de niveles de escorrentía en cualquier instante de duración del evento.

En la grilla mostrada en la imagen se puede observar la condición de niveles para la modelación del flujo en las vías como altura máxima de 0.20 m sobrepasando este nivel se presenta la problemática de inundación mostrándose en color rojo. Se toma como punto de referencia el instante en que se presenta el máximo caudal después del inicio de la lluvia. Una vez cargados los datos de topografía, geometría de las vías, lluvia de diseño, con periodo de retorno de 50 años, parámetros de las áreas de drenajes y nudo de vertido en el software SWMM con los valores obtenidos en el apartado anterior se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en imágenes y tablas.

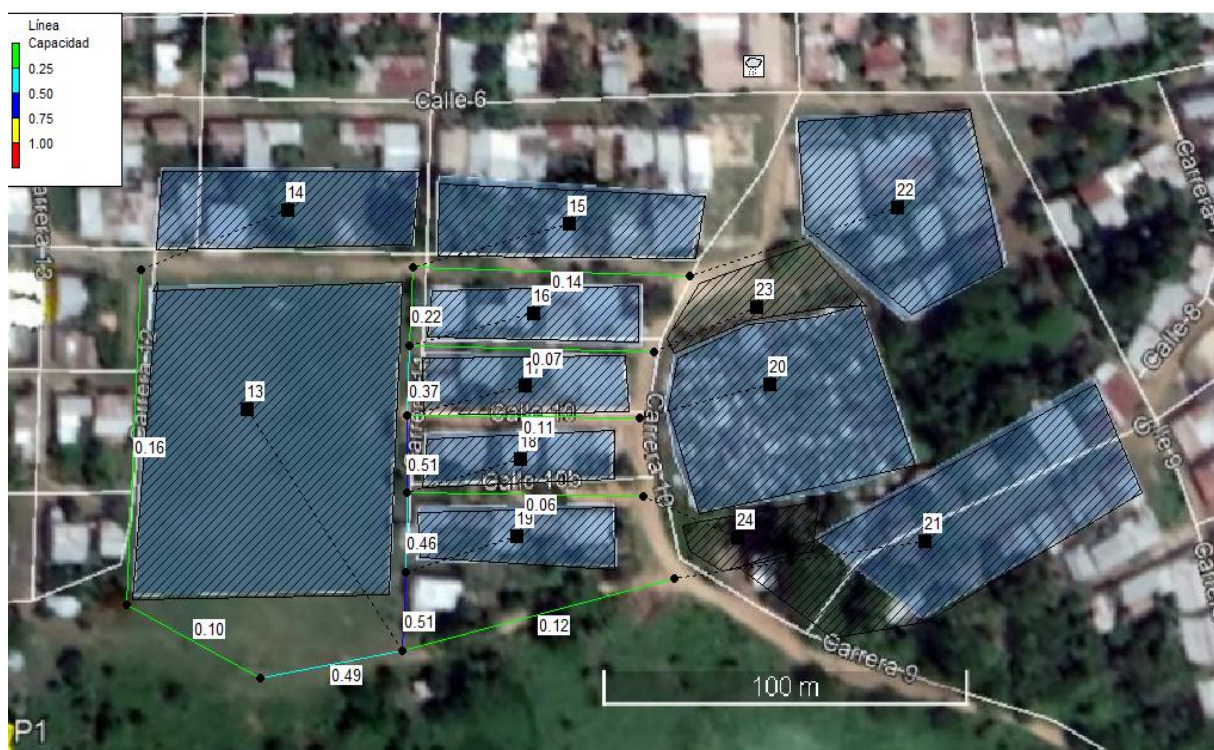


Figura 15. Mapa de niveles de escorrentía superficial en la zona de estudio Fuente: elaboración propia, (2024)

De la figura 15 se observa que el nivel del flujo en el punto más bajo del predio en donde se construirá la cancha sintética presenta una lámina de agua con alturas que varían entre 0.49 y 0.51 m de altura al instante de máximo caudal a los 39 minutos de inicio del evento, lo que indica que se hace necesario subir por encima de estos valores el nivel de las estructura de la cancha para evitar posibles inundaciones dado el caso que se presente un lluvia con tal magnitud, para lo cual se recomienda elevar los niveles del suelo 90cm (hasta la cota +29.92) por encima del terreno actual.

Tabla 17. Niveles de escorrentía en la zona de estudio

Tramo	Caudal máximo	Instante caudal Max	Veloc. Max	Caudal Max	Nivel Max
	LPS	días hr:min	m/sec	Lleno	Lleno
1	7.94	0 00:40	0.39	0.04	0.14
2	12.86	0 00:39	0.40	0.08	0.22
3	18.93	0 00:39	0.34	0.20	0.37
4	34.34	0 00:38	0.45	0.32	0.51
5	39.64	0 00:38	0.58	0.28	0.46
8	14.11	0 00:35	0.76	0.03	0.12
9	5.59	0 00:36	0.23	0.05	0.16
10	15.83	0 00:35	0.85	0.03	0.12
11	79.93	0 00:38	1.08	0.31	0.49
12	42.73	0 00:39	0.56	0.33	0.51
13	2.97	0 00:38	0.29	0.01	0.07
14	2.41	0 00:38	0.00	0.01	0.06
15	5.53	0 00:38	0.39	0.02	0.10

Fuente: Elaboración propia (2024)

De la tabla anterior se muestra el tramo 12 con 0.51 m de máximo nivel esto indica el punto más bajo de la zona de implantación de la cancha.

5.2. Diseño de las instalaciones hidráulicas

Empleando el software Cype Cad se procede a determinar los diámetros óptimos para la distribución del agua potable a cada uno de los aparatos sanitarios, obteniendo los siguientes resultados.

5.2.1. Resultados en la red de tuberías

Tabla 18. Resultados en tuberías arrojados por Cype Cad

Grupo: Zona de baños			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A52 -> A52	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A53 -> A53	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A59 -> A59	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A60 -> A60	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A75 -> A75	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.06 l/s Velocidad: 0.51 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A76 -> A76	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.06 l/s Velocidad: 0.51 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A83 -> A83	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.06 l/s Velocidad: 0.51 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A84 -> A84	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.06 l/s Velocidad: 0.51 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A85 -> A85	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A86 -> A86	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

A87 -> A87	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A88 -> A88	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A94 -> A94	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.06 l/s Velocidad: 0.51 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A95 -> A95	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.06 l/s Velocidad: 0.51 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N19 -> A96	PVC-1/2" Longitud: 0.89 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A96 -> A96	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.06 l/s Velocidad: 0.51 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A97 -> A97	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.06 l/s Velocidad: 0.51 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A98 -> A98	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.06 l/s Velocidad: 0.51 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> A107	PVC-1/2" Longitud: 1.76 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.17 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> A108	PVC-1/2" Longitud: 0.06 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A108 -> A108	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.06 l/s Velocidad: 0.51 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> A109	PVC-1/2" Longitud: 0.14 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A109 -> A109	PVC-1/2" Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.06 l/s Velocidad: 0.51 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N1 -> N60	PVC-2 1/2" Longitud: 1.06 m	Caudal: 6.45 l/s Velocidad: 1.88 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones

N1 -> N60	PVC-2 1/2" Longitud: 0.44 m	Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Caudal: 6.45 l/s Velocidad: 1.88 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N1 -> N60	PVC-2 1/2" Longitud: 2.06 m	Caudal: 6.45 l/s Velocidad: 1.88 m/s Pérdida presión: 0.12 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> A110	PVC-1/2" Longitud: 0.93 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.29 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> A106	PVC-1/2" Longitud: 0.12 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N5	PVC-3/4" Longitud: 0.96 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.69 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N6	PVC-1/2" Longitud: 1.45 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.46 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> N7	PVC-1/2" Longitud: 0.48 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> N2	PVC-1/2" Longitud: 14.09 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 4.46 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> N3	PVC-3/4" Longitud: 0.56 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> N3	PVC-3/4" Longitud: 1.27 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> N4	PVC-1" Longitud: 0.76 m	Caudal: 0.60 l/s Velocidad: 0.84 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> N13	PVC-1" Longitud: 0.60 m	Caudal: 1.05 l/s Velocidad: 1.47 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> N13	PVC-1" Longitud: 0.34 m	Caudal: 1.05 l/s Velocidad: 1.47 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N9 -> A105	PVC-1/2" Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> N9	PVC-1/2" Longitud: 1.11 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> A104	PVC-1/2" Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> N10	PVC-1/2" Longitud: 1.11 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.35 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> A103	PVC-1/2" Longitud: 0.14 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N12 -> N11	PVC-3/4" Longitud: 1.14 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.69 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N12 -> A102	PVC-1/2" Longitud: 0.14 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N13 -> N12	PVC-3/4" Longitud: 0.76 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N13 -> N17	PVC-3/4" Longitud: 4.06 m	Caudal: 0.65 l/s Velocidad: 1.49 m/s Pérdida presión: 0.53 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> A101	PVC-1/2" Longitud: 0.18 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N15 -> N14	PVC-1/2" Longitud: 0.79 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.15 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N15 -> A100	PVC-1/2" Longitud: 0.17 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> N15	PVC-3/4" Longitud: 0.80 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.69 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> A99	PVC-1/2" Longitud: 0.18 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.18 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones

N17 -> N16	PVC-3/4" Longitud: 0.34 m	Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Caudal: 0.45 l/s Velocidad: 1.03 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N17 -> N18	PVC-1/2" Longitud: 0.68 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.22 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N18 -> A98	PVC-1/2" Longitud: 0.21 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N18 -> A97	PVC-1/2" Longitud: 1.08 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N19 -> A95	PVC-1/2" Longitud: 0.19 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> N19	PVC-1/2" Longitud: 0.63 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.20 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> A94	PVC-1/2" Longitud: 0.18 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N27 -> N20	PVC-3/4" Longitud: 0.61 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.69 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N21 -> N8	PVC-2" Longitud: 11.51 m	Caudal: 1.65 l/s Velocidad: 0.70 m/s Pérdida presión: 0.14 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N21 -> N26	PVC-1" Longitud: 0.63 m	Caudal: 0.90 l/s Velocidad: 1.26 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N21 -> N26	PVC-1" Longitud: 0.34 m	Caudal: 0.90 l/s Velocidad: 1.26 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N22 -> A92	PVC-1/2" Longitud: 0.29 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N23 -> N22	PVC-1/2" Longitud: 1.16 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N23 -> A91	PVC-1/2" Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N24 -> N23	PVC-1/2" Longitud: 1.12 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.36 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N24 -> A90	PVC-1/2" Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N25 -> N24	PVC-3/4" Longitud: 1.06 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.69 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N25 -> A89	PVC-1/2" Longitud: 0.29 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N26 -> N25	PVC-3/4" Longitud: 0.48 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N26 -> N27	PVC-3/4" Longitud: 2.98 m	Caudal: 0.50 l/s Velocidad: 1.14 m/s Pérdida presión: 0.25 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N27 -> A93	PVC-1/2" Longitud: 0.18 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N28 -> N21	PVC-2" Longitud: 7.21 m	Caudal: 2.55 l/s Velocidad: 1.09 m/s Pérdida presión: 0.19 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N28 -> N29	PVC-3/4" Longitud: 0.56 m	Caudal: 0.80 l/s Velocidad: 1.83 m/s Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N28 -> N29	PVC-3/4" Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.80 l/s Velocidad: 1.83 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N29 -> A85	PVC-1/2" Longitud: 0.19 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N29 -> N32	PVC-3/4" Longitud: 1.03 m	Caudal: 0.60 l/s Velocidad: 1.37 m/s Pérdida presión: 0.12 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N30 -> A88	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones

N31 -> N30	PVC-1/2" Longitud: 0.90 m	Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.29 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N31 -> A87	PVC-1/2" Longitud: 0.21 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N32 -> N31	PVC-3/4" Longitud: 1.01 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N32 -> A86	PVC-1/2" Longitud: 0.18 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N33 -> N28	PVC-2" Longitud: 7.97 m	Caudal: 3.35 l/s Velocidad: 1.43 m/s Pérdida presión: 0.35 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N33 -> N38	PVC-1" Longitud: 0.56 m	Caudal: 1.05 l/s Velocidad: 1.47 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N33 -> N38	PVC-1" Longitud: 0.41 m	Caudal: 1.05 l/s Velocidad: 1.47 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N34 -> A74	PVC-1/2" Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N35 -> N34	PVC-1/2" Longitud: 1.13 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N35 -> A73	PVC-1/2" Longitud: 0.27 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N36 -> N35	PVC-1/2" Longitud: 1.08 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.34 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N36 -> A72	PVC-1/2" Longitud: 0.27 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N37 -> N36	PVC-3/4" Longitud: 0.94 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.69 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N37 -> A71	PVC-1/2" Longitud: 0.26 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N38 -> N37	PVC-3/4" Longitud: 0.62 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N38 -> N43	PVC-3/4" Longitud: 4.04 m	Caudal: 0.65 l/s Velocidad: 1.49 m/s Pérdida presión: 0.53 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N39 -> A84	PVC-1/2" Longitud: 0.22 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N40 -> N39	PVC-1/2" Longitud: 0.68 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N40 -> A83	PVC-1/2" Longitud: 0.22 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N41 -> N40	PVC-1/2" Longitud: 0.82 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.26 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N41 -> A82	PVC-1/2" Longitud: 0.21 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N42 -> N41	PVC-3/4" Longitud: 0.81 m	Caudal: 0.35 l/s Velocidad: 0.80 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N42 -> A81	PVC-1/2" Longitud: 0.23 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N43 -> N42	PVC-3/4" Longitud: 0.90 m	Caudal: 0.50 l/s Velocidad: 1.14 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N43 -> A80	PVC-1/2" Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N44 -> N33	PVC-2" Longitud: 4.44 m	Caudal: 4.40 l/s Velocidad: 1.88 m/s Pérdida presión: 0.32 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N44 -> N45	PVC-1" Longitud: 0.79 m	Caudal: 1.05 l/s Velocidad: 1.47 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones

N44 -> N45	PVC-1" Longitud: 0.40 m	Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Caudal: 1.05 l/s Velocidad: 1.47 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N45 -> N52	PVC-3/4" Longitud: 0.61 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N45 -> N51	PVC-3/4" Longitud: 4.48 m	Caudal: 0.65 l/s Velocidad: 1.49 m/s Pérdida presión: 0.59 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N46 -> A70	PVC-1/2" Longitud: 0.39 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N47 -> A79	PVC-1/2" Longitud: 0.26 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N48 -> N47	PVC-1/2" Longitud: 0.87 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.17 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N48 -> A78	PVC-1/2" Longitud: 0.24 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N49 -> N48	PVC-3/4" Longitud: 0.83 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.69 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N49 -> A77	PVC-1/2" Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.18 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N50 -> N49	PVC-3/4" Longitud: 0.61 m	Caudal: 0.45 l/s Velocidad: 1.03 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N50 -> A76	PVC-1/2" Longitud: 0.27 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N51 -> N50	PVC-3/4" Longitud: 0.72 m	Caudal: 0.55 l/s Velocidad: 1.26 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N51 -> A75	PVC-1/2" Longitud: 0.27 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

N52 -> N53	PVC-3/4" Longitud: 1.07 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.69 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N52 -> A67	PVC-1/2" Longitud: 0.41 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N53 -> N54	PVC-1/2" Longitud: 1.11 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.35 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N53 -> A68	PVC-1/2" Longitud: 0.41 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N54 -> N46	PVC-1/2" Longitud: 1.05 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N54 -> A69	PVC-1/2" Longitud: 0.42 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.79 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N55 -> N44	PVC-2 1/2" Longitud: 7.60 m	Caudal: 5.45 l/s Velocidad: 1.59 m/s Pérdida presión: 0.32 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N55 -> N59	PVC-3/4" Longitud: 0.60 m	Caudal: 0.80 l/s Velocidad: 1.83 m/s Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N55 -> N59	PVC-3/4" Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.80 l/s Velocidad: 1.83 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N56 -> A60	PVC-1/2" Longitud: 0.21 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N57 -> N56	PVC-1/2" Longitud: 1.05 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.33 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N57 -> A59	PVC-1/2" Longitud: 0.19 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N58 -> N57	PVC-3/4" Longitud: 0.98 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N58 -> A53	PVC-1/2" Longitud: 0.19 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones

N59 -> N58	PVC-3/4" Longitud: 0.96 m	Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Caudal: 0.60 l/s Velocidad: 1.37 m/s Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N59 -> A52	PVC-1/2" Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N60 -> N55	PVC-2 1/2" Longitud: 4.37 m	Caudal: 6.25 l/s Velocidad: 1.82 m/s Pérdida presión: 0.24 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N60 -> A111	PVC-1/2" Longitud: 4.54 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.58 m/s Pérdida presión: 1.44 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Fuente: Elaboración propia (2024)

5.3. Diseño de las instalaciones sanitarias

Empleando el software Cype Cad se procede a determinar los diámetros óptimos para la conducción de las aguas residuales generadas en cada uno de los aparatos sanitarios, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 19. Resultados en tuberías arrojados por Cype Cad

Grupo: Zona de baños			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A27 -> N7	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 2.67 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A31 -> A32	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.97 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A32 -> A33	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.96 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A33 -> A34	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 0.96 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 9.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A34 -> N7	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 0.63 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A35 -> N6	Ramal, PVC-Ø110	Red de aguas fecales	Se cumplen todas las comprobaciones

	Longitud: 0.40 m Pendiente: 2.0 %	Unidades de desagüe: 20.0 Uds.	
A36 -> A35	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 1.15 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 15.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A37 -> A36	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 1.13 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A38 -> A37	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 1.13 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A39 -> N8	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 1.13 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 1.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A40 -> N8	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.45 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A41 -> N11	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.43 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A42 -> N10	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.46 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A43 -> N9	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.38 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A45 -> N17	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.58 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A46 -> N18	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.31 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A47 -> N18	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 1.14 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A48 -> A62	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 1.34 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 20.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

A49 -> A48	Ramal, PVC- Ø110 Longitud: 1.15 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 15.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A50 -> A49	Ramal, PVC- Ø110 Longitud: 1.11 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A51 -> A50	Ramal, PVC- Ø110 Longitud: 1.15 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A25 -> N15	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.95 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A26 -> N13	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.80 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A54 -> N12	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.87 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A55 -> N19	Ramal, PVC- Ø110 Longitud: 2.22 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A56 -> A63	Ramal, PVC- Ø110 Longitud: 1.28 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 17.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A57 -> A58	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.24 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A58 -> N20	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.88 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 4.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A61 -> A62	Colector, PVC- Ø110 Longitud: 10.62 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 116.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A62 -> A63	Colector, PVC- Ø160 Longitud: 5.32 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 162.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

A63 -> A64	Colector, PVC- Ø160 Longitud: 10.46 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 179.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A64 -> A24	Colector, PVC- Ø160 Longitud: 6.15 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 179.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A65 -> A61	Colector, PVC- Ø110 Longitud: 11.44 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 81.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A66 -> A65	Colector, PVC- Ø110 Longitud: 3.92 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 48.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N1 -> A5	Ramal, PVC- Ø110 Longitud: 2.90 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 15.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> A66	Ramal, PVC- Ø110 Longitud: 0.95 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 48.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N2	Ramal, PVC- Ø110 Longitud: 0.66 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 13.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> A65	Ramal, PVC- Ø110 Longitud: 0.80 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 33.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N4	Ramal, PVC- Ø110 Longitud: 1.59 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 13.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> A61	Ramal, PVC- Ø110 Longitud: 1.29 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 35.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> N6	Ramal, PVC- Ø110 Longitud: 3.15 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 15.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

	Pendiente: 2.0 %		
N8 -> N11	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.64 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> N13	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 0.58 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> N9	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 0.82 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> N12	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.32 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N12 -> N10	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 0.32 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 8.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N13 -> N14	Ramal, PVC-Ø90 Longitud: 0.24 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 15.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A44 -> N14	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.38 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> N16	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 1.16 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 17.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N15 -> A62	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 2.53 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 26.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> N15	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 1.16 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 23.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N17 -> N16	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.41 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N18 -> N17	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.79 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 4.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N19 -> A56	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.37 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

	Pendiente: 2.0 %		
N20 -> N19	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 0.88 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 7.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A23 -> N20	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 2.57 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A1 -> A2	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.97 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2 -> A3	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.97 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A3 -> A4	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 0.97 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 9.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A4 -> N1	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 2.12 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5 -> A6	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 1.09 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 20.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A6 -> A7	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 1.09 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 25.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A7 -> A8	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 1.10 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 30.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A8 -> N2	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.79 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 35.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A9 -> A10	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.64 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A10 -> A11	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.80 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 4.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A11 -> A12	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.82 m	Red de aguas fecales	Se cumplen todas las comprobaciones

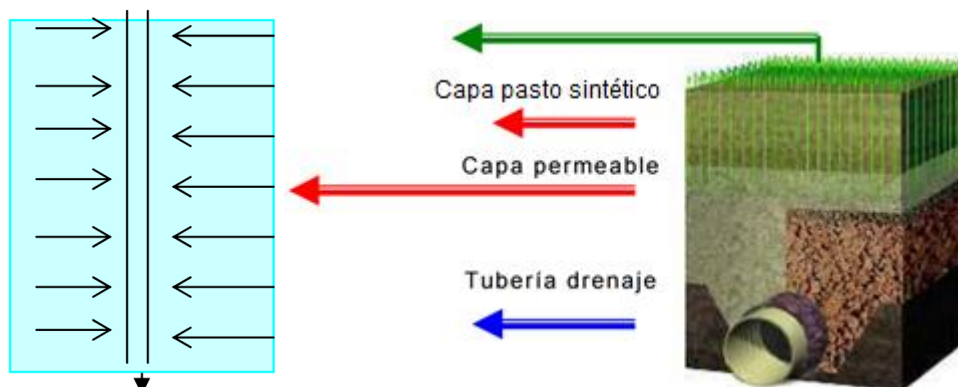
	Pendiente: 2.0 %	Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	
A12 -> A13	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 0.84 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 8.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A13 -> N3	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 4.00 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A14 -> A15	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.83 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A15 -> A16	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.84 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 4.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A16 -> A17	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.71 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A17 -> A18	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 0.55 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 8.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A18 -> N5	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 3.55 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A19 -> A20	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.87 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A20 -> A21	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 1.07 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A21 -> A22	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 1.08 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 15.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A22 -> N4	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 0.49 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 20.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A30 -> N1	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 3.06 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A29 -> N3	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 2.24 m	Red de aguas fecales	Se cumplen todas las comprobaciones

	Pendiente: 2.0 %	Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	
A28 -> N5	Ramal, PVC-Ø50	Red de aguas fecales	Se cumplen todas las comprobaciones
	Longitud: 1.68 m	Unidades de desagüe: 3.0 Uds.	
	Pendiente: 2.0 %		

Fuente: Elaboración propia (2024).

5.4. Diseño de las redes de drenaje pluvial de la cancha

El sistema de drenaje utilizado, es el compuesto, que consiste en una serie de líneas laterales de tubos perforados que descargan el agua captada en una línea de tubos colectores, que a su vez descargan en una tubería principal y esta conduce el agua hacia una salida satisfactoria, para el caso de la cancha del Barrio La Concepción será a la Cienagueta de Caldas. Los elementos que hacen parte de la red de drenaje compuesto tipo paralelo o rejilla son: laterales, colectores y principal que trabajan en conjunto con una serie de estructuras auxiliares como cámaras de inspección, manjoles y salidas.



Cálculo del material Drenante (Nuevo Suelo).

El perfil estratigráfico del nuevo suelo del terreno deportivo estará conformado por dos estratos y una capa vegetal superficial con la siguiente descripción morfológica: el primer estrato, es un material de color pardo oscuro (5Y R- 5/3), textura Arenosa, no plástico no cohesivo, débil, no reacciona al Hcl (10%), pH=5,5, %Hn=5.20%, pasa el Tamiz No.4=98.85%, pasa el Tamiz No.40=54.90, pasa el Tamiz No.200=15.45%, Cu=15,48, Cc=2.43 clasificación según la USC: SM-SC bien gradado y según la AASHTO: A-2-4. El segundo estrato corresponde al subsuelo permeable, conformado por una Arena media

cuarzosa, no plástica no cohesivo, pasa el Tamiz No.4=98.52%, pasa el Tamiz No.40=25.40%, pasa el Tamiz No.200=3.59%, Cu=2.63, Cc=1.10, clasificación según la USC un SP uniforme y la ASHTO un (A-1-b), y una arena, pasa el Tamiz No.4=78.06%, pasa el Tamiz No.40=6.84%, pasa el Tamiz No.200=2.46%, Cu=5.52, Cc=1.38, clasificación según la USC es un SW bien gradada y según la AASHTO es (A-1-a). El tercer estrato es un material filtrante utilizado en las zanjas para la tubería perforada de drenaje, es una grava no plástica, no cohesivo, pasa el Tamiz No.4=47.73%, pasa el Tamiz No.40=14.62%, pasa el Tamiz No.200=0.83%, Cu=20, Cc=1.95, clasificación según la USC un GW y la AASHTO un (A-1-a), este material será protegido de las paredes de la zanja por un geotextil no tejido negro NT1600-NT2000 que impedirá el paso de partículas de limo hacia el filtro. Las características de los materiales filtrantes según especificaciones granulométricas adoptadas por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT) se muestra en la siguiente Tabla:

ESPECIFICACIONES MOPT MATERIALES	N° MALLA – PORCENTAJE QUE PASA EN PESO									
	1½" 100	1" 80a100	¾" 65a100	3/8" 40a80	4 20a55	10 0a35	20 0a20	40 0a12	100 0a7	200 0a5
Suelo vegetal	100	100	100	100	98.85	93.97	82.27	54.90	24.27	15.45
Arena media	100	100	100	99.22	98.52	92.40	71.50	25.40	4.59	3.59
Arena gravosa	100	100	100	85.70	78.06	39.10	13.16	6.84	3.04	2.46
Grava	100	97.54	89.89	71.96	47.73	29.90	20.56	14.62	4.37	0.83

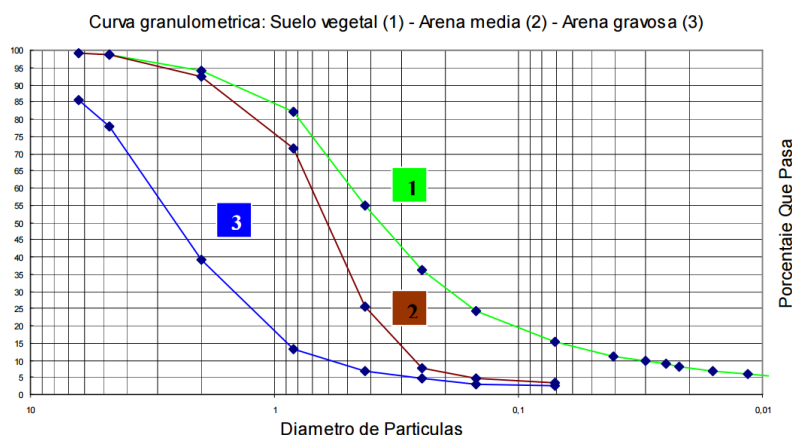
Características de los materiales filtrantes según Especificaciones Granulométricas adoptadas por el MOPT

Estos materiales fueron analizados según los requisitos recomendados por Terzaghi–Casagrande y Cors of Engineer para comprobar sus características como material de filtro, la gradación del nuevo perfil del terreno deportivo (suelo vegetal y subsuelo permeable) los resultados a continuación:

Requisito Filtro/suelo	Filtro D15 ≤ 5 Suelo D85	Filtro D50 ≤ 25 Suelo D50	Filtro D15 ≥ 5 Suelo D15
Arena media Suelo vegetal	0.3	1.64	4.85
Arena gravosa Suelo vegetal	0.85	6.93	13.69
Grava Suelo vegetal	0.41	13.33	6.615

Características de los materiales filtrantes según Requisitos de Terzaghi–Casagrande y Cors of Engineer.

En la siguiente figura se muestra la evidencia simetría entre las curvas superpuestas, garantizando la funcionalidad del filtro natural.



Las propiedades físicas e hidráulicas que caracterizan al suelo nuevo del terreno deportivo (suelo vegetal y subsuelo permeable) de la cancha del barrio La Concepción en el municipio de El Peñón, cumplen con las normas y especificaciones técnicas internacionales y su descripción es la siguiente:

E	Suelo	Prof. (cm)	Densidad (gr/cm ³)		C.C %	P.M.P %	n %	e Fra.	K m/día	μ %	lb mm/h
			Da	Dr							
1	Vegetal	0.0-10	1.65 1.55-1.70	2.59	11.06	4 2-6	36	0.56	1.69	13	13 8-20
2	Arena media	10-15	1.70 1.60-1.80	2.63	6.4	-	35	0.54	6	24	-
	Arena gravosa	15-33	1.80 1.60-1.90	2.70	4.57	-	33	0.49			

- Los valores de (μ) se calcularon con base en la ecuación de Pizarro, (1974):

$$\mu = \sqrt{K(m/día) \times 10} \text{ (%) y verificada con la Ec.: } \mu = n - CC * Da/Dw \text{ (%)}$$

El primer estrato corresponde al suelo vegetal de textura Arenosa fina, cuyo espesor será de 10cm de profundidad, valor recomendado por la Norma UNE 41959-1 IN (2002), el valor de la densidad aparente es de 1.65 gr/cm³ cilindrada con rodillo de 100Kg al momento de su conformación para conseguir su estabilidad (Neufert, Ernst 1994), el valor de la densidad real=2.59 gr/cm³, de igual forma, los valores de la porosidad total (n) y la relación de vacío (e) son 36% y 0.56 respectivamente, el valor de la permeabilidad (K) es de 1.69 m/días, al ser comparado con el valor recomendado por la norma (1.07 m/día) resulta satisfactorio para terreno deportivo, ya que garantiza la funcionalidad del drenaje interno, la capacidad de campo resultó de 11.06 % considerado valor normal para este

tipo de suelo y el valor de la porosidad drenable (μ) es de 13 %, el valor promedio tomado de la Infiltración básica para esta clase de suelo es de 13 mm/h donde el mínimo recomendado por la Norma UNE 41959-1 IN (2002) es de 10 mm/h. El segundo estrato lo conforma el subsuelo permeable, compuesto por una capa de arena media de 10cm espesor que impide el paso de los materiales finos del suelo vegetal y otra capa de arena gravosa de 18cm espesor en promedio que impide la traslocación del material suprayacente; cuyas propiedades son las siguientes: el valor de la densidad aparente para la arena media es de 1.70 gr/cm³ y para la arena gravosa de 1.80 gr/cm³, estas capas serán cilindradas al momento de su conformación con rodillo de 0.5 y 2 Ton de peso respectivamente (Neufert, Ernst, 1994), los valores de las densidades reales resultaron normales con 2.63 y 2.70 gr/cm³ respectivamente, la porosidad total es de 35 y 33% respectivamente, la relación de vacío es de 0.54 y 0.49 respectivamente, el cual garantiza la permanencia de las partículas en el estrato, la permeabilidad del estrato es de 6 m/día garantizando el flujo de agua hacia los drenes, la porosidad drenable del estrato es de 24 % para una buena capacidad de almacenamiento de aguas de exceso.

Cálculo orientativo de la sección de las Tuberías para el drenaje.

El dimensionamiento del sistema de desagüe se evaluará de acuerdo al caudal total, sumando todas las descargas de las áreas aferentes a cada tubo colector.

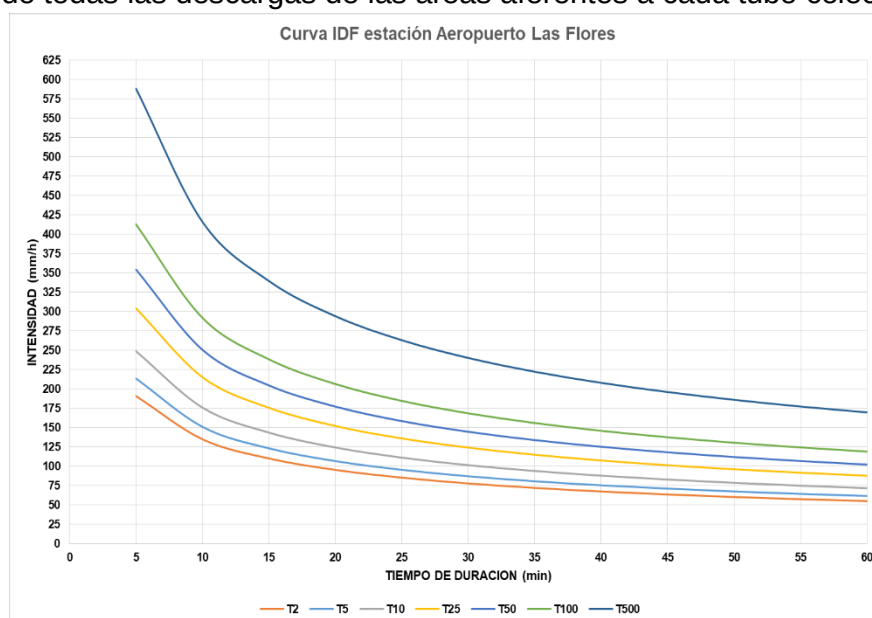


Figura 14. Graficas de las curvas IDF de la estación San Benito. Fuente: Elaboración propia, (2024)

Empleando el software HTP se procede a determinar los diámetros óptimos para la evacuación de las aguas lluvias de la zona del campo, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 20. Resultados en tuberías arrojados por HTP

TRAMO	LONGITUD (m)	GASTOS DE DISEÑO		COTAS TERRENO		PENDIENTE		DIÁMETRO (cm)			
		Q _{mín} (l/s)	Q _{méx} (l/s)	Inicial (msnm)	Final (msnm)	Terreno (m/km)	Propuesta (m/km)	Cálculo (m)	Efectivo (cm)	Nominal (in)	Tubos en Batería
1 - 2	71,94	1,50	4,54	0,90	0,90	0,00	1,39	0,13	11,00	4,33	1,00
2 - 4	12,60	1,50	4,54	0,90	0,90	0,00	3,97	0,10	15,22	6,30	1,00
4 - 6	12,60	1,50	7,57	0,90	0,90	0,00	3,97	0,12	16,00	6,30	1,00
6 - 8	12,60	1,50	10,60	0,90	0,90	0,00	3,97	0,14	16,00	6,30	1,00
8 - 10	12,60	1,50	13,63	0,90	0,90	0,00	3,97	0,16	16,00	6,30	1,00
10 - 12	12,57	1,50	16,66	0,90	0,90	0,00	3,98	0,17	16,00	6,30	2,00
12 - 14	12,60	1,50	19,69	0,90	0,90	0,00	3,97	0,18	16,00	6,30	2,00
14 - 15	13,05	1,50	24,44	0,90	0,90	0,00	3,83	0,19	16,00	6,30	2,00
15 - 16	15,25	1,50	24,44	0,90	0,00	59,03	33,45	0,13	16,00	6,30	2,00
3 - 4	71,94	1,50	3,03	0,90	0,90	0,00	1,95	0,10	10,46	4,33	1,00
5 - 6	71,94	1,50	3,03	0,90	0,90	0,00	1,95	0,10	10,46	4,33	1,00
7 - 8	71,94	1,50	3,03	0,90	0,90	0,00	1,95	0,10	10,46	4,33	1,00
9 - 10	71,94	1,50	3,03	0,90	0,90	0,00	1,95	0,10	10,46	4,33	1,00
11 - 12	71,94	1,50	3,03	0,90	0,90	0,00	1,95	0,10	10,46	4,33	1,00
13 - 14	71,94	1,50	4,76	0,90	0,90	0,00	1,95	0,12	15,22	6,30	1,00

Fuente: Elaboración propia (2024).

Tabla 21. Resultados en tuberías arrojados por HTP parte 2

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD n (Manning)	MATERIAL	TUBO LLENO		RELACIÓN DE GASTOS		RELACIÓN VELOCIDAD		RELACIÓN TIRANTES		VELOCIDAD	
		Q _{II} (l/s)	V _{II} (m/s)	Q _{mín} /Q _{II}	Q _{máx} /Q _{II}	V _{mín} /V _{II}	V _{máx} /V _{II}	y _{mín} /D	y _{máx} /D	V _{mín} (m/s)	V _{máx} (m/s)
0,01	PVCS20	3,23	0,34	0,46	1,41	0,98	1,00	0,48	1,00	0,33	0,34
0,01	PVCS20	12,97	0,71	0,12	0,35	0,67	0,91	0,23	0,41	0,48	0,65
0,01	PVCS20	14,81	0,74	0,10	0,51	0,64	1,01	0,22	0,51	0,47	0,74
0,01	PVCS20	14,81	0,74	0,10	0,72	0,64	1,09	0,22	0,63	0,47	0,80
0,01	PVCS20	14,81	0,74	0,10	0,92	0,64	1,13	0,22	0,76	0,47	0,84
0,01	PVCS20	14,83	0,74	0,05	0,56	0,52	1,03	0,15	0,54	0,39	0,76
0,01	PVCS20	14,81	0,74	0,05	0,66	0,52	1,07	0,15	0,60	0,39	0,79
0,01	PVCS20	14,56	0,72	0,05	0,84	0,53	1,12	0,16	0,70	0,38	0,81
0,01	PVCS20	43,01	2,14	0,02	0,28	0,38	0,86	0,09	0,37	0,81	1,84
0,01	PVCS20	3,34	0,39	0,45	0,91	0,97	1,13	0,47	0,75	0,38	0,44
0,01	PVCS20	3,34	0,39	0,45	0,91	0,97	1,13	0,47	0,75	0,38	0,44
0,01	PVCS20	3,34	0,39	0,45	0,91	0,97	1,13	0,47	0,75	0,38	0,44
0,01	PVCS20	3,34	0,39	0,45	0,91	0,97	1,13	0,47	0,75	0,38	0,44
0,01	PVCS20	3,34	0,39	0,45	0,91	0,97	1,13	0,47	0,75	0,38	0,44
0,01	PVCS20	9,09	0,50	0,17	0,52	0,74	1,01	0,28	0,51	0,37	0,51

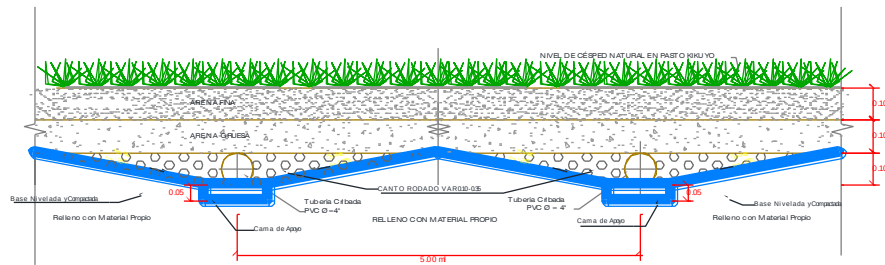
Fuente: Elaboración propia (2024).

Tabla 22. Resultados en tuberías arrojados por HTP parte 3

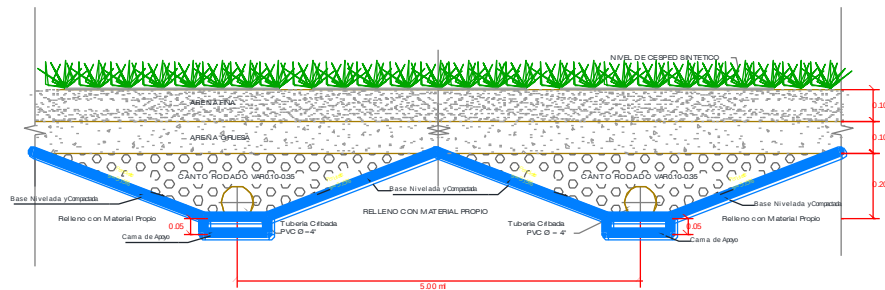
TIRANTE (cm)		LLENADO DE TUBERÍA	COTA CLAVE		COTA ARRASTRE		PROFUNDIDAD (m)			
ymín (cm)	ymáx (cm)	%	Inicial (msnm)	Final (msnm)	Inicial (msnm)	Final (msnm)	Caída (m)	Pozo Inicial	Pozo Final entrada	Pozo Final salida
5,28	11,00	100%	0,71	0,61	0,60	0,50	0,00	0,30	0,40	0,40
3,50	6,22	40.9%	0,65	0,60	0,50	0,45	0,00	0,40	0,45	0,45
3,44	8,11	50.7%	0,61	0,56	0,45	0,40	0,00	0,45	0,50	0,50
3,44	10,02	62.6%	0,56	0,51	0,40	0,35	0,00	0,50	0,55	0,55
3,44	12,10	75.6%	0,51	0,46	0,35	0,30	0,00	0,55	0,60	0,60
2,45	8,58	53.6%	0,46	0,41	0,30	0,25	0,00	0,60	0,65	0,65
2,45	9,54	59.6%	0,41	0,36	0,25	0,20	0,00	0,65	0,70	0,70
2,48	11,23	70.2%	0,36	0,31	0,20	0,15	0,00	0,70	0,75	0,75
1,47	5,84	36.5%	0,31	-0,20	0,15	-0,36	0,00	0,75	0,36	0,36
4,92	7,80	74.6%	0,70	0,56	0,60	0,46	0,00	0,30	0,44	0,44
4,92	7,80	74.6%	0,70	0,56	0,60	0,46	0,00	0,30	0,44	0,44
4,92	7,80	74.6%	0,70	0,56	0,60	0,46	0,00	0,30	0,44	0,44
4,92	7,80	74.6%	0,70	0,56	0,60	0,46	0,00	0,30	0,44	0,44
4,92	7,80	74.6%	0,70	0,56	0,60	0,46	0,00	0,30	0,44	0,44
4,19	7,82	51.4%	0,70	0,56	0,55	0,41	0,00	0,35	0,49	0,49

Fuente: Elaboración propia (2024).

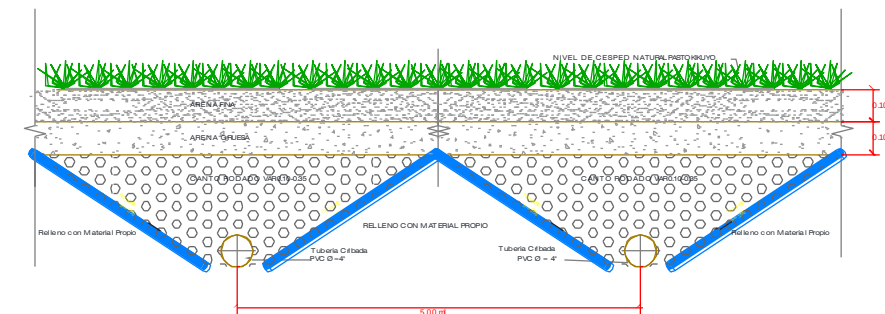
Por lo tanto, las secciones del drenaje de la cancha quedan conformadas como se muestra a continuación:



DETALLE SECCION 01



DETALLE SECCION 02



DETALLE SECCION 03

5.5. Diseño del sistema de tratamiento de las aguas residuales

Para el tratamiento de las aguas residuales se proyectó un sistema in situ compuesto de un tanque séptico para la decantación de lodos seguido un filtro anaerobio con un medio filtrante en grava o anillos en PVC para realizar el tratamiento biológico de las aguas residuales generadas y por ultimo un campo de infiltración para disponer el agua tratada en el subsuelo y evitar que estas se viertan a la vía o directamente al cuerpo de agua contiguo al predio dispuesto para la construcción de la cancha. Teniendo en cuenta el

aforo en las graderías más los integrantes de los equipos, se obtuvieron los siguientes resultados.

5.5.1. Diseño del tanque séptico

p NUMERO DE HABITANTES

550

TIPO DE ESTABLECIMIENTO

CONSUMO MINIMO

q CONSUMO DE AGUA (Tablas 3 y 4 de las Normas Técnicas para diseño de tanques sépticos)

5

l/hab.día

t TIEMPO DE RETENCION CALCULADO

0,47

días

t TIEMPO DE RETENCION

1

días

V VOLUMEN UTIL DEL TANQUE

2750

litros

VL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LODOS

825

litros

VT VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE = V + VL CALCULADO

3575

litros

H PROFUNDIDAD

1,50

m

A AREA UTIL TOTAL DEL TANQUE

2,38

m²

B ANCHO INTERNO

1,00

m

Bmax =

3,00

m

CUMPLE

L LONGITUD UTIL DEL TANQUE =

2,38

m

Lmax =

4,00

m

CUMPLE

L1 LONGITUD UTIL DEL PRIMER
COMPARTIMIENTO

1,59

m

L2 LONGITU UTIL DEL SEGUNDO COMPARTIMIENTO

0,79 m

P PENDIENTE DEL TERRENO

6,75 %

POR LA PENDIENTE, PARA DISPOSICION DEL EFLUENTE SE RECOMIENDA

CAMPO Y/O ZANJAS DE INFILTRACION

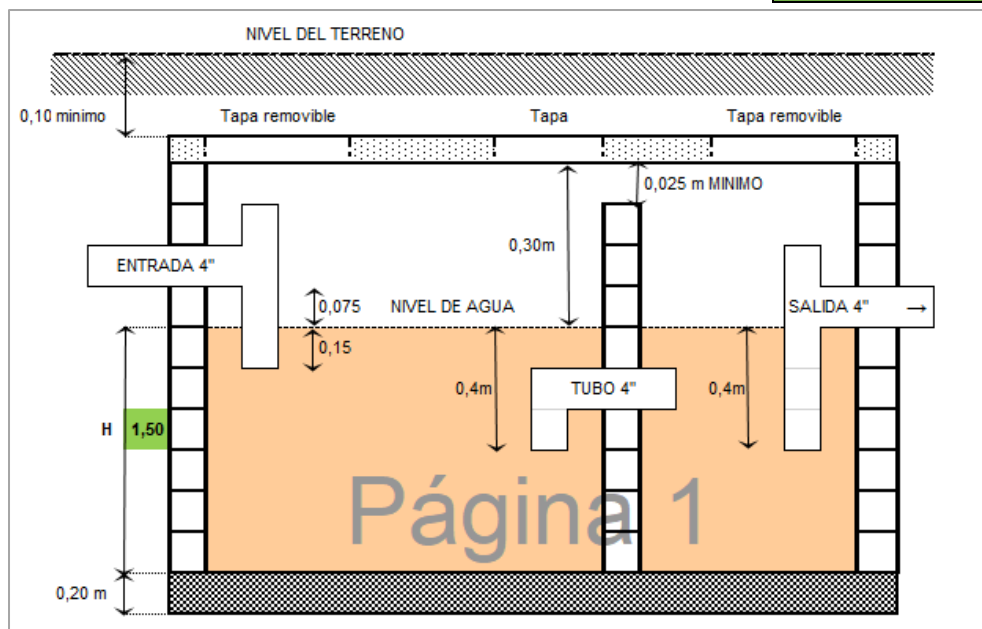


Figura 16. Perfil del tanque séptico proyectado. Fuente: elaboración propia, (2024)

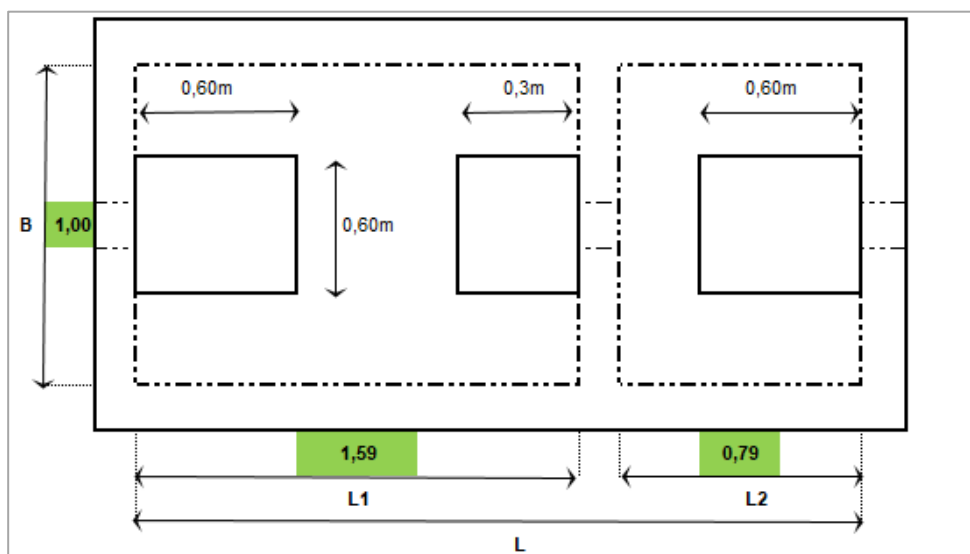


Figura 17. Planta del tanque séptico proyectado. Fuente: elaboración propia, (2024)

5.5.2. Diseño del filtro anaerobio

V VOLUMEN UTIL DEL FILTRO ANAEROBIO CALCULADO

2750 litros

H PROFUNDIDAD (1.40 m < H < 1,80 m)

1,50 m

A AREA REQUERIDA POR EL FILTRO ANAEROBIO

1,83 m²

B ANCHO INTERNO (0,85 m MINIMO)

1,00 m

B_{max} =

4,50 m

CUMPLE

L LONGITUD UTIL DEL FILTRO ANAEROBIO

1,83 m

- NOTAS:**
1. EL FONDO FALSO DEBERA TENER ABERTURAS DE 0,03 M ESPACIADAS 0,15 M ENTRE SI
 2. EL MEDIO FILTRANTE PUEDEN SER PIEDRAS DE TAMAÑO DE 40 A 80 mm, DE PLASTICO, O ANILLOS DE PVC.
 3. PARA FILTROS ANAEROBIOS DE VOLUMEN MAYOR DE 12 m³, DEBERA PROVEERSE LA FORMA DE REALIZAR EL MANTENIMIENTO, MEDIANTE UNA FORMA HIDRAULICA O MECANICA, INCLUYENDO EL FALSO FONDO.

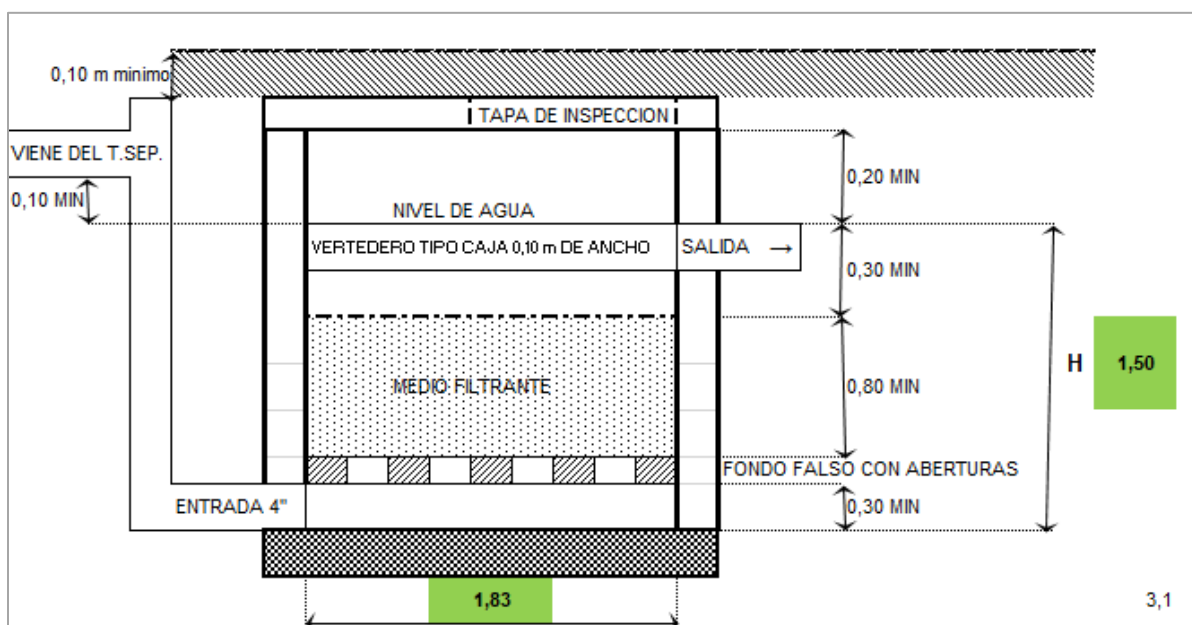


Figura 18. Perfil del filtro anaerobio proyectado. Fuente: elaboración propia, (2020)

5.5.3. Diseño del campo de infiltración

pf	SEPARACION ENTRE EL FONDO DE LA ZANJA Y EL NIVEL FREATICO	1,25	m
P	PENDIENTE DE LOS RAMALES DE DISTRIBUCION	0,20	%
tr	TIEMPO REQUERIDO PARA QUE EL AGUA BAJE 2,5 CM EN LA PRUEBA DE INFILTRACION	10	min
R	TASA DE INFILTRACION	66	l/m2.dia
Aa	AREA DE ABSORCION	41,67	m2
d	ANCHO MAXIMO DISPONIBLE PARA EL CAMPO DE INFILTRACION	12,00	m
TIPO DE SOLUCION RECOMENDADA POR ANCHO DISPONIBLE		ZANJAS DE INFILTRACION	
n	NUMERO DE RAMALES RECOMENDADO	4	
Lr	LONGITUD DEL AREA DE INFILTRACION	17,36	m
h	PROFUNDIDAD MINIMA DEL RAMAL	1,20	m
e	ESPESOR DE CUBIERTA MINIMO	0,30	m
X1	ESPACIAMIENTO MINIMO ENTRE RAMAL	2,50	m
LONGITUD MAXIMA DEL RAMAL DE DISTRIBUCION < 25 M		CUMPLE	

SEPARACION MINIMA ENTRE EL FONDO DE LA ZANJA Y EL NIVEL FRATICO = 1,20 M

CUMPLE

PENDIENTE MAXIMA DE LOS RAMALES DE DISTRIBUCION = 0,4%

CUMPLE

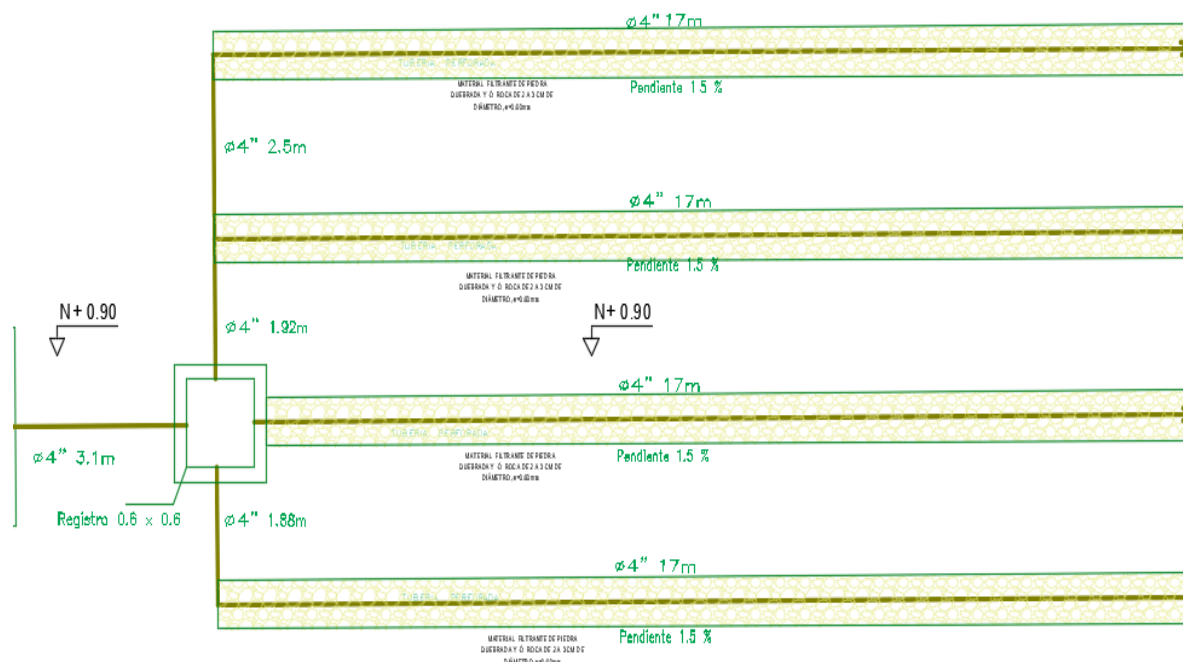


Figura 19. Planta de campo de infiltración proyectado. Fuente: elaboración propia, (2024)

DETALLE DE ZANJAS DEL CAMPO DE INFILTRACIÓN

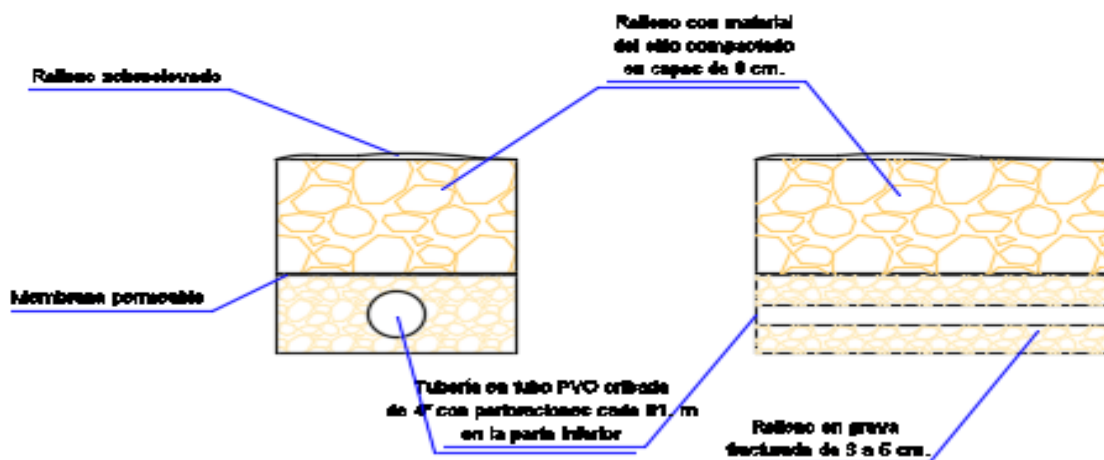


Figura 20. Detalle de la zanja proyectada. Fuente: elaboración propia, (2020)

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El presente diseño corresponde a las condiciones topográficas y de sitio encontradas durante el segundo semestre del año en curso. Diciembre de 2020
- Las curvas IDF corresponden a las precipitaciones características de la zona caribe, es decir 2 períodos de lluvia al año, como se aprecia en los registros de precipitación consignados en el presente trabajo, las precipitaciones entre el periodo de 2000 a 2012 presentan valores altos de máximas precipitaciones.
- Todas las medidas deberán ser verificadas y/o ajustadas a las condiciones reales del terreno. La ubicación de las obras proyectadas puede variar según condiciones de espacio y localización en terreno. Cualquier modificación en el diseño será consultado con el ingeniero diseñador. Se debe, con suma importancia, antes de la construcción, realizar "replanteo topográfico".
- El ejecutor es único responsable del uso adecuado de la información suministrada en las memorias y planos de este proyecto.
- El diseño en conjunto del presente estudio está proyectado para un nivel de protección medio alto y un periodo de retorno de 10 años, acorde a las recomendaciones de la resolución 0330 del 08 de junio del 2017 y el Código Colombiano de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias NTC 1500 tercera actualización el 16 de agosto del 2017.
- En el mapa de niveles de escorrentía superficial, se observa que el nivel del flujo en el punto más bajo del proyecto presenta una lámina de agua entre 0.49 y 0.51 m de altura al máximo caudal a los 39 minutos de inicio del evento, por lo cual se recomienda subir por encima de estos valores el nivel de las estructuras de la cancha para evitar posibles inundaciones, por lo tanto se recomienda elevar los niveles del suelo 90cm (hasta la cota +29.92) por encima del terreno actual.

Cordialmente.


Oscar S. Díaz Pestana
Ingeniero Civil., M.Sc., G.Á (c)
MP: 13202-266421 BLV

ANEXOS

1. Resultados de la modelación en el software SWMM

STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 vE (Build 5.0.018 vE)

Traducido por el Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos
Universidad Politécnica de Valencia

NOTA: El resumen estadístico mostrado en este informe se basa en los resultados obtenidos en todos los intervalos de cálculo, no sólo en los intervalos registrados en el informe.

Opciones de Análisis

Unidades de Caudal LPS

Modelos utilizados:

Lluvia/Escorrentía SI

Deshielo de Nieve NO

Flujo Subterráneo NO

Cálculo Hidráulico SI

Permitir Estancamiento . NO

Calidad del Agua NO

Método de Infiltración HORTON

Método de Cálculo Hidráulico KINWAVE

Fecha de Comienzo DEC-13-2020 00:00:00

Fecha de Finalización DEC-13-2020 02:00:00

Días Previos sin Lluvia 0.0

Report Time Step 00:01:00

Intervalo para Tiempo de Lluvia . 00:05:00

Intervalo para Tiempo Seco 01:00:00

Intervalo de Cálculo Hidráulico . 30.00 s

Resumen de Elementos

Número de Pluviómetros 2

Número de Subcuencas 12

Número de Nudos 14

Número de Líneas 13

Número de Contaminantes ... 0

Número de Usos del Suelo .. 0

Resumen de lluvias

Nombre	Tipo Origen de datos	Intervalo Datos	Registro
1	T3años	INTENSITY	5 min.
2	T50años	INTENSITY	5 min.

Resumen de Subcuencas

Nombre	Area	Ancho	%Imperm.	%Pend.	Pluviómetro	Pto.Descarga
13	0.59	100.00	100.00	1.0000	2	12
14	0.15	20.00	100.00	1.0000	2	10
15	0.13	15.00	100.00	1.9000	2	2
16	0.08	10.00	100.00	1.9000	2	3
17	0.09	10.00	100.00	1.9000	2	4
18	0.07	10.00	100.00	1.9000	2	5
19	0.08	10.00	100.00	1.9000	2	6
20	0.27	50.00	100.00	1.9000	2	9
21	0.33	50.00	100.00	1.9000	2	8
22	0.23	20.00	100.00	1.9000	2	1
23	0.07	10.00	100.00	1.9000	2	25
24	0.05	10.00	100.00	1.9000	2	26

Resumen de Nudos

Nombre	Tipo	Cota de Fondo	Prof. Máxima	Area	Aportes Inun. Externos
1	JUNCTION	30.00	0.05	0.0	
2	JUNCTION	29.13	0.05	0.0	
3	JUNCTION	28.99	0.05	0.0	
4	JUNCTION	28.94	0.05	0.0	
5	JUNCTION	28.88	0.05	0.0	
6	JUNCTION	28.77	0.05	0.0	
8	JUNCTION	30.00	0.05	0.0	
9	JUNCTION	30.00	0.05	0.0	
10	JUNCTION	28.86	0.05	0.0	
12	JUNCTION	28.68	0.05	0.0	
25	JUNCTION	30.00	0.05	0.0	
26	JUNCTION	30.00	0.05	0.0	
11	JUNCTION	28.79	0.05	0.0	
7	OUTFALL	28.00	0.05	0.0	

Resumen de Líneas

Nombre	Nudo Inicial	Nudo Final	Tipo	Longitud	%Pdte.	Rugosidad
--------	--------------	------------	------	----------	--------	-----------

1	1	2	CONDUIT	77.8	1.1186	0.0100
2	2	3	CONDUIT	21.3	0.6585	0.0100
3	3	4	CONDUIT	21.3	0.2352	0.0100
4	4	5	CONDUIT	21.3	0.2822	0.0100
5	5	6	CONDUIT	21.3	0.5174	0.0100
8	9	4	CONDUIT	21.3	4.9921	0.0100
9	10	11	CONDUIT	21.3	0.3293	0.0100
10	8	12	CONDUIT	21.3	6.2208	0.0100
11	12	7	CONDUIT	40.8	1.6681	0.0100
12	6	12	CONDUIT	21.3	0.4233	0.0100
13	25	3	CONDUIT	68.8	1.4671	0.0100
14	26	5	CONDUIT	66.5	1.6857	0.0100
15	11	7	CONDUIT	42.6	1.8552	0.0100

Resumen de Secciones Transversales

Conducto	Nivel Forma Geom.	Area Lleno	Rad. Lleno	Ancho Hid.	Nº de Máximo	Caudal Tramos	Lleno
1	RECT_OPEN	0.05	0.15	0.05	3.00	1	210.67
2	RECT_OPEN	0.05	0.15	0.05	3.00	1	161.64
3	RECT_OPEN	0.05	0.15	0.05	3.00	1	96.60
4	RECT_OPEN	0.05	0.15	0.05	3.00	1	105.82
5	RECT_OPEN	0.05	0.15	0.05	3.00	1	143.28
8	RECT_OPEN	0.05	0.15	0.05	3.00	1	445.05
9	RECT_OPEN	0.05	0.15	0.05	3.00	1	114.30
10	RECT_OPEN	0.05	0.15	0.05	3.00	1	496.82
11	RECT_OPEN	0.05	0.15	0.05	3.00	1	257.27
12	RECT_OPEN	0.05	0.15	0.05	3.00	1	129.60
13	RECT_OPEN	0.05	0.15	0.05	3.00	1	241.27
14	RECT_OPEN	0.05	0.15	0.05	3.00	1	258.62
15	RECT_OPEN	0.05	0.15	0.05	3.00	1	271.31

Acciones de Control

Errores de Continuidad

	Volumen	Altura
Escorrentía Superficial	ha·m	mm

Precipitación Total	0.017	8.061
Pérdidas Evaporación	0.000	0.000
Pérdidas Infiltración	0.000	0.000
Escorrentía Superficial ..	0.015	6.990
Almacen. Final en Sup. ...	0.002	1.141
% Error Continuidad	-0.878	

	Volumen	Volumen
Cálculo Hidráulico	ha·m	10 ³ m ³
Aporte Tiempo Seco	0.000	0.000
Aporte Tiempo Lluvia	0.015	0.149
Aporte Ag. Subterránea ...	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	0.015	0.148
Descargas Internas	0.000	0.000
Perdidas Almacenamiento ..	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial ..	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final	0.000	0.002
% Error Continuidad	-0.076	

Máximos Índices de Inestabilidad

Todas las líneas son estables.

Resumen de Intervalo de Cálculo Hidráulico

Intervalo de Cálculo Mínimo : 30.00 seg
Intervalo de Cálculo Medio : 30.00 seg
Intervalo de Cálculo Máximo : 30.00 seg
Porcentaje en Reg. Permanente : 0.00
Nº medio iteraciones por instante : 1.40

Resumen de Escorrentía en Subcuencas

Subcuenca	Precip Total mm	Aporte Total mm	Evap Total mm	Infil Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total mm	Escor. Punta 10 ⁶ ltr	Coef. Escor. LPS
13	8.061	0.000	0.000	0.000	6.985	0.041	25.649	0.867
14	8.061	0.000	0.000	0.000	6.903	0.010	5.710	0.856
15	8.061	0.000	0.000	0.000	6.965	0.009	5.464	0.864
16	8.061	0.000	0.000	0.000	6.990	0.006	3.508	0.867
17	8.061	0.000	0.000	0.000	6.953	0.006	3.706	0.863
18	8.061	0.000	0.000	0.000	7.027	0.005	3.281	0.872
19	8.061	0.000	0.000	0.000	6.990	0.006	3.508	0.867
20	8.061	0.000	0.000	0.000	7.085	0.019	14.212	0.879
21	8.061	0.000	0.000	0.000	7.041	0.023	15.905	0.874
22	8.061	0.000	0.000	0.000	6.859	0.016	8.216	0.851
23	8.061	0.000	0.000	0.000	7.027	0.005	3.281	0.872

24	8.061	0.000	0.000	0.000	7.099	0.004	2.714	0.881
Sistema	8.061	0.000	0.000	0.000	6.990	0.150	95.153	0.867

Resumen de Nivel en Nudos

Nudo	Nivel Medio Tipo	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. Metros	días hr:min
1	JUNCTION	0.00	0.01	30.01	0 00:35
2	JUNCTION	0.00	0.01	29.14	0 00:38
3	JUNCTION	0.01	0.02	29.01	0 00:38
4	JUNCTION	0.01	0.03	28.97	0 00:37
5	JUNCTION	0.01	0.03	28.91	0 00:38
6	JUNCTION	0.01	0.03	28.80	0 00:38
8	JUNCTION	0.00	0.01	30.01	0 00:35
9	JUNCTION	0.00	0.01	30.01	0 00:35
10	JUNCTION	0.00	0.01	28.87	0 00:35
12	JUNCTION	0.01	0.03	28.71	0 00:39
25	JUNCTION	0.00	0.00	30.00	0 00:35
26	JUNCTION	0.00	0.00	30.00	0 00:35
11	JUNCTION	0.00	0.01	28.80	0 00:36
7	OUTFALL	0.01	0.02	28.02	0 00:38

Resumen de Aportes en Nudos

Nudo	Aporte Lateral Máximo Tipo	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo días hr:min	Volumen Aporte Lateral 10^6 ltr	Volumen Aporte Total 10^6 ltr
1	JUNCTION	8.22	8.22	0 00:35	0.016
2	JUNCTION	5.46	12.86	0 00:38	0.025
3	JUNCTION	3.51	18.96	0 00:38	0.035
4	JUNCTION	3.71	34.39	0 00:37	0.060
5	JUNCTION	3.28	39.67	0 00:38	0.068
6	JUNCTION	3.51	42.78	0 00:38	0.074
8	JUNCTION	15.91	15.91	0 00:35	0.023
9	JUNCTION	14.21	14.21	0 00:35	0.019
10	JUNCTION	5.71	5.71	0 00:35	0.010
12	JUNCTION	25.65	79.99	0 00:38	0.138
25	JUNCTION	3.28	3.28	0 00:35	0.005
26	JUNCTION	2.71	2.71	0 00:35	0.004
11	JUNCTION	0.00	5.59	0 00:36	0.010
7	OUTFALL	0.00	85.46	0 00:38	0.148

Resumen de Sobrecarga en Nudos

No hay ningún nudo en carga.

Resumen de Inundación en Nudos

No hay inundación en ningún nudo.

Resumen de Vertidos

	Frec. Vertido	Caudal Medio % Porc.	Caudal Máximo LPS	Volumen Total LPS
Nudo de Vertido				10 ⁶ ltr
7	91.29	22.40	85.46	0.148
Sistema	91.29	22.40	85.46	0.148

Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Caudal Máximo Tipo	Instante Caudal LPS	Veloc. Máx días hr:min	Caudal Máxima m/sec	Nivel Máx/ Lleno	Nivel Máx/ Lleno
1	CONDUIT	7.94	0 00:40	0.39	0.04	0.14
2	CONDUIT	12.86	0 00:39	0.40	0.08	0.22
3	CONDUIT	18.93	0 00:39	0.34	0.20	0.37
4	CONDUIT	34.34	0 00:38	0.45	0.32	0.51
5	CONDUIT	39.64	0 00:38	0.58	0.28	0.46
8	CONDUIT	14.11	0 00:35	0.76	0.03	0.12
9	CONDUIT	5.59	0 00:36	0.23	0.05	0.16
10	CONDUIT	15.83	0 00:35	0.85	0.03	0.12
11	CONDUIT	79.93	0 00:38	1.08	0.31	0.49
12	CONDUIT	42.73	0 00:39	0.56	0.33	0.51
13	CONDUIT	2.97	0 00:38	0.29	0.01	0.07
14	CONDUIT	2.41	0 00:38	0.00	0.01	0.06
15	CONDUIT	5.53	0 00:38	0.39	0.02	0.10

Resumen de Sobrecarga de Conductos

Ningún conducto ha entrado en carga.

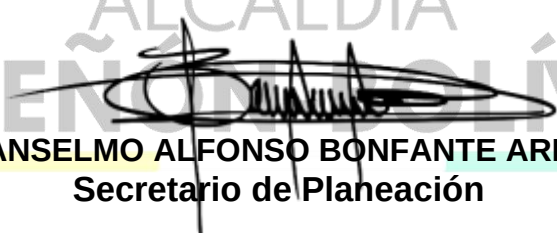
Instante de inicio del análisis: Sun Dec 13 15:56:11 2020
Instante de finalización del análisis: Sun Dec 13 15:56:11 2020
Tiempo total transcurrido: < 1 s

**EL SUSCRITO SECRETARIO DE PLANEACIÓN DEL MUNICIPIO DE EL
PEÑÓN – DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR.**

CERTIFICA:

Qué el proyecto de inversión "**CONSTRUCCIÓN DE LA CANCHA DE FUTBOL 11 UBICADA EN EL BARRIO LA CONCEPCIÓN DE LA CABECERA MUNICIPAL DE EL PEÑÓN DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR**", NO requiere cuantificación de la resistencia contra el fuego según lo descrito en el Capítulo J.3.3.3 del Título J de la NSR-10 por lo tanto no requiere de diseño de redes contra incendio y no se anexan los planos de dichas redes.

Dado en el municipio de El Peñón - Departamento de Bolívar, a los Veinte (20) días del mes de Agosto del año 2024.



ARQ. ANSELMO ALFONSO BONFANTE AREVALO
Secretario de Planeación

**EL SUSCRITO SECRETARIO DE PLANEACIÓN DEL MUNICIPIO DE EL
PEÑÓN – DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR.**

CERTIFICA:

Qué el proyecto de inversión "**CONSTRUCCIÓN DE LA CANCHA DE FUTBOL 11 UBICADA EN EL BARRIO LA CONCEPCIÓN DE LA CABECERA MUNICIPAL DE EL PEÑÓN DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR**", NO requiere cuantificación de la resistencia contra el fuego según lo descrito en el Capítulo J.3.3.3 del Título J de la NSR-10 por lo tanto no requiere de diseño de redes contra incendio y no se anexan las memorias de cálculo de dichas redes.

Dado en el municipio de El Peñón - Departamento de Bolívar, a los Veinte (20) días del mes de Agosto del año 2024.


ARQ. ANSELMO ALFONSO BONFANTE AREVALO
Secretario de Planeación

