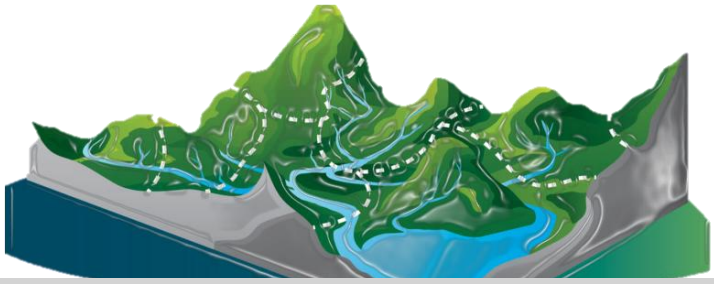
“CONSULTORÍA PARA CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONTRUCCIÓN DE UN BLOQUE DE AULAS EN LA SEDE PRINCIPAL DEL COLEGIO PIO XII DEL MUNICIPIO DE SAN JACINTO - BOLÍVAR”



Memoria técnica de diseño de redes Hidrosanitarias

CAMILO ANDRÉS TAPIA AGUAS

INGENIERO CIVIL

M.P.: 22202-434831 COR

MASTER EN INGENIERÍA DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA

ESPECIALISTA EN HIDROINFORMATICA

GERMAN ANDRES GARCIA PEREZ

INGENIERO CIVIL

M.P.: 081037-0825405 COR

VERSIÓN	FECHA
02	**07-2026**

REPUBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DE BOLIVAR
MUNICIPIO DE SAN JACINTO

1 Contenido

1. INFORMACION PREVIA 6

2. ALCANCE 7

3. NORMAS APLICABLES 7

4. LOCALIZACION DEL PROYECTO 7

4.1 DIVISION POLITICO ADMINISTRATIVA 9

4.2 ASPECTOS FISICOS DEL ENTORNO 9

4.2.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS. 11

5. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO 13

6. COMPOSICIÓN DE ELEMENTOS APARATOS Y ELEMENTOS DE TIPO SANITARIO E HIDRÁULICOS. 17

6.1 APARATOS SANITARIOS E HIDRÁULICOS. 17

6.1.1 SANITARIOS 17

6.1.2 LAVAMANOS 17

6.1.3 DUCHA 17

6.1.4 INCRUSTACIONES 18

6.1.5 MESÓN Y LAVAPLATOS 18

6.1.6 LAVADERO 18

6.2 INSTALACIÓN DE APARATOS 18

6.2.1 PROTECCIÓN DEL SUMINISTRO DE AGUA 18

6.2.2 ACCESO PARA LIMPIEZA 18

6.2.3 INODOROS, ORINALES, LAVAMANOS Y BIDÉS 19

6.2.4 CONEXIONES DE DESAGÜE DE AGUAS RESIDUALES EN PISOS Y MUROS 19

7. SISTEMA DE ABASTECIMINETO DE AGUA POTABLE 19

7.1 Estimación de consumos 19

7.2 Volumen de tanque de almacenamiento 21

7.3 Cálculo de la acometida 23

7.4 Selección de bombas 24

7.4.1 Sistema de bombeo a tanques elevados 24

7.4.2 Potencia de la bomba 24

7.4.3 Selección de la bomba 25

7.5 DISEÑO HIDRAULICO SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE 27

7.6 PARÁMETROS DE DISEÑO 28
7.6.1 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TUBERÍAS HIDRÁULICAS 28
8. SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES 38
8.1 PARÁMETROS DE DISEÑO 39
8.2 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS 40
8.3 PENDIENTE DE LA TUBERÍA SANITARIA HORIZONTAL 40
8.4 VALORES UNITARIOS DE DESAGÜE PARA APARATOS 40
8.5 CARGA UNITARIA MÁXIMA POR APARATO 41
8.6 DESVÍOS HORIZONTALES DE LAS BAJANTES 41
8.7 DISEÑO DE RED DE COLECTORES 47
8.8 DISEÑO DE SISTEMA SÉPTICO 48
9. DISEÑO DE REDES DE VENTILACIÓN 55
9.1 EXTENSIÓN SOBRE LA CUBIERTA 55
9.2 UBICACIÓN DEL TERMINAL DE VENTILACIÓN 55
9.3 EXTENSIÓN A TRAVÉS DEL MURO 56
9.4 CONEXIONES Y PENDIENTES PARA VENTILACIÓN 56
9.4.1 CONEXIÓN 56
9.4.2 PENDIENTE 56
9.4.3 CONEXIÓN DE LA VENTILACIÓN AL SISTEMA DE DESAGÜE 56
9.4.4 COLUMNA VERTICAL DE LA VENTILACIÓN 56
9.4.5 ELEVACIÓN POR ENCIMA DE LOS APARATOS 56
9.5 DIMENSIONES DEL TUBO DE VENTILACIÓN 56
9.5.1 DIMENSIONES DE BAJANTE DE VENTILACIÓN Y VENTILACIÓN VERTICAL 56
9.6 VENTILACIÓN DE APARATOS 59
9.6.1 DISTANCIA DEL SIFÓN A LA VENTILACIÓN 59
10. CALCULO DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE DISEÑO Y CURVAS DE INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA 60
11. SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS CUBIERTAS 67
11.1 PARÁMETROS DE DISEÑO 67
11.1.1 VELOCIDADES MÁXIMAS 68
11.1.2 VELOCIDADES MÍNIMAS 68
11.1.3 RELACIÓN Q/QO 68
11.1.4 RUGOSIDADES 68

11.1.5 FUERZA TRACTIVA 69
11.2 DETERMINACIÓN DE CAUDALES 69
11.2.1 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN INICIAL 69
11.2.2 PERIODO DE RETORNO 69
11.2.3 INTENSIDAD DE LA LLUVIA 69
11.2.4 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA 69
11.2.5 ESTIMACIÓN DE CAUDALES 70
11.2.6 CHEQUEO PARA BAJANTES AGUAS LLUVIAS. 70
12. SISTEMA DE RED CONTRAINCENDIO 75
13. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES 78

TABLAS

Tabla 1 Consumos para fines públicos 20
Tabla 2: Consumos por ocupación – NTC 1500 20
Tabla 3: Consumos para proyecto 21
Tabla 4. Cálculo de la acometida 24
Tabla 4. Valores de unidades para aparatos y grupos de aparatos en redes de suministro 28
Tabla 5 Unidades de consumo y cantidad de aparatos en el proyecto 29
Tabla 6. Valores de caudal para diferentes números de unidades 30
Tabla 7. Consumos y caudales máximos para aparatos hidrosanitarios y accesorios para los aparatos. 33
Tabla 8. Pérdida de presión en accesorios y válvulas expresado como longitud equivalente de tubería m (pies). 34
Tabla 9. Altura de aparatos 34
Tabla 10. Presión mínima y recomendada de los aparatos 35
Tabla 12 Cálculo de tuberías de agua potable. Fuente: Elaboración propia 37
Tabla 13. Unidades de desagüe de aparatos individuales y en grupo. 41
Tabla 14. Desagües y alcantarillado de la edificación. 42
Tabla 15. Resultado de unidades por área húmeda en el proyecto. 42
Tabla 16. Fórmulas de caudal real. Fuente: Extraído NTC 1500 44
Tabla 17. Cálculo de tuberías sanitarias. 46
Tabla 18. Cálculo de colectores sanitarios 48
Tabla 18. Dimensiones y longitud de desarrollo de bajantes de ventilación y de ventilación vertical. 59
Tabla 23. Máxima distancia del sifón a la ventilación. (Tabla 10.6.1 NTC 1500-2020) 59
Tabla 20. Intensidades por periodo de retorno 66
Tabla 21 Velocidades máximas por material. Fuente: INVIAS 68
Tabla 22. Tabla de rugosidad. 68

Tabla 34 Capacidad hidráulica vertical y horizontal por diámetro. Fuente: NTC 1500 72
Tabla 35. Comprobación de diseño de desagüe horizontal y vertical. Fuente: Autor 73

ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Localización de San jacinto en Colombia y en el departamento de Bolívar..... 8
Ilustración 2 Ubicación satelital de la institución en el municipio de San jacinto, Bolívar..... 8
Ilustración 3 Planta arquitectónica nivel 1 15
Ilustración 4 Area interna de Baños. 16
Ilustración 5 Vista 3D del bloque propuesto. Fuente: Arquitectura 16
Ilustración 6 Dimensiones de tanque propuesto en el proyecto. 23
Ilustración 7. Selección de bomba. Fuente: Extraído de catálogo KSB 27
Ilustración 8 Ruta Crítica para análisis desde el tanque elevado hasta el último inodoro ubicado en el segundo nivel. Fuente: Autor 37
Ilustración 9. Areas Húmedas en la Edificación. 39
Ilustración 10 características Sistema séptico integral. Fuente: Rotoplast 51
Ilustración 11. Terminal de ventilación. 55
Ilustración 12. Localización de la Estación CASA DE PIEDRA ubicada en zona cercana al proyecto. 60
Ilustración 19. Área de cubierta a evacuar de la edificación. Fuente: P. arquitectónico..... 72
Ilustración 20. Esquema tubería, cajas de conducción y desagüe. 74

MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO DE REDES HIDROSANITARIAS
INSTALACION DE REDES HIDROSANITARIAS PARA EL BLOQUE DE AULAS DEL COLEGIO PIO XII, MUNICIPIO DE SAN JACINTO

CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

TIPO DE PROYECTO	CONSULTORÍA PARA CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONTRUCCIÓN DE UN BLOQUE DE AULAS EN LA SEDE PRINCIPAL DEL COLEGIO PIO XII DEL MUNICIPIO DE SAN JACINTO - BOLÍVAR
LOCALIZACIÓN	MUNICIPIO DE SAN JACINTO, BOLIVAR.
DESCRIPCIÓN	INSTALACION DE REDES HIDROSANITARIAS PARA EL BLOQUE DE ALUAS DEL COLEGIO PIO XII, MUNICIPIO DE SAN JACINTO
PROPIETARIO	ALCALDIA MUNICIPAL
DISEÑO	ING. CAMILO ANDRÉS TAPIA AGUAS ING. GERMAN ANDRES GARCIA PEREZ

1. INFORMACION PREVIA

Se proporciona por parte del solicitante del diseño, el levantamiento topográfico del área del proyecto que en este caso corresponde a la edificación y espacios actuales de la institución, en el que se proyecta la construcción de un nuevo bloque de aulas, en el municipio de San jacinto, Bolívar.

El estudio topográfico proporciona información relacionada con la altimetría y planimetría del sector, localización de estructuras existentes y vías existentes. (La veracidad de la información es responsabilidad del solicitante).

se realizó una inspección visual y una entrevista con el encargado del área de mantenimiento para recolectar la información necesaria que permitiera la proyección del nuevo sistema de abastecimiento de agua y su adecuado puesto en funcionamiento. (La veracidad de la información es responsabilidad del solicitante).

2. ALCANCE

El siguiente es el alcance del diseño hidrosanitario, que corresponde con el contenido del presente documento.

- Diseño de sistema de drenaje de aguas lluvias.
- Diseño de sistema de Agua potable.
- Diseño de sistema de Aguas residuales.

3. NORMAS APLICABLES

- Resolución 0330 de 2017 - Reglamento del sector de agua potable y saneamiento básico – RAS.
- Resolución 0799 de 2021 – Modificación resolución 0330 de 2017
- Código Colombiano de fontanería – Norma técnica colombiana NTC 1500-2020 cuarta actualización.
- Titulos J y K, NSR-10.

4. LOCALIZACION DEL PROYECTO

San Jacinto es un municipio situado en el departamento de Bolívar, en la región Caribe de Colombia, dentro de la subregión de los Montes de María. Se localiza estratégicamente sobre la Troncal de Occidente, lo que facilita su conexión con otras poblaciones cercanas y con las principales ciudades de la Costa. El territorio se caracteriza por un entorno montañoso que le otorga relevancia cultural y agrícola, además de ser reconocido como un importante centro de tradiciones artesanales y musicales en el Caribe colombiano.

Los límites geográficos del municipio son:
Norte: con el Municipio de San Juan Nepomuceno.
Este: con el Municipio de Zambrano.
Noroeste: con el Municipio de María la Baja.
Sur: con el Municipio de El Carmen de Bolívar.

La distancia entre el municipio de San Jacinto (Bolívar) y Cartagena de Indias, la capital del departamento, es aproximadamente 103-108 kilómetros por carretera

Ilustración 1 Localización de San jacinto en Colombia y en el departamento de Bolívar



Fuente: Wikipedia.

Ilustración 2 Ubicación satelital de la institución en el municipio de San jacinto, Bolívar.



Fuente: Google Earth modificado.

4.1 DIVISION POLITICO ADMINISTRATIVA

El municipio de San jacinto está dividido política y administrativamente con un área rural conformada por diez (7) corregimientos y diez (9) veredas las cuales se relacionan a continuación:

- Corregimientos: Arenas, Las Charquitas, Paraíso, San Cristóbal, Las mercedes, Bajo grande y Las Palmas.
- Veredas: El Bongal, Brasiliar, Arroyo de María, Las Lajas, Casa de Piedra, Morena abajo, arriba del arroyo, L as Pavas, Barcelona, La Negra y El Encanto.

Así mismo, cuenta con una cabecera municipal delimitada por su correspondiente perímetro dividida en 42 barrios discriminados así: Barrio abajo, Barrio Arriba, Buena Vista, Buenos Aires, Campo Alegre, Candelilla, Centro, Coco Solo, El Anzuelo, El Recreo, El Siete, La Guanábano, Javier Cirujano Arjona, La Bajera, La Campesina 1 , La Campesina 2, La Gloria, Las Mochilas, Loma del viento, Los Portales, Marbella, Miraflores, Nuevo Horizonte, Nuevo Santander, Ocho de diciembre, Paraíso, Plaza de la paz, Porvenir, San Abel, San Carlos, San francisco, San José, San Miguel, San Rafaela , Santa Ana, Santa Lucia, Santander, Bolívar, Torices, Villa Alegría, Villa María, Yuca Asa.

4.2 ASPECTOS FISICOS DEL ENTORNO

La topografía del municipio es montañosa y ondulada, y está dividida en dos grandes zonas: La zona occidental, la cual se caracteriza por la existencia de colinas y serranías que hacen parte importante de los Montes de María, resaltando el Cerro de Maco que tiene la máxima altura de la región situada a 800 metros sobre el nivel del mar, también se destacan El Cerro Capiro, Cerro Los Chivos, Cerro Pelado, Cerro Las Lauras, Cerro Cenizal, Cerro Naranjal, Cerro Bijagual y Cerro Palo negro. La zona oriental presenta ondulaciones con pequeñas elevaciones, sobresaliendo, La Sierra, Loma Grande, LomaEl Cordón, Loma La Montaña, Lomas El Cerro y Alto de la Negra.

HIDROGRAFÍA

San Jacinto cuenta con una amplia riqueza hídrica, en la cual se destaca la existencia de arroyos y pequeñas ciénagas como las de Pulido y la de Muñoz, ubicadas en el sur oriente del municipio. En el extremo occidente está ubicada la represa de Playón, de la cual hace uso el municipio de María La Baja para abastecer aproximadamente 5.000 hectáreas del distrito de riego.
Los arroyos son la principal fuente de abastecimiento de agua, los más importantes dentro del Municipio son: Arroyo del Loro, que nace en el Cerro de Maco; Arroyo de Rastro que nace en la región de Naranjal; Arroyo de la Flecha, que nace en el sitio

denominado el Salto de las Palomas; Arroyo de San Jacinto, el Arroyo de Matambal, que nace en la región del Bongal; Arroyo de Casa de Piedra o de Matuya, que nace en la región de Matuya y atraviesa Las Mercedes, Casa de Piedra y San Cristóbal; Arroyo de Arenas, que nace en Dos Cañas y Zenén y sigue su curso al Carmen de Bolívar; Arroyo de Las Palmas, nace en la Sierra, región del Cigarrón, pasa por Las Palmas y Bajo Grande y desemboca en el río Magdalena. Existen algunas cañadas, entre las cuales se destacan la Cañada del Ceibal, de Las Tinas, de Perucho, y del Limón. Adicionalmente, se cuenta con un gran número de reservorios y pozos profundos que ha venido construyendo la población.

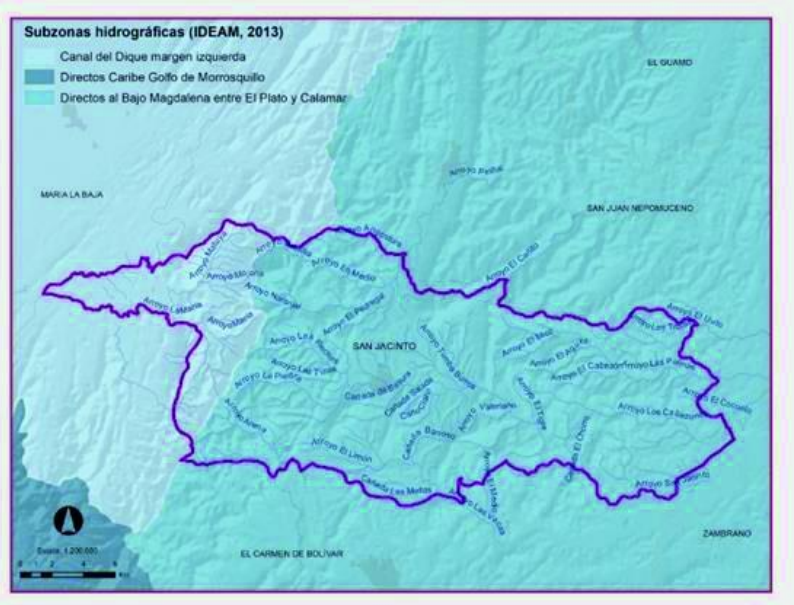


Ilustración 4. *Mapa hídrico de San Jacinto- Fuente: Programa Riqueza Natural financiado por USAID, 2020.*

A pesar que el municipio cuenta con una gran riqueza hídrica, en época de verano muchas fuentes de agua se secan produciéndose déficit hídrico, principalmente para el uso agrícola, también hay un alto nivel de sedimentación y contaminación de caños y arroyos, el vertimiento de residuos sólidos por parte de los pobladores, falta de limpieza y mantenimiento de los las fuentes hídricas por parte de las entidades competentes, hacen que se profundice el problema, por eso es necesario articular con las entidades ambientales Departamentales y Nacionales la recuperación de las fuentes hídricas y los ecosistemas del municipio y diseñar programas de educación ambiental para concientizar a la comunidad sobre los cuidados que debe tener sobre el ecosistema para su conservación.

Vías y Transporte

San Jacinto cuenta con una ubicación estratégica dentro de la subregión de los Montes de María, al encontrarse conectado con importantes ejes de movilidad que favorecen la integración con otros municipios del departamento de Bolívar y con el

resto de la región Caribe. Por su territorio atraviesa la vía Troncal de Occidente (Ruta Nacional 25), corredor vial de gran relevancia que articula a los Montes de María con ciudades principales como Cartagena, Sincelejo y Barranquilla, así como con los departamentos de Sucre, Córdoba y Atlántico. Esta condición otorga al municipio una dinámica territorial que facilita el intercambio poblacional y comercial.

Gracias a este sistema vial, San Jacinto fortalece su economía al poder transportar y comercializar productos agrícolas, artesanales y pecuarios característicos de la zona, lo que lo convierte en un punto de referencia dentro de la región. En materia de transporte, si bien no cuenta con aeropuerto propio, se beneficia de la cercanía con el Aeropuerto “Las Brujas” en Corozal y el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez en Cartagena, lo que amplía las posibilidades de conectividad regional y nacional tanto para pasajeros como para el comercio.

4.2.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS.

En el área del municipio de San Jacinto, según la clasificación de Holdridge, predomina un clima de bosque seco tropical (bs-T), el cual se caracteriza por presentar periodos de sequía prolongada que inciden directamente en las condiciones de los suelos, volviéndolos más susceptibles a la erosión y a procesos de degradación. Las precipitaciones anuales oscilan entre los 1.000 y 2.000 milímetros, con una distribución de tipo monomodal: la temporada más seca se concentra entre los meses de diciembre y abril, mientras que los mayores volúmenes de lluvia se registran en los meses de mayo a junio y de septiembre a octubre.

La zona presenta una humedad relativa elevada, en promedio cercana al 85% – 90%, influenciada por la circulación de los vientos alisios provenientes del Nordeste, lo que aporta cierta regulación climática en medio de la condición general de sequedad propia del bosque seco. Las temperaturas a lo largo del año suelen variar entre los 23 °C y los 34 °C, con registros poco frecuentes por debajo de los 20 °C o por encima de los 36 °C, lo que evidencia un régimen cálido característico de la región Caribe.

Al igual que el resto del territorio colombiano, San Jacinto se encuentra dentro de la franja de bajas presiones ecuatoriales, lo cual, en conjunto con la temperatura y la humedad, determina su régimen climático y de precipitación. Estas condiciones influyen de manera directa en la conformación de comunidades bióticas propias de los Montes de María, en donde la vegetación de bosque seco, junto con especies adaptadas a los periodos de escasez hídrica, constituyen un elemento fundamental para el manejo, la protección y la sostenibilidad de los recursos naturales del municipio.

TEMPERATURA

La temporada calurosa dura 2,5 meses, del 1 de febrero al 15 de abril, con temperaturas máximas promedio diarias superiores a 34 °C. El mes más cálido del año en San Jacinto es marzo, con una máxima promedio de 35 °C y mínima de 23 °C.
La temporada fresca dura 3 meses, del 5 de septiembre al 30 de noviembre, con máximas promedio diarias inferiores a 32 °C. El mes más frío del año es noviembre, con una mínima promedio de 23 °C y máxima de 32 °C.

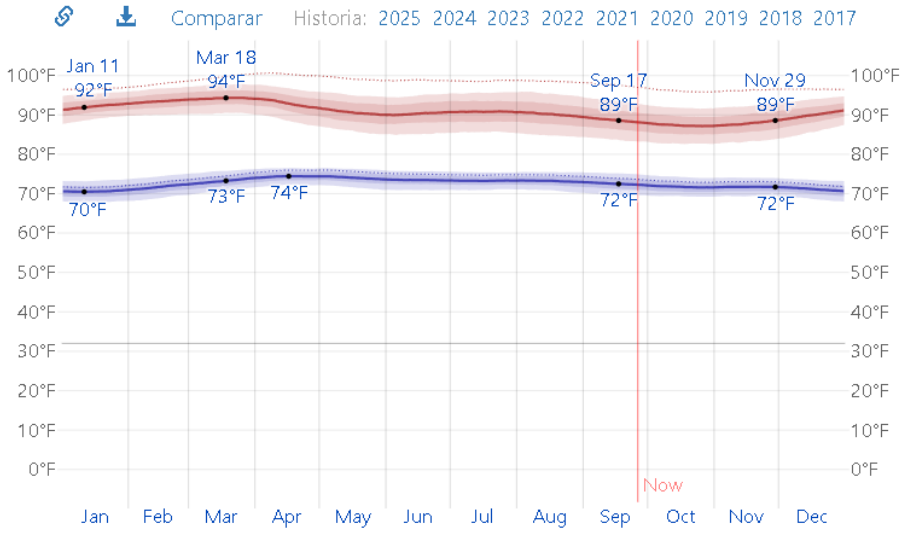


Ilustración 5. Temperatura máxima y mínima promedio en San Jacinto- Fuente: Weatherspark

PRECIPITACIÓN

Un día mojado se define como aquel con al menos 1 milímetro de precipitación líquida o equivalente. La probabilidad de días mojados en San Jacinto varía de manera considerable a lo largo del año.

La temporada más húmeda dura aproximadamente 7,5 meses, desde el 2 de abril hasta el 18 de noviembre, con una probabilidad superior al 23 % de que un día presente lluvias. El mes con mayor número de días mojados es octubre, con un promedio de 13 a 14 días con al menos 1 milímetro de precipitación.

Por otro lado, la temporada seca dura cerca de 4,5 meses, desde el 18 de noviembre hasta el 2 de abril. El mes con menos días mojados es enero, con un promedio de 0 a 2 días de lluvia significativa.

En cuanto al tipo de precipitación, la más común durante todo el año es la lluvia, alcanzando su punto máximo a mediados de octubre, cuando la probabilidad de que un día sea lluvioso llega hasta el 44 %.

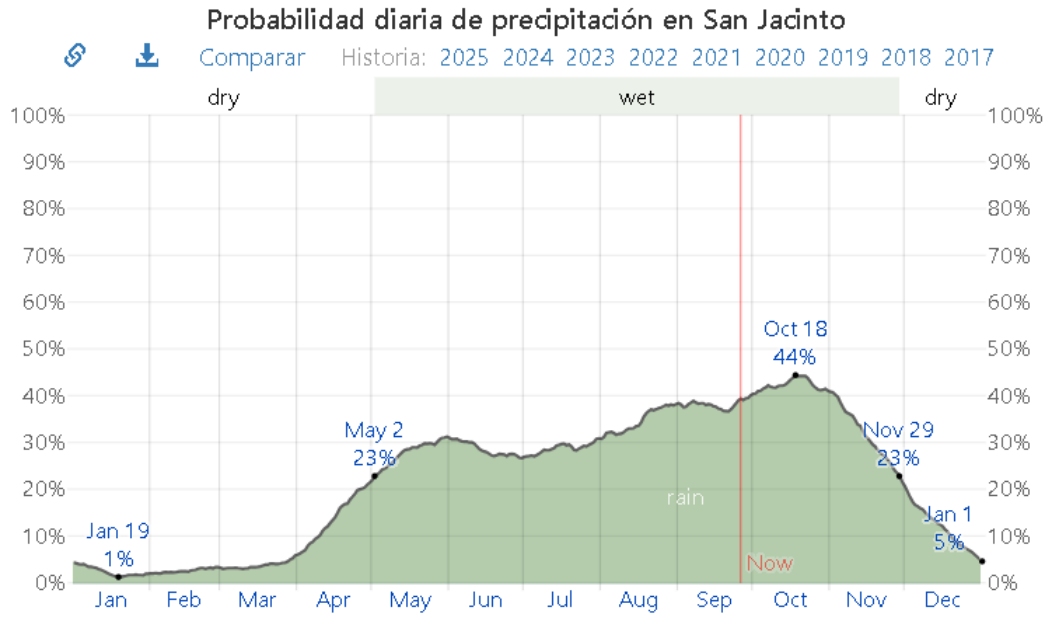


Ilustración 6. Probabilidad diaria de precipitación en San Jacinto - Fuente: Weatherspark

5. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

El proyecto contempla la construcción de un bloque académico de aulas, diseñado para fortalecer la infraestructura educativa y mejorar las condiciones de enseñanza y aprendizaje de la comunidad. La edificación se desarrolla en dos niveles y ha sido concebida bajo criterios de funcionalidad, seguridad, accesibilidad y confort, integrándose de manera armónica con el entorno institucional existente.

El bloque contará con un total de diez (9) aulas académicas, distribuidas estratégicamente entre el primer y segundo nivel, garantizando una adecuada circulación, ventilación e iluminación natural. Cada aula ha sido diseñada conforme a los estándares técnicos y normativos vigentes para edificaciones educativas, contemplando dimensiones óptimas, condiciones de confort térmico y acústico, y accesos seguros para estudiantes y docentes.

Dentro del programa arquitectónico se incluye una sala de informática, dotada con las condiciones necesarias para la instalación de equipos tecnológicos, redes eléctricas y de datos, orientada al fortalecimiento de las competencias digitales de los estudiantes. Asimismo, se proyecta un aula múltiple, concebida como un espacio

flexible para el desarrollo de actividades académicas, culturales, recreativas y comunitarias.

El proyecto incorpora además una sala de profesores, destinada al descanso, planeación académica y reuniones del personal docente, así como una oficina de coordinación, diseñada para el desarrollo de labores administrativas y de gestión institucional. Estos espacios se articulan funcionalmente para garantizar eficiencia operativa y adecuada atención a la comunidad educativa.

En el primer nivel se contempla la construcción de una cocina y tienda escolar, espacios que cumplen con las condiciones sanitarias, hidráulicas y eléctricas requeridas para la preparación y expendio de alimentos, contribuyendo al bienestar y permanencia de los estudiantes dentro de la institución.

La edificación incluye zonas de circulación horizontal y vertical, tales como corredores, escaleras y accesos, diseñados bajo criterios de seguridad estructural y accesibilidad. El sistema constructivo contempla cimentación, estructura en concreto reforzado, cerramientos, cubiertas, acabados y la instalación de redes eléctricas, hidrosanitarias y de telecomunicaciones, garantizando durabilidad, funcionalidad y cumplimiento normativo.

En conjunto, el proyecto configura un bloque académico moderno y funcional, orientado a mejorar la calidad de la infraestructura educativa, optimizar los procesos de enseñanza–aprendizaje y brindar espacios dignos, seguros y adecuados para estudiantes, docentes y personal administrativo.

El diseño incorpora además una zona infantil y recreativa, equipada con juegos para niños, mobiliario urbano y elementos que favorecen la recreación. orientados al fortalecimiento de hábitos saludables y al uso activo por parte de los niños. integra senderos peatonales, arborización, jardineras y zonas verdes que permiten mejorar la calidad ambiental del entorno.

Finalmente, se contempla la construcción y adecuación de baños dotados con redes sanitarias e hidráulicas que cumplen los estándares técnicos vigentes, asegurando funcionalidad y condiciones de uso apropiadas para los niños. En conjunto, el proyecto configura un complejo integral, moderno y funcional, diseñado para promover la educación, fortalecer la convivencia ciudadana y garantizar el acceso

equitativo a espacios educativos y culturales de calidad para toda la comunidad de San Jacinto.

El siguiente informe se centrará en los aspectos técnicos relacionados con la instalación del sistema de abastecimiento de agua potable y aguas residuales, proceso fundamental para asegurar el correcto manejo de aguas. A continuación, se presentan los elementos clave de este proceso constructivo y las especificaciones asociadas a cada actividad.



Ilustración 3 Planta arquitectónica nivel 1

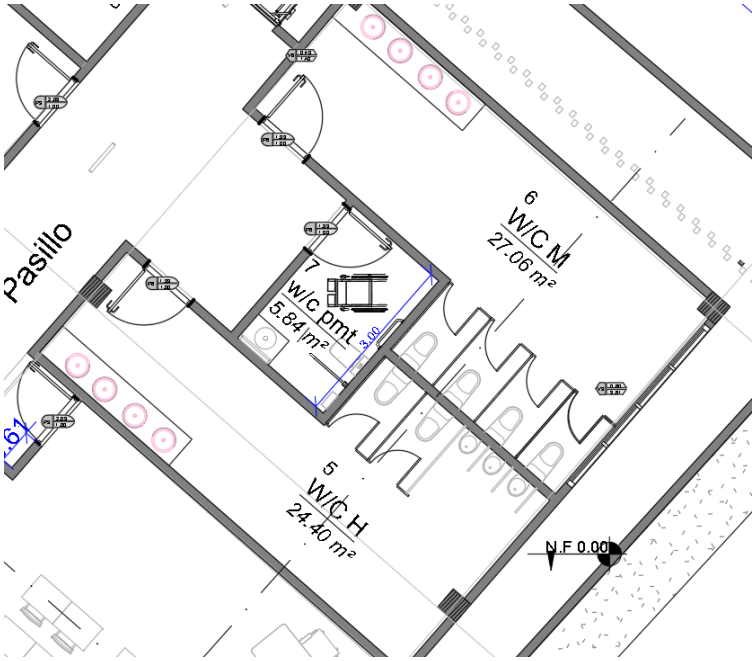


Ilustración 4 Area interna de Baños.



Ilustración 5 Vista 3D del bloque propuesto. Fuente: Arquitectura

6. COMPOSICIÓN DE ELEMENTOS APARATOS Y ELEMENTOS DE TIPO SANITARIO E HIDRÁULICOS.

Los criterios y consideraciones que guían el diseño de las instalaciones sanitarias se fundamentan principalmente en la Resolución 0799 de 2021, la cual modifica la Resolución 0330 de 2017, y en el Código Colombiano de Fontanería, normado por la Norma Técnica Colombiana NTC 1500.

Para el desarrollo de este proyecto, se entiende por instalación sanitaria a aquella que abarca el suministro y desagüe de agua, así como la ventilación y el drenaje pluvial. El mejoramiento de estas instalaciones deberá ser llevado a cabo en estrecha coordinación con el profesional a cargo del proyecto, con el propósito de asegurar una ubicación adecuada para los servicios sanitarios, conductos y otros elementos que afecten la trayectoria de las tuberías. Adicionalmente, se considerarán factores como el dimensionamiento y la posición del tanque de almacenamiento de agua, de manera que no comprometan la integridad de los elementos estructurales durante la instalación, ni a lo largo de su ciclo de vida. Asimismo, se colaborará con el responsable del área de estructuras para evitar posibles interferencias, y con el encargado de las instalaciones electromecánicas.

Estos elementos deberán cumplir con las especificaciones técnicas correspondientes para asegurar su funcionamiento óptimo. Es imprescindible garantizar que los servicios públicos domiciliarios estén instalados y operativos, y se proporcionarán los medidores y contadores respectivos para su correcta medición y facturación.

6.1 APARATOS SANITARIOS E HIDRÁULICOS.

6.1.1 SANITARIOS

Un aparato sanitario con sus respectivos accesorios y contar con las conexiones necesarias, tanto a las redes de agua potable como a las tuberías de desagüe, atendiendo las indicaciones de los fabricantes y las establecidas en los diseños hidráulicos y sanitarios aprobados por la autoridad competente. Con una altura mínima de conexión de 0.3 metros.

6.1.2 LAVAMANOS

Un lavamanos con sus respectivos accesorios y contar con las conexiones necesarias, tanto a las redes de agua potable como a las tuberías de desagüe, atendiendo las indicaciones de los fabricantes y las establecidas en los diseños hidráulicos y sanitarios aprobados por la autoridad competente. Con una altura mínima de conexión de 0.8 metro.

6.1.3 DUCHA

Una ducha con sus respectivos accesorios y contar con las conexiones necesarias, tanto a las redes de agua potable como a las tuberías de desagüe, rejilla, atendiendo

las indicaciones de los fabricantes y las establecidas en los diseños hidráulicos y sanitarios aprobados por la autoridad competente. Con una altura mínima de conexión de 1.9 metros.

6.1.4 INCRUSTACIONES

El baño puede contar con las siguientes incrustaciones: un (1) portarrollos para el papel higiénico, una (1) jabonera y un (1) toallero para el lavamanos, una (1) jabonera y un (1) gancho para la toalla de ducha. No todos son indispensables, pero representarían una mejora en la calidad de vida de los habitantes.

6.1.5 MESÓN Y LAVAPLATOS

Un mesón de 0.50 metros por 1.20 metros con lavaplatos, base (no se aceptan pie de amigos) y los accesorios respectivos (sifón, canastilla y llave terminal cromada), y contar con las respectivas conexiones tanto a las redes de agua potable como a las tuberías de desagüe, atendiendo las indicaciones de los fabricantes y las establecidas en los diseños hidráulicos y sanitarios aprobados por la autoridad competente. Con una altura mínima de conexión de 0.8 metro.

6.1.6 LAVADERO

Un lavadero con base completa, en mampostería, concreto, granito lavado o materiales similares que cumplan con las especificaciones (no se aceptan pie de amigos) y con los accesorios respectivos (incluyendo tapón, sifón, rejilla y llave terminal metálica y/o cromada) contar con las respectivas conexiones tanto a las redes de agua potable como a las tuberías de desagüe, atendiendo las indicaciones de los fabricantes y las establecidas en los diseños hidráulicos y sanitarios aprobados por la autoridad competente. Con una altura mínima de conexión de 0.8 metro.

6.2 INSTALACIÓN DE APARATOS

6.2.1 PROTECCIÓN DEL SUMINISTRO DE AGUA

La tubería hidráulica de suministro y los accesorios para cada aparato hidrosanitario se deben instalar de tal manera que se impida el contraflujo.

6.2.2 ACCESO PARA LIMPIEZA

Los aparatos hidrosanitarios se deben instalar de tal manera que ofrezcan fácil acceso para la limpieza tanto del aparato como del área que rodea al aparato. 5.5.3 Montaje Los aparatos sanitarios se deben colocar a nivel y con la correcta alineación con referencia a los muros adyacentes.

6.2.3 INODOROS, ORINALES, LAVAMANOS Y BIDÉS

No se debe ubicar un inodoro, orinal, lavamanos o bidé a menos de 381 mm (15 pulgadas) desde su centro a cualquier muro lateral, división, tocador u otra obstrucción, Cuando las divisiones u otras obstrucciones no separen los aparatos adyacentes, los aparatos no deben colocarse a menos de 762 mm (30 pulgadas) entre ejes de aparatos adyacentes. Debe haber al menos un espacio libre de 533 mm (21 pulgadas) en frente del inodoro, orinal, lavamanos o bidé a cualquier muro, aparato o puerta. Los compartimentos para inodoros no deben ser menores de 762 mm (30 pulgadas) en ancho y no. al piso de montaje del inodoro y a no menos de 762 mm (30 pulgadas) en ancho y 1422 mm (56 pulgadas) a la pared de colgar el inodoro.

EXCEPCIÓN Un inodoro accesible para niños debe colocarse a no menos de 305 mm (12 pulgadas) de su centro a la partición requerida o a un lado de la pared.

6.2.4 CONEXIONES DE DESAGÜE DE AGUAS RESIDUALES EN PISOS Y MUROS

Las conexiones entre el desagüe de aguas residuales y la boca de salida de piso de los aparatos hidrosanitarios se deben hacer con bridas de piso o un conector de residuos y junta de estanqueidad. El conector de residuos y el sellado de la junta deben cumplir con la prueba de estanqueidad conjunta de la ASME A112.4.3 y se deben instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante. La brida de piso debe estar conectada al desagüe y anclada a la estructura. Las conexiones entre el desagüe y un inodoro montado en el muro se deben hacer con un niple de extensión o un adaptador de brida aprobados. El inodoro debe estar anclado al soporte colgante con pernos o tornillos resistentes a la corrosión. Las juntas deben estar selladas con un empaque elastomérico aprobado o una conexión brida-aparato cumpliendo con la ASME A112.4.3 o un conjunto de acople aprobado.

7. SISTEMA DE ABASTECIMINETO DE AGUA POTABLE

Para el diseño del sistema de almacenamiento y abastecimiento de agua potable para todas las zonas y aparatos sanitarios del proyecto se tuvo en cuenta el consumo diario aproximado en las instalaciones de este, de acuerdo con el tipo de ocupación y características de las estructuras. Por las características de este, se determinará el uso de tanque elevado, para alcanzar la presión mínima en los aparatos.

7.1 Estimación de consumos

El almacenamiento de reserva de agua potable, de acuerdo con el Numeral 7.2.3 de la NTC 1500 es obligatorio en todas las edificaciones para un consumo de 24 horas. El volumen útil del tanque debe proveer el abastecimiento de agua para al menos un día de servicio y dicho volumen se establece de acuerdo a la población

atendida y el consumo promedio diario, se tomará como referencia lo dispuesto en la Tabla 6 de la NTC 1500-2004 la cual se presenta a continuación:

Tabla 1 Consumos para fines públicos

Tipo de instalación	Consumo de agua
Educación elemental	20 L/alumno/jornada
Educación media y superior	25 L/alumno/jornada

***Tabla 2*:** Consumos por ocupación – NTC 1500

Tabla 6. Evaluación del consumo

Industrias	80 litros /trabajador
Comercio, mercancías secas, casas de abastos, peluquerías y pescaderías	20 litros/ m^2 mínimo 400 litros/ día
Mercados	15 litros /m^2
Viviendas	200 litros/ habitante/ día a 250 litros/ habitante/ día
Universidades	50 litros/ persona/ día
Internados	250 litros/ persona/ día
Hoteles (a)	500 litros/ habitación/ día
Hoteles (b)	250 litros/ cama/ día
Oficinas	90 litros/ persona/ día
Cuarteles	350 litros/ persona/ día
Restaurantes	4 litros/ día/ comida
Hospitales	600 litros/ persona/ día
Prisiones	600 litros/ persona/ día
Lavanderías	48 litros /kg de ropa
Lavado de carros	400 litros /carro/ día
W.C públicos	50 litros/ hora
W.C. intermitentes	150 litros/ hora
Circos, hipódromos, parques de atracciones, estudios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares	1 litro/ espectador
Cabarets, casinos y salas de baile	30 litros/ m^2
Cines, teatros y auditorios	3 litros / silla
Estaciones de servicio, bombas de gasolina, garajes y estacionamientos se colocará de acuerdo con los siguientes consumos:	
Para lavado automático	12 000 litros/ día/ unidad
Para lavado no automático	7 500 litros/ día/ unidad
Para bombas de gasolina	300 litros/ día/ surtidor
Para garajes y estacionamientos cubiertos	2 litros/ día/ m^2 de área
Para oficinas y ventas de repuestos	6 litros/ día/ m^2 de área útil
El suministro de agua para bares, fuentes de soda, refresquerías, cafeterías y similares se calculará con base en los siguientes consumos:	
Área en m^2	Consumo diario
Hasta 30	1 500 litros/ m^2
De 31 a 60	60 litros/ m^2
De 61 a 100	50 litros/ m^2
Mayor de 100	40 litros/ m^2
Riegos	
Piso asfaltado	1 litro/ m^2
Empedrados	1,5 litros/ m^2
Jardines	2 litros/ m^2
Piscinas	300 litros/ persona
Duchas piscina	60 litros/ persona

De acuerdo con las condiciones evidenciadas en el municipio y con el fin de optimizar el uso de los recursos hídricos en el proyecto, se proyecta la construcción de un tanque exclusivo para la captación y almacenamiento de aguas lluvias, provenientes de la cubierta proyectada. El agua recolectada será utilizada única y exclusivamente para el abastecimiento de los aparatos sanitarios, con el propósito de disminuir el consumo de agua potable y aprovechar de manera más eficiente las precipitaciones.

En razón a lo anterior, el sistema de almacenamiento será duplicado, disponiendo un tanque independiente de uso exclusivo para aguas lluvias con el fin de utilizarlo para abastecer única y exclusivamente los aparatos sanitarios, garantizando así la separación total entre el sistema de agua potable y el sistema de aprovechamiento de aguas lluvias, y asegurando una gestión más eficiente y sostenible del recurso hídrico.

De acuerdo a esta cantidad se obtiene el consumo:

Tabla 3: Consumos para proyecto

Descripción	**Dotación (L/Alumno/día)**	**# de alumnos**	**Consumo [m3/d]**
estudiantes de primaria	20	360	7.2
Descripción	**Dotación (L/persona/día)**	**# de profesores**	**Consumo [m3/d]**
profesores	90	20	1.80
Descripción	**Dotación (L/persona/día)**	**# de administrativos**	**Consumo [m3/d]**
Funcionarios y administrativos	90	30	2.70
Consumo total			**11.70**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la tabla anterior, se tiene para el proyecto un consumo total estimado de 11.70 m^3/día para todos los estudiantes, profesores y funciones administrativos de la institución.

7.2 Volumen de tanque de almacenamiento

En base a la NTC 1500, en su artículo 7.2.3.2 establece que todas las edificaciones deben contar con tanques de reserva de agua potable para su suministro. Se contará con un tanque de reserva subterráneo para el almacenamiento del agua potable. La cantidad de agua a almacenar deberá ser suficiente para abastecer la edificación durante un tiempo mínimo de 24 horas de servicio, con esta consideración es que se debe diseñar los tanques de almacenamiento.

El suministro de agua para el proyecto será realizado a través de las instalaciones hidráulicas que serán conectadas a un tanque de almacenamiento en concreto que será abastecido por medio de sistemas de carrotanques debido a que no se cuenta con redes de servicio público en el área cercana.

La distribución de almacenamiento será en 20% en tanque alto y 80% tanque bajo por tal motivo se instalará 1 tanque de 2.000 litros.

Con estas consideraciones se establece que el volumen necesario del tanque para el abastecimiento de agua potable será de mínimo 10.2 m^3.

Para el tanque de recolección de aguas lluvias, si se considerara la misma capacidad estimada de 10.2m^3esto con el fin de abastecer los sanitarios con este almacenamiento

Como se comprobará más adelante para el almacenamiento no se prevé la necesidad de almacenamiento de agua para contraincendios debido a las características de la obra.

Dejando así una capacidad mínima para el tanque subterráneo de 10.2 m^3 para el tanque de agua potable y de 10.2 m3 para de recolección de aguas lluvias. se define que estos tendrán las siguientes dimensiones:

Largo: 3.0 metros

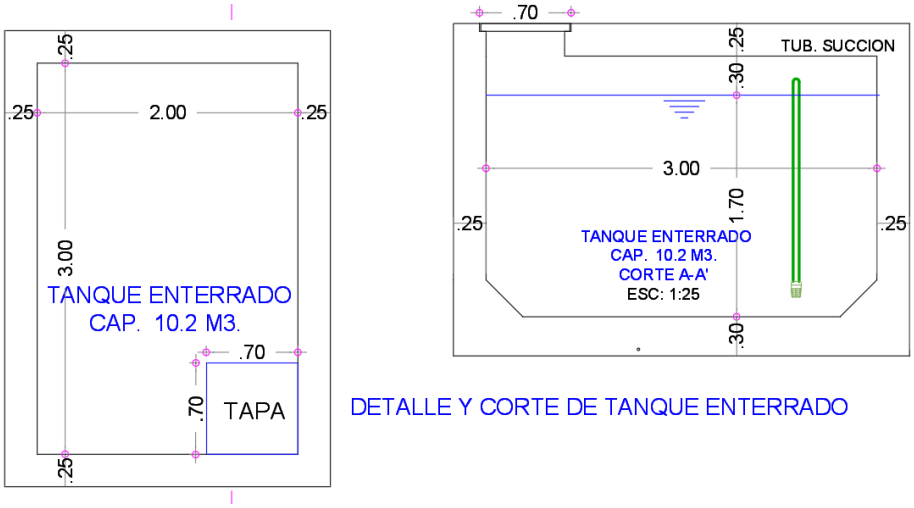
Ancho: 2.0 metros

Profundidad: 1.7 metros

Se debe tener en cuenta para los tanques lo siguiente:

- Para el tanque se debe dejar un borde libre de 30 cm y este debe contar con tubería de rebose debidamente protegida según 6.6.6 de la NTC 1500.
- Los tanques deben estar debidamente protegidos, ser herméticos e impermeables y estar provisto de ventilación. La ventilación será de un área cuatro veces mayor el área de la acometida y contar en todo momento con sistemas que impidan la entrada de sustancias o vectores según 6.6.5 de la NTC 1500.
- Las esquinas de los tanques deberán proyectarse achaflanadas.
- El fondo del tanque deberá contar con una pendiente de tal manera que los residuos se direcciones hacia el lado contrario al punto de succión, para facilitar las actividades de mantenimiento del mismo.
- Se deberá cumplir con los requisitos para tanques de almacenamiento de la RAS 0330 de 2017 y la Res 0779 de 2021 del MVCT.
- Los materiales de construcción y especificaciones no hacen parte del diseño hidráulico, el diseño estructural de este se hace por parte de un ingeniero estructural. Y debe tener presente que debe respetar las dimensiones internas definidas anteriormente. Si las dimensiones son alteradas puede

afectar el correcto funcionamiento del sistema hidráulico que es detallado en estas memorias de cálculo.



DETALLE Y CORTE DE TANQUE ENTERRADO

Ilustración 6 Dimensiones de tanque propuesto en el proyecto.

7.3 Cálculo de la acometida

Para el cálculo del diámetro de la acometida se debe tener presente lo establecido en la NTC 1500 en la cual se establece que, para definir el tiempo de llenado del tanque subterráneo, este no debe ser mayor a 12 horas.

Para realizar el diseño de la acometida se realizan los siguientes cálculos:

Se asume un tiempo de llenado menor a 12 horas. Escogemos un tiempo de 2 horas (7200 segundos), luego para obtener el caudal de diseño:

$$Q = \frac{10.2\ m^3}{7200 seg} = 0{,}001417\ \frac{m^3}{s}$$

Luego se escoge un diámetro de tal manera que la velocidad no sea mayor a 2 m/s.

$$V = \frac{4 * 0{,}001417\ \frac{m^3}{s}}{\pi * (0{,}03022\ m)^2} = 1{,}98\ m/s$$

Como se cumple con el criterio del tiempo de llenado y velocidad, entonces el diámetro indicado para la acometida es de 1” RDE 13.5. En la tabla 1, se muestran los diferentes cálculos de opciones que nos permitieron escoger el diámetro óptimo para la acometida del proyecto.

Alternativa	Diámetro nominal	Diámetro interno	Q (m3/s)	t (horas)	V (m/s)	observ
1	0.5	18.18	0.001417	2	5.457	NO
2	0.75	23.63	0.001417	2	3.23	NO
3	**1**	**30.2**	**0.001417**	**2**	**1.978**	**cumple**
4	1.5	43.68	0.001417	2	0.945	cumple
5	2	54.58	0.001417	2	0.605	cumple

Tabla 4. Cálculo de la acometida

7.4 Selección de bombas

7.4.1 Sistema de bombeo a tanques elevados

Se realizará el diseño de un sistema de bombeo con el objetivo de transportar el agua almacenada en el tanque subterráneo a los tanques elevados, lo cuales tienen el fin de compensar la energía requerida para cumplir con las presiones mínimas establecidas por la NTC 1500. Para esto se debe estipular un tiempo de llenado para determinar cuál debe ser el diámetro de la tubería de transporte, en base a que la velocidad límite de 2 m/s establecida en la NTC 1500 inciso 6.1.2.

Conociendo que el volumen de los tanques es de 2 m3, se proponen tiempos de llenado menor para determinar el diámetro óptimo. Inicialmente se probará con un tiempo de media hora

$$Q = \frac{2\ m^3}{1800\ seg} = 0.00111\frac{m^3}{s}$$

Luego se escoge un diámetro de tal manera que la velocidad no sea mayor a 2 m/s.

$$V = \frac{4 * 0.00111\frac{m^3}{s}}{\pi * (0{,}04368\ m)^2} = 0{,}74 m/s$$

Con un tiempo de llenado de media hora se obtiene una velocidad de 0,74 m/s para un caudal de 1,11 L/s, este cumple.

7.4.2 Potencia de la bomba

Para hallar la potencia necesaria de la bomba se usa la siguiente ecuación

$$P_B = \frac{\gamma * ADT * Q}{75n}$$

Donde

$\gamma =$ densidad del agua

Q = caudal

ADT = altura dinámica total

n = eficiencia

se tiene

Q = 1,11 L/s

Para la ADT consideramos

Altura estática de 12,6 m.c.a, pérdidas totales en la conducción de 0,963 m.c.a Y se propone una presión de salida de 2 m.c.a. entonces

ADT= 15,56 m.c.a.

$\gamma =$ 1000 kg/m^3

n = 0,75

$$P_B = \frac{1000\,\frac{Kg}{m^3} * 15{,}56\,m * 0{,}00111\,\frac{m^3}{s}}{75(0{,}75)}$$

$$P_B = 0{,}307 \approx 0{,}5\,HP$$

7.4.3 Selección de la bomba

Para la selección de la bomba inicialmente se debe calcular la NPSH disponible.

Para el cálculo del NPSH disponible debemos definir cuál es la presión atmosférica local del municipio, sabemos que al nivel del mar la presión atmosférica es de 10,33 m.c.a. Para hallar el valor debemos hacer una corrección por altura, el casco urbano del municipio de San jacinto se ubica a 239 m.s.n.m a esta altura corresponde un valor de corrección de 0,483 m y por temperatura promedio, en este municipio se presenta una temperatura promedio de 28°C, cuyo valor de corrección es de 0,4 m. Se tiene que

$$h_a = 10{,}33\,m - 0{,}483\,m - 0{,}4\,m$$

$$h_a = 9{,}447\,m$$

Para hallar NPSH disponible, usamos la siguiente formula

$$NPSH_{disponible} = h_a \pm h_s - h_f - h_{vp} - h_i$$

Donde

h_a =presión atmosférica local

h_s = altura de succión, su signo depende de la ubicación de la bomba en relación con el nivel del agua

h_f = perdidas totales en la línea de succión

h_{vp} = presión de vapor

h_i = perdidas en la entrada de la bomba hasta el impulsor

La altura de succión según los planos de la captación es de 1,85 m, con signo negativo ya que la bomba se ubica por encima del nivel de agua

Las pérdidas totales en la línea de succión tienen un valor de 1,01 m

La presión de vapor para agua a 28° es de 0,4 m

Las perdidas en la entrada se suponen de un valor de 1 m

Reemplazando se tiene

$$NPSH_{disponible} = 9{,}447\ m - 1{,}85\ m - 1{,}01\ m - 0{,}4\ m - 1\ m$$

$$NPSH_{disponible} = 5{,}617\ m$$

El caudal de la bomba corresponde a 3,99 m^3/h y la ADT= 15,56 m.

Con los datos de caudal por bomba y la altura dinámica total del sistema ingresamos al catálogo de bombas Pedrollo para determinar que bomba que se requiere en el sistema. Para lo cual se traza una línea y Se seleccionará de las bombas de 50HZ:

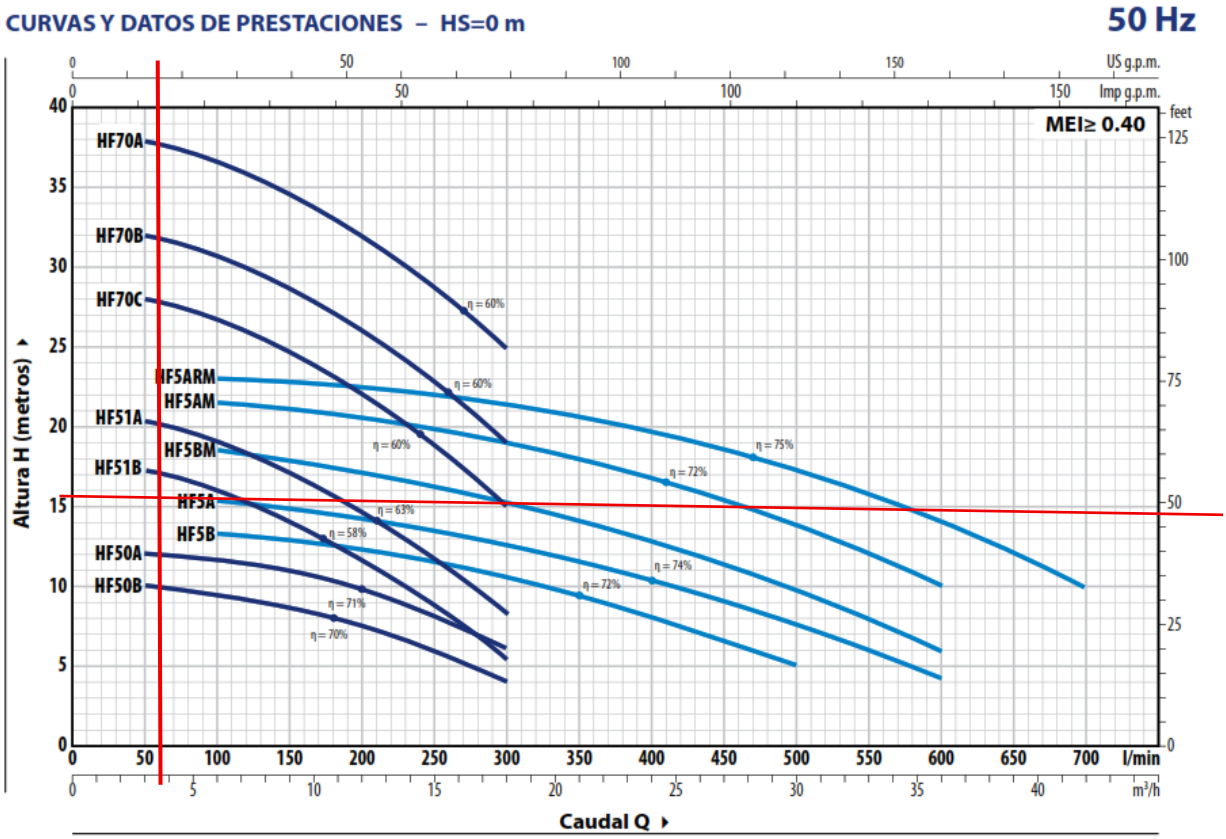


Ilustración 7. Selección de bomba. Fuente: Extraído de catálogo KSB

Se observa que las líneas en su punto de cruce marcan en HFm51B, por lo que este modelo será la elegida.

Se observa en la ficha técnica que el NPSH requerido es de 3,20 m y que la potencia de la bomba es de 0.75 HP, como se observa la potencia de la bomba es mayor a la requerida por lo cual si es posible instalarla, además el NPSH requerido es menor que el NPSH disponible. Esta bomba es óptima para ser usada en el sistema.

La bomba transporta un caudal de 6m3/h a una altura de 16 m lo cual es mayor a lo requerido.

7.5 DISEÑO HIDRAULICO SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

El diseño hidráulico para el suministro de agua potable consiste en la planificación y cálculo técnico de una red de tuberías, accesorios (como válvulas y grifos) y equipos (bombas o tanques) destinados a distribuir el líquido desde una fuente o conexión municipal hasta cada punto de consumo en una infraestructura. Este proceso tiene como objetivo principal garantizar que el agua llegue con el caudal suficiente y la presión adecuada para el funcionamiento óptimo de los aparatos sanitarios

7.6 PARÁMETROS DE DISEÑO

- El tipo de tubería a emplear será PVC unión mecánica, debido a su facilidad de transporte, peso liviano, resistencia al impacto y facilidad de instalación.
- Los valores unitarios de suministro de aparatos dados en la Tabla 7.4.3.2.1 designan la carga relativa de diferentes tipos de aparatos que se deben utilizar en la estimación de caudales en cada tramo. Se excluyen instituciones en donde se presente simultaneidad total en el uso de aparatos, tales como duchas en batallones y cárceles.
- Las redes se instalarán preferiblemente en los costados de las vías internas, o en los andenes o las zonas verdes. En todos los casos, se conservarán las distancias mínimas de que se habla a continuación: los tramos enterrados de agua potable se instalarán a una distancia mínima horizontal de 1.50 m de las tuberías de aguas negras. Cuando existan cruces en estas redes, la tubería de agua potable pasará a una distancia vertical de no menos de 50 cm de las demás tuberías. En caso de que no se cumpla alguna de las condiciones se debe tomar medidas de protección de las tuberías.
- Las redes de que trata este informe están previstas para alimentar la demanda de las instalaciones del interior de mejoramiento para el parque propuesto en el diseño arquitectónico, sin embargo, no se contempla la zona externa que compuesta por la zona de parqueaderos y zonas verdes.
- La presión disponible en cualquier punto de la red debe ser como mínimo la dispuesta para cada uno de los aparatos sanitarios a utilizar.

7.6.1 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TUBERÍAS HIDRÁULICAS

Se siguen los pasos siguientes para llevar a cabo el diseño de la red de distribución horizontal.

Se realiza el trazado de la tubería de tal forma que conecte a todos los aparatos que lo requieren en las zonas húmedas de la edificación, teniendo presente que será un sistema independiente para cada habitación, en el que se obliga a colocar válvulas de corte cerca de la entrada de este, como se establece en el ítem “**7.6.2 Ubicación de las válvulas de cierre**”, donde agregan también:

Luego se asignan las unidades de consumo de cada aparato y se determinan que cantidades serán las que se necesiten por tramo. Estas unidades se definen de acuerdo a la ***tabla 7.4.3.2.1*** de la NTC 1500 cuarta edición, que indica que se debe considerar la tabla 4 mostrada a continuación:

Tabla 5. *Valores de unidades para aparatos y grupos de aparatos en redes de suministro*

Aparato	Uso	Tipo de control de suministro	Valores de carga. en unidades de aparato de suministro de agua (w.s.f.u.)		
			Fría	Caliente	Total
Grupo de Baño	Privado	Sanitario de tanque	3,7	1,5	4,3
Grupo de Baño	Privado	Válvula flúxometro	5,5	1,5	6,1
Tina	Privada	Grifería	1,0	1,0	1,4
Tina	Público	Grifería	3,0	3,0	4,0
Bidé	Privado	Grifería	1,5	1,5	2,0
Accesorio de combinación	Privado	Grifería	2,25	2,25	3,0
Lavavajillas	Privado	Automático	-	1,4	1,4
Bebederos	Oficinas, etc.	Válvula 3/8 de pulgada	0,25	-	0,25
Lavaplatos de cocina	Privado	Grifería	1,0	1,0	1,4
Lavaplatos de cocina	Hotel, restaurante	Grifería	3,0	3,0	4,0
Fregadero bateas (1 a 3)	Privado	Grifería	1,0	1,0	1,4
Lavamanos	Privado	Grifería	0,5	0,5	0,7
Lavamanos	Público	Grifería	1,5	1,5	2,0
Pocetas de aseo	Oficinas, etc.	Grifería	2,25	2,25	3,0
Ducha	Público	Válvula mezcladora	3,0	3,0	4,0
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	1,0	1,0	1,4
Orinal	Público	0.5 Lpf a 1 Lpf	1,0	-	1,0
Orinal	Público	1.1 Lpf a 2.0 Lpf	2,0	-	2,0
Orinal	Público	Tanque de descarga > 2.0 Lpf	30	-	3,0
Máquina automática de lavar ropa (8 lb)	Privado	Automático	1,0	1,0	1,4
Máquina automática de lavar ropa (8 lb)	Público	Automático	2,25	2,25	3,0
Máquina automática de lavar ropa (15 lb)	Público	Automático	3,0	3,0	4,0
Inodoro	Privado	Válvula Fluxómetro	4,0	-	4,0
Inodoro	Privado	Tanque de descarga	2,2	-	2,2
Inodoro	Público	Válvula Fluxómetro	6,0	-	6,0
Inodoro	Público	Tanque de descarga	5,0	-	5,0
Inodoro	Público o privado	Tanque fluxómetro	2,0	-	2,0

Para SI: 1 pulgada = 25,4 mm, 1 libra = 0,454 kg.

[a] Para aparatos no listados, se debe asumir la carga comparando el aparato con uno de la lista cuyo gasto de agua tenga similares características. Las cargas asignadas para aparatos de agua caliente y fría se dan por separado, para el agua fría, caliente y el total. La carga separada para agua caliente y fría es de tres cuartos de la carga total para el aparato en cada caso.

Fuente: NTC 1500.

Para el proyecto se tiene:

Tabla 6 Unidades de consumo y cantidad de aparatos en el proyecto

Cantidades de aparatos					
Unidades de consumo					
Ubicación	**aparato**	**Unid. Consum**	**cantidad**	**Subtotal**	**total**
A1					51.5
Baños de 2 piso	Inodoro	5	7	35	
	lavamanos	1.5	9	13.5	
	Orinal	1	3	3	

Ubicación	**aparato**	**Unid. Consum**	**cantidad**	**Subtotal**	**total**
A2					51.5
Baños de 1 piso	Inodoro	5	7	35	
	lavamanos	1.5	9	13.5	
	Orinal	1	3	3	

Ubicación	**aparato**	**Unid. Consum**	**cantidad**	**Subtotal**	**total**
A3					14.5
Baño de Profesores	Inodoro	5	2	10	
	lavamanos	1.5	3	4.5	

Ubicación	**aparato**	**Unid. Consum**	**cantidad**	**Subtotal**	**total**
A4					16
Baño de funcionarios	Inodoro	5	2	10	
	lavamanos	1.5	4	6	

Ubicación	**aparato**	**Unid. Consum**	**cantidad**	**Subtotal**	**total**
A5					6
Cocina	Lavaplatos	3	2	6	

Para conocer los caudales que corresponden a un determinado número de unidades, se debe utilizar la **Tabla 7.4.3.2.2**, teniendo en cuenta que, para redes con predominio de aparatos de tanque, se debe leer en la columna “Tanque” y en redes con predominio de aparatos de fluxómetro o válvulas de descarga (“push”), se debe leer en la columna “Fluxómetro”.

Una vez conocido el caudal en cada tramo, se pueden utilizar los métodos de diseño para seleccionar los diámetros y calcular las pérdidas por fricción y por turbulencia.

Tabla 7. *Valores de caudal para diferentes números de unidades*

Caudal		Unidades de aparato		Caudal		Unidades de aparato		CaudalL		Unidades de aparato	
gpm	L/min.	Tanque	Fluxo metro	gpm	L/min.	Tanque	Fluxo metro	gpm	L/min.	Tanque	Fluxo metro
1	3,85	0	-	45	173,08	107	37	145	557,69	611	521
2	7,69	1	-	46	176,92	111	39	150	576,92	638	559
3	11,54	3	-	47	180,77	115	42	155	596,15	665	596
4	15,38	4	-	48	184,62	119	44	160	615,38	692	631
5	19,23	6	-	49	188,46	123	46	165	634,62	719	666
6	23,08	7	-	50	192,31	127	48	170	653,85	748	700
7	26,92	8	-	51	196,15	130	50	175	673,08	778	739
8	30,77	10	-	52	200,00	135	52	180	692,31	809	775
9	34,62	12	-	53	203,85	141	54	185	711,54	840	811
10	38,46	13	-	54	207,69	146	57	190	730,77	874	850
11	42,31	15	-	55	211,54	151	60	200	769,23	945	931
12	46,15	16	-	56	215,38	155	63	210	807,69	1018	1009
13	50,00	18	-	57	219,23	160	66	220	846,15	1091	1091
14	53,85	20	-	58	223,08	165	69	230	884,62	1173	1173
15	57,69	21	-	59	226,92	170	73	240	923,08	1254	1254
16	61,54	23	-	60	230,77	175	76	250	961,54	1335	1335
17	65,38	24	-	62	238,46	185	82	260	1000,00	1418	1418
18	69,23	26	-	64	246,15	195	88	270	1038,46	1500	1500
19	73,08	28	-	66	253,85	205	95	280	1076,92	1583	1583
20	76,92	30	-	68	261,54	215	102	290	1115,38	1668	1668
21	80,77	32	-	70	269,23	225	108	300	1153,85	1755	1755

DOCUMENTO EN

Caudal		Unidades de aparato		Caudal		Unidades de aparato		CaudalL		Unidades de aparato	
gpm	L/min.	Tanque	Fluxo metro	gpm	L/min.	Tanque	Fluxo metro	gpm	L/min.	Tanque	Fluxo metro
22	84,62	34	5	72	276,92	236	116	310	1192,31	1845	1845
23	88,46	36	6	74	284,62	245	124	320	1230,77	1926	1926
24	92,31	39	7	76	292,31	254	132	330	1269,23	2018	2018
25	96,15	42	8	78	300,00	264	140	340	1307,69	2110	2110
26	100,00	44	9	80	307,69	275	148	350	1346,15	2204	2204
27	103,85	46	10	82	315,38	284	158	360	1384,62	2298	2298
28	107,69	49	11	84	323,08	294	168	370	1423,08	2388	2388
29	111,54	51	12	86	330,77	305	176	380	1461,54	2480	2480
30	115,38	54	13	88	338,46	315	186	390	1500,00	2575	2575
31	119,23	56	14	90	346,15	326	195	400	1538,46	2670	2670
32	123,08	58	15	92	353,85	337	205	410	1576,92	2765	2765
33	126,92	60	16	94	361,54	348	214	420	1615,38	2862	2862
34	130,77	63	18	96	369,23	359	223	430	1653,85	2960	2960
35	134,62	66	20	98	376,92	370	234	440	1692,31	3060	3060
36	138,46	69	21	100	384,62	380	245	450	1730,77	6150	6150
37	142,31	74	23	105	403,85	406	270	500	1923,08	6320	6320
38	146,15	78	25	110	423,08	431	295	550	2115,38	4070	4070
39	150,00	83	26	115	442,31	455	329	600	2307,69	4480	4480
40	153,85	86	28	120	461,54	479	365	700	2692,31	5380	5380
41	157,69	90	30	125	480,77	506	396	800	3076,92	6280	6280
42	161,54	95	31	130	500,00	533	430	900	3461,54	7280	7280
43	165,38	99	33	135	519,23	559	460	1000	3846,15	8300	8300
44	169,23	103	35	140	538,46	585	490	1075	4134,62	9000	9000
Factor de conversión: 1 L/min = 0,26 galones/min..											

NO EMITIDO

Fuente: NTC 1500.

- Con el caudal se debe estimar un diámetro de tubería con tal de que la velocidad de circulación sea menor a 2 m/s, para evitar sonidos en la tubería.
- Los máximos caudales y consumos de agua para todos los aparatos hidrosanitarios y accesorios para los aparatos deben cumplir con la Tabla 7.4.4.

Tabla 8. *Consumos y caudales máximos para aparatos hidrosanitarios y accesorios para los aparatos.*

Aparatos hidrosanitarios o accesorios para los aparatos	Consumos y caudales máximos[b]
Lavamanos privado	8,3 L/min (2,2 gpm) a 414 kPa (60 psi)
Lavamanos público, (con cierre automático)	0,9 Lpf (0,25 galones) por ciclo de descarga
Lavamanos público, (otro que no sea con cierre automático)	1,9 L/min (0,5 gpm) a 414 kPa (60 psi)
Regadera [a]	9,5 L/min (2,5 gpm) a 552 kPa (80 psi)
Grifo de poceta	8,3 L/min (2,2 gpm) a 414 kPa (60 psi)
Orinales	3,8 Lpf (1,0 galones) por ciclo de descarga
Inodoros	6,0 Lpf (1,6 galones) por ciclo de descarga

Factores de conversión: 1 L = 0,3 galón, 1 L/min = 0,3 galón/min,
1 kPa = 0,1 libra por pulgada cuadrada.
[a] Una teleducha es una regadera.
[b] Las tolerancias de consumo deben ser las determinadas en las normas citadas.
Lpf Litros por descarga
NOTA Para otros aparatos sanitarios refiérase a la NTC 1644.

Fuente: NTC 1500.

- Con los diámetros y velocidades en los tramos se procede a calcular las perdidas por fricción.

$$\mathrm{hf} = \mathrm{J} \times \mathrm{L}$$

$$\mathrm{hf} = \frac{4 * \mathrm{c} * (\mathrm{V})^{1,75}}{(\mathrm{d})^{1,25}} \times L$$

donde

c = 0,0001 para PVC

d = diámetro interno de tubería (m)

V = velocidad del agua (m/s)

L = longitud del tramo (m)

g = aceleración de la gravedad (9,81 m/s)

Pérdida a través de válvulas y accesorios [véanse las Tablas B.1.3.3(5) y B.1.3.3(6)]. Las pérdidas por estos ítems se calculan convirtiéndolas a la longitud equivalente de tubería y sumándolo a la longitud total de la tubería.

Tabla 9. *Pérdida de presión en accesorios y válvulas expresado como longitud equivalente de tubería m (pies).*

Diámetro nominal o estándar (pulgadas)	Accesorios				Acople	Válvulas			
	Codo Estándar		"T" 90						
	90 Grados	45 Grados	Salida lateral	Sección Recta		de Bola	de Compuerta	de Mariposa	de Retención
3/8	0,1 (0,5)	-	0,5 (1,5)	-	-	-	-	-	0,5 (1,5)
½	3,3 (1)	0,1 (0,5)	0,6 (2)	-	-	-	-	-	0,6 (2)
5/8	0,5 (1,5)	0,1 (0,5)	0,6 (2)	-	-	-	-	-	0,8 (2,5)
¾	0,6 (2)	0,1 (0,5)	0,9 (3)	-	-	-	-	-	0,9 (3)
1	0,8 (2,5)	3,3 (1)	1,4 (4,5)	-	-	0,1 (0,5)	-	-	1,4 (4,5)
1 ¼	0,9 (3)	3,3 (1)	1,7 (5,5)	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	-	-	1,7 (5,5)
1 ½	1,2 (4)	0,5 (1,5)	2,1 (7)	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	-	-	2,0 (6,5)
2	1,7 (5,5)	0,6 (2)	2,7 (9)	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	2,3 (7,5)	2,7 (9)
2 ½	2,1 (7)	0,8 (2,5)	3,7 (12)	0,1 (0,5)	0,1 (0,5)	-	3,3 (1)	3,1 (10)	3,5 (11,5)
3	2,7 (9)	1,1 (3,5)	4,6 (15)	3,3 (1)	3,3 (1)	-	0,5 (1,5)	4,7 (15,5)	4,4 (14,5)
3 ½	2,7 (9)	1,1 (3,5)	4,3 (14)	3,3 (1)	3,3 (1)	-	0,6 (2)	-	3,8 (12,5)
4	3,8 (12,5)	1,5 (5)	6,4 (21)	3,3 (1)	3,3 (1)	-	0,6 (2)	4,9 (16)	5,6 (18,5)
5	4,9 (16)	1,8 (6)	82 (27)	0,5 (1,5)	0,5 (1,5)	-	0,9 (3)	3,5 (11,5)	7,2 (23,5)
6	5,8 (19)	2,1 (7)	10,4 (34)	0,6 (2)	0,6 (2)	-	1,1 (3,5)	4,1 (13,5)	8,1 (26,5)
8	8,8 (29)	3,4 (11)	15,2 (50)	0,9 (3)	0,9 (3)	-	1,5 (5)	3,8 (12,5)	11,9 (39)

Factores de conversión:, 1 m = 3,3 pie, 1 grado = 0,01745 rad.

[a] Las tolerancias son para accesorios hidrodinámicos soldados y accesorios con rosca rebajada. Para accesorios con rosca, duplique la tolerancia mostrada en la tabla. Las longitudes equivalentes presentadas arriba están basadas en un factor C de 150 en la fórmula de pérdida por fricción de Hazen-Williams.

Fuente: NTC 1500

Entonces, las pérdidas totales en el tramo serán:

$$\mathrm{Ht} = \frac{4 * \mathrm{c} * (\mathrm{V})^{1,75}}{(\mathrm{d})^{1,25}} \times (L + Le)$$

Ya con las perdidas establecidas para cada tramo se calcula la presión en cada punto hidráulico hasta llegar a los puntos críticos.

$$P = Pa - Ht$$

En donde P es la presión del punto hidráulico de interés, y Pa es la presión del punto anterior al de interés. Para determinara la presión en los aparatos críticos se debe además restar la altura de estos a la presión del punto anterior que llega a estos, en la siguiente tabla se muestra la altura de los diferentes aparatos:

Tabla 10. Altura de aparatos

aparato	altura (m)
ducha	2
lavamanos	1
inodoro	0.3
lavadora	1
lavaplatos	1
lavadero	1

Fuente: Elaboración propia.

Con los procedimientos anteriores es posible saber cuál es la presión de salida del aparato de la ruta crítica y determinar si esta no está por debajo de lo que se establece en la NTC 1500.

Tabla 11. Presión mínima y recomendada de los aparatos

presiones minimas		
aparato	**P_min**	**P_recom**
inodoro	2.8	7
ducha	2	10.33
lavamanos	2	5
lavadoras	2.8	7
lavaplatos	2	2
lavaderos	2	4

Fuente: NTC 1500

Como ejemplo se realiza el cálculo de un tramo:

Tramo		
DE	**HASTA**	**UC**
-	P0	
P1	P2	38

Definimos el caudal con base en la tabla **7.4.3.2.2** establecida en la 4ta edición de la NTC 1500, se realiza una interpolación para conocer el caudal correspondiente**:**

P1	**P2**
36	88.46
38	91.026
39	92.31

Se selecciona el diámetro de acuerdo a las exigencias de velocidad sea superior 2 m/s, se tiene que

$$Q = V * A$$

Y despejando velocidad:

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

Siendo A

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

Entonces

$$V = \frac{Q}{\frac{\pi * d^2}{4}} \leq 2\ m/s$$

Reemplazamos los valores y probamos un diámetro de tubería de 1.5” RDE 21.

$$V = \frac{0{,}00151\,\frac{m^3}{s}}{\frac{\pi * (0{,}0437\ m)^2}{4}}$$

$$V = 1.012\,\frac{m}{s} < 2\,\frac{m}{s}\ ok$$

Se procede a calcular el factor J

$$J = \frac{4 * c * v^{1{,}75}}{(d)^{1{,}25}}$$

$$J = \frac{4 * 0.0001 * (1.012\ m/s)^{1{,}75}}{(0.0437)^{1{,}25}}$$

$$J = 0.020\,\frac{m}{m}$$

Según la planimetría presentada, la longitud del tramo analizado es de L = 28.0 m, entonces se procede a calcular la longitud equivalente generada por los accesorios:

para las perdidas por accesorios se debe definir cuales están presentes en el tramo y cuál es su longitud equivalente.

En el tramo hay presente una tee de paso lateral de 1.5” que equivale a 2.1m y 7 Codos de 90º equivalentes a 8.4 m, para un total de 10.5 metros como longitud equivalente.

Finalmente, las pérdidas en el tramo son:

$$\mathrm{Ht} = \mathrm{J} * (\mathrm{L} + \mathrm{Le})$$

$$\mathrm{Ht} * (\mathrm{L} + \mathrm{Le})$$

$$\mathrm{Ht} = 0.020 * (28 + 10.5)\ \mathrm{m}$$

$$\mathrm{hf} = 0.787\ \mathrm{m}$$

De igual manera se desarrolla para todos los tramos de la ruta crítica del trazado generado, en cada ruta hasta llegar al aparato crítico.

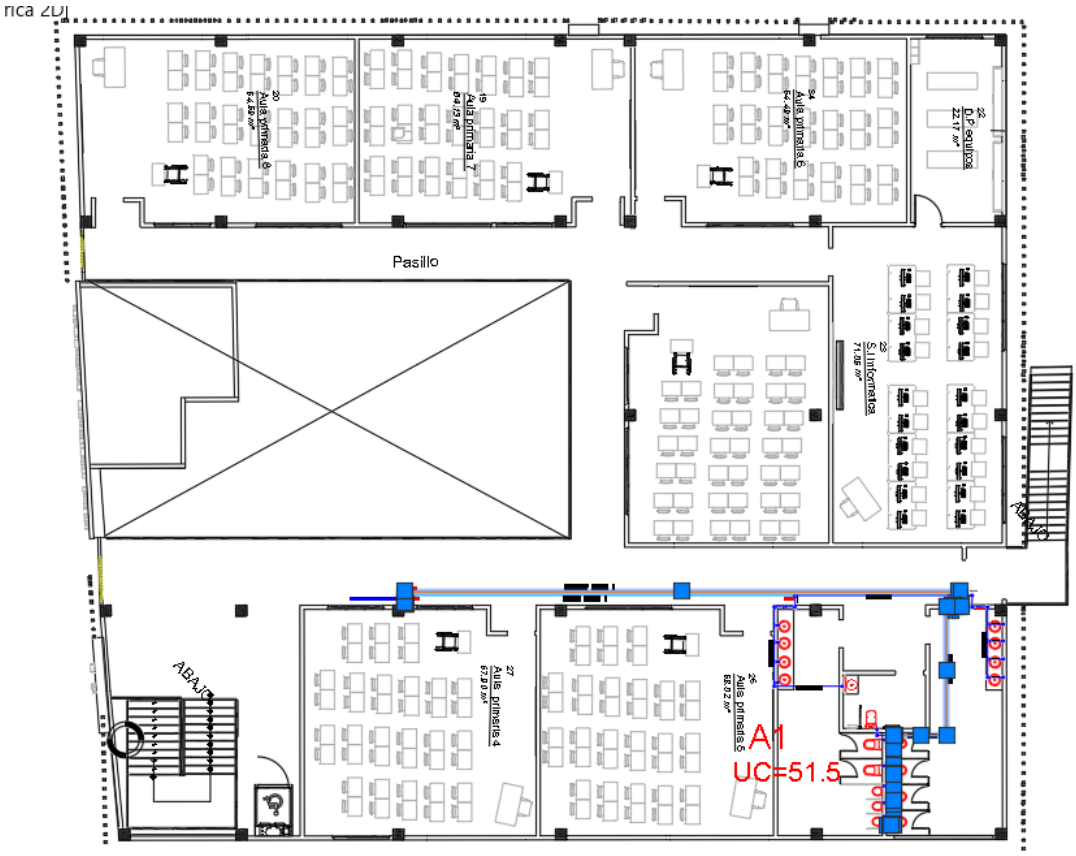


Ilustración 8 Ruta Crítica para análisis desde el tanque elevado hasta el último inodoro ubicado en el segundo nivel. Fuente: Autor

A continuación, se presenta las tablas de resultados obtenidas:

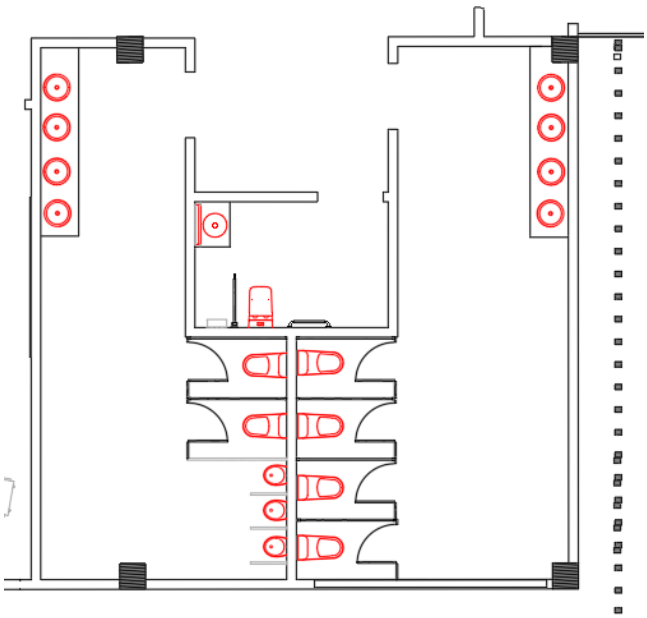
Tabla 12 Cálculo de tuberías de agua potable. Fuente: Elaboración propia

SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE															
Tramo			CAUDAL	DIÁMETRO			VELOCIDAD	LONGITUD			L. EQUIVALENTE	L. TOTAL	PERDIDAS		PERD. ACUM
DE	HASTA	UC	(L/S)	(PULG	(MM)	MATERIAL	(M/S)	L_vertical	L_horizintal	(M)	ACCESORIOS (M)	(M)	J (m/m)	TOTAL	M.C.A
-	P0	96		-	-		-	-	-	-			-	-	
P0	P1	96	2.708	2.00	54.58	PVC	1.158	5.7	9.2	14.9	15.3	30.2	0.020	0.592	0.592
P1	P2	38	1.517	1.50	43.68	PVC	1.012	0	28	28	10.5	38.5	0.020	0.787	1.379
P2	P3	33	1.378	1.25	38.14	PVC	1.206	0	0.15	0.15	0.1	0.25	0.033	0.008	1.387
P3	P4	28	1.218	1.25	38.14	PVC	1.066	0	0.32	0.32	0.1	0.42	0.027	0.011	1.398
P4	P5	23	1.026	1.25	38.14	PVC	0.898	0	0.62	0.62	0.1	0.72	0.020	0.014	1.412
P5	P6	18	0.833	1.25	38.14	PVC	0.729	0	0.28	0.28	0.1	0.38	0.014	0.005	1.417
P6	P7	13	0.641	0.75	23.63	PVC	1.462	0	0.45	0.45	0	0.45	0.084	0.038	1.455
P7	P8	12	0.577	0.75	23.63	PVC	1.316	0	0.45	0.45	0	0.45	0.070	0.031	1.486
P8	P9	7	0.385	0.75	23.63	PVC	0.877	0	0.15	0.15	0	0.15	0.034	0.005	1.491
P9	P10	6	0.321	0.50	18.18	PVC	1.235	0	0.5	0.5	0	0.5	0.087	0.043	1.534
P10	I1	5	0.288	0.50	18.18	PVC	1.111	0.4	0.5	0.9	3.3	4.2	0.072	0.303	1.837

8. SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES

El proyecto de **CONSULTORÍA PARA CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONTRUCCIÓN DE UN BLOQUE DE AULAS EN LA SEDE PRINCIPAL DEL COLEGIO PIO XII DEL MUNICIPIO DE SAN JACINTO - BOLÍVAR**, consta de varias zonas húmedas, donde se alberga, una batería sanitaria para atención de los alumnos, uno definido para niñas, uno definido para niños; zona de baños internos para los profesores y funcionarios y un baño interno para personas discapacitadas y una cocina.

De acuerdo con las condiciones del proyecto, estas aguas se consideran aguas residuales domésticas, por lo que requieren ser conducidas a un punto de recolección, no existen redes o sistemas de alcantarillado sanitario en la ubicación del proyecto, es por ello que, para el alcance, se implementarán un tanque séptico integral y un pozo de infiltración, y se dispone la utilización de este tanque ubicado estratégicamente en el espacio disponible a un costado. A continuación, se presentan lo esquemas de las zonas húmedas determinadas en el proyecto:



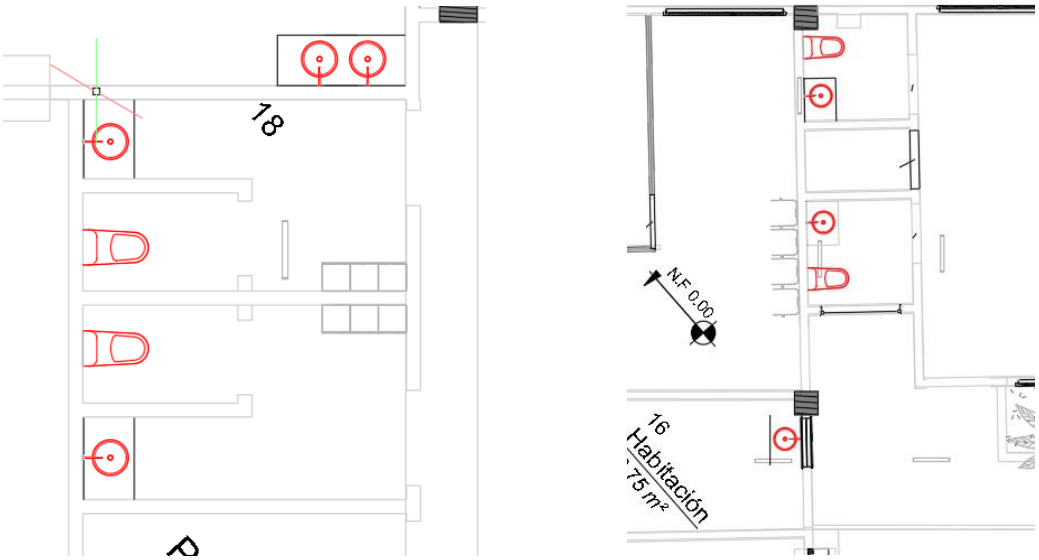


Ilustración 9. Areas Húmedas en la Edificación.

8.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Las aguas residuales generadas en las zonas húmedas identificadas serán conducidas a un sistema de tuberías y registros que se conectarán al punto de disposición final dispuesto para el proyecto.

- Para todo el sistema se usarán tuberías PVC SANITARIA, debido a su buen comportamiento ante las aguas residuales y facilidad de instalación.

- Los colectores se localizan en el eje de las zonas de tránsito. En todos los casos los colectores estarán a más de 0,75 m del sardinel, y se tendrán las distancias mínimas a otras redes según lo estipulado en la Resolución 0330 de 2017.

- La distancia a otras redes, en especial a la red de acueducto, será de 1,5 m en la dirección horizontal y 0,3 m en la dirección vertical medido de cota clave de alcantarillado a cota batea de la tubería de otros servicios.

- Según el D.3.2.12 del RAS, la profundidad de los tramos a instalar es de 1.2 m sobre la clave del tubo en vías vehiculares y 1,0 m en las vías peatonales, en los casos en los que no sea posible cumplirlo se tomaran las medidas respectivas.

- Las conexiones domiciliarias y los colectores de aguas residuales deben localizarse por debajo de las tuberías de acueducto.

- La velocidad máxima no excederá a 5 m/seg. La velocidad mínima real será de 0.45 m/s (RAS 0330). Se establece el Esfuerzo Cortante Medio (Fuerza Tractiva) en un valor mínimo de 0.15 kg/m². En aquellos casos en los cuales, por las

condiciones topográficas presentes, no sea posible alcanzar la velocidad mínima, se verifica que el esfuerzo cortante sea mayor que 0,15 Kg/m2.

- La pendiente mínima estará determinada por la velocidad mínima, y la pendiente máxima como la pendiente necesaria para la velocidad máxima.

- En los casos en que la diferencia entre la cota de entrada y la cota de salida en un pozo sea mayor de 0,75 m, se construirán cámaras de caída.

Las redes fueron diseñadas teniendo en cuenta las siguientes variables: caudal, velocidad, pendiente, diámetro, radio hidráulico, coeficiente de rugosidad y fuerza tractiva; atendiendo a los requerimientos mínimos exigidos en las normas para cada uno de ellos.

8.2 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS

Para las dimensiones de la tubería de desagüe de los aparatos sanitarios y de la línea de recolección, se tendrán en cuenta las unidades de desagües de los aparatos establecidas en el código colombiano de fontanería NTC 1500, cuarta edición.

8.3 PENDIENTE DE LA TUBERÍA SANITARIA HORIZONTAL

La pendiente de la tubería sanitaria debe ser tal que garantice su capacidad para evacuar el caudal de diseño, con una velocidad comprendida entre 0,60 m/s y 5 m/s (condiciones a tubo lleno) o mínimo 0,15 kg/m2 de fuerza tractiva. La tubería de drenaje horizontal se debe instalar en alineación uniforme y pendientes uniformes. La pendiente de una tubería de drenaje horizontal no debe ser menor que la indicada en la Tabla 8.4.1, excepto que cuando la tubería de drenaje esté aguas arriba de un interceptor de grasa, la pendiente de la tubería no debe ser menor a 2 por ciento aguas abajo 21 mm/m (1/4 de pulgada por pie).

8.4 VALORES UNITARIOS DE DESAGÜE PARA APARATOS

Los valores unitarios de desagüe de aparatos dados en la Tabla 8.9.1 designan la carga relativa de diferentes tipos de aparatos que se deben utilizar en la estimación de caudales totales que lleva la tubería sanitaria o de evacuación y se deben utilizar para calcular las dimensiones de la tubería sanitaria de evacuación de acuerdo con las Tablas 8.10.1(1) y 8.10.1(2), para las cuales el caudal permitido está dado en unidades de desagüe de aparato.

Tabla 8.9.1 Unidades de desagüe de aparatos individuales y en grupo

Tipo de aparato o accesorio	Valor unitario de desagüe de aparato como factor de carga	Dimensión mínima del sifón (pulgadas)
Máquina automática de lavar ropa, comercial [a,g]	3	(2)
Máquina automática de lavar ropa, residencial [g]	2	(2)
Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 6,06 Lpf (1,6 gpd inodoro) [f]	5	-
Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 (lavado del inodoro mayor a 6,06 Lpf (1,6 gpd))	6	-
Bañera [b] (con o sin regadera o accesorios de hidromasaje)	2	(1 ½)
Bidé	1	(1 ¼)
Combinación de poceta y bandeja	2	(1 ½)
Lavamanos dental	1	(1 ¼)
Unidad o escupidera dentales	1	(1 ¼)
Lavadora para platos[c], doméstica	2	(1 ½)
Bebedero	1/2	(1 ¼)
Desagüe de emergencia para pisos	0	(2)
Desagües de piso[b]	2[h]	(2)
Poceta de piso	[h]	(2)
Lavaplatos, doméstico	2	(1 ½)
Lavaplatos con triturador de vertimientos, lavavajillas o ambos.	2	(1 ½)
Bandeja para lavar ropa (1 ó 2 compartimentos)	2	(1 ½)
Lavamanos	1	(1 ¼)
Ducha (basado en el gasto total nominal a través de regaderas y duchas de mano) Gasto nominal:		
0,36 L/s (5.7 gpm) o menos	2	(1 ½)
Más de 0,36 L/s hasta 0,78 L/s (Más de 5.7 gpm hasta 12,3 gpm)	3	(2)
Más de 0,78L/s hasta 1,63 L/s (Más de 12.3 gpm hasta 25,8 gpm)	5	(3)
Más de 1,63 L/s hasta 3,51 L/s (Más de 25.8 gpm hasta 55,6 gpm)	6	(4)
Poceta de servicio	2	(1 ½)
Poceta	2	(1 ½)
Orinal	4	[d]
Orinal, 1 galón por descarga o menos	2[e]	[d]
Orinal, sin suministro de agua	1/2	[d]
Poceta de aseo (circular o múltiples) cada juego de grifos	2	(1 ½)
Inodoro, tanque con fluxómetro, público o privado	4[e]	[d]
Inodoro, privado (1,6 gpf)	3[e]	[d]
Inodoro, privado (descarga mayor a 1.6 gpf)	4[e]	[d]
Inodoro, público (1.6 gpf)	4[e]	[d]
Inodoro, público (lavado mayor a 1.6 gpf)	6[e]	[d]

Factores de conversión: 1 L = 0,3 galón. (gpf = galones por descarga).

a. Para (sifones) mayores de 3 pulgadas, use Tabla 8.9.2.
b. Una regadera sobre una bañera o una bañera de hidromasaje no aumenta el valor unitario de desagüe del aparato.
c. Véase los numerales 8.9.2 a 8.9.4.1 para métodos de cálculo del valor unitario de desagüe de aparatos no incluidos en esta tabla o para las velocidades de dispositivos con gastos intermitentes.
d. La dimensión del (sifón) debe ser consistente con la dimensión de la boca de salida del aparato.

Tabla 13. Unidades de desagüe de aparatos individuales y en grupo.

8.5 CARGA UNITARIA MÁXIMA POR APARATO

El máximo número de unidades de desagüe de aparatos conectados a un alcantarillado de la edificación, desagüe de la edificación o ramal horizontal del desagüe de la edificación de un determinado tamaño, debe determinarse usando la Tabla 8.10.1(1) de la NTC 1500, Cuarta edición.

8.6 DESVÍOS HORIZONTALES DE LAS BAJANTES

Los desvíos horizontales de las bajantes deben ser dimensionados según sea requerido para los desagües sanitarios de edificaciones de acuerdo con la Tabla 8.10.1(1), además se recomienda una pendiente que facilite el cumplimiento normativo.

Tabla 8.10.1(1). Desagües y alcantarillado de la edificación

Diámetro de la tubería (pulgadas)	Máximo número de unidades de desagüe de aparatos conectados a cualquier porción del desagüe o alcantarillado de la edificación, incluyendo los ramales del desagüe de la edificación[a]			
	Pendiente en porcentaje (%) (Pendiente pulgada por pie)			
	0,5 % (1/16)	1,0 % (1/8)	2,0 % (1/8)	4,0 % (1/8)
1 ¼	-	-	(1)	(1)
1 ½	-	-	(3)	(3)
2	-	-	(21)	(26)
2½	-	-	(24)	(31)
3	-	(36)	(42)	(50)
4	-	(180)	(216)	(250)
5	-	(390)	(480)	(575)
6	-	(700)	(840)	(1 000)
8	(1 400)	(1 600)	(1 920)	(2 300)
10	(2 500)	(2 900)	(3 500)	(4 200)
12	(3 900)	(4 600)	(5 600)	(6 700)
15	(7 000)	(8 300)	(10 000)	(12 000)

Factor de conversión: 83,3 mm/m = 1 pulgada por pie.

[a] La dimensión mínima de la tubería de desagüe de aguas residuales de una edificación que sirve a un inodoro debe ser de 76 mm (3 pulgadas).

ESTUDIO

Tabla 14. Desagües y alcantarillado de la edificación.

Teniendo como base la normativa actual, se sacan las unidades de carga unitaria por aparatos en todo el proyecto.

Tabla 15. Resultado de unidades por área húmeda en el proyecto.

Cantidades de aparatos					
Unidades de descarga					
Ubicación	**aparato**	**Unid. Descarg**	**cantidad**	**Subtotal**	**total**
A1					
Baños de Niños 2 PISO	Inodoro	4	3	12	
	lavamanos	1	5	5	29
	Sifon de piso	2	3	6	
	Orinal	2	3	6	

Ubicación	**aparato**	**Unid. Descarg**	**cantidad**	**Subtotal**	**total**
A2					
Baños de Niñas 2 PISO	Inodoro	4	4	16	
	lavamanos	1	4	4	24
	Sifon de piso	2	2	4	
	Orinal	2	0	0	
Ubicación	**aparato**	**Unid. Descarg**	**cantidad**	**Subtotal**	**total**
A3					
Baño Niños 1 piso	Inodoro	4	3	12	
	lavamanos	1	5	5	29
	Sifon de piso	2	3	6	
	Orinal	2	3	6	

Ubicación	**aparato**	**Unid. Descarg**	**cantidad**	**Subtotal**	**total**

A3					
Baño Niños 1 piso	Inodoro	4	4	16	24
	lavamanos	1	4	4	
	Sifon de piso	2	2	4	
	Orinal	2	0	0	
Ubicación	**aparato**	**Unid. Descarg**	**cantidad**	**Subtotal**	**total**
A5					
Baño profesores	Inodoro	4	2	8	15
	lavamanos	1	3	3	
	Sifon de piso	2	2	4	

Ubicación	**aparato**	**Unid. Descarg**	**cantidad**	**Subtotal**	**total**
A4					
Baño funcionarios	Inodoro	4	2	8	18
	lavamanos	1	4	4	
	Sifon de piso	2	3	6	

Ubicación	**aparato**	**Unid. Descarg**	**cantidad**	**Subtotal**	**total**
A5					
cocina	Lavaplatos	2	3	6	10
	Sifon de piso	2	2	4	

Fuente: Elaboración propia.

Para este proyecto se establecerá un diámetro de 2” para los lavamanos, pocetas de servicio, sifones de piso, orinales, para los sanitarios se utilizará tubería de 4”, para la red interna se establece una tubería de 4” y para la conexión de las cajas o colectores se definirá su diámetro de acuerdo a la cantidad de unidades de descarga recibidas o transportadas.

Se identifica el tramo al cual se le hará el diseño de la red y se calcula el caudal real; este caudal es el esperado por las unidades de descarga:

Tramo: A5 y A7-C1; Área húmeda 5 y 7 hasta la caja de inspección 1.

$\boldsymbol{UD}: Unidades\ de\ descarga.$

$\boldsymbol{qo}: Caudal\ real\ [\frac{Lts}{seg}]$

UD	qo (Q real)
<38	0,7401*(UD)^0.3686
<235	0.6215*(UD)^0.4193
≤932	4.2493*0.0092(UD)
>932	6.7345*0.0069(UD)

Tabla 16. Fórmulas de caudal real. Fuente: Extraído NTC 1500

Tomando en cuenta como ejemplo las áreas húmedas 5 y 7, se tiene que su diseño esta dado por 4 inodoros con tanque de limpieza, 7 lavamanos y 4 sifón de piso. Esta zona es considerada como una zona pública.

En base a la información anterior, el caudal real está dado por:

$$qo = 0.7401 * (\mathrm{UD})^{0.3686}$$

$$qo = 0.77401 * (33)^{0.3686}$$

$$qo = 2.68\ lts/seg$$

Una vez obtenido el caudal esperado por las unidades de descarga, se determina el diámetro de la tubería principal; este recogerá las unidades de descargas ejercidas por cada aparato sanitario. Para el diseño de las zonas húmedas 5 y 7, se determinó un diámetro de 4 plg. Este satisface el transporte de las unidades de descargas, principalmente las efectuadas por los inodoros, esta conecta a la caja 1.

Cálculo de la velocidad y caudal del tubo:

la velocidad y caudal del tubo principal, representa el caudal lleno que puede transportar dicho tubo, y la velocidad que emplea el flujo bajo esta condición.

$$\boldsymbol{Vlleno} = \frac{1}{n} * \left(\frac{\varnothing}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * (S)^{\frac{1}{2}}$$

$\boldsymbol{Vlleno}$: $Velocidad\ a\ tubo\ lleno\ [\frac{m}{seg}]$

$\varnothing$: $Diámetro\ de\ la\ tuberia\ principal\ (m).$

$\boldsymbol{S}$: $Pendiente\ de\ la\ tuberia\ princial\ (\%).$

$\boldsymbol{n}$: $Coeficiente\ n = 0{,}009$

Se propone un grado de inclinación de 0.6 %, diámetro de 4plg (0.1016m).

$$\boldsymbol{Vlleno} = \frac{1}{0.009} * \left(\frac{0.099}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * \left(\frac{0.6}{100}\right)^{\frac{1}{2}} = 0.731\ m/s$$

Caudal lleno empleado por el tubo principal:

$$\textbf{Qlleno (Qo)} = \text{V} * \text{A}$$

V: Velocidad $= 0.731$ m/s

A: Área $= \frac{\pi * (\varnothing)^2}{4} = \frac{\pi * (0.099m)^2}{4} = 0.007697\ m^2$

$$\textbf{Qlleno (Qo)} = \left(0.731 \frac{\text{m}}{\text{seg}}\right) * (\ 0.007697\ m^2) = 0.005627\ m^{\ 3}/seg$$

$$\textbf{Qlleno (Qo)} = \frac{0.005627\ m^{\ 3}}{seg} * \frac{1000Lts}{1m^{\ 3}} = 5.627\ Lts/seg$$

$$\textbf{Qlleno (Qo)} = 5.627\ \text{Lts/seg}$$

Se determina la relación entre el caudal esperado y el caudal lleno:

$$\frac{\boldsymbol{qo}}{\boldsymbol{Qo}} = \frac{2.68\ Lts/seg}{5.627\ Lts/seg} = 0.477$$

Se determina la relación entre la velocidad empleada por las unidades de descarga y la velocidad ejercida por el tubo lleno.

$$\boldsymbol{Vo}: Velocidad\ real\ empleada\ por\ las\ unidades\ de\ descargas.$$

$$Sí\ \frac{qo}{Qo} \leq 0.06\ ; \frac{Vo}{Vlleno} = 10^{(0.029806 + 0.29095 * Log\left(\frac{qo}{QO}\right))}$$

$$Sí\ \frac{qo}{Qo} \leq 0.26\ ; \frac{Vo}{Vlleno} = 10^{(0.0137787 + 0.282597 * Log\left(\frac{qo}{QO}\right))}$$

$$Sí\ \frac{qo}{Qo} \leq 0.91\ ; \frac{Vo}{Vlleno} = 10^{(0.021763 + 0.28995 * Log\left(\frac{qo}{QO}\right))}$$

$$Como\ 0.588 \leq \frac{qo}{Qo} \leq 0.91\ ;\ \frac{Vo}{Vlleno} = 10^{(0.021763 + 0.28995 * Log\left(\frac{qo}{QO}\right))}$$

$$\frac{Vo}{Vlleno} = 10^{(0.021763 + 0.28995 * Log(0.307))} = 0.8483$$

Se calcula la velocidad a la cual se desplaza el flujo en condición real:

$$Vel.real = \frac{Vo}{Vlleno} * Vlleno = 0.8483 * 0.731 \frac{m}{seg} = 0.62\ m/seg$$

$$Vel.real = 0.62\ m/s$$

Dentro del diseño de red sanitaria se establece que la velocidad real a la que circula el flujo residual debe ser mayor o igual a 0,6 m/seg.

$$Vel.real \geq 0{,}60\ m/seg$$

$$Vel.real = 0.62\frac{m}{s} > 0.60\frac{m}{s}, \boldsymbol{OK}$$

La velocidad real a la que se desplaza el flujo cumple con lo establecido en el código de fontanería. En caso de que se escogiera una pendiente menor al 0.60% la velocidad no cumpliría con la establecido en la norma.

Luego de haber analizado el comportamiento se especifica la longitud que tiene el tubo principal que transporta las aguas residuales de las Áreas húmedas 5 y 7 al colector 1, con el fin de calcular la proyección que efectuara este en base a la pendiente.

En este caso la longitud del tubo principal corresponde a un valor de 40.50 m.

Del tramo A5 y A7-C1, se tiene L=40.50 m.

La profundidad proyectada corresponde a la longitud del tubo principal multiplicada por la pendiente a la cual se proyecta. Esta profundidad indica el valor al cual bajara la tubería por cada metro horizontal que recorra:

$$Profundida\ proyectada = L * S = 40.50\ \text{m} * \frac{0.6}{100} = 0.243\ \text{m}$$

$$Profundidad\ proyectada = 0.243\ m$$

De esta forma se efectuaron los cálculos de cada una de las áreas húmedas correspondientes, obteniendo como resultado la siguiente tabla que señala el diseño de la red sanitaria de cada una de las zonas húmedas del proyecto. Además, se realiza la verificación de la fuerza tractiva t de cada línea, para esta se utiliza la siguiente formula:

$T = \gamma RS$

T = fuerza tractiva (kg/m²)

S = pendiente (%)

R = radio hidráulico (m) = D/4

γ = peso específico del agua = 1000 Kg/m³

Los resultados obtenidos para cada una de las áreas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 17. Cálculo de tuberías sanitarias.

TRAMO		UNIDADES DE	CAUDAL (qo)	DIÁM (ϕ)	PENDIENTE	VEL (Vlleno)	QLLENO (Qo)	RELACIÓN	RELACIÓN	VEL. REAL	VEL.REAL
DE	HASTA	DESCARGA	Lts/seg	(plg)	(%)	(m/seg)	Lts/seg	(qo/Qo)	(vo/Vlleno)	(m/seg)	cumple
A1 Y A2	B1	53	3.284	4	0.60%	0.731	5.627	0.584	0.8996	0.658	OK
A5 y A7	C1	33	2.685	4	0.60%	0.731	5.627	0.477	0.8483	0.62	OK
A3 y A4	C3	53	3.284	4	0.60%	0.731	5.627	0.584	0.8996	0.658	OK
A6	TG	10	1.729	3	1.00%	0.832	4.394	0.393	0.802	0.667	OK

TRAMO		Longitud	PROF.	DIAMETRO	Y	θ	A	P	Rh	Fuerza Tractiva
DE	HASTA	(m)	PROYECTAD (m)	INTERNO						$\tau \geq 0{,}10$ kg/m^2
A1 Y A2	B1	9.22	0.055	0.099	0.0619	3.648	0.0051	0.181	0.028	0.1682
A5 y A7	C1	40.5	0.243	0.099	0.0549	3.361	0.0044	0.166	0.026	0.1581
A3 y A4	C3	10.46	0.063	0.099	0.0619	3.648	0.0051	0.181	0.028	0.1682
A6	TG	7.58	0.076	0.082	0.0406	3.121	0.0026	0.128	0.02	0.2037

8.7 DISEÑO DE RED DE COLECTORES

Para efectuar el cálculo a esta red sanitaria se tienen en cuenta las unidades de descargas que llegan a cada caja, por lo general las primeras cajas que empiezan a recolectar son enterradas a 20 cm de profundidad, y de esta caja se realiza la circulación de las aguas residuales. Estas cajas se recomiendan de sección 60x60 cm, y su profundidad dependerá de lo obtenido en sus respectivos diseños. Se colocarán cámaras de inspección en todo cambio de dirección, pendiente, diámetro, elevación, en los arranques y donde confluyan varios tramos de un mismo sistema de desagüe. Para el proyecto se tiene:

TRAMO	
DE	HASTA
-	C1
C1	C2
TG	C2
C2	C3
C3	C4
C4	SSI

El procedimiento de cálculo a utilizar es igual a los procedimientos anteriores, por lo que se procede a mostrar los resultados obtenidos.

Para determinar los diámetros de la tubería se tuvo en cuenta lo establecido en la tabla 14 de la NTC 1500.

Tabla 14. Carga máxima de unidades y longitud máxima de tubos de desagüe

Diámetro del tubo, mm (pulgadas)	38 (1-1/2)	51 (2)	64 (2-1/2)	76 (3)	102 (4)	152 (6)	203 (8)	254 (10)	305 (12)
Unidades máximas									
Tubería de desagüe									
vertical	2[2]	16	32	48	256	1 380	3 600	5 600	8 400
Horizontal	1	8	14	35	216[3]	720[3]	2 640[3]	4 680[3]	8 200[3]
Longitud máxima									
Tubería de desagüe									
vertical, metros	65	85	148	212	300	510	750		
Horizontal (no limitada)									

1) Se excluye el brazo del sifón

2) Excepto fregaderos, orinales, máquinas lavaplatos

3) Basado en una pendiente de 21 mm/m. Para una pendiente de 10 mm/m, multiplique las unidades horizontales de aparatos sanitarios por un factor de 0,8.

En base a la tabla 14 de la NTC se determina el diámetro del tubo, en este caso un tubo de 4" cumpliría con lo requerido por las unidades de desagüe. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

TRAMO		UNIDADES DE	CAUDAL (qo)	DIÁM (ϕ)	PENDIENTE	VEL (Vlleno)	QLLENO (Qo)	RELACIÓN	RELACIÓN	VEL. REAL	VEL.REAL
DE	HASTA	DESCARGA	Lts/seg	(plg)	(%)	(m/seg)	Lts/seg	(qo/Qo)	(vo/Vlleno)	(m/seg)	(OK/NO)
-	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C1	C2	43	3.009	4	0.80%	0.844	6.497	0.463	0.841	0.71	OK
TG	C2	10	1.729	3	1.00%	0.832	4.394	0.393	0.802	0.667	OK
C2	C3	96	4.213	4	1.00%	0.944	7.267	0.58	0.8978	0.848	OK
C3	C4	149	5.066	4	1.00%	0.944	7.267	0.697	0.9469	0.894	OK
C4	SSI	149	5.066	4	1.00%	0.944	7.267	0.697	0.9469	0.894	OK

TRAMO		Longitud	PROF.	DIAMETRO	Y	θ	A	P	Rh	Fuerza Tractiva	COTA TERRENO (m)		COTA TUBERIA (m)	
DE	HASTA	(m)	PROYECTAD (m)	INTERNO						$\tau \geq 0{,}10$ kg/m^2	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
-	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-0.25
C1	C2	3.4	0.027	0.099	0.054	3.322	0.0043	0.164	0.026	0.2087	0	0	-0.25	-0.277
TG	C2	1.37	0.014	0.082	0.0406	3.121	0.0026	0.128	0.02	0.2037	0	0	-0.25	-0.264
C2	C3	7.12	0.071	0.099	0.0616	3.637	0.005	0.18	0.028	0.2799	0	0	-0.277	-0.348
C3	C4	1.41	0.014	0.099	0.0687	3.938	0.0057	0.195	0.029	0.2924	0	0	-0.348	-0.362
C4	SSI	0.2	0.002	0.099	0.0687	3.938	0.0057	0.195	0.029	0.2924	0	0	-0.362	-0.364

Tabla 18. Cálculo de colectores sanitarios.

8.8 DISEÑO DE SISTEMA SÉPTICO

Las aguas producidas por las zonas húmedas del proyecto se consideran aguas domésticas, considerando que en la resolución 0330 de 2017 establece en sus artículos 173 y 174 referido a "Tanques sépticos construidos IN-SITU" y "Tanques sépticos prefabricados" respectivamente, que tratan de soluciones individuales de tratamientos de Aguas Residuales, los cuales son alternativas que se deben implementar en los casos en que existan zonas desprovistas de alcantarillado o con topografía adversa y que cuenten con suficiente área para acomodar el tanque con sus procesos de postratamiento para retención previa de los sólidos sedimentables. Dado a lo anteriormente mencionado, se determinó como solución la utilización de un tanque séptico prefabricado "Material Plástico".

Este tanque séptico compacto está compuesto por un pozo séptico, un filtro anaeróbico de flujo ascendente (FAFA) y posterior a este un tratamiento complementario del efluente "pozo de infiltración". Este se determinó teniendo en cuenta los artículos 176, 177, 178, 179 y 180 de la resolución 0330 de 2017, en lo que se determinó por parte del diseñador, bajo los parámetros de disponibilidad de espacio, condiciones de permeabilidad del suelo, la calidad requerida del efluente y las características de las instalaciones y topográficas, este contaría con la capacidad de depuración suficiente

POBLACIÓN A ATENDER

La unidad sanitaria de pozo séptico se calcula para un diseño y número de habitantes definidos razón por la cual los caudales de diseño se calculan partiendo del número de usuarios que realizarían el uso de los elementos sanitarios existentes (o también, el número de elementos sanitarios), de acuerdo con los diseños y características del proyecto. Se diseñará en base al número de elementos sanitarios tipo Inodoro presentes en la edificación.

CALCULO CAUDAL DE DISEÑO.

Según parámetros de diseño de Contenido en el capítulo E.7 del manual de prácticas de ingeniería para tratamiento de aguas residuales, la unidad séptica se diseña bajo el criterio de volumen útil del tanque séptico a partir de la contribución de aguas residuales por ocupantes temporales en este caso se considerará el aporte similar a escuelas.

VOLUMEN ÚTIL

Vu=1000+ (CT+KLf) (E.7.1)

Dónde

Vu = volumen útil en litros.

Nc = número de usuarios o elementos, (23 tasas sanitarias).

C = Valor de contribución de agua, para este caso se adoptó el valor correspondiente a usuarios temporales, determinado por la siguiente tabla:

TABLA E.7.1
Contribución de aguas residuales por persona

Predio	**Unidades**	**Contribución de aguas residuales (C) y lodo fresco L_f (L / dia)**	
Ocupantes permanentes		C	L_f
Residencia			
Clase alta	persona	160	1
Clase media	persona	130	1
Clase baja	persona	100	1
Hotel (excepto lavandería y cocina)	persona	100	1
Alojamiento provisional	persona	80	1
Ocupantes temporales			
Fábrica en general	persona	70	0.30
Oficinas temporales	persona	50	0.20
Edificios públicos o comerciales	persona	50	0.20
Escuelas	persona	50	0.20
Bares	persona	6	0.10
Restaurantes	comida	25	0.01
Cines, teatros o locales de corta permanencia	local	2	0.02
Baños públicos	tasa sanitaria	480	4.0

FUENTE: Tabla E.7.1– RAS

T = Este valor corresponde al tiempo de retención de acuerdo con la contribución diaria en litros (11040 litros); este valor de contribución está en los rangos de más 9000, correspondiente a 12 horas o medio día de la tabla E.7.2.

TABLA E.7.2
Tiempos de retención

Contribución diaria (L)	Tiempo de retención (T)	
	dias	horas
Hasta 1,500	1.00	24
De 1,501 a 3,000	0.92	22
De 3,000 a 4,500	0.83	20
4,501 a 6,000	0.75	18
6,001 a 7,500	0.67	16
7,501 a 9,000	0.58	14
mas de 9,000	0.50	12

FUENTE: Tabla E.7.2 Título E – RAS 2000

K = Corresponde a los valores de acumulación de lodos digeridos Tabla E.7.3 de acuerdo con el rango de temperatura ambiente en °C, se asumió un intervalo de limpieza de 1 año para temperaturas ≥ 20 °C un valor de k de 57.

TABLA E.7.3
Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos

Intervalo de limpieza (años)	Valores de K por intervalo temperatura ambiente (t) en °C		
	t ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t ≥ 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

FUENTE: Tabla E.7.3 Título E – RAS 2000

Entonces:

Nc = 23 tasas sanitarias

C = 480 (contribución de aguas residuales por tasa)

T = 0.5 (tiempo de retención en días)

K = 57 (tasa de acumulación de lodos digeridos según intervalos de limpieza y temperatura)

Lf = 4.0 Lodo fresco l/día

Se tendrá:

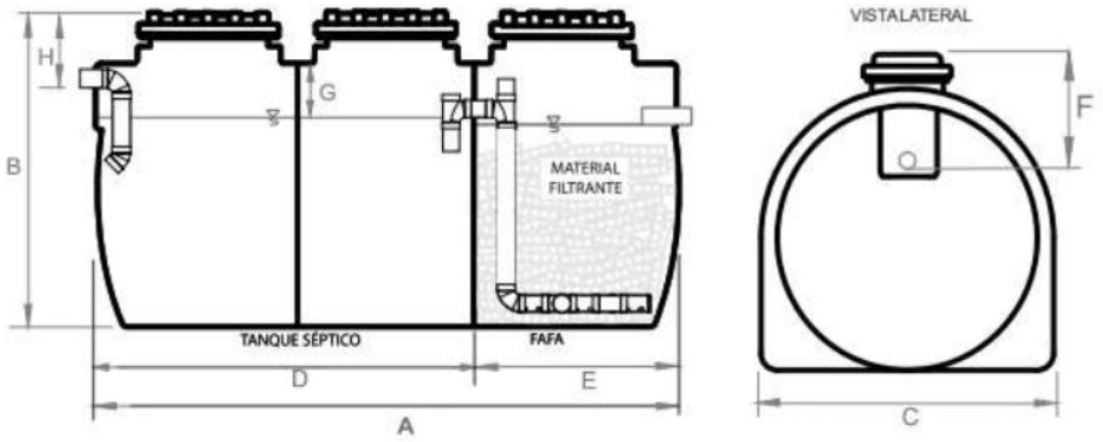
Vu=1000+ Nc (CT+KLf) (E.7.1)

Vu=1000+ 23(480∗0.5+57∗4.0)

Vu=11764.0 Lts de $Volumen\ util\ de\ pozo\ séptico\ (lt)$

Vu = 11.76m3, el cual será el volumen mínimo del pozo séptico.

Como se obtuvo este volumen, se deberá seleccionar un tanque séptico prefabricado que cuente con un filtro anaeróbico de flujo ascendente (FAFA), con una capacidad mayor a 11.76 m3 para un correcto manejo de las aguas residuales del proyecto, se tomarán un tanque de capacidad de 12.5m3. Es de considerar que el uso de estos espacios es intermitente, por lo que este sistema de tratamiento suple los requerimientos que presenta y por su dimensión disminuye la frecuencia de limpieza.



VOLUMEN TOTAL (LITROS)	LONGITUD TOTAL A (cm)	ALTO TOTAL B (cm)	ANCHO TOTAL C (cm)	D (cm)	E (cm)	F (cm)	G (cm)	H (cm)
1650	230	107	100	147	83	32	15	20
2000	230	123	114	167	63	38	15	32
3000	225	150	131	134	91	43	20	34
5000	242	183	173	121	121	53	20	43
7500	342	183	173	221	121	53	20	43
10000	442	183	173	321	121	53	20	43
12500	542	183	173	321	221	53	20	43
15000	642	183	173	421	221	53	20	43
17500	742	183	173	521	221	53	20	43
20000	496	246	230	362	134	63	20	48
25000	610	246	230	362	248	63	20	48
30000	724	246	230	476	248	63	20	48
35000	838	246	230	590	248	63	20	48
40000	952	246	230	590	362	63	20	48
45000	1066	246	230	704	362	63	20	48
50000	1180	246	230	818	362	63	20	48

Ilustración 10 características Sistema séptico integral. Fuente: Rotoplast

TRAMPA DE GRASAS

Se deben instalar interceptores y separadores para evitar la descarga de aceite, grasa, arena y otras sustancias dañinas o peligrosas para el sistema de desagüe de la edificación, este se encuentra ubicado en la parte interior de la zona de la cocina

Cabe resaltar que estos fueron predimensionados y diseñados conforme a lo expuesto en la NTC 1500 tercera actualización sección 11.3.3.1 hasta 11.3.3.5.

TABLA E.3.1
Capacidades de retención de grasa

Tipo de afluente	Caudal (L/min)	Capacidad de retención de grasa (kg)	Capacidad máxima recomendada (L)
Cocina de restaurante	56	14	190
Habitación sencilla	72	18	190
Habitación doble	92	23	240
Dos habitaciones sencillas	92	23	240
Dos habitaciones dobles	128	32	330
Lavaplatos para restaurantes			
Volumen de agua mayor de 115 litros	56	14	115
Volumen de agua mayor de 190 litros	92	23	240
Volumen entre190 y 378 litros	144	36	378

De acuerdo con la tabla E.3.1 en la que se presentan los factores de diseño, se toma un caudal de 56 l/min igual a 0,0009 m3/s. Para este caudal en base al artículo 172 de la resolución 0330-RAS, se recomienda un tiempo de retención mínimo de 2,5 minutos, equivalente a 150 segundos.

Volumen de trampa de grasa

$$V = Q * Tr$$

$$V = 0{,}0009 * 150$$

$$V = 0{,}135m3$$

Dimensiones finales:

Ancho= 0.5 mts **Largo=** 0.7 mts **Profundidad útil=** 0.4 mts

Profundidad total= 0.65 mts

Con estas dimensiones se tiene un volumen útil de: 0.7x0.5x0.4=0.14 m3

El volumen calculado para el tiempo de retención es congruente para las dimensiones libres dadas a la trampa de grasa.

Se sabe que el valor de la carga superficial (qs, debe estar entre los valores de 2.5 - 4 lps/m²)

$$Qs = Q/A_{sup}$$

$$Qs = 0.9 / (0.7x0.5) = 2.57\ lps/m2$$

por lo que se encuentra en el rango.

Material de soporte FAFA

Generalmente el material de soporte utilizado es grava o canto rodado con diámetro entre 2 y 7 cm según el rango sugerido, con un volumen de 0,02 a 0,04m3 por cada 0,1m3/día de agua residual a tratar. Sin embargo, también es posible emplear material filtrante plástico, el cual sugiera utilizar la mitad del volumen anteriormente mencionado; las empresas proveedoras de tanques de sistemas de tratamiento prefabricados, ofrecen materiales filtrantes sintéticos con un área de contacto mucho mayor que la grava tradicional, permitiendo que se optimice la eficiencia del sistema, dado a lo anterior se decidió utilizar Relleno plástico en forma de flor(Rosetones) con un diámetro exterior de 150mm, 50mm de alto.

Postratamiento

Para el postratamiento por la condición topográfica y propiedades del suelo del punto de instalación de sistema de tratamiento se recomienda la construcción de un pozo de absorción o infiltración. Para el diseño se considera las propiedades del suelo, en especial la tasa de infiltración del suelo, para nuestro caso del estudio de suelo realizado se determinó que la tasa de infiltración corresponde a un valor promedio de 1 min/cm.

Cálculo del caudal de agua residual

Qr = 0,80CN

Donde

Qr = Caudal de aguas residuales en L/día

C = Valor de contribución de agua.

N = Número de tasas sanitaria. (Se considerará un porcentaje para no sobredimensionar)

Cálculo de capacidad de absorción del suelo

$q = 127,8/(t)^{1/2}$

Donde

q = Capacidad de absorción del subsuelo en l/m^2.día

t = Tasa de infiltración en minutos por cada cm.

Cálculo del área de absorción requerida

Aa = Qr/q

Donde

Aa = Área de absorción requerida en m^2

Qr = Caudal de aguas residuales en L/día

q = Capacidad de absorción del subsuelo en l/m^2.día

Cálculo de altura útil del pozo de absorción

h = Aa / 2B + 2L

Donde

h = altura útil del pozo

Aa = Área de absorción requerida en m^2 (Solo se contempla el área lateral de paredes descartando el fondo).

B = Ancho del pozo

L = Largo del pozo

Resultados

$$Qr = 0.4\ x\ 50\ x\ 23$$

$$\boldsymbol{Qr = 416\ L/día}$$

$$q = 127{,}8\ /\ 1^{1/2}$$

$$\boldsymbol{q = 127{,}8\ L/m2}$$

$$Aa = 416/\ 127.8$$

$$\boldsymbol{Aa = 34.55\ m2}$$

Se define B= 1.9m y L= 3.5m

$$h = \frac{34.55}{2x1.9 + 2x3.5}$$

$$h = 3.19\,m$$

De acuerdo con los resultados la altura útil del pozo de infiltración deberá ser de 3.20 m, el fondo del pozo deberá cubrirse con una capa protectora de mínimo 15 cm de espesor de grava.

9. DISEÑO DE REDES DE VENTILACIÓN

9.1 EXTENSIÓN SOBRE LA CUBIERTA

Toda tubería sanitaria de ventilación abierta que se extienda a través de una cubierta debe ser terminada a mínimo 152 mm (6 pulgadas) sobre el nivel de la cubierta (véase la Figura 10.4.1 de la NTC 1500-2020), Cuando un techo se va a usar para el montaje o como un pasillo mirador, plataforma de observación, cubierta para tomar el sol o propósitos similares, las tuberías de ventilación abiertas deberán terminar a no menos de 2,1 m (7 pies) sobre el nivel de la cubierta.

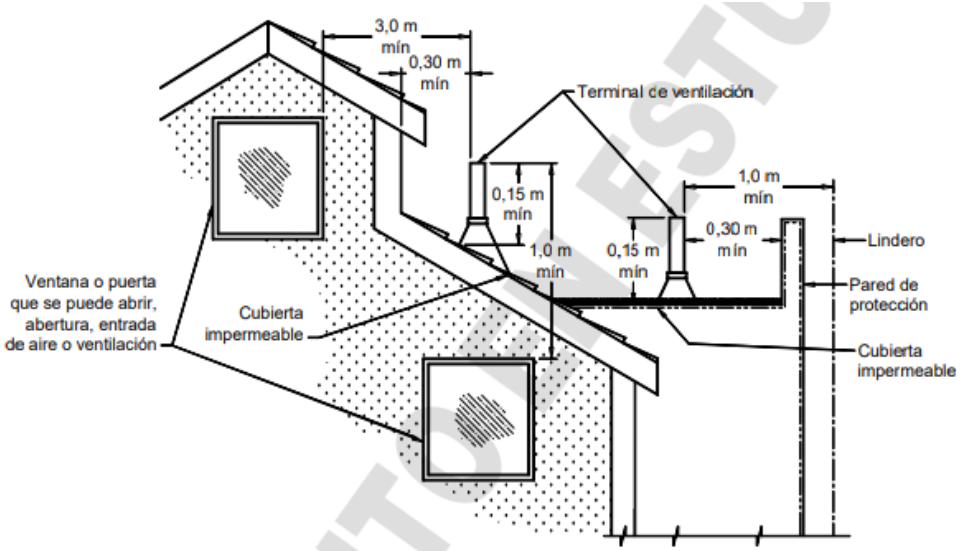


Figura 10.4.1 Terminal de ventilación

Ilustración 11. *Terminal de ventilación.*

9.2 UBICACIÓN DEL TERMINAL DE VENTILACIÓN

Cada terminal de ventilación abierta para un sistema de desagüe no debe localizarse directamente debajo de una puerta, ventana de abrir, o cualquier otro paso de aire a la edificación o de una edificación adyacente, y cualquier terminal de ventilación no debe estar a menos de 3,0 m (10 pies) horizontalmente de dichas aberturas, a menos que este 0,91 m (3 pies) o más por encima de la parte superior de dichas aberturas.

9.3 EXTENSIÓN A TRAVÉS DEL MURO

Terminales de ventilación que se extiendan a través de un muro deben terminar como mínimo a 3,0 m (10 pies) desde la línea del terreno y 3,05 m (10 pies) sobre el nivel medio del terreno. La terminal de ventilación no debe terminar bajo el voladizo que tenga el cielorraso ventilado. Las terminales de ventilación sobre el lado de un muro deben estar protegidas para impedir que aves o roedores hagan sus nidos bloqueando la abertura.

9.4 CONEXIONES Y PENDIENTES PARA VENTILACIÓN

9.4.1 CONEXIÓN

Todas las ventilaciones individuales, en ramales y en circuito deben estar conectadas a una ventilación vertical, bajantes de ventilación, válvula de admisión de aire o deben ser conducidas al aire libre.

9.4.2 PENDIENTE

Toda tubería vertical de ventilación y todos los ramales deben tener pendiente y deben estar conectadas a la tubería de desagüe para drenar por gravedad.

9.4.3 CONEXIÓN DE LA VENTILACIÓN AL SISTEMA DE DESAGÜE

Toda ventilación seca conectada a un desagüe horizontal debe conectarse por encima de la línea central de la tubería horizontal de desagüe.

9.4.4 COLUMNA VERTICAL DE LA VENTILACIÓN

Toda ventilación seca debe elevarse verticalmente un mínimo de 152 mm (6 pulgadas) por encima del rebose del sifón más alto o sifón del aparato ventilado. EXCEPCIÓN Ventilaciones para interceptores ubicados en el exterior.

9.4.5 ELEVACIÓN POR ENCIMA DE LOS APARATOS

La conexión entre la tubería de ventilación y la ventilación vertical o bajante de ventilación se debe hacer al menos 152 mm (6 pulgadas) sobre el rebose del aparato más alto servido por la ventilación. Los tubos horizontales que forman ramales de ventilación, ventilación de alivio o circuito de ventilación, deben estar por lo menos 152 mm (6 pulgadas) sobre el nivel de inundación del aparato al que sirven.

9.5 DIMENSIONES DEL TUBO DE VENTILACIÓN

9.5.1 DIMENSIONES DE BAJANTE DE VENTILACIÓN Y VENTILACIÓN VERTICAL

El diámetro mínimo requerido para las bajantes de ventilación y ventilaciones verticales debe ser determinado por el desarrollo longitudinal del tramo y el total de unidades de desagüe de aparatos conectados de acuerdo con la Tabla 10.16.1,

pero en ningún caso el diámetro debe ser menor que la mitad del diámetro del desagüe servido o menor que 32 mm (1 1/4 pulgada).

Diámetro de la bajante sanitaria (pulgadas)	Total de unidades de aparato ventiladas (UAD)	Máxima longitud de desarrollo para la ventilación m (pies)[a] Diámetro de la ventilación (pulgadas)										
		(1 ¼)	(1 ½)	(2)	(2 ½)	(3)	(4)	(5)	(6)	(8)	(10)	(12)
1 ¼	2	9,1 (30)										
1 ½	8	15,2 (50)	45,7 (150)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 ½	10	9,1 (30)	30,5(100)									
2	12	9,1 (30)	22,9 (75)	61,0(200)								
2	20	7,9 (26)	15,2 (50)	45,7 (150)		-	-	-	-	-	-	-
2 ½	42		9,1 (30)	30,5(100)	91,4 (300)							
3	10		12,8 (42)	45,7 (150)	109,7(360)	317,0 (1 040)						
3	21	-	9,8 (32)	33,5 (110)	82,3 (270)	246,9 (810)	-	-	-	-	-	-
3	53		8,2 (27)	28,6 (94)	70,1 (230)	207,3 (680)						
3	102		7,6 (25)	26,2 (86)	64,0 (210)	189 (620)						
4	43	-		10,7 (35)	25,9 (85)	76,2 (250)	298,7 (980)	-	-	-	-	-
4	140			8,2 (27)	19,8 (65)	61 (200)	228,6 (750)					

ente prohibido.

...stinto al de Consulta Pública, está expresamente prohibido su uso para fines distintos a los establecidos en el artículo 1 de la Ley 1581 de 2012.

4	320	-	-	7,0 (23)	16,8 (55)	51,8 (170)	195,1 (640)				
4	540			6,4 (21)	15,2 (50)	45,7 (150)	176,8 (580)		-	-	-
5	190				8,5 (28)	25,0 (82)	97,5 (320)	301,7 (990)			
5	490				6,4 (21)	19,2 (63)	76,2 (250)	231,6 (760)			
5	940	-	-	-	5,5 (18)	16,1 (53)	64,0 (210)	204,2 (670)	-	-	-
5	1 400				4,9 (16)	14,9 (49)	57,9 (190)	179,8 (590)			

Diámetro de la bajante sanitaria (pulgadas)	**Total de unidades de aparato ventiladas (UAD)**	**Máxima longitud de desarrollo para la ventilación m (pies)[a] Diámetro de la ventilación mm (pulgadas)**										
		(1 ¼)	**(1 ½)**	**(2)**	**(2 ½)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**	**(8)**	**(10)**	**(12)**
6	500					10,1 (33)	39,6 (130)	121,9 (400)	304,8 (1.000)			
6	1 100	-	-	-	-	7,9 (26)	30,5 (100)	94,5 (310)	237,7 (780)	-	-	-
6	2 000					6,7 (22)	25,6 (84)	79,2 (260)	201,2 (660)			
6	2 900					6,1 (20)	23,5 (77)	73,1 (240)	182,9 (600)			
8	1 800	-	-	-	-		9,4 (31)	29,0 (95)	73,1 (240)	286,5 (940)	-	-
8	3 400						7,3 (24)	22,2 (73)	57,9 (190)	219,4 (720)		
8	5 600						6,1 (20)	18,9 (62)	48,8 (160)	185,9 (610)		
8	7 600	-	-	-	-	-		17,1(56)	42,7 (140)	170,7 (560)		-
10	4 000						5,5 (18)	9,4 (31)	23,8 (78)	94,5 (310)	292,6 (960)	
10	7 200							7,3 (24)	18,3 (60)	73,1 (240)	225, 5 (740)	
10	11 000	-	-	-	-	-		6,1 (20)	15,5 (51)	61 (200)	192, 0 (630)	-
10	15 000							5,5 (18)	14,0 (46)	54,9 (180)	173,7 (570)	

12	7 300								9,4 (31)	36,6 (120)	115,8 (380)	286,5 (940)
12	13 000	-	-	-	-	-	-	-	7,3 (24)	28,6 (94)	91,4 (300)	219,4 (720)
12	20 000								6,1 (20)	24,1 (79)	76,2 (250)	185,9 (610)
12	26 000									21,9 (72)	70,1 (230)	152,4 (500)
15	15 000	-	-	-	-	-	-	-	5,5 (18)	12,2 (40)	39,6 (130)	94,5 (310)
15	25 000									9,4 (31)	29,3 (96)	73,1 (240)
15	38 000									7,9 (26)	24,7 (81)	61 (200)
15	50 000	-	-	-	-	-	-	-	-	7,3 (24)	22,5 (74)	54,9 (180)

Factor de conversión: 1 m = 3,3 pies.

El desarrollo longitudinal debe ser medido desde la conexión de la ventilación al aire libre.

UAD = Unidad de aparato de desagüe, en inglés dfu

Copia al de Consulta Pública, está expresamente prohibido.

Tabla 19. Dimensiones y longitud de desarrollo de bajantes de ventilación y de ventilación vertical.

9.6 VENTILACIÓN DE APARATOS

9.6.1 DISTANCIA DEL SIFÓN A LA VENTILACIÓN

Cada sifón debe tener una ventilación de protección, de acuerdo con la pendiente y la longitud de desarrollo en el desagüe del aparato, desde el vertedero del sifón a la ventilación que estén dentro de los requisitos establecidos en la Tabla 10.6.1. EXCEPCIÓN La longitud de desarrollo del desagüe del aparato desde el vertedero del sifón hasta la conexión de la ventilación para aparatos con auto-sifonaje como los inodoros, no debe estar limitada.

Tamaño del sifón (pulgadas)	Pendiente milímetro por metro (pulgada por pie) y (porcentaje)	Distancia desde el sifón m (pies)
1 ¼	21 (¼) (2 %)	1,5 (5)
1 ½	21 (¼) (2 %)	1,8 (6)
2	21 (¼) (2 %)	2,4 (8)
3	10 (1/8) (1 %)	3,6 (12)
4	10 (1/8) (1 %)	4,9 (16)

Factores de conversión:
1 m = 3,3 pie
1 mm/m = 0,012 pulgada por pie

Tabla 20. Máxima distancia del sifón a la ventilación. (Tabla 10.6.1 NTC 1500-2020)

10. CALCULO DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE DISEÑO Y CURVAS DE INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA

Con base a los registros de precipitación de la estación CASA DE PIEDRA (San Jacinto) ubicada en la zona de influencia del proyecto, se obtuvieron los valores máximos de precipitación para cada año registrado, se procederá a determinar la precipitación para el desarrollo de las curvas IDF y obtener así la intensidad de diseño para el proyecto.

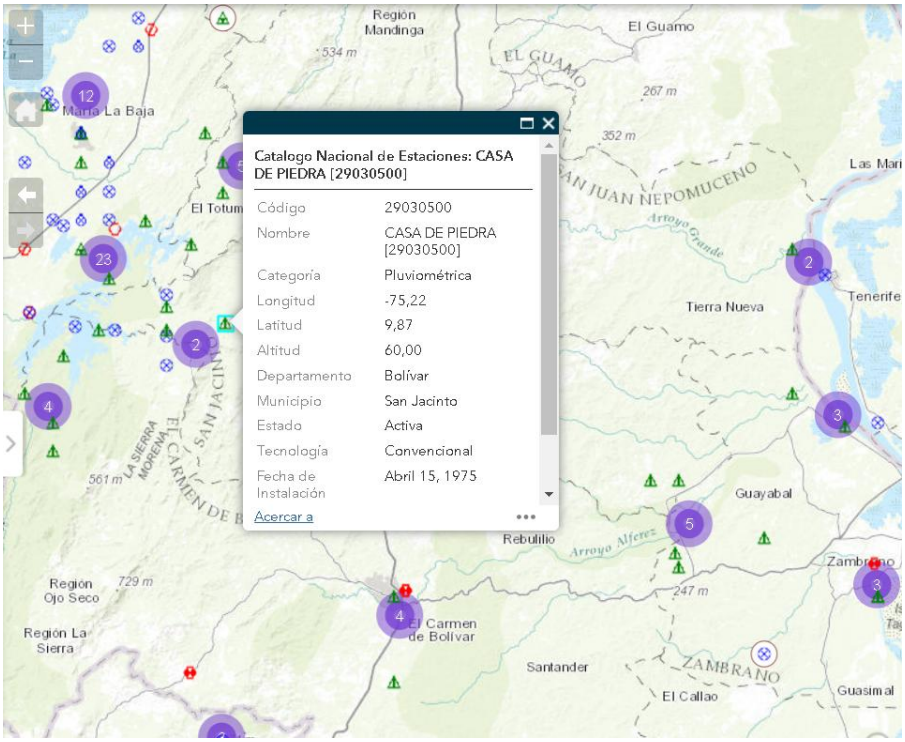


Ilustración 12. Localización de la Estación CASA DE PIEDRA ubicada en zona cercana al proyecto.

Como se puede observar el proyecto se encuentra dentro del área de influencia de la estación meteorológica de CASA DE PIEDRA (29030500), por lo que para la obtención de las precipitaciones de diseño se consideraran solo los registros de datos de esta:

ESTACION	Precipitación máx (mm/día)
AÑO	APTO R. BARVO
1995	141
1996	103
1997	97.1
1998	118.4

1999	89
2000	80
2001	131.5
2002	75
2003	60.1
2004	82
2005	130
2006	85
2007	125
2008	88
2009	85
2010	99
2011	90
2012	86
2013	95
2014	108
2015	51
2016	106
2017	106
2018	96
2019	60
2020	120
2021	74
2022	76
2023	74
2024	73

Tabla 1. Valores de precipitación máxima por año. Fuente: Ideam

Se calculó la precipitación máxima de diseño, mediante el método Log Pearson tipo III. Los datos ilustrados en la siguiente tabla corresponden a cada uno de los valores calculados para cada variable estipulada en el método:

Año	Precipitacion (mm/dia)	N° de orden	Precipitacion (mm/dia)	yi	Ȳ	(yi-Ȳ)^2	Sy	(yi-Y)^3	Cs	YT	XT
1995	141	1	51	1.70757		0.06291335		-0.01578026			
1996	103	2	60	1.77815		0.03248800		-0.00585578			
1997	97.1	3	60.1	1.77887		0.03222781		-0.00578557			
1998	118.4	4	73	1.86332		0.00903881		-0.00085934			
1999	89	5	74	1.86923		0.00795018		-0.00070887			
2000	80	6	74	1.86923		0.00795018		-0.00070887			
2001	131.5	7	75	1.87506		0.00694460		-0.00057872			
2002	75	8	76	1.88081		0.00601896		-0.00046696			
2003	60.1	9	80	1.90309		0.00305870		-0.00016916			
2004	82	10	82	1.91381		0.00198752		-0.00008861			
2005	130	11	85	1.92942		0.00083964		-0.00002433			
2006	85	12	85	1.92942		0.00083964		-0.00002433			
2007	125	13	86	1.93450		0.00057107		-0.00001365			
2008	88	14	88	1.94448		0.00019357		-0.00000269			
2009	85	15	89	1.94939	1.95839552	0.00008110	0.10810013	-0.00000073	-0.26325193	2.13747384	137.237829
2010	99	16	90	1.95424		0.00001725		-0.00000007			
2011	90	17	95	1.97772		0.00037357		0.00000722			
2012	86	18	96	1.98227		0.00057005		0.00001361			
2013	95	19	97.1	1.98722		0.00083081		0.00002395			
2014	108	20	99	1.99564		0.00138679		0.00005164			
2015	51	21	103	2.01284		0.00296390		0.00016136			
2016	106	22	106	2.02531		0.00447699		0.00029956			
2017	106	23	106	2.02531		0.00447699		0.00029956			
2018	96	24	108	2.03342		0.00562924		0.00042235			
2019	60	25	118.4	2.07335		0.01321492		0.00151914			
2020	120	26	120	2.07918		0.01458919		0.00176217			
2021	74	27	125	2.09691		0.01918627		0.00265758			
2022	76	28	130	2.11394		0.02419513		0.00376350			
2023	74	29	131.5	2.11893		0.02576996		0.00413686			
2024	73	30	141	2.14922		0.03641364		0.00694858			
SUMATORIA				58.75187		0.32720		-0.00900			

Tabla 2. Resultados método log Pearson III

Se calcula la media de los logarítmicos (ȳ), y la desviación estándar (sy).

$$\overline{\boldsymbol{y}} = \sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{n}} \frac{\boldsymbol{yi}}{\boldsymbol{n}}; \quad \boldsymbol{Sy} = \sqrt{\sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{n}} \left(\boldsymbol{yi} - \overline{\boldsymbol{y}}\right)^{\boldsymbol{2}}) / (\boldsymbol{n-1})}$$

$$Para\ calcular\ la\ media\ ;\ \overline{\boldsymbol{y}} = \frac{58.75187\ {}^{mm}/_{dia}}{30}$$

$$\overline{\boldsymbol{y}} = 1.95839\ {}^{mm}/_{dia}$$

$$Para\ la\ desviación\ estandar\ ;\ S_y = \sqrt{\frac{0.3720\ {}^{mm}/_{dia}}{(30-1)}}$$

$$S_y = 0.10810013\ {}^{mm}/_{dia}$$

Se halla el coeficiente de oblicuidad de los logaritmos.

$$\boldsymbol{Cs} = \frac{\boldsymbol{n} \sum_{\boldsymbol{i:1}}^{\boldsymbol{n}} (\boldsymbol{Y_i} - \bar{\mathrm{Y}})^3}{(\boldsymbol{n-1})(\boldsymbol{n-2})\boldsymbol{S_y}^{\boldsymbol{3}}}$$

$$Cs = \frac{30 * \left(-0.00900\, {}^{mm}/_{dia}\right)}{(30-1)(30-2)\left(0.10810013\, {}^{mm}/_{dia}\right)^3}$$

$$Cs = -0.26325193$$

Se calcula YT:

Weighted	Recurrence Interval In Years							
SKEW COEFFICIENT	1.0101	2	5	10	25	50	100	200
	Percent Chance (>=) = 1-F							
Cw	99	50	20	10	4	2	1	0.5
-0.2	-2.472	0.033	0.85	1.258	1.68	1.945	2.178	2.388
-0.3	-2.544	0.05	0.853	1.245	1.643	1.89	2.104	2.294

$$\boldsymbol{Y_T = \bar{y} + S_y K_T}$$

El valor de K_T del siguiente cuadro, con Cs y el periodo de retorno (25 años):

INTERPOLACIÓN 25 años	
-0.2	1.68
-0.26325193	X
-0.3	1.643

Resolviendo se obtiene

K = 1.6565

Con K:

$$Y_T = 1.9583955\frac{mm}{dia} + 0.1081001\ \frac{mm}{dia}(1.6565)$$

$$Y_T = 2.1374738mm$$

- Calculo XT

$$X_T = \text{Antilog}\, Y_T$$
$$X_T = 10^{2.1374738}$$
$$\boldsymbol{X_T = 137.23\frac{mm}{dia}}$$

NOTA

Realizando este mismo procedimiento se obtuvo para diferentes tiempos de retorno.

Tiempo (años)	YT	XT
5	2.050554126	112.3450977
10	2.093496596	124.0213903
25	2.137473839	137.2378288
50	2.164889614	146.1805577
100	2.188777811	154.4464075

Con este dato se procederá a obtener las curvas de **Intensidad-Frecuencia-Duración.**

Para la generación de las curvas IDF se siguió el método simplificado establecido en el manual de drenaje para carreteras de invias 2009. El cual se describe a continuación:

La metodología simplificada de cálculo de las curvas intensidad – duración – frecuencia se debe llevar a cabo siempre y cuando no se disponga de datos históricos de precipitación de corta duración (datos pluviógraficas).

Para Colombia se propone el método que se presenta en la referencia bibliográfica (2.15). En este estudio se dedujeron curvas intensidad-duración frecuencia por correlación con la precipitación máxima promedio anual en 24 horas, el número promedio de días de lluvia al año, la precipitación total media anual y la elevación de la Estaciones.

La mejor correlación obtenida, sin embargo, fue la que se obtuvo con la precipitación máxima promedio anual en 24 horas en una Estaciones, y es la que se propone para los estudios, además de que es la más sencilla de utilizar.

La expresión resultante está dada por:

$$i = \frac{a \times T^{b} \times M^{d}}{(t/60)^{c}}$$

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 como se presenta en la Figura 2.13, y sus valores se presentan en la Tabla 2.12.

Tabla 2.12. - Valores de los coeficientes a, b, c y d para el cálculo de las curvas intensidad-duración-frecuencia, IDF, para Colombia

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

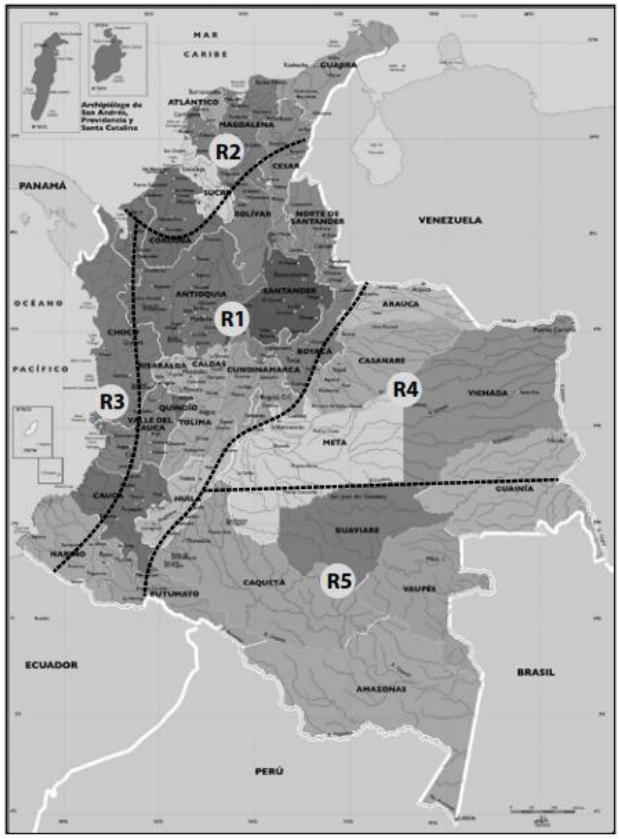


Figura 3. Regiones en Colombia para parámetros a, b, c y d. fuente: manual de drenaje invias 2009

Para el uso de las curvas IDF, el periodo de retorno de la lluvia crítica se establece de acuerdo a las características de la estructura a diseñar y de lo establecido por la respectiva normativa.

Ilustración

Para una duración de 10 minutos

$$I = \frac{24{,}85 * Tr^{0{,}22} * \bar{p}^{0{,}1}}{\left(\frac{D}{60}\right)^{0{,}5}}$$

$$I = \frac{24{,}85 * 25^{0{,}22} * (137.23)^{0{,}1}}{\left(\frac{10}{60}\right)^{0{,}50}}$$

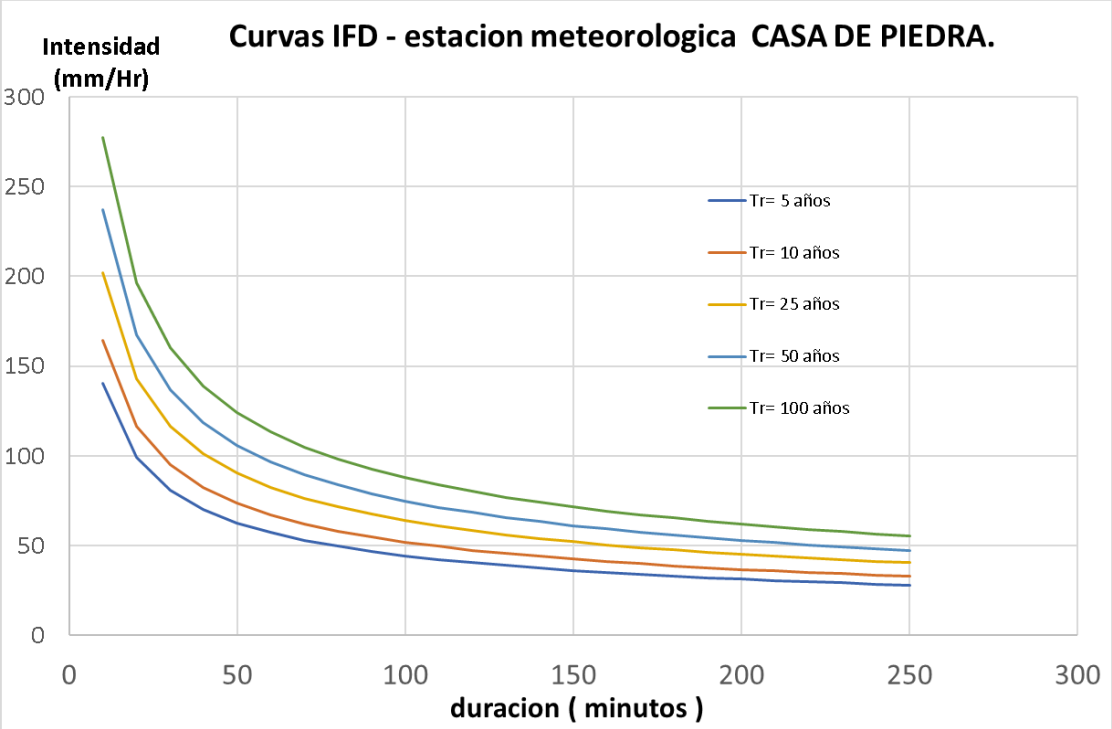
$$I = 202.160 \frac{mm}{h}$$

Para las demás intensidades a diferentes tiempos de duración se realiza de igual manera, los resultados se presentan en la siguiente tabla:

I = mm/hr	tablas de intensidades por tiempo de retorno				
minutos	tr (años)				
duracion	5	10	25	50	100
10	139.069767	163.587905	202.1607737	236.954093	277.511388
20	98.3371753	115.674117	142.949254	167.551846	196.230184
30	80.2919674	94.4475211	116.7175771	136.805509	160.221275
40	69.5348835	81.7939526	101.0803869	118.477047	138.755694
50	62.1938905	73.1587352	90.40904649	105.969092	124.106866
60	56.7749946	66.7844826	82.53179028	96.7361034	113.29355
70	52.5634312	61.8304164	76.40959031	89.5602289	104.889446
80	49.1685876	57.8370585	71.474627	83.775923	98.1150921
90	46.356589	54.5293017	67.38692458	78.9846977	92.503796
100	43.9777217	51.7310378	63.92884986	74.9314635	87.7568063
110	41.9311124	49.3236092	60.95376671	71.4443472	83.6728317
120	40.1459837	47.2237605	58.35878857	68.4027547	80.1106373
130	38.5710135	45.3711215	56.06931043	65.719241	76.9678107
140	37.1679586	43.7207067	54.02973946	63.3286452	74.1680382
150	35.9076594	42.2382155	52.19768733	61.1812838	71.6531323
160	34.7674417	40.8969763	50.54019343	59.2385233	69.377847
170	33.7293729	39.6758948	49.03118962	57.4698091	67.3063979
180	32.7790584	38.558039	47.64975133	55.8506153	65.4100614
190	31.9047926	37.5296393	46.37886227	54.3609972	63.6654787
200	31.0969453	36.5793676	45.20452325	52.984546	62.0534328

Tabla 21. Intensidades por periodo de retorno

Con la información de la tabla anterior se obtiene la siguiente gráfica:



Gráfica 1. Curvas IDF Estación CASA DE PIEDRA ubicada en las cercanías del proyecto. Fuente: Elaboración propia

11. SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS CUBIERTAS

Dentro del manejo de las aguas lluvias se contemplan las zonas de cubierta y bajantes para la evacuación de las escorrentías generadas en cada una de las estructuras que conforman el proyecto. La red de aguas lluvias se debe diseñar de tal forma que este en capacidad para evacuar el mismo caudal generado por la precipitación instantánea.

11.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Para el cálculo de las características del sistema de recolección y evacuación de las aguas lluvias hacia el exterior de las edificaciones, como es el caso de los colectores horizontales y bajantes de aguas lluvia, se tuvo en cuenta el área servida (proyección horizontal de la cubierta) y la pendiente de instalación de las tuberías que cumplirán con la función de captar y transportar el agua lluvia de manera horizontal. Una vez el agua lluvia es recolectada y evacuada de la cubierta, esta es conducida hacia las zonas de desagüe por escorrentía superficial o subterránea, para luego ser dispuesta sobre la vía pública. Para ello se cuenta con los siguientes parámetros:

11.1.1 VELOCIDADES MÁXIMAS

En general se recomienda que la velocidad máxima sea de 5 m/s, salvo en el caso de las tuberías plásticas en que dicha velocidad puede ser hasta 10 m/s, a continuación, se muestran las velocidades admisibles de acuerdo al material.

MATERIAL	V máxima (m/seg)
a. Ladrillo común	3
b. Ladrillo vitrificado y gres	5
c. Concreto de f'c=2000 psi	3
d. Concreto de f'c=3000 psi	6
e. Concreto de f'c=4000 psi	10
f. Cloruro de Polivinilo	10
g. Asbesto Cemento	10

Tabla 22 Velocidades máximas por material. Fuente: INVIAS

11.1.2 VELOCIDADES MÍNIMAS

La velocidad mínima real permitida en el colector de alcantarillado pluvial o combinado es aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínima de 2.0 Pa (0.2 Kg/m^2) para el caudal de diseño y para el colector de alcantarillado sanitario la velocidad mínima es la genere el esfuerzo cortante en la pared de la tubería de 1.0 Pa (0.1 Kg/m^2), Según la resolución 0330 del año 2017.

11.1.3 RELACIÓN Q/QO

El valor máximo de la relación Q/Qo será 0.85 para el sistema.

11.1.4 RUGOSIDADES

FORMA Y MATERIAL	"N" DE MANNING
Tubería de Cloruro de Polivinilo	0,010
Tubería prefabricada de asbesto-cemento	0,010
Tubería prefabricada de concreto	0,013
Tubería prefabricada de gres	0,014
Tubería de concreto reforzado, fundida in situ y con juntas elaboradas	0,015
Tubería de ladrillo común y vitrificado	0,016
Tubería de concreto reforzado, fundida in situ y con juntas rugosas	0,017
Canales, canaletas y cunetas de concreto simple o reforzado fundida in situ, con juntas rugosas	0,014

***Tabla 23**. Tabla de rugosidad.*

11.1.5 FUERZA TRACTIVA

TIPO DE ALCANTARILLADO	Ft (K/m2)
Pluvial o Combinado	0,20
Sanitario	0.10

11.2 DETERMINACIÓN DE CAUDALES

Para la obtención de los caudales a conducir se utilizará el método de áreas aferentes, estas se calcularán geométricamente en planta y se convertirán a Ha de acuerdo con las zonas que drenarán sus aguas al colector respectivo.

11.2.1 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN INICIAL

El tiempo de concentración inicial o de acceso al sistema de evacuación se asumió en 30 minutos.

11.2.2 PERIODO DE RETORNO

Todas las áreas de cubierta de un edificio deben ser evacuadas por la red de desagües de aguas lluvias. Para el cálculo de caudales de sistemas de aguas lluvias se considerará una intensidad de precipitación obtenida a partir de las curvas de intensidad-frecuencia, para un período de retorno mínimo de 15 años y una duración de **30 min** como mínimo, para este proyecto se trabajará con un periodo de retorno de **25 años.**

11.2.3 INTENSIDAD DE LA LLUVIA

La intensidad de la lluvia se determinará con las curvas de Intensidad - Duración - Frecuencia ó de aguaceros equivalentes en función del periodo de retorno y de estadísticas tomas por los entes competentes de la zona; para estos proyectos de acuerdo al estudio hidrológico mostrado en este informe será la intensidad de lluvia para el diseño es de 116.2 mm/hora.

11.2.4 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía es función del tipo de suelo, la impermeabilización de la zona la pendiente del terreno y otros factores que determinan la fracción de lluvia que se convierte en escorrentía.

Sector	Coeficiente de Escorrentía (C)
1. Comercia y cubiertas.	0,90
2. Desarrollo residencial con casas contiguas y predominio de zonas duras.	0,80
3. Desarrollos residenciales multifamiliares con bloques contiguos y con zonas duras entre ellos.	0,70
4. Desarrollos residenciales unifamiliares con casas contiguas y predominio de jardines.	0,60
5. Residencial con casas rodeadas de jardines.	0,50
6. Desarrollos residenciales con multifamiliares apreciablemente separados.	0,50
7. Áreas recreacionales con predominio de zonas verdes y cementerios tipo jardines.	0,30

11.2.5 ESTIMACIÓN DE CAUDALES

Para la determinación de los caudales máximos a conducir se utilizará el método racional, cuya ecuación es la siguiente:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde:

Q: Caudal máximo [m3/s]

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de la Lluvia de Diseño, con duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y con frecuencia igual al período de retorno seleccionado para el diseño (Curvas de I-D-F) [mm/h]

A: Área a recolectar. [Ha]
Suponiendo,

$$Q = \frac{0.9x116.71x1}{360}$$
$$Q = 0.2905\ m^3/s$$

Esto equivale a 290.5 litros por segundo por hectárea (lps/ha)

11.2.6 CHEQUEO PARA BAJANTES AGUAS LLUVIAS.

Los bajantes corresponden a un ducto vertical que recibe las aguas lluvias que se recogen en la sección de cubierta, cuya área aferente se encuentra entre bajante y bajante respectivamente. El comportamiento de las bajantes corresponde a la formación de un anillo de agua que se forma en las paredes de la tubería. La capacidad de un bajante está dada mediante la siguiente expresión

$$q = 1{,}75 r^{5/3} d^{8/3}$$

Donde:

q= caudal en L.P.S

r= relación de áreas del anillo de agua a la sección de tubería

d= diámetro de la tubería en pulgadas

por lo general se adopta una relación de 7/24 como r. la siguiente tabla presenta el cálculo de bajantes para diferentes diámetros.

Tabla. Relación de caudales en bajantes

DIAMETRO	CAUDAL EN L.P.S.		
	valor de r		
Pulg.	1/4	7/24	1/3
2	1.1	1.43	1.78
2 1/2	2	2.59	3.24
3	3.26	4.21	5.26
4	7.02	9.07	11.33
6	20.69	26.75	33.41
8	44.55	57.6	71.96
10	80.77	104.43	130.47
12	131.34	169.82	212.15

Se consideran generalmente áreas pequeñas y por lo tanto no habrá reducción de redes por tiempo, por infiltración o por evaporación ya que se considera que las superficies son impermeables.

El caudal total a evacuar será:

Q = A x 0,02905 l/s/m2

El área a tener en cuenta será la proyección de la cubierta. El sistema a implementar para el desagüe pluvial será por gravedad a través de un sistema de tragantes y bajantes ubicados en la cubierta, y descenderán por puntos estratégicos, que conducirán las aguas captadas hasta puntos de descarga en los muros perimetrales hacia el tanque de recolección de aguas lluvias, con el fin de ser utilizada posteriormente para el suministro de los sanitarios.

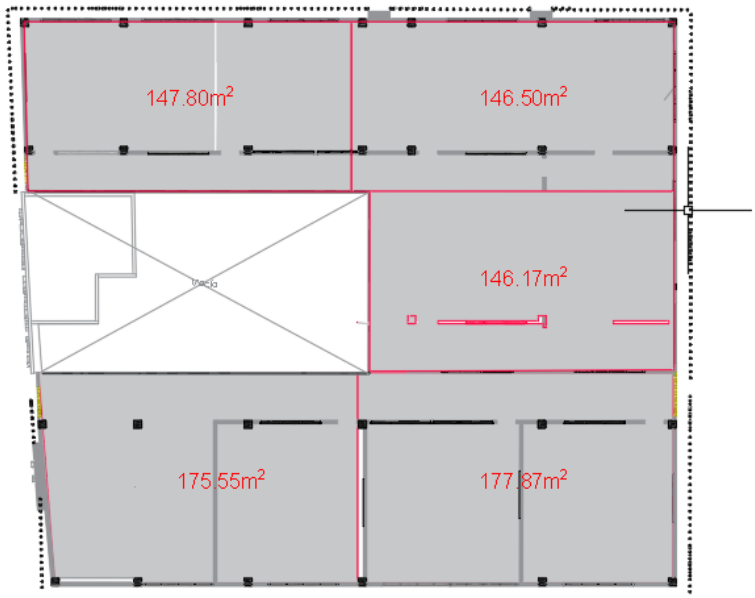


Ilustración 13. Área de cubierta a evacuar de la edificación. Fuente: P. arquitectónico.

En la tabla mostrada en las páginas siguientes, se presenta la determinación de las áreas aferentes para cada bajante y se chequeará su capacidad tanto horizontal como vertical, con la capacidad máxima de cada bajante de aguas lluvias según su diámetro, teniendo en cuenta los caudales de aguas lluvias resultantes de la metodología mencionada anteriormente.

Diámetro del tubo (pulgadas)	Capacidad L/m (gpm)				
	Desagüe vertical	Pendiente del desagüe horizontal			
		5.2 mm/m (1/16 pulgada por pie)	10.4 mm/m (1/8 pulgada por pie)	20.8 mm/m (1/4 pulgada por pie)	41.6 mm/m (1/2 pulgada por pie)
2	128.7 (34)	56.775 (15)	83.27 (22)	117.335 (31)	166.54 (44)
3	329.3 (87)	147.6 (39)	208.2 (55)	299.0 (79)	420.1 (111)
4	681.3 (180)	306.6 (81)	435.3 (115)	616.0 (163)	874.3 (231)
5	1177.1 (311)	442.8 (117)	624.5 (165)	885.7 (234)	1252.8 (331)
6	2036.3 (538)	919.8 (243)	1302.0 (344)	1843.3 (487)	2607.9 (689)
8	4227.8 (1,117)	1911.4 (505)	2702.5 (714)	3822.8 (1,010)	5408.8 (1,429)
10	7759.2 (2,050)	3508.7 (927)	4962.2 (1,311)	7021.2 (1,855)	9928.0 (2,623)
12	12384.5 (3,272)	5601.8 (1,480)	7922.0 (2,093)	11203.6 (2,960)	15847.8 (4,187)
15	20980.22 (5,543)	9942.8 (2,508)	13421.6 (3,546)	18985.6 (5,016)	26847.0 (7,093)

Tabla 24 Capacidad hidráulica vertical y horizontal por diámetro. Fuente: NTC 1500

Entonces, se tiene que la capacidad máxima para el desagüe vertical de 4" es de 681.3 L/Min y para el desagüe horizontal es de 435.3 L/Min, de 3" es de 329.3 L/Min y para el desagüe horizontal es de 208.2 L/Min y de 2" es de 128.7 L/Min y para el desagüe horizontal es de 83.27 L/Min, en cuyo caso por el área de recolección genere un caudal que exceda esta capacidad se requerirá de otro bajante, además para evitar un funcionamiento lineal, se plantearán más tragantes con el fin de evitar taponamientos.

Entonces, se calculan el número de bajantes o desagües verticales, su respectivo diámetro y ubicación, es de resaltar que los bajantes por ubicación son agregados para darle mayor facilidad funcionamiento al sistema y evitar atascamientos y la acumulación de agua sobre las cubiertas.

Area a evaluar	AREA	Q_Tr	DiamBaj	Qmaxbaj	bajantes	bajantes por	total de	area por	Q por	DiamHor	Qmax	CUMPLE
	m2	(L/s)	(Pulg)	L/s	por caudal	ubicación	bajantes	bajante (m2)	bajante (L/s)	(pulg)	Hor (L/s)	Q
Cubierta AULAS	798.9	23.2080	4	11.35	3	2	5	159.78	4.6416	4	7.25	OK

Tabla 25. Comprobación de diseño de desagüe horizontal y vertical. Fuente: Autor

Se establece un diámetro comercial de 4" para los bajantes, que tendrán adicionales por seguridad y por correcto manejo de la estructura, y en el caso de que uno de los bajantes no llegue a funcionar; se instalarán un total de 10 tragantes en todas las cubiertas analizadas. Contando con una capacidad suficiente para la correcta evacuación de las aguas lluvias.

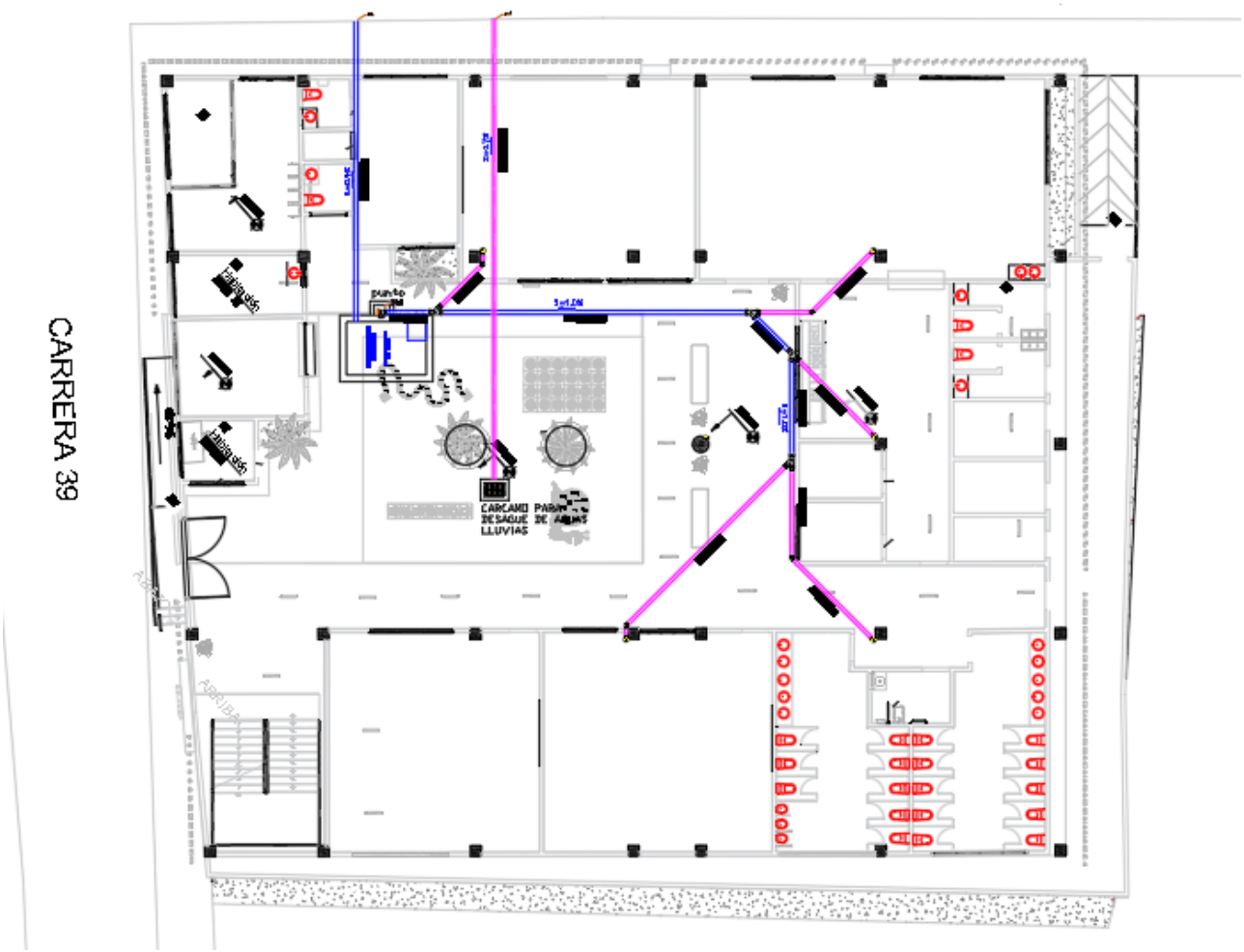


Ilustración 14. Esquema tubería, cajas de conducción y desagüe.

12. SISTEMA DE RED CONTRAINCENDIO

De acuerdo con la NSR-10, toda edificación debe cumplir con los requisitos mínimos de protección contra incendios establecidos en el Título J, en el que se establecen requisitos de acuerdo a las siguientes premisas:

- Reducir en todo lo posible el riesgo de incendio en edificaciones.
- Evitar la propagación del fuego tanto dentro de las edificaciones como hacia estructuras aledañas.
- Facilitar las tareas de evacuación de los ocupantes de la edificación en caso de incendio.
- Facilitar el proceso de extinción de incendio en las edificaciones.
- Minimizar el riesgo de colapso de la estructura durante las labores de evacuación y extinción.

A continuación, se presentan los parámetros pertinentes al diseño hidrosanitario:

Detección temprana de incendios

De acuerdo al Numeral J.4.2.1 de la NSR-10 es obligatoria la instalación de equipos de detección y alarma temprana contra incendios en las edificaciones clasificadas en los grupos y subgrupos de ocupación de acuerdo a la siguiente tabla:

Grupo	Subgrupo	Condición	Tipo de detector	Ubicación
R	R-2	Para edificios de mas de 7 pisos	Automáticos de humo y alarma sonora	• Pasillos, escaleras y espacios comunes de circulación. • Espacios residenciales para la cocina. • Zonas de almacenamiento cuya superficie total sea mayor de 50 m^2 • Zonas comunes tales como salas de reunión, de juegos, de deportes etc.
	R-3	Para edificios de mas de 5 pisos		
I	I-2	En cualquier caso	Automáticos de humo y alarma sonora	• Se ubicará pulsadores manuales de alarma de incendio en los pasillos, zonas de circulación y en las diferentes dependencias del hospital. • En las zonas de hospitalización
C, I, A	C-1 C-2 I-4 I-5 A-1 A-2	Zonas de alto riesgo	Térmicos y/o de humo y alarma sonora	• Se ubicarán pulsadores manuales de alarma de incendios y repartidos adecuadamente.
I, L	I-3 L-1 L-2 L-3 L-4 L-5	Si la superficie total construida es mayor de 5.000 m^2 ó más de tres (3) pisos	Térmicos y/o de humo y alarma sonora	• Se dispondrán pulsadores manuales en el interior de los locales de edificaciones clasificadas en las categorías de riesgo I y II. • No será necesario la utilización de detectores térmicos o de humo cuando exista una instalación de rociadores automáticos de agua.

De acuerdo con la naturaleza del proyecto, se clasifica en el subgrupo de ocupación Lugares institución I - 3. Por lo tanto, se requeriría un sistema de detector térmico y/o de humo y alarma sonora siempre y cuando la superficie construida sea mayor

a 5000 m2 ó más de 3 pisos. En el presente proyecto NO se requiere sistema de detección temprana de incendios.

Extinción de incendios

Toda edificación debe disponer de recursos para la extinción de fuego, dependiendo del grupo de uso en el cual se encuentra clasificado. Los requisitos mínimos para el diseño e instalación de equipos y sistemas deben estar en concordancia con el Numeral J.4.3 de la NRS-10.

Respecto a rociadores automáticos de acuerdo a parágrafo J.4.3.1.1, se determina que el presente proyecto no requiere.

Igualmente, y de acuerdo el parágrafo J.4.3.5.2, no se requieren tomas fijas de agua para bomberos debido a que la edificación es de menos de 3 pisos (2 pisos) y no posee más de 2 niveles bajo la calle.

Se requiere protección con extintores de fuego portátiles, de acuerdo al numeral J.4.3.5.3. de la misma norma, sin embargo, no forma parte del alcance del presente trabajo.

Extintores portátiles.

Los extintores son equipos de primera respuesta para la atención de incendios incipientes (Conatos), por tal razón debe disponerse personal idóneo y capacitado en su manejo. Deben instalarse extintores en todas las facilidades de riesgo, independiente de otros sistemas fijos de protección.
Los equipos deben contar con certificación de uso por potencial de extinción (Listado UL); la selección y distribución de extintores debe seguir lo inscrito en la norma NFPA 10. En Colombia la norma de adopción de la NFPA corresponde a la NTC 2885 2009, la cual contiene una traducción legitima del contenido de esta.
Para nuestro proyecto se va a manejar un solo tipo de extintor: Extintor ABC Polvo Químico Seco, la química seca ABC es un producto multiuso agente extintor que es adecuado para para usar en incendios de clase A, clase B y clase C. No se recomienda su uso en áreas sensibles de equipos electrónicos.

Selección del Extintor.
El proyecto es probable que este compuesto principalmente por materiales combustibles clase A, que se puedan presentar pequeñas cantidades de combustibles clase B, y, además, electrodomésticos, los cuales se pueden considerar como tipo C; por tanto, se recomiendan la implementación de los extintores multipropósito, extintores ABC.

Extintor Clase A.

Clasificación extintores clase A. Fuente: NTC 2885.

	Riesgo de ocupación ligero (bajo)	Riesgo de ocupación ordinario (moderado)	Riesgo de ocupación extra (alto)
Clasificación mínima del extintor	2-A***	2-A***	4-A*
Área máxima de piso por unidad de A	3 000 pies^2	1 500 pies^2	1 000 pies^2
Área máxima de piso por extintor	11 250 pies^{2**}	11 250 pies^2	11 250 pies^{2**}
Distancia máxima de recorrido hasta el extintor	75 pies	75 pies	75 pies

$$\#Extin(2A) = \frac{Area\ de\ Piso}{Area\ Cobertura\ Extintor}$$

Extintores requeridos para la zona del primer piso:

$$\#Extin(2A) = \frac{1088.84m^2}{1045\ m^2} = 1.04$$

Extintores requeridos para zona del segundo piso:

$$\#Extin(2A) = \frac{824.04\ m^2}{1045\ m^2} = 0.78$$

Para la cobertura de incendio clase A se utilizará un extintor para cada área con una capacidad 2A con una distancia máxima de cubrimiento hasta el punto más lejano desde el extintor de 22.90m (75pies).

Extintor Clase B.

Tipo de riesgo	Calificación mínima básica del extintor	Distancia máxima de recorrido hasta los extintores	
		Pies	Metros
Ligero (bajo)	5-B	30	9,15
	10-B	50	15,25
Ordinario (moderado)	10-B	30	9,15
	20-B	50	19,25
Extra (alto)	40-B	30	9,15
	80-B	50	15,25

Como no se observa en el proyecto líquidos y gases inflamables, se proyecta la menor calificación para extinguir este tipo de clase de fuego (5B).

Se requieren Cuatro (4) extintores Multipropósito 2A:5B:C 10 libras, dos para las zonas del primer piso de las aulas y 2 para el segundo piso.

13. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

Para garantizar el suministro de agua y garantizar el correcto funcionamiento para el proyecto, se deberá construir dos tanque de almacenamiento, con una capacidad mínima de 10.2 m^3 respectivamente, dichos tanque contarán con un borde libre de mínimo 30 cm, de acuerdo a la NTC 1500 y Para garantizar las presiones requeridas en los aparatos sanitarios a instalar en los baños de alumnos, profesores y funcionarios, se proyecta la implementación de un sistema de almacenamiento mediante tanques elevados ubicados estratégicamente sobre la losa de cubierta del proyecto, los cuales pueden apreciarse en los respectivos planos; de acuerdo con los resultados del diseño hidráulico, para la adecuada distribución en las diferentes zonas del proyecto se instalarán cuatro (2) tanques con una capacidad total de 4.000 litros, correspondientes a dos (2) tanques de 2.000 litros, de los cuales 2.000 litros estarán destinados al suministro con agua lluvia y los otros 2.000 litros al suministro de agua potable. Dos electrobombas con Q= 1.11 L/s, ADT= 15.56 m y potencia de 0.75 HP. para el correcto llenado de los tanques elevados.

Las medidas hidráulicas recomendadas de los tanques de almacenamiento son de 3.00 m de largo, 2.00 m de ancho y 2.00 m de profundidad considerando el borde libre de 0.3m. Se debe respetar las dimensiones internas definidas anteriormente. Si las dimensiones son alteradas puede afectar el correcto funcionamiento del sistema hidráulico que es detallado en estas memorias de cálculo.

Para la instalación de las redes hidráulicas para el proyecto se deben tener en cuenta las recomendaciones establecidas en el Reglamento del sector de agua potable y saneamiento básico – RAS (Res 0330 de 2017) y La NTC 1500 tercera actualización, para garantizar la óptima funcionalidad de estas.
Para la red hidráulica en cada zona húmeda se deberá instalar llaves de corte para en casos de fugas poder realizar los trabajos pertinentes sin necesidad de cortar el suministro a todas las zonas húmedas del proyecto.

De acuerdo con lo establecido en el titulo J, subtitulo J.4.3.5. en la NSR-10 para este tipo de edificación no se hace necesario la instalación de una red de contraincendios por las características que presentan cada uno de los espacios que conforman el proyecto.

Luego de instaladas las redes se deberán realizar pruebas hidráulicas a estas, para comprobar su funcionalidad y estanqueidad. En los puntos de conexión se deberá verificar que no se presenten fugas o malos procedimientos que puedan causar problemas con el paso del tiempo.

En el diseño hidrosanitario de la edificación, se contempla la implementación de un sistema de redes de aguas residuales que cubrirá las 5 zonas hidráulicas identificadas. Para asegurar una metodología coherente y eficaz, se planifica la construcción de un total de 4 cajas de inspección, que transportaran las aguas hasta el sistema séptico propuesto. La profundidad de las cajas de inspección variará entre 0.25m para la inicial y 0.43m, y su dimensión será de 0.6x0.6m. La red principal estará compuesta por tuberías de 4", seleccionadas por su capacidad para evacuar el caudal de aguas residuales.

Para el manejo de las aguas residuales se proyecta la implementación de un sistema séptico integral Rotoplast de 12500 Litros o similar, asegurando un tratamiento básico a las aguas, para previamente realizar la disposición del efluente hacia un pozo de absorción con dimensiones de 1.9m de ancho y 3.5m de largo y profundidad de 3.2m. se debe asegurar la correcta implantación del mismo, y cumplir con las especificaciones de funcionamiento, recomendadas por el fabricante.

Se dan por terminadas estas memorias de diseño, sin antes advertir que Cualquier cambio debe ser consultado y cualquier variación sin previa autorización será responsabilidad exclusiva del propietario.

Válido para: "CONSULTORÍA PARA CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONTRUCCIÓN DE UN BLOQUE DE AULAS EN LA SEDE PRINCIPAL DEL COLEGIO PIO XII DEL MUNICIPIO DE SAN JACINTO - BOLÍVAR"

CAMILO ANDRÉS TAPIA AGUAS
Ingeniero Civil
M.P.: 22202-434831 COR
Master en Ingeniería del ciclo integral del agua
Especialista en Hidroinformatica

Válido para: "CONSULTORÍA PARA CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONTRUCCIÓN DE UN BLOQUE DE AULAS EN LA SEDE PRINCIPAL DEL COLEGIO PIO XII DEL MUNICIPIO DE SAN JACINTO - BOLÍVAR"

GERMAN ANDRES GARCIA PEREZ
Ingeniero Civil
M.P.: 081037-0825405 COR

San jacinto, diciembre de 2025

Señores:

Alcaldía Municipal.

San Jacinto-Bolívar.

Asunto: **Certificación de Estudio**

Certifico que he realizado el diseño hidrosanitario, para el Proyecto **"CONSULTORÍA PARA CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONTRUCCIÓN DE UN BLOQUE DE AULAS EN LA SEDE PRINCIPAL DEL COLEGIO PIO XII DEL MUNICIPIO DE SAN JACINTO - BOLÍVAR",** a construirse entre el Municipio de San Jacinto, de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes, establecidos en Norma Técnica Colombia, cuyos resultados se encuentran consignados en los Planos topográficos.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta Profesional y original del certificado de vigencia y antecedentes profesionales.

VALIDO PARA: "CONSULTORÍA PARA CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONTRUCCIÓN DE UN BLOQUE DE AULAS EN LA SEDE PRINCIPAL DEL COLEGIO PIO XII DEL MUNICIPIO DE SAN JACINTO - BOLÍVAR"

CAMILO ANDRÉS TAPIA AGUAS
INGENIERO CIVIL
M.P.: 22202-434831
Máster en Ingeniería aplicada al Ciclo Integral del agua
Especialista en Hidroinformatica



VALIDO PARA: "CONSULTORÍA PARA CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONTRUCCION DE UN BLOQUE DE AULAS EN LA SEDE PRINCIPAL DEL COLEGIO PIO XII DEL MUNICIPIO DE SAN JACINTO - BOLÍVAR"



VALIDO PARA: "CONSULTORÍA PARA CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONTRUCCIÓN DE UN BLOQUE DE AULAS EN LA SEDE PRINCIPAL DEL COLEGIO PIO XII DEL MUNICIPIO DE SAN JACINTO - BOLÍVAR"



VALIDO PARA: "CONSULTORÍA PARA CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONTRUCCIÓN DE UN BLOQUE DE AULAS EN LA SEDE PRINCIPAL DEL COLEGIO PIO XII DEL MUNICIPIO DE SAN JACINTO - BOLÍVAR"

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2026-4361560

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que CAMILO ANDRES TAPIA AGUAS, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1099964953, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 22202-434831 desde el 04 de Octubre de 2019, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1625.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los doce (12) días del mes de Marzo del año dos mil veintiseis (2026).

VALIDO PARA: "CONSULTORÍA PARA CONTRATAR LOS DISEÑOS PARA LA CONTRUCCIÓN DE UN BLOQUE DE AULAS EN LA SEDE PRINCIPAL DEL COLEGIO PIO XII DEL MUNICIPIO DE SAN JACINTO - BOLIVAR"

Rubén Darío Echeverri Cabeláez

Firma del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.