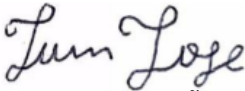


 GOBERNACIÓN DEL CESAR	CONSTRUCCIÓN DE AULAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL COLEGIO PROMOCIÓN SOCIAL EN EL MUNICIPIO DE GAMARRA, DEPARTAMENTO DEL CESAR MEMORIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO HIDRÁULICO	Doc. N°: 00GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 1/18

INFORME TÉCNICO DE DISEÑO DE LOS SISTEMAS HIDROSANITARIOS DEL COLEGIO PROMOCIÓN SOCIAL — GAMARRA, CESAR

Campo	Descripción
Proyecto	CONSTRUCCIÓN DE AULAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL COLEGIO PROMOCIÓN SOCIAL EN EL MUNICIPIO DE GAMARRA, DEPARTAMENTO DEL CESAR. — Programa "Mejoramiento de la Infraestructura Educativa en Distintos Municipios del Departamento del Cesar".
Municipio	Gamarra, Cesar
Componente	Sistemas hidrosanitarios (suministro de agua, alcantarillado sanitario y drenaje de aguas lluvias)
Documento N°	00GAM
Revisión	0A
Fecha	Julio de 2026
Elaboró	Juan José Oñate Arzuaga
M.P.	091037 – 0661809 CND
FIRMA	 ING. JUAN JOSE OÑATE ARZUAGA M.P. 091037 – 0661809 CND Especialista en Gerencia de Construcciones

 GOBERNACIÓN DEL CESAR	CONSTRUCCIÓN DE AULAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL COLEGIO PROMOCIÓN SOCIAL EN EL MUNICIPIO DE GAMARRA, DEPARTAMENTO DEL CESAR MEMORIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO HIDRÁULICO	Doc. N°: 00GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 2/18

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo General	4
2.2 Objetivos Específicos	4
3. ALCANCE	4
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	5
5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	5
6. DOCUMENTOS TÉCNICOS Y NORMATIVOS DE REFERENCIA	6
7. METODOLOGÍA GENERAL DE DISEÑO	7
7.1 Generalidades	7
7.2 Información base	7
7.3 Metodología por componentes	7
8. BASES Y CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	7
8.1 Generalidades	7
8.2 Parámetros generales de diseño	8
8.3 Consideraciones generales	8
9. COMPONENTE DE SUMINISTRO DE AGUA	9
9.1 Generalidades	9
9.2 Procedimiento de diseño	9
9.3 Ecuaciones empleadas	9
9.4 Resultados obtenidos	10
10. COMPONENTE DE ALCANTARILLADO SANITARIO	11
10.1 Generalidades	11
10.2 Procedimiento de diseño	11
10.3 Ecuaciones empleadas	12
10.4 Resultados obtenidos	12
11. COMPONENTE DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS	13
11.1 Generalidades	13
11.2 Procedimiento de diseño	13
11.3 Ecuaciones empleadas	13
11.4 Resultados obtenidos	14
12. CRITERIOS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO	15
12.1 Generalidades	15
12.2 Materiales y equipos	15
12.3 Instalación de las redes	15

 GOBERNACIÓN DEL CESAR	CONSTRUCCIÓN DE AULAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL COLEGIO PROMOCIÓN SOCIAL EN EL MUNICIPIO DE GAMARRA, DEPARTAMENTO DEL CESAR MEMORIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO HIDRÁULICO	Doc. N°: 00GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 3/18

12.4 Verificación de niveles	16
12.5 Pruebas de funcionamiento	16
12.6 Limpieza y puesta en servicio.....	16
12.7 Recepción de las obras	16
12.8 Consideraciones finales	17
13. CONCLUSIONES	17
14. ANEXOS	17

Nota: actualizar la tabla de contenido en Word (clic derecho → Actualizar campos).

 GOBERNACIÓN DEL CESAR	CONSTRUCCIÓN DE AULAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL COLEGIO PROMOCIÓN SOCIAL EN EL MUNICIPIO DE GAMARRA, DEPARTAMENTO DEL CESAR MEMORIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO HIDRÁULICO	Doc. N°: 00GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 4/18

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe técnico reúne los criterios, parámetros y metodologías empleadas para el diseño de los sistemas hidrosanitarios proyectados para el proyecto Construcción de Aulas y Obras Complementarias para el Colegio Promoción Social, ubicado en el municipio de Gamarra, departamento del Cesar, en el marco del programa "Mejoramiento de la Infraestructura Educativa en Distintos Municipios del Departamento del Cesar".

El diseño comprende el desarrollo de los sistemas de suministro de agua potable, evacuación de aguas residuales sanitarias con su respectivo sistema de ventilación y drenaje de aguas lluvias, los cuales fueron concebidos para garantizar condiciones adecuadas de funcionalidad, seguridad, eficiencia hidráulica y facilidad de operación durante la vida útil de la infraestructura.

La concepción de cada uno de los sistemas se fundamentó en la información arquitectónica, topográfica y técnica suministrada para el proyecto, en los planos hidrosanitarios de las series HID-101 a HID-105 y SAN-101 a SAN-105, adoptando los criterios establecidos en la normatividad colombiana vigente y empleando metodologías de cálculo ampliamente reconocidas para el dimensionamiento de redes hidráulicas, sanitarias y pluviales.

El presente documento tiene carácter descriptivo y metodológico, por lo que expone de manera general el proceso seguido para el diseño de cada componente, los criterios adoptados, las ecuaciones empleadas y los resultados principales obtenidos. El detalle matemático, las verificaciones hidráulicas tramo a tramo y los cuadros de cálculo se presentan en las memorias de cálculo anexas (Documentos 01GAM, 02GAM y 03GAM), las cuales forman parte integral del expediente técnico del proyecto.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Desarrollar el diseño técnico de los sistemas de suministro de agua, alcantarillado sanitario, ventilación y drenaje de aguas lluvias del bloque nuevo del Colegio Promoción Social de Gamarra, garantizando su adecuado funcionamiento hidráulico y el cumplimiento de la normatividad técnica vigente.

2.2 Objetivos Específicos

- Establecer los criterios técnicos adoptados para el diseño de cada componente hidrosanitario.
- Definir la metodología empleada para el cálculo hidráulico e hidrológico de los sistemas proyectados.
- Dimensionar los elementos que conforman las redes de suministro, evacuación sanitaria, ventilación y drenaje pluvial.
- Verificar que las condiciones de operación de los sistemas satisfacen los requerimientos funcionales del proyecto y los límites normativos de velocidad, presión, llenado y fuerza tractiva.
- Consolidar en un único documento los aspectos generales del diseño, dejando el desarrollo detallado de los cálculos en las memorias técnicas anexas.

3. ALCANCE

El presente informe comprende la descripción técnica y metodológica de los diseños correspondientes a los sistemas hidrosanitarios proyectados para el bloque nuevo objeto de intervención.

	CONSTRUCCIÓN DE AULAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL COLEGIO PROMOCIÓN SOCIAL EN EL MUNICIPIO DE GAMARRA, DEPARTAMENTO DEL CESAR	Doc. N°: 00GAM
	MEMORIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO HIDRÁULICO	Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 5/18

Dentro del alcance se incluyen los criterios generales de diseño, los parámetros adoptados, la metodología de cálculo y el procedimiento utilizado para el dimensionamiento de los sistemas de suministro de agua, alcantarillado sanitario y drenaje de aguas lluvias, así como el resumen de los resultados obtenidos para cada componente.

Los cálculos hidráulicos, hidrológicos y sanitarios detallados, así como las verificaciones matemáticas, tablas de resultados y análisis específicos de cada componente, se presentan en los anexos técnicos que hacen parte integral del presente informe.

No hacen parte del alcance de este documento el diseño de las redes públicas de acueducto y alcantarillado, los sistemas de potabilización de agua, las obras de captación o conducción externas, el diseño estructural de las cajas de inspección y estructuras de soporte, ni las actividades relacionadas con la construcción, operación o mantenimiento de las obras proyectadas.

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto contempla la construcción de aulas y obras complementarias para la **Institución Educativa Promoción Social del municipio de Gamarra, departamento del Cesar**, con el propósito de ampliar la capacidad instalada de la institución y responder al crecimiento de la población estudiantil. La intervención incluye un bloque nuevo de dos niveles con un área construida total de 730,02 m².

El primer nivel está conformado por aulas de primaria, aula de informática, área administrativa y de profesores (rectoría y sala de profesores con cocineta), batería sanitaria y escaleras. El segundo nivel comprende aulas de primaria, sala de arte, aula de bilingüismo, laboratorio de química, zona de aseo con bebederos y batería sanitaria. Cada nivel dispone de una batería sanitaria de 49,73 m².

De acuerdo con el proyecto arquitectónico y los cortes hidráulicos (plano HID-104), el primer piso se desarrolla en el nivel +0,150, el segundo piso en el nivel +4,300 y la cubierta en el nivel +8,300, de manera que la altura entre el piso 1 y el piso 2 es de 4,15 m y entre el piso 2 y la cubierta es de 4,00 m. Estas alturas fueron consideradas para la determinación de las cargas estáticas del sistema de suministro, la longitud de los bajantes sanitarios (4,15 m) y la longitud de los bajantes de aguas lluvias (8,15 m).

La población de diseño adoptada para el bloque nuevo corresponde a 260 personas, estimada a partir del cuadro de áreas del proyecto arquitectónico y de los índices de área por estudiante de la NTC 4595, incluyendo el personal docente y administrativo.

5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se desarrolla en la Institución Educativa Promoción Social, ubicada en el **kilómetro 2 de la vía que comunica al municipio de Gamarra con Aguachica**, en la zona urbana del municipio de Gamarra, departamento del Cesar. La ubicación geográfica aproximada del establecimiento corresponde a las coordenadas **8,329253° de latitud norte y -73,730711° de longitud oeste**. El predio cuenta con disponibilidad de redes de servicios públicos, incluyendo acueducto y alcantarillado sanitario, condición que fue considerada como punto de partida para los esquemas de abastecimiento y disposición adoptados.

En la Tabla 5-1 se resumen los principales datos generales del proyecto.

Parámetro	Información
Proyecto	Construcción de aulas y obras complementarias para el Colegio Promoción Social

	CONSTRUCCIÓN DE AULAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL COLEGIO PROMOCIÓN SOCIAL EN EL MUNICIPIO DE GAMARRA, DEPARTAMENTO DEL CESAR	Doc. N°: 00GAM
	MEMORIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO HIDRÁULICO	Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 6/18

Parámetro	Información
Municipio / Departamento	Gamarra / Cesar
Localización	Km 2 vía Gamarra – Aguachica, zona urbana
Coordenadas geográficas	8,329253° N / -73,730711° W
Uso de la infraestructura	Institución educativa (jornada diurna – externado)
Área construida del bloque nuevo	730,02 m ² (dos niveles)
Población de diseño	260 personas
Fuente de abastecimiento	Red de acueducto existente del sector
Disposición de aguas residuales	Red de alcantarillado sanitario existente de 6"
Disposición de aguas lluvias	Drenaje superficial existente — costado occidental del predio

Tabla 5-1. Datos generales del proyecto.

6. DOCUMENTOS TÉCNICOS Y NORMATIVOS DE REFERENCIA

El diseño de los sistemas hidrosanitarios se desarrolló con base en la reglamentación técnica colombiana vigente y en documentos de referencia ampliamente utilizados para el diseño de redes hidráulicas, sanitarias y sistemas de drenaje. Estas normas establecen los criterios mínimos para el dimensionamiento de los diferentes componentes, garantizando condiciones adecuadas de funcionamiento, seguridad, calidad y eficiencia durante la vida útil del proyecto.

La Tabla 6-1 presenta los principales documentos técnicos considerados durante el proceso de diseño.

Documento	Aplicación en el proyecto
RAS – Título B	Parámetros para el diseño del sistema de abastecimiento de agua y obtención de intensidades de precipitación mediante el método Bell–Chen.
RAS – Título D	Diseño hidráulico de redes de alcantarillado sanitario y drenaje pluvial; ecuación de Manning (D.6.11) y fuerza tractiva (D.6.15).
NTC 1500 – Código Colombiano de Fontanería	Diseño de redes hidráulicas interiores, unidades de abastecimiento y de descarga, capacidad de bajantes, velocidades, presiones de servicio y ventilación.
NTC 4595	Planeamiento y diseño de ambientes escolares; estimación de la capacidad de los ambientes y de la población de diseño.
Resolución 0330 de 2017	Parámetros técnicos para los sistemas de acueducto, alcantarillado y saneamiento básico (Art. 141 fuerza tractiva y Art. 143 relación de llenado).
Decreto 1077 de 2015	Reglamentación del sector Vivienda, Ciudad y Territorio.
NSR-10	Criterios generales para las estructuras que soportan los sistemas hidrosanitarios.
Manuales técnicos de fabricantes	Selección e instalación de tuberías PVC Presión RDE 9, PVC sanitario, válvulas y accesorios.
Información hidrológica IDEAM	Determinación de precipitaciones y elaboración de curvas IDF para el diseño del sistema pluvial.

Tabla 6-1. Documentos técnicos y normativos de referencia.

	CONSTRUCCIÓN DE AULAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL COLEGIO PROMOCIÓN SOCIAL EN EL MUNICIPIO DE GAMARRA, DEPARTAMENTO DEL CESAR MEMORIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO HIDRÁULICO	Doc. N°: 00GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 7/18

El cumplimiento de estas disposiciones garantiza que los criterios de diseño adoptados sean consistentes con la reglamentación vigente y que las soluciones propuestas respondan a las condiciones particulares del proyecto.

7. METODOLOGÍA GENERAL DE DISEÑO

7.1 Generalidades

El desarrollo de los diseños hidrosanitarios se realizó mediante una metodología secuencial que integra la información arquitectónica, topográfica, hidráulica e hidrológica del proyecto, permitiendo definir los parámetros de diseño y dimensionar cada uno de los componentes que conforman los sistemas proyectados.

La metodología empleada busca garantizar que las soluciones propuestas sean técnica y funcionalmente adecuadas, optimizando el comportamiento hidráulico de las redes y asegurando la compatibilidad entre los diferentes componentes de la infraestructura.

7.2 Información base

Para el desarrollo de los diseños se empleó la siguiente información técnica:

- Planos arquitectónicos y cuadro de áreas del proyecto.
- Planos topográficos y curvas de nivel del predio.
- Planos hidráulicos HID-101 a HID-105 (planta general, detalles de zonas húmedas, cortes e isométrica).
- Planos sanitarios y pluviales SAN-101 a SAN-105 (red sanitaria, detalles, bajantes y manejo de aguas lluvias).
- Localización geográfica del área de intervención.
- Distribución y cantidad de aparatos sanitarios por zona.
- Información hidrológica oficial del IDEAM.
- Especificaciones técnicas del proyecto y normatividad vigente aplicable.

Esta información permitió establecer las condiciones iniciales para el dimensionamiento de los diferentes sistemas y definir los parámetros hidráulicos e hidrológicos utilizados durante el proceso de diseño.

7.3 Metodología por componentes

El diseño fue desarrollado de manera independiente para cada uno de los sistemas que conforman la infraestructura hidrosanitaria del proyecto, considerando sus condiciones particulares de funcionamiento y los criterios establecidos en la reglamentación vigente.

Los procedimientos generales empleados para cada componente se describen en los capítulos siguientes, mientras que las memorias de cálculo anexas presentan el desarrollo detallado de las verificaciones hidráulicas e hidrológicas correspondientes.

8. BASES Y CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

8.1 Generalidades

Los criterios de diseño constituyen el conjunto de parámetros técnicos adoptados para el dimensionamiento de los diferentes sistemas hidrosanitarios del proyecto. Estos parámetros fueron

definidos con base en la normatividad vigente, las condiciones particulares de la infraestructura y las características propias del sitio de intervención.

La adopción de criterios unificados permite garantizar coherencia entre los diferentes componentes del diseño y facilita la verificación de los resultados obtenidos en las memorias de cálculo.

8.2 Parámetros generales de diseño

Parámetro	Valor adoptado	Observaciones
Población de diseño	260 personas	Cuadro de áreas – NTC 4595
Dotación de agua	25 L/persona·día	Uso educativo (externado) – RAS Título B / NTC 1500
Método para caudales de suministro	Hunter (Unidades de Abastecimiento)	NTC 1500
Método para pérdidas de carga	Hazen – Williams	C = 150 para PVC
Material de tuberías de suministro	PVC Presión RDE 9	Según planos HID
Material de tuberías sanitarias y pluviales	PVC Sanitario	Según planos SAN
Método de diseño sanitario	Hunter + Manning	NTC 1500 – RAS Título D
Coeficiente de Manning (n)	0,009 (PVC) / 0,013 (concreto liso)	RAS 2000 Título D / Ven Te Chow
Velocidad máxima de suministro	≤ 3,0 m/s	NTC 1500
Presión mínima de servicio	≥ 15 psi en el aparato crítico	NTC 1500
Velocidad en redes a flujo libre	0,60 – 5,00 m/s	NTC 1500 / RAS
Fuerza tractiva mínima (τ)	≥ 1,0 Pa	Art. 141, Res. 0330 de 2017
Relación de llenado máxima (y/D)	0,75 sanitaria / 0,85 pluvial	RAS / Art. 143, Res. 0330 de 2017
Método hidrológico	Bell–Chen (Región 2 – Zona Caribe)	RAS Título B – IDEAM
Método para caudales pluviales	Método Racional	RAS Título D
Período de retorno	10 años (t = 10 min)	Infraestructura educativa

Tabla 8-1. Parámetros generales adoptados.

8.3 Consideraciones generales

Durante el desarrollo del diseño se procuró que todos los sistemas funcionaran de manera integrada, garantizando la compatibilidad entre las redes de abastecimiento, evacuación sanitaria y drenaje pluvial.

Las soluciones adoptadas priorizan la simplicidad constructiva, la facilidad de mantenimiento, la eficiencia hidráulica y la sostenibilidad operativa, procurando minimizar el consumo energético, reducir las pérdidas de carga y facilitar futuras labores de inspección y mantenimiento. En este sentido se adoptó un diámetro uniforme de 4" en los colectores sanitarios principales y un sistema de ventilación mixto mediante válvulas de admisión de aire y tramos verticales de 2".

Cada componente fue analizado de manera independiente, considerando las condiciones más desfavorables de operación y verificando que los elementos proyectados satisfacen los requerimientos funcionales establecidos para el proyecto.

	CONSTRUCCIÓN DE AULAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL COLEGIO PROMOCIÓN SOCIAL EN EL MUNICIPIO DE GAMARRA, DEPARTAMENTO DEL CESAR	Doc. N°: 00GAM
	MEMORIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO HIDRÁULICO	Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 9/18

9. COMPONENTE DE SUMINISTRO DE AGUA

9.1 Generalidades

El sistema de suministro de agua tiene como finalidad garantizar el abastecimiento continuo de los diferentes aparatos hidráulicos proyectados dentro de la infraestructura, proporcionando los caudales y presiones requeridos para su correcto funcionamiento.

El diseño comprende la determinación de la demanda de agua, la verificación del volumen de almacenamiento, el dimensionamiento de la red interior de distribución, la verificación de velocidades y pérdidas de carga, y la definición del sistema de presurización requerido.

En el caso particular del presente proyecto, el suministro se realiza desde la red de acueducto disponible en el sector hacia un tanque de almacenamiento subterráneo localizado junto al cuarto de máquinas, con dimensiones exteriores de 2,90 m × 2,60 m × 2,25 m, lámina útil de agua de 1,50 m y volumen útil de 8,25 m³. Desde el tanque, un equipo de presión conformado por bomba centrífuga e hidroacumulador (sistema hidroneumático), instalado en el cuarto de máquinas de 2,50 m × 2,00 m, impulsa el agua hacia la red interior de distribución, conforme a los planos HID-101 y HID-104.

9.2 Procedimiento de diseño

El diseño hidráulico del sistema de suministro se desarrolla mediante una secuencia lógica de cálculo, iniciando con la determinación de la población de diseño y finalizando con la verificación de la presión residual disponible en el aparato hidráulicamente más desfavorable. Las principales etapas del procedimiento son las siguientes:

- Determinación de la población de diseño a partir del cuadro de áreas del proyecto arquitectónico.
- Definición de la dotación de agua según el uso educativo de la edificación.
- Cálculo de la demanda diaria y del caudal medio de diseño.
- Verificación del volumen de almacenamiento proyectado.
- Inventario de aparatos hidráulicos y determinación de las Unidades de Abastecimiento (UA).
- Determinación del caudal máximo probable mediante el Método de Hunter.
- Dimensionamiento de las tuberías de distribución y verificación de velocidades de circulación.
- Cálculo de pérdidas de carga por fricción y accesorios mediante la ecuación de Hazen–Williams.
- Verificación de la presión residual disponible en la ruta crítica (segundo piso).
- Definición de las condiciones de operación del sistema de bombeo e hidroacumulador.

9.3 Ecuaciones empleadas

Dotación diaria

La demanda diaria de agua se determina mediante:

$$Vd = N \times D$$

Donde Vd es el volumen diario de consumo (L/día), N la población de diseño y D la dotación adoptada (L/persona·día).

Caudal medio

$$Qm = Vd / 86400$$

Donde Qm es el caudal medio (L/s) y Vd el volumen diario de consumo (L).

Caudal máximo probable

El dimensionamiento de la red interior se realiza mediante el Método de Hunter, utilizando las Unidades de Abastecimiento (UA) definidas por la NTC 1500:

$$Q = f(UA)$$

Continuidad, área hidráulica y velocidad

$$Q = A \times V; \quad A = \pi D^2 / 4; \quad V = Q / A$$

Pérdidas de carga

Las pérdidas continuas por fricción se determinan mediante la ecuación de Hazen–Williams:

$$hf = 10,67 \cdot L \cdot Q^{1,852} / (C^{1,852} \cdot D^{4,871})$$

Donde hf es la pérdida de carga (m), L la longitud total del tramo incluyendo la longitud equivalente de accesorios (m), Q el caudal (m³/s), C el coeficiente de Hazen–Williams (C = 150 para PVC) y D el diámetro interno (m).

Presión residual

$$Hr = Hi - \Sigma hf - \Delta z$$

Donde Hr es la presión residual en el aparato analizado, Hi la carga hidráulica disponible a la salida del equipo de presión, Σhf las pérdidas acumuladas y Δz la diferencia de nivel entre el punto de suministro y el aparato.

Carga dinámica total del equipo de bombeo

$$CDT = h_{est} + \Sigma hf + P_{mín}$$

Donde CDT es la carga dinámica total (m.c.a.), h_{est} la altura estática entre el nivel mínimo del tanque y el aparato más desfavorable, Σhf las pérdidas totales por fricción y accesorios, y P_{mín} la presión mínima de servicio requerida en dicho aparato.

9.4 Resultados obtenidos

Con una población de diseño de 260 personas y una dotación de 25 L/persona·día se obtuvo una demanda diaria de 6,50 m³/día. El tanque subterráneo proyectado, con volumen útil de 8,25 m³, cubre aproximadamente 1,3 días de consumo, cumpliendo el criterio de garantizar como mínimo un (1) día de demanda para edificaciones institucionales.

El inventario de aparatos hidráulicos del bloque nuevo (46 aparatos) totaliza 161 Unidades de Abastecimiento, a partir de las cuales se obtiene un caudal máximo probable de diseño de aproximadamente 3,6 L/s en la salida del equipo de presión. Con este caudal se dimensionó la red en tubería PVC Presión RDE 9, verificando velocidades inferiores a 3,0 m/s y presión residual superior a 15 psi en el aparato crítico del segundo piso, ubicado a un desnivel geométrico aproximado de 7,0 m respecto del eje de bombeo.

Concepto	Resultado
Población de diseño adoptada	260 personas
Dotación adoptada (uso educativo, externado)	25 L/persona·día
Demanda diaria de agua (Vd)	6,50 m³/día
Volumen útil del tanque subterráneo (HID-101)	8,25 m³ (lámina 1,50 m)

Concepto	Resultado
Autonomía del almacenamiento	≈ 1,3 días de demanda
Unidades de Abastecimiento acumuladas (UA)	161 UA (46 aparatos)
Caudal máximo probable (Hunter – tanque)	≈ 3,6 L/s
Impulsión y red principal	1 ½" PVC RDE 9
Montante de presión al segundo piso	1" PVC RDE 9
Derivaciones y alimentaciones individuales	¾" y ½" PVC RDE 9
Desnivel geométrico bomba – aparato crítico	≈ 7,0 m
Sistema de presurización	Bomba centrífuga + hidroacumulador

Tabla 9-1. Resumen de resultados del sistema de suministro de agua.

El desarrollo detallado de los cálculos correspondientes se presenta en el **Anexo A – Memoria de Diseño del Sistema de Suministro Hidráulico (Documento N° 01GAM)**.

10. COMPONENTE DE ALCANTARILLADO SANITARIO

10.1 Generalidades

El sistema de alcantarillado sanitario tiene como finalidad recolectar y conducir de manera segura las aguas residuales generadas por los diferentes aparatos sanitarios de la edificación hasta el punto de conexión con la red de alcantarillado existente del establecimiento.

El diseño de la red sanitaria busca garantizar el transporte de los caudales de aguas residuales mediante flujo a superficie libre, manteniendo velocidades adecuadas para evitar sedimentaciones, minimizar riesgos de obstrucción, preservar el sello hidráulico de los sifones y asegurar condiciones apropiadas de operación y mantenimiento.

La red sanitaria del bloque nuevo se encuentra conformada por ramales de descarga (1 ½", 2" y 4"), dos bajantes sanitarios de 4" (BS-1 y BS-2) que reciben las descargas del segundo piso, colectores horizontales de 4", cajas de inspección (AN C1, C2 y C3) y el sistema de ventilación. El sistema opera completamente por gravedad, sin requerir estaciones de bombeo, y descarga finalmente a la red de alcantarillado existente de 6" localizada en el costado occidental del predio, conforme al plano SAN-101.

10.2 Procedimiento de diseño

El dimensionamiento de la red sanitaria comprende las siguientes actividades:

- Inventario de aparatos sanitarios por zona de drenaje.
- Determinación de las Unidades de Hunter (UH) de descarga.
- Cálculo del caudal máximo probable mediante el Método de Hunter.
- Verificación de la capacidad de los bajantes sanitarios conforme a la NTC 1500.
- Definición de pendientes de diseño y selección de diámetros comerciales.
- Verificación hidráulica mediante la ecuación de Manning y las relaciones de flujo parcialmente lleno (q/Q , v/V , y/D).
- Verificación de velocidades mínimas de autolimpieza y de la fuerza tractiva mínima.
- Diseño del sistema de ventilación mediante válvulas de admisión de aire y tramos verticales.
- Verificación del punto de descarga a la red de alcantarillado existente.

10.3 Ecuaciones empleadas

Caudal probable

$$Q = f(UH)$$

Donde UH corresponde a las Unidades de Hunter acumuladas y Q al caudal sanitario probable.

Continuidad

$$Q = A \times V$$

Ecuación de Manning

$$V = (1/n) \cdot R^{(2/3)} \cdot S^{(1/2)} ; Q = A \times V$$

Donde V es la velocidad del flujo (m/s), n el coeficiente de rugosidad de Manning, R el radio hidráulico (m) y S la pendiente hidráulica (m/m).

Fuerza tractiva

$$\tau = \gamma \cdot R \cdot S$$

Donde τ es la fuerza tractiva (Pa), γ el peso específico del agua (9.810 N/m³), R el radio hidráulico efectivo del flujo parcial y S la pendiente. El cumplimiento de este criterio garantiza la capacidad de autolimpieza de la red.

10.4 Resultados obtenidos

El inventario de aparatos sanitarios del bloque nuevo asciende a 42 aparatos, equivalentes a un total de 82 Unidades de Hunter. Aplicando las curvas probabilísticas de la NTC 1500 para sistemas con inodoros de tanque se obtiene un caudal máximo probable de diseño de 2,33 L/s en el colector principal.

Los dos bajantes sanitarios de 4" (BS-1 y BS-2) sirven 21 UH cada uno, muy por debajo de las 240 UH admisibles por la NTC 1500 para edificaciones de hasta tres pisos. Los colectores horizontales de 4" con pendiente del 1,0 % presentan una capacidad a tubo lleno de 9,03 L/s, con relaciones de utilización entre 0,163 y 0,258, velocidades efectivas entre 0,73 y 0,84 m/s, relaciones de llenado entre 0,273 y 0,346 y fuerzas tractivas entre 1,67 y 2,02 Pa, cumpliendo todos los criterios normativos.

Concepto	Resultado
Total de aparatos sanitarios	42 aparatos
Unidades de Hunter acumuladas	82 UH
Caudal máximo probable de descarga	2,33 L/s
Bajantes sanitarios	2 × 4" (21 UH c/u; admisible 240 UH)
Colectores horizontales	4" PVC sanitario, pendiente 1,0 %
Capacidad a tubo lleno (colector 4")	9,03 L/s
Relación de utilización (q/Q)	0,163 – 0,258
Relación de llenado (y/D)	0,273 – 0,346 (límite 0,75)
Velocidad efectiva	0,73 – 0,84 m/s (mín. 0,60 m/s)
Fuerza tractiva	1,67 – 2,02 Pa (mín. 1,0 Pa)
Ventilación	11 válvulas Minivent + tramos VENT 2"
Punto de descarga	Red de alcantarillado existente de 6" (Q _{II} = 26,22 L/s)

 GOBERNACIÓN DEL CESAR	CONSTRUCCIÓN DE AULAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL COLEGIO PROMOCIÓN SOCIAL EN EL MUNICIPIO DE GAMARRA, DEPARTAMENTO DEL CESAR MEMORIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO HIDRÁULICO	Doc. N°: 00GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 13/18

Tabla 10-1. Resumen de resultados del sistema de alcantarillado sanitario.

La ventilación de la red se resuelve mediante un sistema mixto conformado por once (11) válvulas de admisión de aire tipo Minivent instaladas en los ramales de descarga —una por cada grupo de máximo seis aparatos, en un radio máximo de 3,00 m y a no menos de 150 mm por encima de la cota de vertimiento del aparato más alto— y tramos verticales de ventilación de 2" en las baterías sanitarias de ambos niveles.

El procedimiento detallado y las verificaciones correspondientes se presentan en el **Anexo B – Memoria de Cálculo de la Red Sanitaria y Ventilación (Documento N° 02GAM)**.

11. COMPONENTE DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS

11.1 Generalidades

El sistema de drenaje de aguas lluvias tiene como finalidad captar, conducir y evacuar de manera eficiente las escorrentías generadas sobre la cubierta del bloque nuevo y demás superficies impermeables del proyecto, evitando acumulaciones de agua que puedan afectar la infraestructura, generar procesos erosivos o comprometer la seguridad de los usuarios.

El sistema fue concebido para operar por gravedad y está conformado por cuatro componentes principales: canales de cubierta con rejilla, bajantes de aguas lluvias, colectores horizontales enterrados y el drenaje superficial de las áreas libres. La cubierta del bloque nuevo tiene dimensiones aproximadas de 24,75 m × 15,15 m (área total ≈ 375,0 m²) y se encuentra conformada por dos aguas, cada una con un área tributaria de 187,5 m², conforme al plano SAN-105.

El diseño hidrológico e hidráulico del sistema se fundamenta en información oficial del IDEAM, a partir de la cual se determinan las intensidades de precipitación de diseño mediante el método Bell–Chen recomendado por el RAS para regiones donde no se dispone de curvas IDF desarrolladas experimentalmente.

11.2 Procedimiento de diseño

El diseño del sistema de drenaje de aguas lluvias comprende las siguientes etapas:

- Selección de la estación pluviométrica del IDEAM más representativa para el proyecto (sector Gamarra – Aguachica).
- Recopilación y depuración de la información histórica de precipitación (serie 2007–2025).
- Determinación de la precipitación media multianual de 24 horas.
- Cálculo de intensidades de lluvia mediante el método Bell–Chen con los coeficientes de la Región Hidrológica No. 2 (Zona Caribe).
- Elaboración de las curvas Intensidad–Duración–Frecuencia (IDF).
- Selección de la intensidad de diseño según el período de retorno adoptado.
- Determinación de caudales mediante el Método Racional.
- Dimensionamiento de canales de cubierta, bajantes y colectores horizontales.
- Verificación hidráulica de la capacidad de conducción, el grado de llenado, la velocidad y el esfuerzo tractivo.

11.3 Ecuaciones empleadas

Precipitación media multianual

$$M = (\sum P_i) / n$$

Donde M es la precipitación media multianual de 24 horas (mm), Pi la precipitación anual registrada (mm) y n el número de años analizados.

Intensidad de precipitación (Bell–Chen)

$$i = a \cdot T^b \cdot M^d / (t/60)^c$$

Donde i es la intensidad de precipitación (mm/h), T el período de retorno (años), M la precipitación media multianual (mm), t la duración de la lluvia (min) y a, b, c, d los coeficientes regionales. Para el proyecto se adoptaron los coeficientes de la Región 2 (Zona Caribe): a = 24,85; b = 0,22; c = 0,50; d = 0,10.

Método Racional

$$Q = C \cdot I \cdot A / 3600$$

Donde Q es el caudal de diseño (L/s), C el coeficiente de escorrentía (0,85 para cubierta impermeable, RAS 2000 Tabla D.4.1), I la intensidad de precipitación (mm/h) y A el área tributaria (m²).

Ecuación de Manning y criterio de capacidad

$$V = (1/n) \cdot R^{(2/3)} \cdot S^{(1/2)} \quad ; \quad Q_d \leq 0,85 \cdot Q_{II}$$

Para el dimensionamiento de los canales de cubierta de sección rectangular se emplea $A = b \cdot y_n$; $P = b + 2y_n$; $R = A/P$, resolviendo iterativamente el tirante normal y_n y verificando el número de Froude $Fr = V / \sqrt{(g \cdot y_n)}$ para garantizar régimen subcrítico.

11.4 Resultados obtenidos

Con una precipitación media multianual adoptada de 2.000,0 mm, un período de retorno de 10 años y una duración de 10 minutos, se obtuvo una intensidad de diseño de 216,03 mm/h. Aplicando el Método Racional a cada una de las dos áreas tributarias de la cubierta (187,5 m² cada una) se obtuvo un caudal de 9,57 L/s por bajante.

Los dos bajantes de PVC de 4" (BALL-1 y BALL-2), con longitud aproximada de 8,15 m, presentan una relación de utilización de 0,476, cumpliendo holgadamente la condición $Q_d \leq 0,85 \cdot Q_{II}$. Los colectores horizontales de 4" con pendiente del 2,0 % y el colector final de 6" con pendiente del 1,0 % operan con relaciones de llenado de 0,646 y 0,634 respectivamente, velocidades efectivas de 1,55 y 1,42 m/s y esfuerzos tractivos de 6,06 y 4,48 Pa.

Concepto	Resultado
Estación pluviométrica	IDEAM zona Gamarra – Aguachica (por confirmar en DHIME)
Serie histórica analizada	2007 – 2025 (19 años)
Precipitación media multianual (M)	2.000,0 mm
Método hidrológico / período de retorno	Bell–Chen (Región 2) / Tr = 10 años, t = 10 min
Intensidad de diseño	216,03 mm/h
Área de cubierta / áreas tributarias	375,0 m² (2 aguas de 187,5 m²)
Coeficiente de escorrentía (C)	0,85 (cubierta impermeable)
Caudal de diseño por bajante	9,57 L/s
Bajantes de aguas lluvias	2 × 4" (BALL-1 y BALL-2), L ≈ 8,15 m; Q/Q _{II} = 0,476

Concepto	Resultado
Colectores C.ALL 1 y C.ALL 2	4" al 2,0 %; $y/D = 0,646$; $V = 1,55$ m/s; $\tau = 6,06$ Pa
Colector final C.ALL 3	6" al 1,0 %; $Q = 19,13$ L/s; $y/D = 0,634$; $V = 1,42$ m/s; $\tau = 4,48$ Pa
Canales de cubierta	Sección rectangular $b = 0,30$ m; $h = 0,15$ m; $S = 0,5$ %; $y_n = 0,052$ m; $Fr = 0,87$ (subcrítico)
Drenaje superficial de áreas libres	Pendiente mínima 0,3 % hacia el costado occidental del predio

Tabla 11-1. Resumen de resultados del sistema de drenaje de aguas lluvias.

El desarrollo detallado del análisis hidrológico, la construcción de las curvas IDF, el cálculo de caudales y el dimensionamiento hidráulico de cada elemento se presentan en el **Anexo C – Memoria de Cálculo de la Red de Aguas Lluvias (Documento N° 03GAM)**.

12. CRITERIOS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO

12.1 Generalidades

La correcta ejecución de las obras hidrosanitarias constituye un aspecto fundamental para garantizar que los sistemas diseñados alcancen el desempeño hidráulico previsto en las memorias de cálculo y en los planos del proyecto. En consecuencia, durante la construcción deberán respetarse los criterios técnicos de instalación, las especificaciones de los materiales, los procedimientos constructivos y las recomendaciones de los fabricantes, evitando modificaciones que puedan afectar la capacidad hidráulica, la estabilidad o la vida útil de las redes.

Previo a la puesta en servicio, cada uno de los sistemas deberá ser objeto de inspección y verificación, comprobando que los elementos instalados corresponden a los diseños aprobados y que su funcionamiento satisface las condiciones establecidas para el proyecto.

12.2 Materiales y equipos

Todos los materiales, tuberías, accesorios, válvulas, equipos de presión y estructuras deberán cumplir las especificaciones técnicas definidas en los planos y documentos contractuales, garantizando su compatibilidad con el sistema proyectado y con las condiciones de operación previstas.

No se permitirá la instalación de materiales deteriorados, deformados o que presenten defectos de fabricación que puedan comprometer el funcionamiento o la durabilidad de las redes. En caso de requerirse modificaciones durante la ejecución, estas deberán ser previamente evaluadas y aprobadas por el diseñador y la interventoría, verificando que no alteren los criterios hidráulicos considerados en el diseño.

12.3 Instalación de las redes

Las tuberías deberán instalarse respetando los diámetros, alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos constructivos, procurando mantener la continuidad hidráulica del sistema y evitando cambios innecesarios de dirección o reducciones de diámetro que incrementen las pérdidas de carga.

Durante la instalación se deberá garantizar la correcta unión entre los diferentes elementos, evitando esfuerzos excesivos, deformaciones o apoyos inadecuados que puedan generar fugas o fallas estructurales durante la operación. Las tuberías enterradas deberán colocarse sobre una cama de apoyo adecuada, con relleno por capas debidamente compactado.

	CONSTRUCCIÓN DE AULAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL COLEGIO PROMOCIÓN SOCIAL EN EL MUNICIPIO DE GAMARRA, DEPARTAMENTO DEL CESAR MEMORIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO HIDRÁULICO	Doc. N°: 00GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 16/18

En las redes sanitarias y pluviales deberá verificarse el cumplimiento de las pendientes proyectadas (1,0 % en colectores sanitarios; 2,0 % y 1,0 % en colectores pluviales) para asegurar el adecuado transporte de los caudales y evitar la acumulación de sedimentos.

12.4 Verificación de niveles

Antes de la instalación definitiva de las redes se recomienda realizar la comprobación de las cotas de implantación y de los niveles definidos en los planos, verificando que las condiciones reales del terreno sean compatibles con las consideradas durante el diseño.

En caso de presentarse diferencias significativas entre la topografía ejecutada y la utilizada como base para el diseño, deberá evaluarse la necesidad de realizar los ajustes hidráulicos correspondientes antes de la construcción definitiva.

12.5 Pruebas de funcionamiento

Una vez finalizada la instalación de las redes, deberán realizarse las pruebas necesarias para verificar el correcto funcionamiento de cada uno de los sistemas proyectados. Entre las verificaciones recomendadas se encuentran:

- Inspección visual de las redes instaladas.
- Verificación de alineamientos, pendientes y conexiones.
- Pruebas de estanqueidad a presión hidrostática en la red de suministro, conforme a la NTC 1500 y a las recomendaciones del fabricante.
- Pruebas de estanqueidad y de flujo en las redes sanitarias y pluviales.
- Verificación del correcto funcionamiento de válvulas de corte, válvulas de admisión de aire y dispositivos de control.
- Verificación del funcionamiento del tanque de almacenamiento y del equipo de presión (rango de arranque/parada del hidroacumulador).
- Comprobación de la presión residual disponible en los aparatos de la ruta crítica del segundo piso.

Las pruebas deberán realizarse antes de la recepción definitiva de las obras y sus resultados deberán quedar registrados en los documentos de control correspondientes.

12.6 Limpieza y puesta en servicio

Previo a la entrada en operación del sistema, todas las redes deberán encontrarse completamente limpias y libres de residuos de construcción, materiales extraños o elementos que puedan afectar el funcionamiento hidráulico.

Por tratarse de un sistema destinado al transporte de agua para consumo humano, previo a la puesta en servicio deberán ejecutarse los procedimientos de limpieza y desinfección de las redes de suministro y del tanque de almacenamiento, conforme a la reglamentación vigente y a las especificaciones del fabricante de las tuberías y accesorios.

12.7 Recepción de las obras

La recepción de los sistemas hidrosanitarios deberá realizarse una vez se haya verificado el cumplimiento de los planos, especificaciones técnicas y memorias de cálculo aprobadas para el proyecto. La aceptación de las obras deberá incluir como mínimo la revisión de los siguientes aspectos:

- Correspondencia entre la obra ejecutada y los planos de diseño.

	CONSTRUCCIÓN DE AULAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL COLEGIO PROMOCIÓN SOCIAL EN EL MUNICIPIO DE GAMARRA, DEPARTAMENTO DEL CESAR MEMORIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO HIDRÁULICO	Doc. N°: 00GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 17/18

- Correcta instalación de tuberías, accesorios y equipos.
- Funcionamiento hidráulico de los sistemas de suministro, sanitario y pluvial.
- Cumplimiento de las pendientes y niveles proyectados.
- Correcta operación de la estructura de almacenamiento y del sistema de presurización.
- Funcionamiento de los elementos de captación y drenaje de aguas lluvias.
- Entrega de planos récord, manuales y registros de pruebas, cuando estos sean exigibles.

12.8 Consideraciones finales

Las modificaciones que se requieran durante la ejecución de las obras y que puedan afectar el comportamiento hidráulico de cualquiera de los sistemas deberán ser evaluadas técnicamente antes de su implementación. Cualquier cambio en diámetros, pendientes, materiales, alineamientos o ubicación de estructuras deberá contar con la aprobación del diseñador y de la interventoría, garantizando que las condiciones finales de construcción mantengan los criterios de diseño y el desempeño previsto para el proyecto.

13. CONCLUSIONES

Con base en los criterios de diseño adoptados y en los procedimientos desarrollados para cada uno de los componentes, se concluye que las soluciones hidrosanitarias propuestas son técnicamente viables y responden a las necesidades funcionales del bloque nuevo del Colegio Promoción Social de Gamarra.

El sistema de suministro de agua, conformado por tanque de almacenamiento subterráneo de 8,25 m³, equipo de presurización hidroneumático y red de distribución en PVC Presión RDE 9, cubre la demanda diaria estimada de 6,50 m³/día con un margen de autonomía cercano a 1,3 días, y los diámetros adoptados permiten conducir el caudal máximo probable de 3,6 L/s manteniendo velocidades y presiones dentro de los rangos establecidos por la NTC 1500.

El sistema de alcantarillado sanitario, diseñado para un caudal máximo probable de 2,33 L/s correspondiente a 82 Unidades de Hunter, opera por gravedad con colectores de 4" al 1,0 % que trabajan con relaciones de utilización inferiores a 0,26, velocidades entre 0,73 y 0,84 m/s, grados de llenado por debajo de 0,35 y fuerzas tractivas superiores a 1,0 Pa, garantizando condiciones adecuadas de autolimpieza y de ventilación.

El sistema de drenaje de aguas lluvias, dimensionado para una intensidad de 216,03 mm/h correspondiente a un período de retorno de 10 años, evacúa un caudal total de 19,13 L/s mediante dos bajantes de 4", colectores de 4" y un colector final de 6", con relaciones de llenado inferiores al 85 % y esfuerzos tractivos superiores a 4,4 Pa, cumpliendo los criterios de la Resolución 0330 de 2017.

Las verificaciones hidráulicas e hidrológicas efectuadas permiten establecer que los elementos proyectados cuentan con la capacidad necesaria para atender las demandas previstas, garantizando condiciones adecuadas de operación, eficiencia y mantenimiento.

Se recomienda ratificar, previo a la radicación definitiva, la población de diseño frente a la matrícula proyectada por la institución, el inventario definitivo de aparatos sanitarios y la serie de precipitación oficial de la estación IDEAM seleccionada a través del portal DHIME, ajustando los cálculos en caso de presentarse variaciones significativas.

14. ANEXOS

 GOBERNACIÓN DEL CESAR	CONSTRUCCIÓN DE AULAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL COLEGIO PROMOCIÓN SOCIAL EN EL MUNICIPIO DE GAMARRA, DEPARTAMENTO DEL CESAR MEMORIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO HIDRÁULICO	Doc. N°: 00GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 18/18

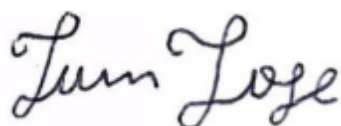
El presente informe se complementa con las memorias técnicas de cálculo, las cuales contienen el desarrollo detallado de las verificaciones hidráulicas, hidrológicas y sanitarias realizadas para cada componente del proyecto.

Anexo A. Memoria de Diseño del Sistema de Suministro Hidráulico – Documento N° 01GAM.

Anexo B. Memoria de Cálculo de la Red Sanitaria y Ventilación – Documento N° 02GAM.

Anexo C. Memoria de Cálculo de la Red de Aguas Lluvias – Documento N° 03GAM.

Anexo D. Planos hidráulicos HID-101 a HID-105 y planos sanitarios y pluviales SAN-101 a SAN-105.



ING. JUAN JOSE OÑATE ARZUAGA

M.P. 091037 – 0661809 CND

Especialista en Gerencia de Construcciones