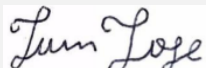


 GOBERNACIÓN DEL CESAR	CONSTRUCCIÓN DE AULAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA EL COLEGIO PROMOCIÓN SOCIAL EN EL MUNICIPIO DE GAMARRA, DEPARTAMENTO DEL CESAR MEMORIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO HIDRÁULICO	Doc. N°: 03GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 1/17

MEMORIA DE CÁLCULO **RED DE AGUAS LLUVIAS** **COLEGIO PROMOCIÓN SOCIAL — MUNICIPIO DE GAMARRA, CESAR**

NTC 1500 / RAS 2000 Título D / Curva IDF Bell-Chen IDEAM Región 2

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
Documento N°	03GAM
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°: 03GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 2/17

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo General	4
2.2. Objetivos Específicos	4
3. ALCANCE	4
4. NORMATIVIDAD DE REFERENCIA	5
5. PARÁMETROS DE DISEÑO	5
5.1. Generalidades	5
6. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE	6
6.1. Subsistema de cubiertas	6
6.2. Subsistema de colectores horizontales	6
6.3. Subsistema de aguas superficiales	6
7. ANÁLISIS HIDROLÓGICO — CURVA IDF	7
7.1. Generalidades	7
7.2. Selección de la estación pluviométrica	7
7.3. Serie histórica de precipitación	7
7.4. Determinación de la precipitación media multianual	8
7.5. Determinación de las intensidades de precipitación	9
7.6. Construcción de las curvas Intensidad–Duración–Frecuencia (IDF)	9
7.7. Selección de la intensidad de diseño	11
7.8. Resumen del análisis hidrológico	11
8. DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DRENAJE	11
8.1. Determinación de los caudales de diseño	11
8.2. Criterio de capacidad hidráulica	12
8.3. Resultados del dimensionamiento de bajantes	12
9. DISEÑO HIDRÁULICO DE COLECTORES HORIZONTALES	12
9.1. Generalidades	13
9.2. Parámetros de diseño hidráulico	13
9.3. Cálculo hidráulico	13
9.4. Verificación hidráulica	13
9.5. Esfuerzo tractivo	14
9.6. Resultados del diseño	14
10. DISEÑO HIDRÁULICO DE CANALES DE CUBIERTA	14
10.1. Generalidades	14

 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°: 03GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 3/17

10.2. Parámetros de diseño	15
10.3. Cálculo hidráulico.....	15
10.4. Resultados del diseño.....	15
11. MANEJO DE LAS AGUAS DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL.....	15
12. CONCLUSIONES	16

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°: 03GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 4/17

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde a la memoria de cálculo del sistema de drenaje de aguas lluvias proyectado para el bloque nuevo de aulas y obras complementarias del Colegio Promoción Social, ubicado 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. Su finalidad es sustentar técnicamente el dimensionamiento de los elementos encargados de captar, conducir y evacuar las aguas provenientes de la cubierta del bloque nuevo y de las áreas exteriores de la institución, garantizando un funcionamiento hidráulico adecuado durante los eventos de lluvia considerados en el diseño.

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 drenaje superficial de las áreas libres. El bloque nuevo corresponde a una edificación de dos niveles (aulas, área administrativa, sala de profesores e informática en el primer piso; aulas, bilingüismo, sala de arte y laboratorio de química en el segundo piso), con altura libre de 4,15 m entre el piso 1 y el piso 2, y de 4,00 m entre el piso 2 y la cubierta, para una altura total de bajantes de aproximadamente 8,15 m.

El dimensionamiento de estos elementos se fundamenta en el análisis hidrológico de la zona de estudio, utilizando información oficial del IDEAM y las metodologías establecidas en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), complementadas con los criterios de la NTC 1500 para instalaciones hidrosanitarias. El documento presenta la metodología empleada para la obtención de las intensidades de lluvia de diseño, el cálculo de los caudales generados por las diferentes áreas tributarias, el dimensionamiento hidráulico de las redes y la verificación del cumplimiento de los criterios normativos aplicables.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Desarrollar el análisis hidrológico e hidráulico del sistema de drenaje de aguas lluvias del bloque nuevo del Colegio Promoción Social de Gamarra, determinando las condiciones de diseño y verificando la capacidad de los elementos proyectados para garantizar una evacuación eficiente de las escorrentías generadas en el proyecto.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la precipitación media multianual a partir de la información oficial del IDEAM.
- Construir las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) mediante el método Bell-Chen.
- Definir la intensidad de lluvia de diseño conforme al período de retorno adoptado.
- Calcular los caudales de diseño mediante el Método Racional.
- Dimensionar hidráulicamente los canales de cubierta, bajantes y colectores del sistema de drenaje.
- Verificar la capacidad hidráulica del sistema mediante los criterios establecidos en la reglamentación vigente.

3. ALCANCE

 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°: 03GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 5/17

La presente memoria comprende el análisis hidrológico e hidráulico del sistema de drenaje de aguas lluvias proyectado para la infraestructura nueva del Colegio Promoción Social del municipio de Gamarra. Dentro de su alcance se incluyen:

- Selección de la estación pluviométrica del IDEAM.
- Procesamiento de la serie histórica de precipitaciones.
- Determinación de la precipitación media multianual.
- Construcción de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF).
- Selección de la intensidad de lluvia de diseño.
- Cálculo de caudales mediante el Método Racional.
- Dimensionamiento de canales de cubierta (canaletas con rejilla).
- Dimensionamiento de bajantes de aguas lluvias.
- Dimensionamiento de colectores horizontales.
- Verificación hidráulica de los elementos proyectados.
- Manejo de las aguas de escorrentía superficial de las áreas libres.

No hacen parte de esta memoria el diseño de redes públicas de alcantarillado pluvial, estructuras mayores de drenaje urbano, obras de regulación hidráulica ni sistemas externos de manejo de inundaciones.

4. NORMATIVIDAD DE REFERENCIA

- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000, Título B - Obtención de intensidades de precipitación mediante el método Bell-Chen.
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título D - Diseño hidráulico de sistemas de drenaje pluvial.
- NTC 1500 – Código Colombiano de Fontanería - Dimensionamiento de bajantes y redes pluviales interiores.
- Resolución 0330 de 2017 - Parámetros técnicos para sistemas de acueducto y alcantarillado.
- IDEAM - Información hidrológica oficial para el desarrollo de curvas IDF.

5. PARÁMETROS DE DISEÑO

5.1. Generalidades

Los parámetros de diseño corresponden a las condiciones hidrológicas, hidráulicas y normativas adoptadas para el desarrollo de los cálculos presentados en esta memoria. Estos valores constituyen la base para la determinación de las intensidades de lluvia, los caudales de diseño y el dimensionamiento de cada uno de los componentes del sistema de drenaje.

Parámetro	Valor
Fuente de información hidrológica	IDEAM

Parámetro	Valor
Estación pluviométrica	Estación IDEAM zona Gamarra – Aguachica [código por confirmar en DHIME]
Longitud de la serie histórica	19 años (2007–2025)
Método hidrológico	Bell-Chen
Método de cálculo de caudales	Método Racional
Método hidráulico	Manning
Material de tuberías	PVC Sanitario
Período de retorno adoptado	10 años
Tiempo de concentración adoptado	10 minutos
Intensidad de diseño	216,03 mm/h

Tabla 5-1. Parámetros generales de diseño.

6. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE

6.1. Subsistema de cubiertas

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 aproximada de 187,5 m² (12,38 m × 15,15 m), conforme al plano SAN-105 (Manejo de Aguas Lluvias). Cada agua desagua hacia un canal de cubierta con rejilla, desde el cual parte un bajante vertical de aguas lluvias en PVC de 4" (BALL-1 y BALL-2), con una longitud aproximada de 8,15 m (4,15 m entre piso 1 y piso 2 más 4,00 m entre piso 2 y cubierta), dimensionados con el Método Racional y el caudal correspondiente al período de retorno de diseño (Tr = 10 años). Cada bajante entrega su caudal a la red de colectores horizontales enterrados.

6.2. Subsistema de colectores horizontales

Los colectores horizontales reciben los caudales de los bajantes y los conducen por gravedad hasta el punto de descarga del sistema en el costado occidental del predio. Conforme al plano SAN-105, se proyectan dos tramos iniciales en tubería PVC sanitaria de 4" (n = 0,009), con longitudes de 16,86 m (C.ALL 1, desde BALL-1) y 13,12 m (C.ALL 2, desde BALL-2) y pendiente del 2,0 %, los cuales confluyen a un colector final de 6" con longitud de 21,92 m y pendiente del 1,0 % (C.ALL 3), que evacúa las aguas hacia el drenaje superficial existente del predio, en concordancia con el levantamiento topográfico. Los colectores se diseñaron verificando Manning, fuerza tractiva y relaciones hidráulicas parcialmente llenas.

6.3. Subsistema de aguas superficiales

El área libre interior del predio (zonas verdes, patios, circulación peatonal y áreas deportivas adyacentes al bloque nuevo) evacuará las aguas lluvias superficiales mediante pendientes mínimas controladas del 0,3 % dirigidas hacia las zonas verdes y el drenaje natural del predio, aprovechando la conformación topográfica del terreno registrada en el plano topográfico. El flujo superficial se orienta hacia el costado occidental del lote, en dirección al drenaje existente de la institución, evitando la acumulación de agua en las áreas funcionales.

7. ANÁLISIS HIDROLÓGICO — CURVA IDF

7.1. Generalidades

La lluvia de diseño constituye el parámetro hidrológico fundamental para el dimensionamiento del sistema de drenaje de aguas lluvias. Su determinación se realizó a partir de información oficial del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), empleando la metodología Bell–Chen para regiones donde no existen curvas Intensidad–Duración–Frecuencia (IDF) desarrolladas específicamente para el sitio del proyecto.

El procedimiento comprende la recopilación de la información pluviométrica, el cálculo de la precipitación media multianual de veinticuatro (24) horas, la determinación de las intensidades de precipitación para diferentes períodos de retorno y tiempos de duración, y la construcción de las curvas IDF que servirán de base para el cálculo de los caudales de diseño.

7.2. Selección de la estación pluviométrica

Para el desarrollo del análisis hidrológico se utilizará la información registrada por la estación pluviométrica del IDEAM más cercana y representativa del municipio de Gamarra (zona sur del departamento del Cesar, valle del río Magdalena, sector Gamarra – Aguachica). La identificación definitiva de la estación (nombre y código) y la descarga de la serie oficial deben realizarse a través del portal DHIME del IDEAM (dhime.ideam.gov.co).

Parámetro	Dato
Estación	[Nombre estación IDEAM — por confirmar en DHIME]
Entidad	IDEAM — DHIME
Latitud / Longitud (proyecto)	8,329253° N / -73,730711° W
Departamento / Municipio	Cesar / Gamarra
Variable registrada	Precipitación total anual (mm)
Período de la serie	2007 – 2025 (19 años)
Precipitación media multianual (M)	2.000,0 mm (valor regional adoptado — validar con serie DHIME)

Tabla 7-1. Datos de la estación pluviométrica.

7.3. Serie histórica de precipitación

A partir de la estación seleccionada se recopilará la serie histórica de precipitaciones anuales correspondiente al período de análisis (2007–2025). La información será organizada cronológicamente y utilizada para determinar la precipitación media multianual de veinticuatro (24) horas, parámetro requerido por el método Bell–Chen. La siguiente tabla presenta el formato de la serie; los registros anuales deben completarse con la descarga oficial del portal DHIME del IDEAM previo a la radicación definitiva de esta memoria.

Año	P_anual (mm)
2007	(completar con DHIME)
2008	(completar con DHIME)

Año	P_anual (mm)
2009	(completar con DHIME)
2010	(completar con DHIME)
2011	(completar con DHIME)
2012	(completar con DHIME)
2013	(completar con DHIME)
2014	(completar con DHIME)
2015	(completar con DHIME)
2016	(completar con DHIME)
2017	(completar con DHIME)
2018	(completar con DHIME)
2019	(completar con DHIME)
2020	(completar con DHIME)
2021	(completar con DHIME)
2022	(completar con DHIME)
2023	(completar con DHIME)
2024	(completar con DHIME)
2025	(completar con DHIME)

Tabla 7-2. Serie histórica 2007–2025. Fuente: IDEAM-DHIME. Variable: Precipitación total anual (mm).

7.4. Determinación de la precipitación media multianual

La precipitación media multianual de veinticuatro (24) horas se determina mediante el promedio aritmético de las precipitaciones anuales registradas por la estación seleccionada.

Ecuación 7.1. Precipitación media multianual

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

Donde:

- M: Precipitación media multianual de 24 horas (mm)
- P_i : Precipitación anual registrada (mm)
- n: Número de años analizados (19)

Para el presente diseño se adopta, de manera preliminar, un valor de precipitación media multianual representativo de la zona sur del departamento del Cesar (sector Gamarra – Aguachica), consistente con la información climatológica oficial del IDEAM para el valle medio del río Magdalena:

$$M = 2.000,0 \text{ mm}$$

 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°: 03GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 9/17

Este valor constituye el parámetro principal del modelo Bell–Chen y deberá ser ratificado o ajustado con la serie oficial descargada del portal DHIME; una variación de $\pm 10\%$ en M modifica la intensidad de diseño en aproximadamente $\pm 1\%$ (exponente $d = 0,10$), por lo que el diseño resulta poco sensible a este parámetro.

7.5. Determinación de las intensidades de precipitación

Las intensidades de lluvia se determinaron mediante el modelo Bell–Chen, recomendado por el RAS 2000 para regiones donde no se dispone de curvas IDF desarrolladas experimentalmente.

Ecuación 7.2. Modelo Bell–Chen

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

Donde:

- i: Intensidad de precipitación (mm/h)
- T: Período de retorno (años)
- M: Precipitación media multianual (mm)
- t: Duración de la lluvia (min)
- a, b, c, d: Coeficientes regionales Bell–Chen

Para el presente proyecto se adoptaron los coeficientes correspondientes a la Región Hidrológica No. 2 (Zona Caribe), de acuerdo con la regionalización del IDEAM, aplicable al municipio de Gamarra:

Parámetro	Símbolo	Valor	Descripción
Coef. regional	a	24,85	Tabla IDEAM — Región 2, Zona Caribe
Exp. período de retorno	b	0,22	Tabla IDEAM — Región 2
Exp. duración	c	0,50	Tabla IDEAM — Región 2
Exp. precipitación	d	0,10	Tabla IDEAM — Región 2
Precip. media multianual	M	2.000,0 mm	Valor regional adoptado (validar DHIME)
Período de retorno diseño	T	10 años	Seleccionado

Tabla 7-3. Parámetros del modelo Bell–Chen — Región 2.

7.6. Construcción de las curvas Intensidad–Duración–Frecuencia (IDF)

Aplicando la Ecuación (7.2) se calcularon las intensidades de precipitación para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años, considerando duraciones comprendidas entre 10 y 360 minutos. Los resultados se presentan en la Tabla 7-4.

t (min)	Tr = 2 años	Tr = 5 años	Tr = 10 años	Tr = 25 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años
10	151.61	185.47	216.03	264.27	307.81	358.51
20	107.21	131.15	152.75	186.87	217.65	253.51
30	87.53	107.08	124.72	152.58	177.71	206.99
40	75.81	92.74	108.01	132.14	153.90	179.26

 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°: 03GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 10/17

t (min)	Tr = 2 años	Tr = 5 años	Tr = 10 años	Tr = 25 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años
50	67.80	82.95	96.61	118.19	137.66	160.33
60	61.90	75.72	88.19	107.89	125.66	146.36
70	57.30	70.10	81.65	99.89	116.34	135.51
80	53.60	65.57	76.38	93.43	108.83	126.75
90	50.54	61.82	72.01	88.09	102.60	119.50
100	47.94	58.65	68.31	83.57	97.34	113.37
110	45.71	55.92	65.13	79.68	92.81	108.10
120	43.77	53.54	62.36	76.29	88.86	103.49
130	42.05	51.44	59.91	73.30	85.37	99.43
140	40.52	49.57	57.74	70.63	82.26	95.82
150	39.15	47.89	55.78	68.23	79.48	92.57
160	37.90	46.37	54.01	66.07	76.95	89.63
170	36.77	44.98	52.39	64.10	74.65	86.95
180	35.74	43.72	50.92	62.29	72.55	84.50
190	34.78	42.55	49.56	60.63	70.62	82.25
200	33.90	41.47	48.30	59.09	68.83	80.17
210	33.08	40.47	47.14	57.67	67.17	78.23
220	32.32	39.54	46.06	56.34	65.62	76.44
230	31.61	38.67	45.04	55.10	64.18	74.76
240	30.95	37.86	44.10	53.94	62.83	73.18
250	30.32	37.09	43.21	52.85	61.56	71.70
260	29.73	36.37	42.37	51.83	60.37	70.31
270	29.18	35.69	41.57	50.86	59.24	69.00
280	28.65	35.05	40.82	49.94	58.17	67.75
290	28.15	34.44	40.11	49.07	57.16	66.57
300	27.68	33.86	39.44	48.25	56.20	65.46
310	27.23	33.31	38.80	47.46	55.28	64.39
320	26.80	32.79	38.19	46.72	54.41	63.38
330	26.39	32.29	37.61	46.00	53.58	62.41
340	26.00	31.81	37.05	45.32	52.79	61.48
350	25.63	31.35	36.51	44.67	52.03	60.60
360	25.27	30.91	36.00	44.05	51.30	59.75

Tabla 7-4. Intensidades de precipitación.

 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°: 03GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 11/17

Del análisis de las curvas se observa el comportamiento esperado del fenómeno hidrológico, evidenciándose una disminución de la intensidad conforme aumenta la duración del evento y un incremento de la intensidad para mayores períodos de retorno.

7.7. Selección de la intensidad de diseño

Para el dimensionamiento hidráulico de los elementos del sistema de drenaje se adoptó la intensidad correspondiente a un período de retorno de 10 años y una duración de 10 minutos, criterio empleado para edificaciones institucionales de las características del proyecto.

Ecuación 7.3. Intensidad de diseño adoptada

$$i = 216,03 \text{ mm/h}$$

Este valor constituye el parámetro de entrada para el cálculo de los caudales de escorrentía mediante el Método Racional, desarrollado en el capítulo siguiente.

7.8. Resumen del análisis hidrológico

Parámetro	Valor
Estación IDEAM	Zona Gamarra – Aguachica [por confirmar en DHIME]
Serie histórica	2007–2025
Precipitación media multianual	2.000,0 mm
Método empleado	Bell–Chen
Período de retorno	10 años
Duración adoptada	10 min
Intensidad de diseño	216,03 mm/h

Tabla 7-5. Resumen de parámetros hidrológicos.

8. DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DRENAJE

El dimensionamiento hidráulico del sistema de drenaje de aguas lluvias comprende la determinación de los caudales generados por cada área tributaria y la verificación de la capacidad hidráulica de los elementos encargados de su captación y conducción. El procedimiento de cálculo se desarrolló en dos etapas:

- Determinación del caudal de diseño mediante el Método Racional.
- Dimensionamiento hidráulico de canales de cubierta, bajantes y colectores de aguas lluvias.

Los resultados obtenidos para cada componente fueron posteriormente verificados de acuerdo con los criterios establecidos por la NTC 1500 y el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

8.1. Determinación de los caudales de diseño

 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°: 03GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 12/17

El caudal generado por cada superficie de captación se determinó mediante el Método Racional, considerando el coeficiente de escorrentía correspondiente al tipo de superficie, la intensidad de precipitación obtenida en el análisis hidrológico y el área tributaria asociada a cada punto de captación.

Ecuación 8.1. Método Racional

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

Donde:

- Q: caudal de diseño [L/s]
- C: coeficiente de escorrentía (0,85 — cubierta impermeable, RAS 2000 Tabla D.4.1)
- I: intensidad [mm/h]
- A: área tributaria [m²]

8.2. Criterio de capacidad hidráulica

Una vez determinado el caudal de diseño, se verificó que el diámetro seleccionado para cada bajante presentara una capacidad hidráulica suficiente para transportar el flujo calculado. La condición de diseño adoptada corresponde a:

Ecuación 8.2. Verificación hidráulica

$$Q_d \leq 0,85 \cdot Q_{II} \quad \Leftrightarrow \quad Q_d / Q_{II} \leq 0,85$$

Esta verificación garantiza que la tubería opere en régimen de flujo parcialmente lleno, manteniendo capacidad hidráulica disponible para absorber variaciones del caudal y favoreciendo condiciones adecuadas de ventilación, operación y mantenimiento.

8.3. Resultados del dimensionamiento de bajantes

Los resultados obtenidos para cada bajante se presentan en la Tabla 8-1, indicando el área tributaria, el caudal de diseño, el diámetro adoptado y la capacidad hidráulica disponible. La longitud de cada bajante es de aproximadamente 8,15 m (altura piso 1 – piso 2: 4,15 m; piso 2 – cubierta: 4,00 m).

Bajante	Ubicación	Área (m²)	C	I (mm/h)	Q _{dis} (L/s)	Ø	D _{int} (mm)	Q _{II} (L/s)	Q/Q _{II}	Verif.
BALL-1	Bloque Nuevo — Agua 1	187,5	0,85	216,03	9,57	4"	107,4	20,10	0,476	✓
BALL-2	Bloque Nuevo — Agua 2	187,5	0,85	216,03	9,57	4"	107,4	20,10	0,476	✓

Tabla 8-1. Dimensionamiento de bajantes.

Del análisis de los resultados se observa que los dos bajantes proyectados cumplen la condición de diseño adoptada, presentando capacidades hidráulicas superiores al caudal de cálculo y garantizando una adecuada evacuación de las aguas lluvias provenientes de la cubierta.

9. DISEÑO HIDRÁULICO DE COLECTORES HORIZONTALES

9.1. Generalidades

Los colectores horizontales tienen como función recibir los caudales provenientes de los bajantes y conducirlos por gravedad hasta el punto de descarga del sistema. Su dimensionamiento se realizó considerando las condiciones de flujo parcialmente lleno, de manera que la tubería mantenga capacidad hidráulica disponible durante la operación y permita una adecuada ventilación del sistema. El análisis hidráulico se desarrolló mediante la ecuación de Manning, verificando para cada tramo la capacidad de conducción, la velocidad de circulación, el porcentaje de llenado y el esfuerzo tractivo, garantizando que las condiciones de operación sean compatibles con los criterios establecidos por el RAS y las especificaciones técnicas del proyecto.

9.2. Parámetros de diseño hidráulico

Parámetro	Valor	Unidad	Referencia
Período de retorno (Tr)	10	años	Infraestructura educativa — RAS 2000
Duración de diseño (t)	10	min	Tiempo de concentración en cubiertas
Intensidad de diseño (i)	216,03	mm/h	Curva IDF, Tr=10 a, t=10 min
Coeficiente de escorrentía (C)	0,85	—	Cubierta impermeable — RAS 2000 Tabla D.4.1
Coeficiente de Manning (n)	0,009	adim.	PVC/Novafort — RAS 2000 Título D
Esfuerzo tractivo mínimo (τ)	1,0	Pa	Art. 141, Res. 0330 de 2017
Relación y/D máxima	0,85	—	Art. 143, Res. 0330 de 2017
Velocidad mínima	0,60	m/s	NTC 1500
Velocidad máxima	5,00	m/s	NTC 1500

Tabla 9-1. Parámetros globales de diseño.

9.3. Cálculo hidráulico

El cálculo de la capacidad hidráulica de los colectores se realizó mediante la ecuación de Manning para flujo uniforme, en combinación con la ecuación de continuidad:

Ecuación 9.1. Velocidad de flujo (Manning)

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

Ecuación 9.2. Continuidad

$$Q = A \cdot V$$

Para tuberías circulares a flujo lleno: $A = \pi D^2/4$ y $R = D/4$. Dado que los colectores del proyecto operan a flujo parcialmente lleno, las propiedades hidráulicas (área mojada, perímetro mojado, radio hidráulico y velocidad relativa) fueron determinadas mediante las relaciones geométricas para tuberías circulares parcialmente llenas, incorporadas en la hoja de cálculo de diseño.

9.4. Verificación hidráulica

 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°: 03GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 14/17

Con el fin de garantizar el adecuado funcionamiento del sistema, cada tramo fue evaluado verificando el cumplimiento de los siguientes criterios:

- Capacidad hidráulica disponible superior al caudal de diseño.
- Grado máximo de llenado igual o inferior al 85 %.
- Velocidad suficiente para evitar sedimentación.
- Ausencia de flujo a presión.
- Condiciones adecuadas para operación y mantenimiento.

9.5. Esfuerzo tractivo

El esfuerzo tractivo representa la fuerza ejercida por el flujo sobre la superficie interior de la tubería y constituye uno de los principales parámetros para verificar la capacidad de transporte de sedimentos. La expresión empleada corresponde a:

Ecuación 9.3. Esfuerzo tractivo

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

Donde τ es el esfuerzo tractivo (N/m^2), γ el peso específico del agua ($9.810 N/m^3$), R el radio hidráulico (m) y S la pendiente hidráulica (m/m). Los valores obtenidos para cada tramo fueron comparados con el criterio mínimo de 1,0 Pa, verificando que el sistema posea capacidad suficiente para transportar el material fino eventualmente incorporado al flujo.

9.6. Resultados del diseño

Tramo	Q_dis (L/s)	Ø	D_int (mm)	S (%)	L (m)	Q_II (L/s)	Q/Q_II	y/D	V_ef (m/s)
C.ALL 1 (BALL-1 → C.ALL 3)	9,57	4"	107,4	2,0	16,86	12,76	0,749	0,646	1,55
C.ALL 2 (BALL-2 → C.ALL 3)	9,57	4"	107,4	2,0	13,12	12,76	0,749	0,646	1,55
C.ALL 3 (→ Descarga occidental)	19,13	6"	160,2	1,0	21,92	26,22	0,730	0,634	1,42

Tabla 9-2. Dimensionamiento hidráulico de colectores.

El esfuerzo tractivo efectivo obtenido es de 6,06 Pa en los tramos de 4" y de 4,48 Pa en el colector de 6", superiores al mínimo normativo de 1,0 Pa. El análisis de los resultados evidencia que todos los tramos proyectados presentan capacidad hidráulica suficiente para transportar los caudales de diseño, con relaciones de llenado inferiores al 85 %, velocidades comprendidas entre 0,60 y 5,00 m/s y condiciones de flujo parcialmente lleno, cumpliendo los criterios hidráulicos adoptados para el proyecto.

10. DISEÑO HIDRÁULICO DE CANALES DE CUBIERTA

10.1. Generalidades

 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°: 03GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 15/17

La cubierta del bloque nuevo entrega sus aguas a dos canales de cubierta (canaletas con rejilla) que recogen la escorrentía de cada agua y la conducen hacia los bajantes BALL-1 y BALL-2, conforme al plano SAN-105. El dimensionamiento hidráulico se realizó mediante la ecuación de Manning para flujo uniforme en sección rectangular, verificando el tirante normal, la velocidad de flujo y el número de Froude, garantizando operación en régimen subcrítico, de conformidad con el RAS 2000 Título D y los criterios de Ven Te Chow (1959).

10.2. Parámetros de diseño

Parámetro	Valor	Unidad	Referencia
Intensidad de diseño (i)	216,03	mm/h	Curva IDF, Tr=10 a, t=10 min
Coefficiente de escorrentía (C)	0,85	—	Cubierta impermeable — RAS 2000
Coefficiente de Manning (n)	0,013	adim.	Concreto liso — Ven Te Chow (1959)
Pendiente de diseño (S)	0,005	m/m	Proyecto
Base del canal (b)	0,30	m	Sección adoptada
Velocidad mínima (V _{min})	0,60	m/s	RAS 2000 / NTC 1500
Condición de flujo	Fr < 1,0	—	Flujo subcrítico — RAS 2000 Título D

Tabla 10-1. Parámetros globales de diseño de canales de cubierta.

10.3. Cálculo hidráulico

Para sección rectangular: $A = b \cdot y_n$; $P = b + 2y_n$; $R = A/P$. El tirante normal y_n se obtiene resolviendo iterativamente la ecuación de Manning:

$$Q_{\text{diseño}} = (1/n) \cdot (b \cdot y_n) \cdot [b \cdot y_n / (b + 2y_n)]^{(2/3)} \cdot S^{(1/2)}$$

Esta ecuación se resuelve por el método de bisección (o cualquier método iterativo) para determinar el valor del tirante normal y_n . El número de Froude se calcula como $Fr = V / \sqrt{g \cdot y_n}$, con $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

10.4. Resultados del diseño

Canal	Q _{dis} (L/s)	b (m)	S (m/m)	y _n (m)	V (m/s)	Fr (-)	Flujo	h adopt. (m)
CANAL 1 (Agua 1)	9,57	0,30	0,005	0,052	0,62	0,87	Subcrítico	0,15
CANAL 2 (Agua 2)	9,57	0,30	0,005	0,052	0,62	0,87	Subcrítico	0,15

Tabla 10-2. Dimensionamiento hidráulico de canales de cubierta.

Ambos canales operan en régimen subcrítico ($Fr < 1,0$) con velocidades iguales o superiores al mínimo de autolimpieza ($V \geq 0,60 \text{ m/s}$). La altura total adoptada ($h = 0,15 \text{ m}$) incluye un borde libre de aproximadamente 0,10 m sobre el tirante normal máximo ($y_n = 0,052 \text{ m}$), garantizando capacidad adicional ante variaciones de caudal, la instalación de la rejilla de protección y el correcto funcionamiento del sistema.

11. MANEJO DE LAS AGUAS DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL

El drenaje de las aguas lluvias que caen sobre las áreas libres del predio (zonas verdes, circulaciones y patios adyacentes al bloque nuevo) se resuelve mediante flujo superficial controlado, sin tuberías adicionales, bajo los siguientes criterios:

- Pendiente mínima de 0,3 % en todas las zonas de piso y zona verde, orientada hacia las áreas verdes y el drenaje natural del predio.
- Conformación de niveles de andenes y circulación peatonal (NPT) que dirijan el flujo superficial hacia el costado occidental del lote, en concordancia con el levantamiento topográfico.
- Las aguas del colector final (C.ALL 3, 6") se entregan al drenaje superficial existente del predio, el cual evacúa hacia el sistema de drenaje natural del sector, sin generar empozamientos en las áreas funcionales de la institución.

Parámetro	Especificación	Referencia
Pendiente mínima de zonas exteriores	0,3 % (mínimo)	Criterio constructivo
Dirección del flujo	Hacia zonas verdes y drenaje natural	Diseño de nivelación / topografía
Altura de referencia	Nivel de terreno terminado (NPT)	Proyecto
Descarga colector final	Costado occidental del predio	Plano SAN-105 / topográfico

Tabla 11-1. Especificaciones del sistema de aguas superficiales.

12. CONCLUSIONES

Como resultado del análisis hidrológico desarrollado con la metodología Bell–Chen y los coeficientes regionales del IDEAM para la Región 2 (Zona Caribe), se determinó una intensidad de precipitación de diseño de 216,03 mm/h para un período de retorno de 10 años y una duración de 10 minutos, valor que constituye la base para el dimensionamiento hidráulico del sistema de drenaje de aguas lluvias del bloque nuevo del Colegio Promoción Social de Gamarra. La precipitación media multianual adoptada ($M = 2.000,0$ mm) corresponde a un valor regional representativo del sur del Cesar y deberá ratificarse con la serie oficial de la estación IDEAM seleccionada a través del portal DHIME.

Los caudales de diseño fueron calculados mediante el Método Racional para cada una de las áreas tributarias de la cubierta (dos aguas de 187,5 m² cada una), obteniéndose un caudal de 9,57 L/s por bajante. Los dos bajantes de PVC de 4" proyectados presentan una relación de utilización de 0,476, cumpliendo holgadamente la condición de diseño $Q_d \leq 0,85 \cdot Q_{II}$.

El dimensionamiento hidráulico de los colectores se realizó mediante la ecuación de Manning para flujo parcialmente lleno: los tramos de 4" con pendiente del 2,0 % y el colector final de 6" con pendiente del 1,0 % operan con relaciones de llenado de 0,75 y 0,73 respectivamente, velocidades efectivas entre 1,42 y 1,55 m/s y esfuerzos tractivos superiores a 4,4 Pa, garantizando la capacidad de autolimpieza de la red y el cumplimiento de la Resolución 0330 de 2017.

Los canales de cubierta de sección rectangular ($b = 0,30$ m; $h = 0,15$ m; $S = 0,5$ %) operan en régimen subcrítico con tirantes normales de 0,052 m y borde libre suficiente, garantizando la captación segura de la escorrentía de cubierta y su entrega controlada a los bajantes.

El sistema de drenaje superficial aprovecha las pendientes naturales y proyectadas del terreno, registradas en el levantamiento topográfico, para conducir las escorrentías hacia el costado occidental del predio y los puntos de

 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°: 03GAM
		Rev.: 0A Fecha: JUL/2026
		Página: 17/17

descarga previstos, evitando la acumulación de agua en las áreas funcionales de la institución y reduciendo la necesidad de infraestructura adicional de conducción.

En conjunto, los resultados obtenidos permiten concluir que el sistema de drenaje de aguas lluvias proyectado posee la capacidad hidráulica necesaria para atender las condiciones de diseño establecidas para el proyecto, garantizando una evacuación segura y eficiente de las aguas pluviales y cumpliendo los criterios técnicos adoptados en la presente memoria de cálculo.