

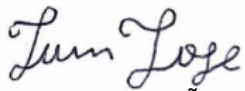
|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|
|  <b>GOBERNACIÓN DEL<br/>CESAR</b> | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                            | Doc. N°: 01SND |                       |
|                                                                                                                    | MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR | Rev.: 0A       | Fecha:<br>28/AGO/2026 |
|                                                                                                                    |                                                                                                                                             | Página.: 1/16  |                       |

## MEMORIA DE CÁLCULO

### SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA

### INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR

***NTC 1500:2023 / RAS 2000 Título B / Método de Hunter***

| Campo        | Descripción                                                                                                                                                                                                         |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Proyecto     | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                                                                                                    |
| Municipio    | San Diego, Cesar                                                                                                                                                                                                    |
| Documento N° | 01SND                                                                                                                                                                                                               |
| Revisión     | 0A                                                                                                                                                                                                                  |
| Fecha        | 28 de agosto de 2026                                                                                                                                                                                                |
| Elaboró      | Juan José Oñate Arzuaga                                                                                                                                                                                             |
| M.P.         | 091037 – 0661809 CND                                                                                                                                                                                                |
| FIRMA        | <br><b>ING. JUAN JOSE OÑATE ARZUAGA</b><br><b>M.P. 091037 – 0661809 CND</b><br><b>Especialista en Gerencia de Construcciones</b> |

|                                                                                                                    |                                                                                                                                                   |                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|
|  <b>GOBERNACIÓN DEL<br/>CESAR</b> | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS<br>MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                               | Doc. N°: 01SND |                       |
|                                                                                                                    | MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE<br>AGUA DE LA<br>INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR | Rev.: 0A       | Fecha:<br>28/AGO/2026 |
|                                                                                                                    |                                                                                                                                                   | Página.: 2/16  |                       |

## Tabla de contenido

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                                     | 5  |
| 2. OBJETO.....                                                           | 5  |
| 3. NORMATIVIDAD DE REFERENCIA.....                                       | 5  |
| 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....                                          | 6  |
| 4.1. Esquema general.....                                                | 6  |
| 4.2. Presión de operación del sistema .....                              | 6  |
| 4.3. Balance de energía .....                                            | 7  |
| 5. PARÁMETROS DE DISEÑO .....                                            | 7  |
| 5.1. Consideraciones generales.....                                      | 7  |
| 5.2. Parámetros de dotación (RAS 2000, Tabla B.2.8) .....                | 8  |
| 5.3. Volumen de almacenamiento .....                                     | 9  |
| 6. UNIDADES DE ABASTO — MÉTODO DE HUNTER.....                            | 9  |
| 6.1. Inventario de aparatos (NTC 1500:2023, Tabla 1A — Tipo Tanque)..... | 9  |
| 6.2. Caudal de diseño por interpolación Hunter.....                      | 10 |
| 7. LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA .....                               | 10 |
| 7.1. Generalidades .....                                                 | 10 |
| 7.2. Configuración de la alimentación .....                              | 10 |
| 7.3. Criterio de diseño hidráulico .....                                 | 11 |
| 8. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y EQUIPO DE PRESIÓN .....                   | 11 |
| 8.1. Configuración .....                                                 | 11 |
| 8.2. Características del equipo de presión.....                          | 11 |
| 8.3. Condición hidráulica de diseño .....                                | 12 |
| 9. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....                      | 12 |
| 9.1. Hipótesis de cálculo .....                                          | 12 |
| 9.2. Ecuación de Hazen-Williams .....                                    | 13 |
| 9.3. Velocidad del flujo.....                                            | 13 |
| 10. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RUTA CRÍTICA.....                           | 13 |
| 10.1. Definición de la ruta crítica .....                                | 13 |

|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|
|  <b>GOBERNACIÓN DEL<br/>CESAR</b> | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                            | Doc. N°: 01SND |                       |
|                                                                                                                    | MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR | Rev.: 0A       | Fecha:<br>28/AGO/2026 |
|                                                                                                                    |                                                                                                                                             | Página.: 3/16  |                       |

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 10.2. Cálculo de pérdidas por tramo.....              | 14 |
| 10.3. Verificación del Bloque Sala de Profesores..... | 14 |
| 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....               | 15 |

|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|
|  <b>GOBERNACIÓN DEL<br/>CESAR</b> | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                            | Doc. N°: 01SND |                       |
|                                                                                                                    | MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR | Rev.: 0A       | Fecha:<br>28/AGO/2026 |
|                                                                                                                    |                                                                                                                                             | Página.: 4/16  |                       |

## Tablas

Tabla 4-1. Presión de operación del sistema.

Tabla 5-1. Parámetros generales de diseño.

Tabla 5-2. Cálculo de la dotación y demanda diaria.

Tabla 6-1. Inventario de aparatos sanitarios y unidades de abasto.

Tabla 6-2. Caudal máximo probable.

Tabla 8-1. Características del equipo de presión.

Tabla 9-1. Parámetros ecuación Hazen-Williams.

Tabla 10-1. Ruta crítica — batería sanitaria del Bloque Nuevo.

Tabla 10-2. Verificación del Bloque Sala de Profesores.

|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|
|  <b>GOBERNACIÓN DEL<br/>CESAR</b> | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                            | Doc. N°: 01SND |                       |
|                                                                                                                    | MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR | Rev.: 0A       | Fecha:<br>28/AGO/2026 |
|                                                                                                                    |                                                                                                                                             | Página.: 5/16  |                       |

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde a la memoria de cálculo hidráulico del sistema de suministro y distribución de agua proyectado para la Institución Educativa Manuel Rodríguez Torices, ubicada en el municipio de San Diego, departamento del Cesar, en el marco del proyecto “Mejoramiento de la Infraestructura Educativa en Distintos Municipios del Departamento del Cesar”.

La intervención hidrosanitaria comprende dos zonas nuevas dentro del predio de la institución: el Bloque Nuevo, conformado por dos aulas y la batería sanitaria principal (baño de niños, baño de niñas, baño PMR, cuarto de aseo y bebederos), y el Bloque Sala de Profesores, que incluye sala de trabajo docente, cocineta, baños y cuarto de aseo.

La memoria tiene como finalidad sustentar técnicamente el diseño del sistema hidráulico interior destinado al abastecimiento de los aparatos sanitarios de la institución educativa, verificando que las condiciones de caudal, presión, velocidades y pérdidas de carga cumplen con los criterios establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 1500:2023 y en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B.

El esquema de abastecimiento adoptado corresponde a un sistema presurizado: el agua se deriva de la acometida existente de la institución hacia el tanque de almacenamiento localizado en la zona suroriental del predio, contiguo a la cancha, desde donde un equipo de presión (bomba centrífuga con tanque hidroacumulador), instalado en el cuarto de bombas proyectado de 2,00 m × 2,50 m, presuriza la red de distribución en tubería PVC Presión RDE 9 que alimenta las dos zonas del proyecto.

La presente memoria desarrolla los criterios de diseño, los parámetros adoptados, el cálculo de la demanda, la determinación del caudal probable mediante el Método de Hunter, la selección del equipo de presión, el análisis hidráulico de la red de distribución, la evaluación de las pérdidas de carga mediante la ecuación de Hazen-Williams y la verificación de la presión residual disponible en el aparato hidráulicamente más desfavorable.

## 2. OBJETO

El objeto de la presente memoria es desarrollar el diseño hidráulico del sistema de suministro y distribución de agua de la Institución Educativa Manuel Rodríguez Torices, verificando que la infraestructura proyectada garantiza el suministro de agua requerido por los aparatos sanitarios mediante un sistema de distribución presurizado por equipo hidroneumático.

El documento tiene como propósito demostrar que los diámetros de tubería, el almacenamiento proyectado, el equipo de presión y la red de distribución satisfacen las condiciones de funcionamiento exigidas por la NTC 1500:2023 y el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, garantizando condiciones adecuadas de presión, velocidad y continuidad del servicio.

## 3. NORMATIVIDAD DE REFERENCIA

|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |  |                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------|-----------------------|
|  <b>GOBERNACIÓN DEL<br/>CESAR</b> | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                            |  | Doc. N°: 01SND |                       |
|                                                                                                                    | MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR |  | Rev.: 0A       | Fecha:<br>28/AGO/2026 |
|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |  | Página.: 6/16  |                       |

El diseño se fundamenta en los siguientes documentos normativos:

- NTC 1500:2023 — Código Colombiano de Fontanería. Unidades de abasto (UA), caudales de diseño por el Método de Hunter, velocidades admisibles y diámetros de tuberías.
- RAS 2000, Título B — Sistemas de recolección, evacuación y distribución. Dotaciones según uso (Tablas B.2.3 a B.2.10).
- Resolución 0330 de 2017 — Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.
- PAVCO — Catálogo de tuberías PVC-P (RDE 9) para instalaciones a presión. Coeficiente de Hazen-Williams  $C = 150$ .
- Ecuación de Hazen – Williams.
- Método de Hunter.

## 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

### 4.1. Esquema general

El sistema se estructura de la siguiente manera:

- Fuente: acometida existente de la institución educativa, derivada de la línea de acueducto municipal que discurre por la vía del costado norte del predio (plano HID-101).
- Conexión a acometida existente en la zona suroriental del predio, contigua a los tanques existentes (TANQUE y TANQUE ELEVADO).
- Almacenamiento: tanque de almacenamiento superficial con capacidad útil de 5.000 L, contiguo al cuarto de bombas.
- Equipo de presión: bomba centrífuga con tanque hidroacumulador (sistema hidroneumático), instalado en el cuarto de bombas proyectado de 2,00 m × 2,50 m.
- Zona 1: batería sanitaria y aulas del Bloque Nuevo (costado oriental del predio).
- Zona 2: baños, cocineta y aseo del Bloque Sala de Profesores (costado occidental del predio).
- Distribución: red de tuberías PVC Presión RDE 9 en diámetros de 1-1/2", 1", 3/4" y 1/2", operando por presión suministrada por el equipo hidroneumático.

### 4.2. Presión de operación del sistema

El equipo hidroneumático opera dentro de una banda de presiones controlada por presostato. La condición crítica de verificación corresponde a la presión mínima de operación (presión de arranque de la bomba), condición en la cual la red debe garantizar la presión residual mínima en el aparato más desfavorable.

|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|
|  <b>GOBERNACIÓN DEL<br/>CESAR</b> | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                            | Doc. N°: 01SND |                       |
|                                                                                                                    | MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR | Rev.: 0A       | Fecha:<br>28/AGO/2026 |
|                                                                                                                    |                                                                                                                                             | Página.: 7/16  |                       |

| Parámetro                                  | Valor      | Unidad    |
|--------------------------------------------|------------|-----------|
| Presión de arranque (mínima de operación)  | 30 (21,10) | psi (mca) |
| Presión de parada (máxima de operación)    | 50 (35,20) | psi (mca) |
| Presión de precarga del hidroacumulador    | 28         | psi       |
| Presión residual mínima exigida en aparato | 10 (7,03)  | psi (mca) |

**Tabla 4-1. Presión de operación del sistema.**

### 4.3. Balance de energía

Durante el recorrido del agua por la red se presentan pérdidas de energía ocasionadas por la fricción entre el flujo y las paredes internas de la tubería, así como pérdidas localizadas originadas por accesorios tales como codos, tees, válvulas y reducciones.

La presión disponible en cualquier punto de la red se obtiene descontando estas pérdidas de la presión mínima de operación del equipo, conforme a la ecuación general del balance de energía:

$$H_f = H_i - \Sigma h_f$$

donde:

- $H_i$ : presión disponible al inicio del tramo (mca).
- $H_f$ : presión disponible al final del tramo (mca).
- $h_f$ : pérdidas de carga acumuladas por fricción y accesorios (m).

Este procedimiento permite verificar la presión residual disponible en cada punto de la red y comprobar que el aparato hidráulicamente más desfavorable mantiene condiciones adecuadas de funcionamiento.

## 5. PARÁMETROS DE DISEÑO

### 5.1. Consideraciones generales

El diseño hidráulico del sistema de suministro de agua se desarrolló considerando las condiciones reales de operación de la institución educativa, las características del sistema de abastecimiento existente y los lineamientos establecidos en la NTC 1500:2023 y el RAS – Título B.

Los parámetros adoptados para el diseño se presentan en la siguiente tabla:

| Parámetro                 | Valor                        |
|---------------------------|------------------------------|
| Sistema de abastecimiento | Presurizado (hidroneumático) |

|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|
|  <b>GOBERNACIÓN DEL<br/>CESAR</b> | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                            | Doc. N°: 01SND |                       |
|                                                                                                                    | MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR | Rev.: 0A       | Fecha:<br>28/AGO/2026 |
|                                                                                                                    |                                                                                                                                             | Página.: 8/16  |                       |

| Parámetro                   | Valor                      |
|-----------------------------|----------------------------|
| Fuente de agua              | Acometida existente        |
| Tipo de agua                | Potable                    |
| Material de tubería         | PVC Presión RDE 9          |
| Coefficiente Hazen-Williams | 150                        |
| Almacenamiento              | Tanque superficial 5.000 L |
| Equipo de presión           | Bomba + hidroacumulador    |
| Método de cálculo           | Hunter                     |
| Método de pérdidas          | Hazen-Williams             |

**Tabla 5-1. Parámetros generales de diseño**

## 5.2. Parámetros de dotación (RAS 2000, Tabla B.2.8)

Por tratarse de un establecimiento de educación, la dotación se toma de la Tabla B.2.8 del RAS 2000, correspondiente al uso escolar. El nivel de complejidad es Medio alto y el clima es Cálido.

De acuerdo con la clasificación del proyecto, la institución corresponde a una edificación destinada a educación básica y media, para la cual se adopta una dotación de:

$$D = 20 \text{ L} / (\text{Alumno} \cdot \text{Jornada})$$

La población de diseño corresponde a los usuarios servidos por la infraestructura proyectada. La batería sanitaria del Bloque Nuevo constituye la batería principal de estudiantes de la institución; conforme a las relaciones de la NTC 4595 (un aparato sanitario por cada 25 estudiantes) y a los nueve (9) sanitarios de uso estudiantil proyectados, se adopta:

$$N = 240 \text{ usuarios (225 estudiantes + 15 docentes y administrativos)}$$

Por tanto, el consumo diario es:

$$V_d = N \times D = 240 \times 20 = 4.800 \text{ L/día} = 4,80 \text{ m}^3/\text{día}$$

| Parámetro               | Valor   | Unidad           | Referencia          |
|-------------------------|---------|------------------|---------------------|
| Tipo de uso             | Escolar | —                | Datos del proyecto  |
| Tabla RAS aplicada      | B.2.8   | —                | RAS 2000 Título B   |
| Dotación unitaria       | 20      | l/alumno/jornada | Tabla B.2.8         |
| Población de diseño (N) | 240     | und              | Proyecto / NTC 4595 |

|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|
|  <b>GOBERNACIÓN DEL<br/>CESAR</b> | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                            | Doc. N°: 01SND |                       |
|                                                                                                                    | MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR | Rev.: 0A       | Fecha:<br>28/AGO/2026 |
|                                                                                                                    |                                                                                                                                             | Página.: 9/16  |                       |

| Parámetro                 | Valor | Unidad     | Referencia        |
|---------------------------|-------|------------|-------------------|
| Consumo diario total (Vd) | 4.800 | litros/día | Vd = N × dotación |
| Consumo diario total (Vd) | 4,80  | m³/día     | —                 |

Tabla 5-2. Cálculo de la dotación y demanda diaria.

### 5.3. Volumen de almacenamiento

El proyecto dispone de un tanque de almacenamiento superficial contiguo al cuarto de bombas, con capacidad útil de 5.000 litros. El porcentaje de almacenamiento respecto a la demanda diaria es:

$$\%V = (5.000 / 4.800) \times 100 = 104,2 \%$$

La capacidad instalada supera el consumo diario total, lo que garantiza autonomía superior a 24 horas y reserva adicional ante cortes del suministro. El tanque se encuentra además alimentado permanentemente desde la acometida existente, por lo que opera como almacenamiento regulador, asegurando la continuidad del servicio en condiciones normales y ante eventuales interrupciones de la red.

## 6. UNIDADES DE ABASTO — MÉTODO DE HUNTER

### 6.1. Inventario de aparatos (NTC 1500:2023, Tabla 1A — Tipo Tanque)

El caudal máximo probable de la instalación no corresponde a la suma de los caudales máximos individuales de todos los aparatos sanitarios, debido a que resulta estadísticamente improbable que todos operen simultáneamente.

Con el fin de representar este comportamiento se empleó el Método de Hunter, adoptado por la NTC 1500:2023 para el dimensionamiento de redes interiores de distribución. Este método asigna a cada aparato sanitario un número de Unidades de Abasto (UA), las cuales representan la probabilidad de utilización simultánea.

Con base en los planos hidrosanitarios del proyecto (HID-101 a HID-105) se identificó el siguiente inventario:

| Aparato sanitario  | UA unit. (tanque) | Cantidad | Total UA |
|--------------------|-------------------|----------|----------|
| Ducha              | 2                 | 0        | 0        |
| Inodoro Fluxómetro | 6                 | 0        | 0        |
| Lavamanos          | 1                 | 7        | 7        |
| Orinal             | 2                 | 2        | 4        |
| Inodoro Tanque     | 3                 | 12       | 36       |
| Lavaplatos         | 2                 | 1        | 2        |

|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|
|  <b>GOBERNACIÓN DEL<br/>CESAR</b> | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                            | Doc. N°: 01SND |                       |
|                                                                                                                    | MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR | Rev.: 0A       | Fecha:<br>28/AGO/2026 |
|                                                                                                                    |                                                                                                                                             | Página.: 10/16 |                       |

| Aparato sanitario                    | UA unit. (tanque) | Cantidad  | Total UA  |
|--------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|
| Poceta / Lavadero de Aseo            | 2                 | 2         | 4         |
| Bebedero                             | 1                 | 3         | 3         |
| <b>TOTAL UNIDADES DE ABASTO (UA)</b> | —                 | <b>27</b> | <b>56</b> |

Tabla 6-1. Inventario de aparatos sanitarios y unidades de abasto.

## 6.2. Caudal de diseño por interpolación Hunter

A partir de las 56 Unidades de Abasto y empleando la curva de Hunter para aparatos alimentados mediante tanque se obtiene:

$$Q_H = 1,956 \text{ L/s} = 7,041 \text{ m}^3/\text{h} = 31,0 \text{ GPM}$$

Este caudal constituye el caudal de diseño para el dimensionamiento del tramo principal de la red y para la selección del equipo de presión.

| Parámetro                   | Valor  | Unidad            |
|-----------------------------|--------|-------------------|
| Total UA del proyecto       | 56     | UA                |
| Tipo de sanitario           | Tanque | —                 |
| Caudal de diseño (Q_Hunter) | 1,956  | L/s               |
| Caudal de diseño (Q_Hunter) | 7,041  | m <sup>3</sup> /h |
| Caudal de diseño (Q_Hunter) | 31,0   | GPM               |

Tabla 6-2. Caudal máximo probable.

## 7. LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA

### 7.1. Generalidades

El abastecimiento de agua de la Institución Educativa Manuel Rodríguez Torices se realiza a partir de la acometida existente del predio, derivada de la línea de acueducto municipal que discurre por la vía colindante. El proyecto contempla la conexión a la acometida existente en la zona suroriental del predio, donde se localizan el tanque de almacenamiento y el cuarto de bombas (plano HID-101).

Desde el cuarto de bombas parte la línea principal de distribución en tubería PVC Presión RDE 9 de 1-1/2", la cual alimenta la batería sanitaria del Bloque Nuevo y la conducción hacia el Bloque Sala de Profesores en el costado occidental del predio.

### 7.2. Configuración de la alimentación

|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|
|  <b>GOBERNACIÓN DEL<br/>CESAR</b> | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                            | Doc. N°: 01SND |                       |
|                                                                                                                    | MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR | Rev.: 0A       | Fecha:<br>28/AGO/2026 |
|                                                                                                                    |                                                                                                                                             | Página.: 11/16 |                       |

La red de distribución abastece dos zonas independientes:

- Zona No. 1: batería sanitaria del Bloque Nuevo (baño de niños, baño de niñas, baño PMR, cuarto de aseo y bebederos), correspondiente al sector de mayor demanda del proyecto (49 UA).
- Zona No. 2: baños, cocineta y cuarto de aseo del Bloque Sala de Profesores (13 UA), alimentados mediante la conducción que atraviesa el predio en sentido oriente–occidente.

La sectorización de la red permite disminuir las longitudes efectivas de distribución, reducir las pérdidas de carga y facilitar las labores de operación y mantenimiento.

### 7.3. Criterio de diseño hidráulico

Para el análisis hidráulico de la red interior se tomó como condición de diseño la Zona No. 1, correspondiente a la batería sanitaria del Bloque Nuevo, debido a que representa el sector con mayor demanda de agua del proyecto. Adicionalmente se verificó la Zona No. 2, por corresponder al recorrido de mayor longitud desde el equipo de presión.

La selección de estos escenarios garantiza que, si la presión residual es suficiente en ambas condiciones, la totalidad de la red dispondrá de condiciones hidráulicas iguales o más favorables.

## 8. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y EQUIPO DE PRESIÓN

### 8.1. Configuración

El sistema de presurización está conformado por una bomba centrífuga acoplada a un tanque hidroacumulador con membrana, instalados en el cuarto de bombas proyectado de 2,00 m × 2,50 m, contiguo al tanque de almacenamiento (planos HID-101, HID-103 y HID-105).

El equipo toma el agua del tanque de almacenamiento y la entrega a la red interior dentro de la banda de presiones de operación definida por el presostato. El tanque hidroacumulador amortigua los arranques de la bomba, reduce el número de ciclos y mantiene la presión de la red durante demandas menores.

### 8.2. Características del equipo de presión

El equipo se seleccionó para el caudal máximo probable del proyecto y la carga dinámica total requerida en la condición de presión máxima de operación:

| Parámetro                               | Valor     | Unidad    |
|-----------------------------------------|-----------|-----------|
| Caudal de diseño (Q <sub>Hunter</sub> ) | 1,96 (31) | L/s (GPM) |
| Carga dinámica total (TDH)              | 35,0      | mca       |

|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|
|  <b>GOBERNACIÓN DEL<br/>CESAR</b> | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                            | Doc. N°: 01SND |                       |
|                                                                                                                    | MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR | Rev.: 0A       | Fecha:<br>28/AGO/2026 |
|                                                                                                                    |                                                                                                                                             | Página.: 12/16 |                       |

| Parámetro                        | Valor                               | Unidad |
|----------------------------------|-------------------------------------|--------|
| Potencia nominal estimada        | 2,0                                 | HP     |
| Tanque hidroacumulador (volumen) | 100                                 | L      |
| Precarga del hidroacumulador     | 28                                  | psi    |
| Banda de operación (presostato)  | 30 – 50                             | psi    |
| Alimentación                     | Tanque de almacenamiento<br>5.000 L | —      |

**Tabla 8-1. Características del equipo de presión.**

La potencia se estimó mediante la expresión  $P = \gamma \cdot Q \cdot TDH / (\eta \cdot 746)$ , con eficiencia global del conjunto motor-bomba de 60 %, obteniéndose 1,5 HP; se adopta comercialmente un equipo de 2,0 HP. Las características definitivas del equipo deberán corresponder a la curva certificada del fabricante, garantizando el punto de operación indicado.

### 8.3. Condición hidráulica de diseño

La condición crítica de verificación de la red corresponde a la presión mínima de operación del equipo (presión de arranque), equivalente a:

$$H_0 = 30 \text{ psi} = 21,10 \text{ mca}$$

A partir de esta presión se descuentan las pérdidas de carga acumuladas de la ruta crítica, verificando que la presión residual en el aparato hidráulicamente más desfavorable sea igual o superior a la mínima exigida por la NTC 1500 (7,03 mca  $\approx$  10 psi).

## 9. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

### 9.1. Hipótesis de cálculo

Para el desarrollo de la memoria se adoptan las siguientes consideraciones:

- Flujo permanente.
- Agua a temperatura ambiente.
- Tuberías de PVC Presión RDE 9.
- Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams:  $C = 150$ .
- Tuberías completamente llenas.
- Flujo a presión.
- Longitudes equivalentes de accesorios incluidas dentro de la longitud total de cálculo.

|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |  |                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------|-----------------------|
|  <b>GOBERNACIÓN DEL<br/>CESAR</b> | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                            |  | Doc. N°: 01SND |                       |
|                                                                                                                    | MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR |  | Rev.: 0A       | Fecha:<br>28/AGO/2026 |
|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |  | Página.: 13/16 |                       |

- Presión inicial igual a la presión mínima de operación del equipo hidroneumático (21,10 mca).

## 9.2. Ecuación de Hazen-Williams

Las pérdidas continuas por fricción fueron determinadas mediante la ecuación de Hazen-Williams para flujo permanente en tuberías a presión.

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

| Parámetro         | Descripción                 | Unidad            |
|-------------------|-----------------------------|-------------------|
| (h <sub>f</sub> ) | Pérdida de carga            | m                 |
| (L)               | Longitud total              | m                 |
| (Q)               | Caudal                      | m <sup>3</sup> /s |
| (C)               | Coefficiente Hazen-Williams | —                 |
| (D)               | Diámetro interno            | m                 |

Tabla 9-1. Parámetros ecuación Hazen-Williams

Las pérdidas localizadas ocasionadas por accesorios fueron incorporadas mediante el método de longitudes equivalentes, por lo que cada tramo fue analizado utilizando la longitud hidráulica total.

## 9.3. Velocidad del flujo

La velocidad máxima de diseño debe ser de 2,00 m/s para tubería de diámetro inferior a 75 mm; para diámetros de 75 mm o mayores, la velocidad máxima debe ser de 2,50 m/s. La velocidad media del agua en cada tramo se determinó mediante la ecuación de continuidad:

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

Esta verificación permite garantizar que las velocidades obtenidas sean compatibles con una operación adecuada de la red, evitando velocidades excesivas que incrementen las pérdidas de carga o velocidades demasiado bajas que favorezcan la sedimentación.

## 10. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RUTA CRÍTICA

### 10.1. Definición de la ruta crítica

La ruta crítica corresponde al recorrido hidráulico comprendido entre el equipo de presión y el aparato sanitario más desfavorable de la batería sanitaria del Bloque Nuevo, sector que concentra la mayor demanda del proyecto (49 UA de las 56 UA totales).

|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |  |                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------|-----------------------|
|  <b>GOBERNACIÓN DEL<br/>CESAR</b> | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                            |  | Doc. N°: 01SND |                       |
|                                                                                                                    | MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR |  | Rev.: 0A       | Fecha:<br>28/AGO/2026 |
|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |  | Página.: 14/16 |                       |

En consecuencia, si la presión residual resulta suficiente en esta condición, se considera que el resto de la red operará bajo condiciones iguales o más favorables.

## 10.2. Cálculo de pérdidas por tramo

Las pérdidas de carga fueron determinadas para cada tramo considerando el caudal acumulado obtenido mediante el Método de Hunter y la longitud total equivalente de la tubería.

| Tramo                      | UA | Q (L/s) | Ø      | L Total (m) | V (m/s) | hf (m) | Presión inicial (mca) | Presión residual (mca) |
|----------------------------|----|---------|--------|-------------|---------|--------|-----------------------|------------------------|
| Equipo de presión → Nodo 2 | 56 | 1,956   | 1 1/2" | 12,00       | 1,99    | 1,345  | 21,100                | 19,755                 |
| Nodo 2 → Nodo 3            | 49 | 1,767   | 1 1/2" | 8,50        | 1,79    | 0,789  | 19,755                | 18,967                 |
| Nodo 3 → Nodo 4            | 17 | 0,789   | 1"     | 6,50        | 1,80    | 0,976  | 18,967                | 17,991                 |
| Nodo 4 → Nodo 5            | 9  | 0,473   | 1"     | 6,00        | 1,08    | 0,350  | 17,991                | 17,641                 |
| Nodo 5 → Nodo 6            | 6  | 0,315   | 3/4"   | 4,50        | 1,24    | 0,463  | 17,641                | 17,177                 |
| Nodo 6 → Sanitario         | 3  | 0,189   | 1/2"   | 2,50        | 1,34    | 0,421  | 17,177                | 16,757                 |

Tabla 10-1. Ruta crítica — batería sanitaria del Bloque Nuevo.

La tabla anterior evidencia que la presión disponible disminuye progresivamente a medida que el agua circula por la red, como consecuencia de las pérdidas de energía ocasionadas por la fricción en las tuberías y por los accesorios incorporados en cada tramo.

La presión mínima de operación del equipo corresponde a **21,10 mca**. Después de descontar las pérdidas acumuladas de la ruta crítica, la presión residual obtenida en el aparato hidráulicamente más desfavorable es de **16,76 mca**, equivalente a **23,83 psi**, valor superior a la presión mínima exigida por la NTC 1500 (7,03 mca ≈ 10 psi).

## 10.3. Verificación del Bloque Sala de Profesores

Adicionalmente se verificó el recorrido de mayor longitud del proyecto, correspondiente a la conducción que alimenta el Bloque Sala de Profesores en el costado occidental del predio:

| Tramo                                           | UA | Q (L/s) | Ø      | L Total (m) | V (m/s) | hf (m) | Presión residual (mca) |
|-------------------------------------------------|----|---------|--------|-------------|---------|--------|------------------------|
| Equipo → Bloque Sala de Profesores (conducción) | 13 | 0,631   | 1 1/2" | 165,0       | 0,64    | 2,274  | 18,826                 |
| Derivación interna del bloque                   | 7  | 0,379   | 3/4"   | 30,0        | 1,49    | 4,329  | 14,497                 |

|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |  |                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------|-----------------------|
|  <b>GOBERNACIÓN DEL<br/>CESAR</b> | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                            |  | Doc. N°: 01SND |                       |
|                                                                                                                    | MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR |  | Rev.: 0A       | Fecha:<br>28/AGO/2026 |
|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |  | Página.: 15/16 |                       |

| Tramo           | UA | Q (L/s) | Ø    | L Total (m) | V (m/s) | hf (m) | Presión residual (mca) |
|-----------------|----|---------|------|-------------|---------|--------|------------------------|
| Ramal a aparato | 3  | 0,189   | 1/2" | 2,5         | 1,34    | 0,421  | 14,076                 |

**Tabla 10-2. Verificación del Bloque Sala de Profesores.**

La presión residual obtenida en el aparato más desfavorable del Bloque Sala de Profesores es de **14,08 mca**, superior a la mínima exigida, por lo que la totalidad de la red opera dentro de los límites establecidos por la normativa.

## 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con base en los cálculos desarrollados y en las verificaciones hidráulicas efectuadas, se concluye que el sistema de abastecimiento proyectado para la Institución Educativa Manuel Rodríguez Torices es técnicamente viable y satisface las condiciones de operación previstas para una red de distribución presurizada mediante equipo hidroneumático.
- La demanda diaria de agua fue determinada conforme a las dotaciones establecidas para edificaciones educativas, obteniéndose un consumo de diseño de 4,80 m<sup>3</sup>/día, valor que constituye la base para el dimensionamiento del sistema de almacenamiento y de la red de distribución.
- El caudal máximo probable fue calculado mediante el Método de Hunter, obteniéndose un gasto de diseño de 1,956 L/s (31 GPM) para la condición de mayor simultaneidad de consumo. Este caudal fue empleado para el dimensionamiento del tramo principal, la selección del equipo de presión y la evaluación hidráulica de la ruta crítica.
- La red de distribución fue diseñada utilizando tuberías de PVC Presión RDE 9 y analizada mediante la ecuación de Hazen-Williams, incorporando las pérdidas continuas y las pérdidas localizadas mediante el método de longitudes equivalentes.
- La ruta crítica fue evaluada considerando la batería sanitaria del Bloque Nuevo, por corresponder al sector con mayor demanda; adicionalmente se verificó la conducción al Bloque Sala de Profesores, por corresponder al recorrido de mayor longitud.
- Los resultados obtenidos muestran que la presión residual disponible en el aparato hidráulicamente más desfavorable es de aproximadamente 16,76 mca (23,8 psi), verificada para la condición de presión mínima de operación del equipo, valor que garantiza el funcionamiento de la totalidad de los aparatos abastecidos por el sistema.
- El equipo de presión seleccionado (bomba de 2,0 HP, 31 GPM a 35 mca, con hidroacumulador de 100 L y banda de operación de 30–50 psi) deberá verificarse contra la curva certificada del fabricante antes de su adquisición e instalación.

|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |  |                |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------|-----------------------|
|  <b>GOBERNACIÓN DEL<br/>CESAR</b> | MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN DISTINTOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR.                                            |  | Doc. N°: 01SND |                       |
|                                                                                                                    | MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MANUEL RODRÍGUEZ TORICES — SAN DIEGO, CESAR |  | Rev.: 0A       | Fecha:<br>28/AGO/2026 |
|                                                                                                                    |                                                                                                                                             |  | Página.: 16/16 |                       |

- Durante la construcción deberá verificarse que las cotas y localización del tanque de almacenamiento, del cuarto de bombas y de las tuberías correspondan a las consideradas en el presente diseño.
- Las tuberías deberán instalarse respetando los diámetros definidos en la presente memoria, evitando reducciones no contempladas en el diseño, puesto que estas pueden incrementar las pérdidas de carga y disminuir la presión residual disponible en los puntos de consumo.
- Antes de la puesta en funcionamiento del sistema deberá realizarse una prueba hidráulica de estanqueidad y funcionamiento, verificando que la presión disponible en los puntos más desfavorables sea consistente con los valores previstos en la presente memoria de cálculo.