# ESTACIÓN DE CLASIFICACIÓN Y APROVECHAMIENTO [ECA]

## Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente

### Informe de Memorias Técnicas
### Red de Suministro de Agua Potable

**El Carmen de Viboral - Antioquia**

**(30.11.2022)**

**TABLA DE CONTENIDO**

1 INTRODUCCIÓN ..... 3
2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO ..... 3
3 NORMAtiva APLICABLE ..... 3
4 BASES DE DISEÑO RED DE SUMINISTRO ..... 3
4.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ..... 3
4.2 METODOLOGÍA DE DISEÑO: MÉTODO DE HUNTER ..... 4
4.2.1 VELOCIDADES ..... 8
4.2.2 PRESIÓN EN LA RED ..... 8
4.2.3 DIÁMETROS DE TUBERÍA ..... 9
4.3 CÁLCULOS Y RESULTADOS ..... 9
4.3.1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO ..... 10
4.3.2 ACOMETIDA Y MEDIDOR ..... 11
4.3.3 RUTA CRÍTICA RED SUMINISTO AGUA FRÍA ..... 12
4.3.4 DISEÑO EQUIPOS DE BOMBEO ..... 12
5 BIBLIOGRAFÍA ..... 13

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1 Unidades de consumos por aparatos sanitarios. Fuente NTC 1500:2020 ..... 5
Tabla 2 Unidades de Hunter Proyecto ECA ..... 6
Tabla 3 Criterios de diseño del sistema de distribución de agua capacidad requerida en la boca de suministro de los artefactos. Fuente NTC 1500:2020 ..... 6
Tabla 4 Diámetros internos tubería en PVC ..... 9
Tabla 5 Diámetros internos tubería en Polipropileno ..... 9
Tabla 6. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida. ..... 10
Tabla 7 Volumen mínimo de almacenamiento de agua potable ..... 11

**LISTA DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 2 Cálculo de la demanda de aparatos Método Hunter ..... 7

**LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 Descripción del sistema de suministro de agua ..... 4

# 1 INTRODUCCIÓN

En este documento se puede encontrar una descripción de la metodología utilizada para realizar los cálculos, cuantificar y dimensionar las redes de suministro de las edificaciones contempladas dentro del proyecto **ESTACIÓN DE CLASIFICACIÓN Y APROVECHAMIENTO [ECA]** cumpliendo con los requerimientos de la Norma Técnica Colombiana NTC 1500 – Código Colombiano de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, y el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento (RAS 2016) los cuales establecen los parámetros para los diseños hidrosanitarios en cualquier tipo de edificación.

# 2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto está localizado en el municipio de El Carmen de Viboral, Antioquia. Actualmente el municipio cuenta con una Estación de Clasificación y Aprovechamiento [ECA] con un área aproximada de 623m$^2$ en la cual se clasifican y aprovechan los residuos inorgánicos a través de la recolección en 42 rutas urbanas y veredas cercanas. El nuevo proyecto contará con una ampliación y remodelación de la **[ECA],** ya que contará con áreas destinadas para la acumulación, clasificación, almacenamiento y aprovechamiento de residuos inorgánicos. Además, contará con áreas administrativas, grupos de baños y espacios para duchas de emergencia.

En el siguiente documento se expone la metodología utilizada para el diseño de las redes hidráulicas del proyecto:

- Diseño de la red de suministro de agua potable fría presurizada

# 3 NORMATIVA APLICABLE

- Resolución 0330 de 2017.
- Norma Técnica Colombiana NTC 1500:2020 – Código Colombiano de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2016).

# 4 BASES DE DISEÑO RED DE SUMINISTRO

El objetivo de esta red de abastecimiento es distribuir en forma adecuada y permanente el agua que se empleará para el uso de las áreas administrativas, cocinas, y grupos de baño. Adicional se realiza una derivación de la red para la limpieza de los tanques de almacenamiento y mantenimiento de zonas verdes.

## 4.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

De acuerdo con las características del proyecto se requiere un sistema de almacenamiento de agua potable y equipo de bombeo con el fin de garantizar el suministro continuo de agua para el proyecto. El sistema de suministro

consiste en una red presurizada que abastece cada una de las áreas mediante un tanque de almacenamiento, el cual se diseña para un tiempo de almacenamiento de dos días.

# DESCRIPCIÓN DE LA RED DE SUMINISTRO




Gráfico 1 Descripción del sistema de suministro de agua

## 4.2 METODOLOGÍA DE DISEÑO: MÉTODO DE HUNTER

Existen varios criterios para determinar los caudales con los cuales se va a trabajar en el dimensionamiento de las redes de suministro teniendo en cuenta el tipo de edificación y tipo de instalación. En el caso del proyecto **ESTACIÓN DE CLASIFICACIÓN Y APROVECHAMIENTO [ECA],** el método utilizado para la cuantificación, selección de los consumos y cálculo de la red de distribución es el **Método de Hunter**. Este método considera las unidades de descarga de los aparatos el cual pretende evaluar el caudal máximo probable y se basa en el concepto de que únicamente unos pocos aparatos, de todos los que están conectados al sistema, entrarán en operación simultánea en un instante dado.

El efecto de cada aparato que forma parte de un grupo numeroso de elementos similares depende de:

- Caudal del aparato, o sea el flujo que deja pasar el servicio (q).
- Frecuencia de uso: tiempo entre usos sucesivos (T).
- Duración de uso: tiempo que el agua fluye para atender la demanda del aparato (t).

El método es aplicable a grandes grupos de elementos, ya que la carga de diseño es tal que tiene cierta probabilidad de no ser excedida (aunque lo puede ser en pocas ocasiones). Según Hunter, se tiene un funcionamiento satisfactorio cuando las tuberías están proporcionadas para suministrar la carga de demanda para el número (m) del total de (n) aparatos del proyecto.

Hunter se ideó la forma de aplicar el método a sistemas con aparatos de diferente clase asignando el peso o influencia de un aparato con respecto a los demás; entonces, el número que identifica un aparato será una relación del número de válvulas de fluxómetro que producen un caudal determinado al número de aparatos de otro tipo que producen el mismo caudal.

Para conocer las unidades o valores de carga de los aparatos sanitarios se consideró la siguiente tabla:

Tabla 1 Unidades de consumos por aparatos sanitarios. Fuente NTC 1500:2020

| VALORES DE CARGA ASIGNADOS A LOS APARATOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **APARATO** | **USO** | **TIPO DE CONTROL DE SUMINISTRO** | **VALORES DECARGA, EN UNIDADES DE APARATOS DE SUMINISTRO DE AGUA (w.s.f.u*)** | | |
| | | | **Fría** | **Caliente** | **Total** |
| Grupo de baño | Privado | Sanitario de tanque | 3,7 | 1,5 | 4,3 |
| Grupo de baño | Privado | Válvula fluxómetro | 5,5 | 1,5 | 6,1 |
| Tina | Privada | Grifería | 1,0 | 1,0 | 1,4 |
| Tina | Público | Grifería | 3,0 | 3,0 | 4,0 |
| Accesorio de combinación | Privado | Grifería | 2,25 | 2,25 | 3,0 |
| Lavavajillas | Privado | Automático | - | 1,4 | 1,4 |
| Bebederos | Oficinas, etc. | Válvula 3/8 de pulgada | 0,25 | - | 0,25 |
| Lavaplatos de cocina | Privado | Grifería | 1,0 | 1,0 | 1,4 |
| Lavaplatos de cocina | Hotel, restaurante | Grifería | 3,0 | 3,0 | 4,0 |
| Fregadero bateas (1 a 3) | Privado | Grifería | 1,0 | 1,0 | 1,4 |
| Lavamanos | Privado | Grifería | 0,5 | 0,5 | 0,7 |
| Lavamanos | Público | Grifería | 1,5 | 1,5 | 2,0 |
| Poceta de aseo | Oficinas, etc. | Grifería | 2,25 | 2,25 | 3,0 |
| Ducha | Público | Válvula mezcladora | 3,0 | 3,0 | 4,0 |
| Ducha | Privado | Válvula mezcladora | 1,0 | 1,0 | 1,4 |
| Orinal | Público | 0,5 Lpf a 1 Lpf | 1,0 | - | 1,0 |
| Orinal | Público | 1,1 Lpf a 2,0 Lpf | 2,0 | - | 2,0 |
| Orinal | Público | Tanque de descarga > 2,0 Lpf | 3,0 | - | 3,0 |
| Máquina automática de lavar ropa (8 lb) | Privado | Automático | 1,0 | 1,0 | 1,4 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Máquina automática de lavar ropa (8 lb) | Público | Automático | 2,25 | 2,25 | 3,0 |
| Máquina automática de lavar ropa (15 lb) | Público | Automático | 3,0 | 3,0 | 4,0 |
| Inodoro | Privado | Válvula fluxómetro | 4,0 | - | 4,0 |
| Inodoro | Privado | Tanque de descarga | 2,2 | - | 2,2 |
| Inodoro | Público | Válvula fluxómetro | 6,0 | - | 6,0 |
| Inodoro | Público | Tanque de descarga | 5,0 | - | 5,0 |
| Inodoro | Público o privado | Tanque fluxómetro | 2,0 | - | 2,0 |

***w.s.f.u: Water supply fixture units**

Para el proyecto, las unidades asignadas a cada aparato se muestran en la siguiente tabla

Tabla 2 Unidades de Hunter Proyecto ECA

| APARATO SANITARIO | CANTIDAD | UNIDADES DE HUNTER | TOTAL UNIDADES |
|---|---|---|---|
| SANITARIO TANQUE | 13 | 5 | 65 |
| LAVAMANOS | 12 | 1.5 | 18 |
| ORINALES | 1 | 3 | 3 |
| LAVAPLATOS | 2 | 3 | 6 |
| LLAVE | 1 | 1 | 1 |
| | TOTAL HUNTER | | 93 |

Los caudales y presiones mínimas requeridos para cada aparato se tomaron de referencia en la norma NTC 1500:2020 (cuarta actualización) (Ver Tabla *3*).

Tabla 3 Criterios de diseño del sistema de distribución de agua capacidad requerida en la boca de suministro de los artefactos. Fuente NTC 1500:2020

| CRITERIOS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CAPACIDAD REQUERIDA EN EL TUBO DE SALIDA PARA ELSUMINISTRO AL APARATO | | |
|---|---|---|
| **Tipo de Aparato Hidrosanitario** | **Caudal l/min (gpm)** | **Presión de Flujo KPa (psi)** |
| Bañera, válvula mezcladora balance de presión, termostática o de combinación balance de presión termostática | 15 (4) | 138 (20) |
| Bidé, válvula de mezclado termostática | 8 (2) | 138 (20) |
| Accesorio de combinación | 15 (4) | 55 (8) |
| Lavavajillas doméstico | 10 (2,75) | 55 (8) |

| | | |
|---|---|---|
| Bebedero | 3 (0,75) | 55 (8) |
| Lavadero | 15 (4) | 55 (8) |
| Lavamanos privado | 3 (0,8) | 55 (8) |
| Lavamanos privado, válvula mezcladora | 3 (0,8) | 55 (8) |
| Lavamanos público | 1,5 (0,4) | 55 (8) |
| Ducha | 9,5 (2,5) | 55 (8) |
| Ducha con válvula de mezclado de presión balanceada, termostática o combinada de presión balanceada/termostática | 9,5 (2,5) | 138 (20) |
| Grifería de manguera | 19 (5) | 55 (8) |
| Poceta residencial | 6,6 (1,75) | 55 (8) |
| Poceta de servicio | 11 (3) | 55 (8) |
| Orinal de válvula | 45 (12) | 172 (25) |
| Inodoro de desboque o arrastre con válvula fluxómetro | 95 (25) | 310 (45) |
| Inodoro, tanque fluxómetro | 6 (1,6) | 138 (20) |
| Inodoro, sifónico, válvula de fluxómetro | 95 (25) | 241 (35) |
| Inodoro, tanque cierre acoplado | 11 (3) | 138 (20) |
| Inodoro, tanque una pieza | 23 (6) | 138 (20) |

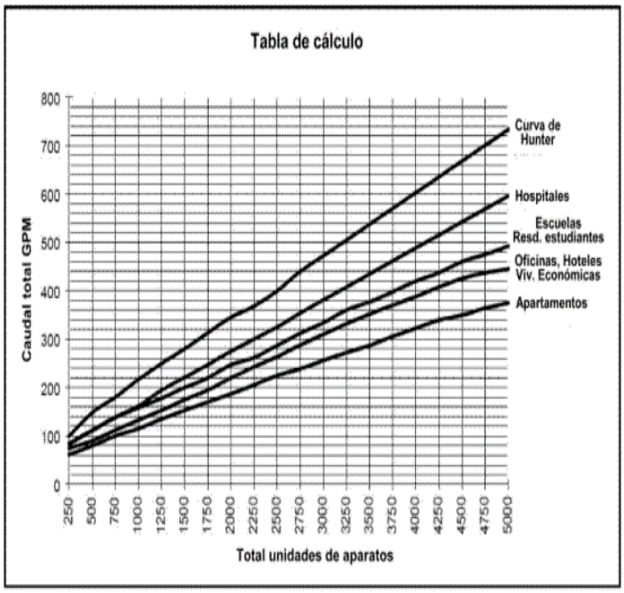



Ilustración 1 Cálculo de la demanda de aparatos Método Hunter

Para el cálculo de las pérdidas por fricción en las tuberías de suministro, se utiliza la fórmula de “Hazen – Williams”.

$$h = \left| \frac{Q}{280 \times C \times \phi^{2,63}} \right|^{1,85}$$

Dónde:

J: Pérdidas por fricción: m/m

Q: Caudal transportado: Lts/seg
φ: Diámetro Nominal: m
C: Coeficiente de rugosidad: (adim)
C: Hierro Galvanizado= 100
C: PVC= 150

Para el cálculo de presión en los extremos, se utiliza la ecuación de Bernoulli:

$$Z1 + \frac{P1}{\gamma} + \frac{V1^2}{2g} = Z2 + \frac{P2}{\gamma} + \frac{V2^2}{2g} + h$$

Dónde:

$$hf = (1-2) = h * L(1-2)$$

L (1-2): Longitud tubería + Longitud equivalente por accesorios
γ : Peso Específico del agua

### 4.2.1 VELOCIDADES

La velocidad de un fluido se determina en función del material con el que están construidas las tuberías y la sección de éstas. De este modo se pueden establecer velocidades mínimas que garantizan el arrastre de partículas o sedimentos de 0.06 m/s y velocidades máximas que evitan ruidos, erosión en la tubería y golpe de ariete para diámetros inferiores a 65mm (2 ½") de 2.0 m/s y para diámetros mayores o iguales de 2.5m/s.

La velocidad se obtiene de la fórmula de continuidad:

$$Q = V \times A$$

Dónde:
Q: Caudal asociado al artefacto o un ramal
A: Área interna de la tubería
V: Velocidad de flujo

### 4.2.2 PRESIÓN EN LA RED

Las presiones mínimas en los aparatos están dadas por la Tabla 3. La presión de agua en la red de distribución no debe exceder los 450 KPa (65 PSI), en caso tal que se superen estos valores se deben instalar dispositivos reductores de presión y donde sea necesaria una mayor presión de servicio se debe disponer de dispositivos reforzadores de presión para el caso específico.

NOTA: la tubería para la red de suministro de agua fría interna será de **PVC-P.** La tubería para la red de suministro de agua fría externa será de **POLIPROPILENO.**

### 4.2.3 DIÁMETROS DE TUBERÍA

Teniendo en cuenta la selección de material, las tuberías tendrán los siguientes diámetros y trabajarán bajo las condiciones de presión especificadas:

Tabla 4 Diámetros internos tubería en PVC

| PVC | | | |
|---|---|---|---|
| **Diámetro Nominal (Pulgadas)** | **Diámetro Nominal (mm)** | **Diámetro interno (mm)** | **Presión de trabajo a 23°C (PSI)** |
| 1/2 | 21 | 16.60 | 500 |
| 3/4 | 26 | 21.81 | 400 |
| 1 | 33 | 30.20 | 200 |
| 1 1/4 | 42 | 38.14 | 200 |
| 1 1/2 | 48 | 43.68 | 200 |
| 2 | 60 | 54.58 | 200 |
| 2 1/2 | 73 | 66.07 | 200 |
| 3 | 88 | 80.42 | 200 |
| 4 | 114 | 103.42 | 200 |
| 6 | 168 | 152.22 | 200 |

Tabla 5 Diámetros internos tubería en Polipropileno

| POLIPROPILENO | | | |
|---|---|---|---|
| **Diámetro Nominal (Pulgadas)** | **Diámetro Nominal (mm)** | **Diámetro interno (mm)** | **Presión nominal PN** |
| 1/2 | 20 | 14,4 | PN16 |
| 3/4 | 25 | 18 | PN16 |
| 1 | 132 | 26,2 | PN10 |
| 1 1/4 | 40 | 32,6 | PN10 |
| 1 1/2 | 50 | 40,8 | PN10 |
| 2 | 63 | 51,4 | PN10 |
| 2 1/2 | 75 | 61,4 | PN10 |
| 3 | 90 | 73,6 | PN10 |
| 4 | 110 | 90 | PN10 |
| 6 | 125 | 102,2 | PN10 |
| 8 | 160 | 130,80 | PN10 |
| 10 | 200 | 204,60 | PN10 |

## 4.3 CÁLCULOS Y RESULTADOS

### 4.3.1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

El diseño de los tanques de almacenamiento considera una población de diseño de 30Hab y una dotación neta de 120L/s según la altura sobre el nivel del mar. El valor de la dotación se determinó mediante la Tabla 6 la cual relaciona la altura promedio sobre el nivel del mar y la dotación correspondiente.

| ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA | DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA) |
|---|---|
| >2000 m.s.n.m | 120 |
| 1000 – 2000 m.s.n.m | 130 |
| <1000 m.s.n.m | 140 |

Tabla 6. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida.

Para el cálculo del caudal se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q = P_{diseño} * Dotación$$

Dónde:
*Q: Caudal: L/día*
*$P_{diseño}$: Población de diseño: 30hab*
*Dotación: 120L/hab*día*

| CONSUMO | | |
|---|---|---|
| Población de diseño | 30 | Hab |
| Dotación | 120 | lts/hab/dia |
| Consumo diario | 3600 | lts/día |

El tiempo de reserva definido para los tanques es de dos días, y el volumen se calcula con la siguiente ecuación:

$$V = Q * t$$

Dónde:
*V: Volumen del tanque: L*
*Q: Caudal: L/día*
*t: tiempo de reserva: día*

| ALMACENAMIENTO | | |
|---|---|---|
| Días de almacenamiento | 2 | Dia |
| Volumen recomendado | 7200 | lts |

| | | |
|---|---|---|
| Volumen recomendado ($m^3$) | 7.2 | $m^3$ |

La estimación del tiempo de llenado de los dos tanques es de 8horas cada uno, y el caudal de llenado se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{ll} = \frac{V}{t_{ll}}$$

Dónde:
*$Q_{ll}$: Caudal de llenado: L/s*
*V: Volumen del tanque: L*
*$t_{ll}$: tiempo de llenado: s*

| **LLENADO DE TANQUE** | | |
|---|---|---|
| Tiempo de llenado | 8 | Horas |
| Caudal de llenado | 0.250 | lts/segundo |
| Caudal de llenado | 0.000250 | $m^3$/segundo |

Con el objetivo de garantizar el suministro continuo de agua potable, se proyecta implementar 2 tanques de almacenamiento, ya que en caso de mantenimiento o limpieza al menos uno de ellos pueda operar sin suspender el servicio.
Teniendo en cuenta lo anterior, el volumen de almacenamiento requerido para garantizar el abastecimiento continúo del proyecto durante **2 días** es el presentado en la siguiente tabla.

| **TANQUE CIRCULAR** | | |
|---|---|---|
| Número de tanques | 2 | un |
| Diámetro | 1.5 | m |
| Radio | 0.75 | m |
| Altura útil | 2.0 | m |
| Altura borde libre | 0.2 | m |
| Altura total | 2.2 | m |
| Volumen útil | 3.60 | $m^3$ |
| Volumen total | 4.0 | $m^3$ |

Tabla 7 Volumen mínimo de almacenamiento de agua potable

### 4.3.2 ACOMETIDA Y MEDIDOR

### 4.3.3 RUTA CRÍTICA RED SUMINISTO AGUA FRÍA

### 4.3.4 DISEÑO EQUIPOS DE BOMBEO

Para el cálculo de la potencia del equipo de bombeo, es necesario determinar la altura dinámica total (HDT) la cual se obtiene a partir de la sumatoria de la altura de impulsión más la altura de la succión.

- Altura de impulsión: Es la diferencia entre el ingreso de agua al tanque y el eje de descarga de la bomba, más las pérdidas de carga por fricción y locales.
- Altura de succión: Es la diferencia de los niveles entre el eje de la bomba y el nivel mínimo de agua en el tanque, más las pérdidas de carga por fricción y locales del tramo.

Las pérdidas por fricción y las pérdidas locales se determinan mediante las siguientes ecuaciones:

- **Pérdidas por fricción**

$$h = \left| \frac{Q}{280 \times C \times \phi^{2.63}} \right|^{1,85}$$

$$\text{Hfricción} = \text{Hf} * \text{L}$$

Dónde:
L: Longitud de la tubería m
h: Pérdidas por fricción: m/m
Q: Caudal transportado: Lts/seg
φ: Diámetro Nominal: m
C: Coeficiente de rugosidad: (adim)
C: Hierro Galvanizado= 100
C: PVC= 150

- **Pérdidas locales**

$$Hl = \sum k * \frac{V^2}{2g}$$

Dónde:
Hl: Pérdidas locales m
K: Coeficiente de pérdida local en accesorios
V: Velocidad m/s
g: Gravedad 9.8m/s$^2$

La Potencia de la bomba se calcula mediante la ecuación descrita en el RAS 2000:

$$P = \frac{Q * \gamma * HDT}{n}$$

A continuación, se muestran las tablas con los diseños de los sistemas de bombeo del proyecto para la red de suministro.

P= Potencia requerida por la bomba (W).
Q = Caudal de operación ($m^3/s$).
$\gamma$= Peso específico del agua ($N/m^3$).
HDT = Altura total de bombeo incluyendo la altura topográfica, las pérdidas por fricción y las pérdidas menores existentes en las tuberías de impulsión (m).
n = Eficiencia del bombeo.

# 5 BIBLIOGRAFÍA


- Saldarriaga Juan, Diseño de redes internas de alta tecnología. Capítulos 5, 6 y 7, pp. 113-250. Universidad de los Andes, Facultad de ingeniería. Julio 2003, 417p.
- Rodríguez Díaz Alfonso, Diseños hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Capítulos 8 y 9, pp. 121-141. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá 2005, 233p.
- NTC 1500, Código Colombiano de Instalaciones hidráulicas y sanitarias. Cuarta actualización, 2020, 277p.
- Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2016.
- Resolución 0330 de 2017.