



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

# **MEMORIAS TÉCNICAS DE DISEÑO HIDRÁULICO – SANITARIO**

**Proyecto**

**PATINODROMO CALAMAR**

**LOCALIZACIÓN**

**Calamar, Bolívar**

**Consultor**

**ALVARO QUINTANA DIAZ**

**CARTAGENA DE INDIAS  
ENERO DE 2025**

Los Corales Diag 36 N° 54A-34  
Edificio Alejandro Tower – Apto 10-02  
Tel. 669 5321 Cel. 316-6938143 E-mail: [alvaroquintana\\_12@yahoo.es](mailto:alvaroquintana_12@yahoo.es)  
[gerencia@aqingenieria.com](mailto:gerencia@aqingenieria.com)  
CARTAGENA – COLOMBIA



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQINGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANTARIOS

## **CONTENIDO**

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....</b>                                     | <b>6</b>  |
| <b>2. GENERALIDADES.....</b>                                                  | <b>7</b>  |
| <b>3. ALCANCE DEL PROYECTO .....</b>                                          | <b>8</b>  |
| <b>4. SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.....</b>                          | <b>8</b>  |
| <b>4.1. CRITERIOS DE DISEÑO .....</b>                                         | <b>8</b>  |
| <b>4.2. CALCULO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO. ....</b>                        | <b>9</b>  |
| 4.2.1. CÁLCULO DE VOLUMEN REQUERIDO DE AGUA POTABLE.....                      | 9         |
| 4.2.2. DISEÑO GEOMETRICO DE TANQUE BAJO. ....                                 | 9         |
| 4.2.3. VENTILACION DE TANQUES BAJOS.....                                      | 10        |
| 4.2.4. LIMPIEZA DEL TANQUE BAJO .....                                         | 11        |
| <b>4.3. CALCULO DE LA ACOMETIDA. ....</b>                                     | <b>11</b> |
| <b>5. CALCULO DE LOS CAUDALES.....</b>                                        | <b>13</b> |
| <b>5.1. CALCULO DE LAS UNIDADES DE CONSUMO Y NÚMERO DE SALIDAS. ....</b>      | <b>14</b> |
| <b>6. CÁLCULO DEL EQUIPO DE VELOCIDAD VARIABLE Y PRESIÓN CONSTANTE. ....</b>  | <b>15</b> |
| <b>7. EVALUACIÓN DEL GOLPE DE ARIETE. ....</b>                                | <b>18</b> |
| <b>7.1. DEFINICIÓN .....</b>                                                  | <b>18</b> |
| <b>7.2. SOBREPRESIÓN MÁXIMA POR GOLPE DE ARIETE DEL SISTEMA.....</b>          | <b>19</b> |
| 1.1.1 EVALUACIÓN DE LAS PRESIONES DEL SISTEMA (TUBERÍA PVC RDE 21).....       | 19        |
| 7.2.1. Condición Estática .....                                               | 20        |
| 7.2.2. Condición Dinámica .....                                               | 20        |
| 7.2.3. Condición de Parada .....                                              | 21        |
| <b>7.3. CONDICIÓN ESPECIAL – LLENADO DE LA TUBERÍA VACÍA.....</b>             | <b>21</b> |
| <b>9. DESAGÜES DE AGUAS NEGRAS .....</b>                                      | <b>22</b> |
| <b>9.1. GENERALIDADES.....</b>                                                | <b>22</b> |
| <b>9.2. CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DEL SISTEMA DE DESAGÜES DEL PROYECTO .</b> | <b>24</b> |
| 9.2.1. Chequeo de los colectores sanitarios .....                             | 24        |

Los Corales Diag 36 N° 54A-34  
Edificio Alejandro Tower – Apto 10-02  
Tel. 669 5321 Cel. 316-6938143 E-mail: [alvaroquintana\\_12@yahoo.es](mailto:alvaroquintana_12@yahoo.es)  
[gerencia@aqingenieria.com](mailto:gerencia@aqingenieria.com)

CARTAGENA – COLOMBIA



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANTARIOS

**9.3. .... CALCULO DE ALCANTARILLADO**

**24**

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>9.4. TANQUE SÉPTICO.....</b>                                      | <b>26</b> |
| 9.4.1. Dimensionamiento del tanque séptico.....                      | 26        |
| 9.4.1.1 Operación y mantenimiento .....                              | 28        |
| 9.4.2. FAFA .....                                                    | 28        |
| 9.4.2.1 Calculo del volumen del FAFA: .....                          | 28        |
| 9.4.3. Zanjas de infiltración.....                                   | 30        |
| 9.4.3.1 Calculo de zanjas de infiltración:.....                      | 30        |
| <b>10. EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS .....</b>                         | <b>32</b> |
| <b>10.1. GENERALIDADES.....</b>                                      | <b>32</b> |
| <b>10.2. CHEQUEO DE TRAGANTES Y BAJANTES.....</b>                    | <b>33</b> |
| <b>10.3. EVALUACIÓN DE LA ZONA EXTERNA AL PROYECTO .....</b>         | <b>34</b> |
| <b>10.4. EVALUACIÓN DE LA ZONA INTERNA AL PROYECTO .....</b>         | <b>36</b> |
| <b>10.5. DRENAJE INTERNO DE LA PISTA DE PATINAJE.....</b>            | <b>38</b> |
| <b>10.6. DIMENSIONAMIENTO DE CARCAMO Y TUBERIA DE DESCARGA .....</b> | <b>40</b> |
| <b>10.7. NIVELES MÍNIMOS REQUERIDOS .....</b>                        | <b>41</b> |



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANTARIOS

## **Lista de Tablas**

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Ventilación de tanques bajos .....                                              | 11 |
| Tabla 2. Cálculo de los tanques de almacenamiento .....                                  | 11 |
| Tabla 3. Información general de la acometida.....                                        | 12 |
| Tabla 4. Lista de unidades de consumo por aparato .....                                  | 13 |
| Tabla 5. Unidades de consumo patinodromo Calamar .....                                   | 14 |
| Tabla 6. Pérdidas en tramos de impulsión .....                                           | 15 |
| Tabla 7. Pérdidas de red interna hasta aparato crítico .....                             | 15 |
| Tabla 8. Altura mínima requerida por la bomba.....                                       | 15 |
| Tabla 9. Estimación de sobrepresión máxima en tubería de impulsión..                     | 20 |
| Tabla 10. Estimación de sobrepresión máxima en tubería de impulsión                      | 23 |
| Tabla 11. Resumen de las unidades de descarga .....                                      | 24 |
| Tabla 12. Cálculo de colectores de alcantarillado.....                                   | 25 |
| Tabla 13. Tasas de aplicación de aguas residuales para sistemas de<br>infiltración ..... | 30 |
| Tabla 14. Calculo de zanjas de infiltración .....                                        | 31 |
| Tabla 15. Caudal máximo de bajante según diámetro .....                                  | 32 |
| Tabla 16. Caudal máximo de tragante según diámetro .....                                 | 33 |
| Tabla 17. Chequeo de tragantes de cubierta.....                                          | 34 |
| Tabla 18. Chequeo de bajantes de cubierta.....                                           | 34 |
| Tabla 19. Comportamiento hidráulico de tubería de descarga.....                          | 40 |

Los Corales Diag 36 N° 54A-34  
Edificio Alejandro Tower – Apto 10-02  
Tel. 669 5321 Cel. 316-6938143 E-mail: [alvaroquintana\\_12@yahoo.es](mailto:alvaroquintana_12@yahoo.es)  
[gerencia@aqingenieria.com](mailto:gerencia@aqingenieria.com)

CARTAGENA – COLOMBIA



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQINGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANTARIOS

## **Lista de Ilustraciones**

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1. Localización del proyecto patinodromo Calamar. ....  | 6  |
| Ilustración 2. Infraestructura patinodromo Calamar. ....            | 7  |
| Ilustración 3. Detalle típico de Tanque Séptico. ....               | 29 |
| Ilustración 4. Áreas de cubierta. ....                              | 33 |
| Ilustración 5. MDT de zona aferente. ....                           | 35 |
| Ilustración 6. Red de drenaje general del área. ....                | 36 |
| Ilustración 7. Cuenca de drenaje hacia patinodromo. ....            | 36 |
| Ilustración 8. Modelo digital de terreno – Área de desarrollo. .... | 37 |
| Ilustración 9. Áreas de aporte interno. ....                        | 38 |
| Ilustración 10. Dirección de flujo en cárcamo. ....                 | 39 |
| Ilustración 11. Comportamiento hidráulico en cárcamo. ....          | 40 |
| Ilustración 12. Niveles mínimos requeridos. ....                    | 41 |

Los Corales Diag 36 N° 54A-34  
Edificio Alejandro Tower – Apto 10-02  
Tel. 669 5321 Cel. 316-6938143 E-mail: [alvaroquintana\\_12@yahoo.es](mailto:alvaroquintana_12@yahoo.es)  
[gerencia@aqingenieria.com](mailto:gerencia@aqingenieria.com)

CARTAGENA – COLOMBIA



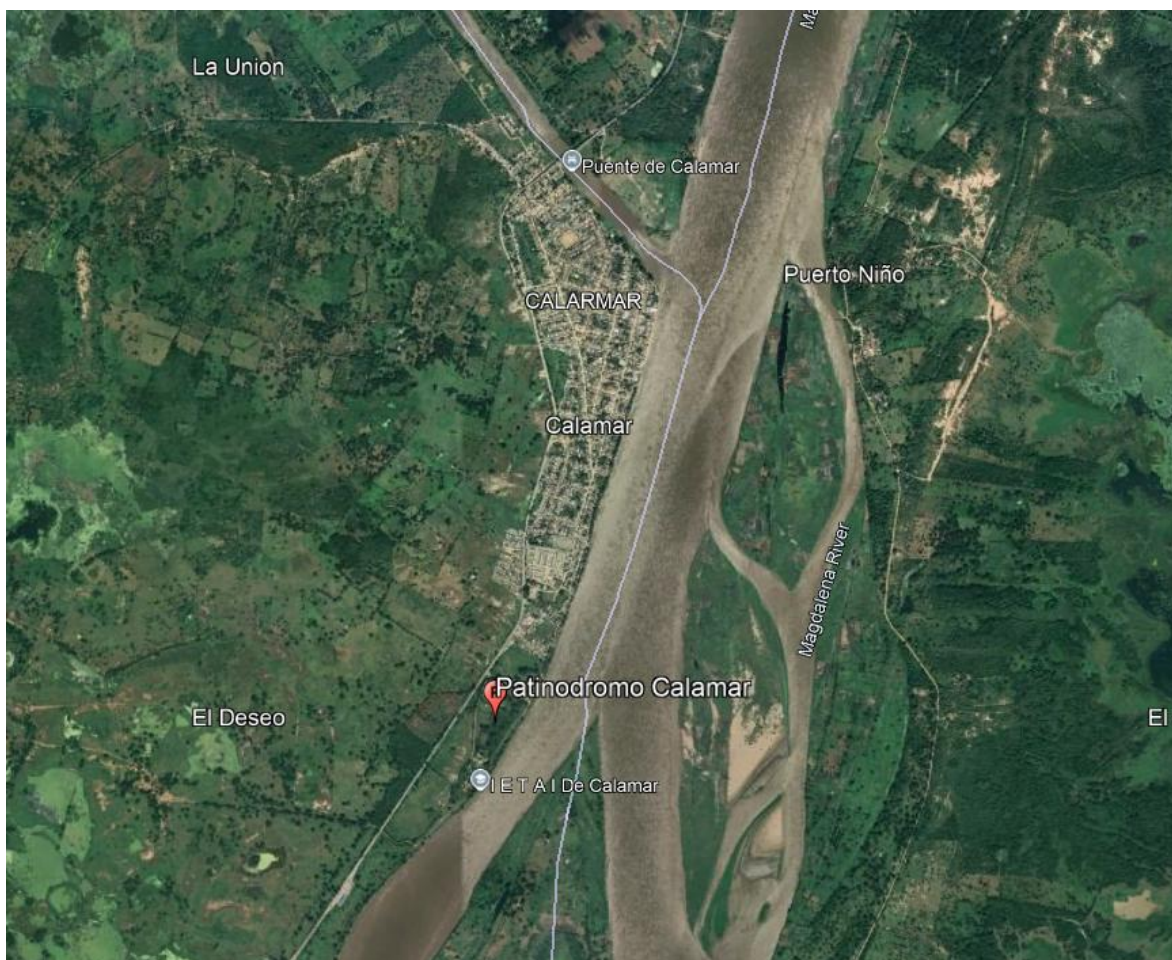
**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

## 1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto PATINODROMO CALAMAR, se encuentra ubicado en la cabecera urbana del municipio de Calamar, siendo así uno de los escenarios deportivos dispuestos para el desarrollo de los habitantes.

**Ilustración 1. Localización del proyecto patinodromo Calamar.**

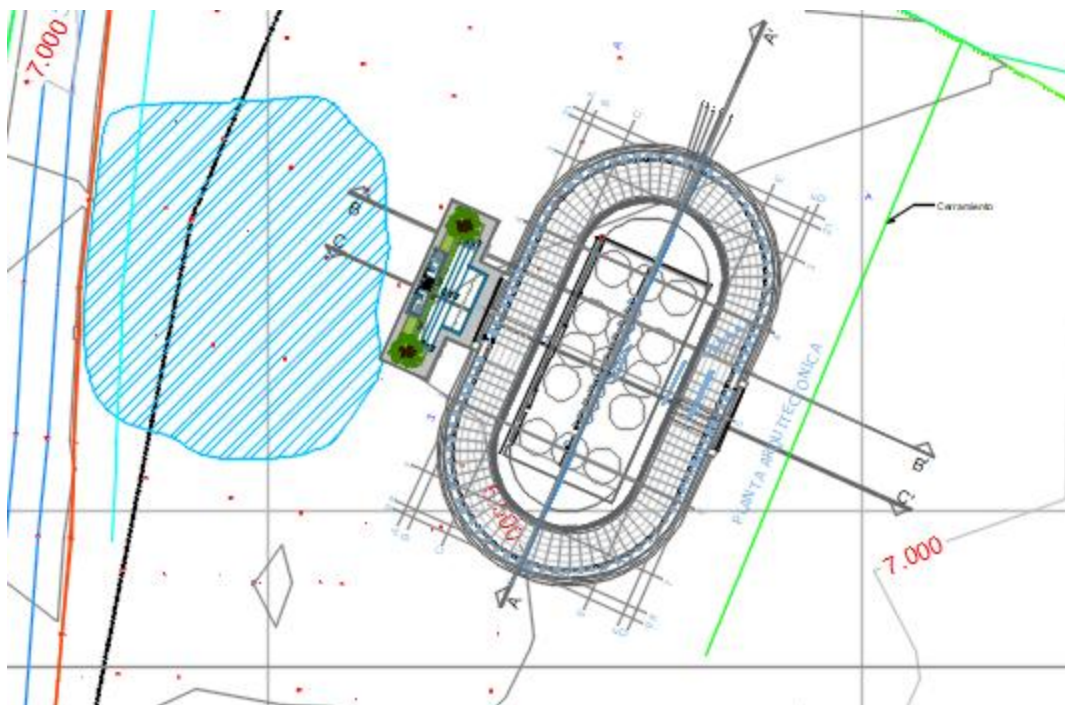


## 2. GENERALIDADES

La infraestructura deportiva Patinódromo Calamar se encuentra ubicada dentro del desarrollo urbano del municipio de Calamar, constituyéndose como un equipamiento deportivo destinado a la promoción de la actividad física, el deporte competitivo y la recreación de la comunidad en general.

El proyecto del patinódromo responde a la necesidad de fortalecer la infraestructura deportiva municipal, brindando un espacio adecuado para la práctica del patinaje en sus diferentes modalidades, así como para la realización de eventos deportivos, entrenamientos y actividades recreativas que fomenten hábitos de vida saludables en la población.

**Ilustración 2. Infraestructura patinodromo Calamar.**





**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

### **3. ALCANCE DEL PROYECTO**

Se contempla el diseño de las redes hidráulicas, sanitarias y aguas lluvias para el proyecto en referencia. De esta manera, el diseño de las instalaciones hidráulicas, comprende las redes de suministro de agua fría a la totalidad del proyecto, garantizando el caudal requerido a una presión adecuada, mediante un sistema conformado de la siguiente manera: almacenamiento de agua potable a través de un (1) tanque bajo enterrado, acometida para la alimentación del tanque y equipos de bombeo para suministro a cada uno de los aparatos sanitarios del proyecto, esto con base en la norma ICONTEC NTC 1500

El sistema sanitario abarca la red de tuberías para la evacuación de las Aguas Residuales Domésticas y Sistema de Ventilación Sanitaria. Así como su disposición final mediante zanjaz de infiltración. El diseño de las redes se efectuó con base en el Reglamento de agua potable y saneamiento básico Resolución 330 del 2017, la norma ICONTEC 1500 Quinta Actualización (Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias).

### **4. SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE**

#### **4.1. CRITERIOS DE DISEÑO**

El sistema de suministro comprende básicamente:

- Acometida para el llenado del tanque de almacenamiento.
- Sistema de almacenamiento de agua potable conformado por un tanque enterrado con capacidad de almacenamiento correspondiente a un camión cisterna
- Sistema de presurización mediante equipo de velocidad variable y presión constante consistente en 2 bombas sumergibles que trabajan de manera alterna, con capacidad de impulsar el máximo consumo que se presente.
- Sistema de redes y accesorios para la impulsión de agua desde el tanque de almacenamiento, hasta cada uno de los aparatos sanitarios.



## **4.2. CALCULO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.**

### **4.2.1. CÁLCULO DE VOLUMEN REQUERIDO DE AGUA POTABLE.**

Para las instalaciones del patinodromo se espera una operación diaria de 100 personas, con una dotación de 25 litros por cada asistente, por lo que diariamente se requieren 2.5 m<sup>3</sup>, sin embargo, el volumen del tanque de almacenamiento de agua potable fue definido en 12 m<sup>3</sup>, atendiendo a criterios operativos y de abastecimiento del sistema. Esta capacidad se estableció considerando que, de manera general, los vehículos transportadores de agua potable tipo camión cisterna cuentan con una capacidad aproximada de 10 m<sup>3</sup>.

En este sentido, el tanque proyectado permite almacenar de forma completa el volumen suministrado por un camión cisterna en una única descarga, evitando pérdidas operativas y garantizando un aprovechamiento eficiente del recurso hídrico durante las maniobras de llenado.

Adicionalmente, los 2 m<sup>3</sup> restantes del volumen total del tanque se consideran como un volumen de amortiguación, el cual proporciona un margen de seguridad operativa que permite mantener la continuidad del servicio durante el intervalo de tiempo comprendido entre la llegada de un camión cisterna y el siguiente abastecimiento. Este volumen adicional contribuye a mitigar eventuales retrasos en el suministro y a asegurar condiciones mínimas de disponibilidad de agua para el funcionamiento normal de las instalaciones del patinódromo.

### **4.2.2. DISEÑO GEOMETRICO DE TANQUE BAJO.**

Para el almacenamiento del agua potable que requiere el proyecto **PATINODROMO CALAMAR** se utilizará un (1) tanque de almacenamiento para garantizar el volumen total del proyecto, 12 m<sup>3</sup>. De modo que, el tanque tendrá las siguientes características:

Volumen de almacenamiento del tanque: 12 m<sup>3</sup>

Área: 10 m<sup>2</sup>

Altura lámina de agua: 1.2 m



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

Cámara de aire: 0.30 m

Altura total: 1.50 m

#### **4.2.3. VENTILACION DE TANQUES BAJOS.**

Se plantea una acometida en Ø2" PVC hasta el tanque de almacenamiento.

Todos los tanques de almacenamiento de agua potable deben estar debidamente protegidos, ser herméticos e impermeables y estar provistos de ventilación. Según la NTC 1500 el área mínima de la conexión de ventilación debe ser mayor o igual a 4 veces el área de la conexión de la acometida. El diámetro de las alimentaciones del tanque está en Ø2".

|                                              |   |                       |
|----------------------------------------------|---|-----------------------|
| Diámetro                                     | : | 2"                    |
| Área del tubo de 2"                          | : | 0,0023 m <sup>2</sup> |
| Área requerida para ventilación              | : | 0,0094 m <sup>2</sup> |
| Área tubería de ventilación 4" PVC SANITARIA | : | 0.0091 m <sup>2</sup> |
| Área tubería de ventilación                  | : | 0,0182 m <sup>2</sup> |

Con 2 tubos de ventilación de 4" PVC SANITARIA en cada tanque es suficiente para mantener cada de estos ventilado (0.0182m<sup>2</sup>).

Por tanto, Área para ventilación > 4 Veces el Área de conexión acometida.

#### **VENTILACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

|                                            |               |                |
|--------------------------------------------|---------------|----------------|
| MATERIAL DE LA TUBERÍA DE LLENADO          | PVC RDE 21    |                |
| DIÁMETRO                                   | 2"            | Pulg           |
| PARÁMETRO                                  | PVC RDE 212"  |                |
| ÁREA DE TUBERÍA                            | 0.0023        | m <sup>2</sup> |
| ÁREA DE VENTILACION REQUERIDA (AVR)        | 0.0094        | m <sup>2</sup> |
| <b>VENTILACION CON TUBERIAS SANITARIAS</b> |               |                |
| MATERIAL DE LA TUBERÍA DE VENTILACIÓN      | TUB-SAN-PVC   |                |
| DIÁMETRO DE LA TUBERÍA                     | 4"            | Pulg           |
| PARÁMETRO                                  | TUB-SAN-PVC4" |                |
| ÁREA DE LA TUBERÍA                         | 0.0091        | m <sup>2</sup> |
| No. DE TUBERÍAS                            | 2             |                |



**VENTILACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|
| ÁREA DE TUBERÍAS (ATB)                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0.0182 | m2         |
| VERIFICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                | CUMPLE | ATB >= AVR |
| Se presenta la verificación del cumplimiento para la ventilación con tuberías sanitarias de PVC, sin embargo, se puede utilizar cualquier otro tipo de ventilación, en todos los casos, la ventilación a instalar deberá cumplir con el área requerida para la ventilación: Área de ventilación (0.0094 m2) |        |            |

**Tabla 1. Ventilación de tanques bajos**

#### **4.2.4. LIMPIEZA DEL TANQUE BAJO**

Para realizar adecuadamente el mantenimiento (lavado y desinfección) de los tanques de almacenamiento de agua potable, el personal de mantenimiento debe suministrar la bomba sumergible para el desagüe del tanque el día de lavado, garantizando el aseguramiento de la calidad del agua, entregada por el operador.

#### **4.3. CALCULO DE LA ACOMETIDA.**

A continuación, se presenta el cálculo de la acometida para el proyecto en referencia, teniendo en cuenta el punto de conexión desde el suministro hasta el llenado del tanque de almacenamiento de agua potable.

**CALCULO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

|                                           |       |             |
|-------------------------------------------|-------|-------------|
| PATINODROMO CALAMAR                       | 1.000 |             |
| CONSUMO MENSUAL                           | 75.0  | m3/mes/Apto |
| CONSUMO DIARIO                            | 2.5   | m3/día/Apto |
| CONSUMO DIARIO DEL PROYECTO               | 2.5   | m3/día      |
| ALMACENAMIENTO REQUERIDO                  | 12.0  | m3          |
| ALMACENAMIENTO PROYECTADO (SUMINISTRO)    | 12.0  | m3          |
|                                           |       |             |
| CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO - TANQUE BAJO | 100%  | %           |
| VOLUMEN DEL TANQUE BAJO                   | 12.0  | m3          |

**Tabla 2. Cálculo de los tanques de almacenamiento**



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

**CALCULO DE LA ACOMETIDA**

|                              |            |        |
|------------------------------|------------|--------|
| MATERIAL DE TUBERIA          | PVC RDE 21 |        |
| CONSUMO DIARIO               | 12         | m3/día |
| TIEMPO DE LLENADO DEL TANQUE | 1          | h      |
| CAUDAL DE LLENADO            | 3.33       | L/s    |
| DIAMETRO                     | 2"         | pulg   |
| VELOCIDAD                    | 1.38       | m/s    |

**Tabla 3. Información general de la acometida**



## 5. CALCULO DE LOS CAUDALES

Los caudales se determinaron por el método de HUNTER con los siguientes valores por aparato:

| TIPO DE APARATO Y USO                                 | UNIDADES DE CARGA |
|-------------------------------------------------------|-------------------|
| Tina (Bañera) - Privada                               | 1.4               |
| Tina (Bañera) - Publico                               | 4                 |
| Bidé - Privado                                        | 2                 |
| Accesorios de combinación - Privado                   | 3                 |
| Lavavajillas - Automático                             | 1.4               |
| Bebederos - Oficinas, etc.                            | 0.25              |
| Lavaplatos de cocina - Privado                        | 1.4               |
| Lavaplatos de cocina - Hotel, restaurante             | 4                 |
| Fregaderos batea (1 a 3) - Privado                    | 1.4               |
| Lavamanos - Privado                                   | 0.7               |
| Lavamanos - Publico                                   | 2                 |
| Poceta de aseo - Oficinas, etc.                       | 3                 |
| Ducha - Publico                                       | 4                 |
| Ducha - Privado                                       | 1.4               |
| Orinal (Publico) (0,5 Lpf a 1Lpf)                     | 1                 |
| Orinal (Publico) (1,1 Lpf 2,0 Lpf)                    | 2                 |
| Orinal (Publico) (Tanque de descarga mayor a 2.0 Lpf) | 3                 |
| Lavadora (8 lb) - Privado                             | 1.4               |
| Lavadora (8 lb) - Publico                             | 3                 |
| Lavadora (15 lb) - Publico                            | 4                 |
| Sanitario (válv. fluxómetro) - Privado                | 4                 |
| Sanitario (tanque) - Privado                          | 2.2               |
| Sanitario (válv. fluxómetro) - Publico                | 6                 |
| Sanitario (tanque) - Publico                          | 5                 |
| Sanitario (tanque fluxómetro) - Público o privado     | 2                 |

**Tabla 4. Lista de unidades de consumo por aparato**

Las pérdidas de presión por fricción, se calcularon por medio de la fórmula de HAZEN WILLIAM, usando un coeficiente de fricción  $c=150$ , para tubería PVC RDE 21.

A pesar de que la NTC 1500 no establece un límite en la velocidad, para el diseño se adopta un valor máximo de 2.5 m/s, sin embargo, cuando se considere pertinente por consideraciones de diseño algunos tramos podrán tener una velocidad mayor a esta.

La presión mínima disponible será: Sanitario (14 m.c.a)



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

### 5.1. CALCULO DE LAS UNIDADES DE CONSUMO Y NÚMERO DE SALIDAS.

Para el cálculo de la red interna de distribución general, se estimará el caudal unitario demandado por cada apartamento y zonas comunes, este caudal se determinará por el método de HUNTER ajustado de acuerdo con el número de unidades de consumo de cada una de estos. A continuación, se relaciona el número de unidades de consumo existentes del proyecto.

| BAÑOS                                    |           | PATINODROMO | 1         | TOTAL UNIDADES | NUMERO DE SALIDAS | NUMERO DE SALIDAS |
|------------------------------------------|-----------|-------------|-----------|----------------|-------------------|-------------------|
| Aparatos                                 | #Aparatos | U.C         | T.U.C     | T.U.C / piso   |                   |                   |
| Sanitario (Publico) (Tanque de descarga) | 4         | 5           | 20        | 20             | 1                 | 4                 |
| Lavamanos (Publico) (griferia)           | 3         | 2           | 6         | 6              | 2                 | 6                 |
| <b>TOTAL</b>                             |           |             | <b>26</b> | <b>26</b>      |                   | <b>10</b>         |

**Tabla 5. Unidades de consumo patinodromo Calamar**



## 6. CÁLCULO DEL EQUIPO DE VELOCIDAD VARIABLE Y PRESIÓN CONSTANTE.

Para el cálculo del sistema de velocidad variable y presión constante se tuvo en cuenta los espacios que son alimentados por el sistema y las unidades de consumo calculadas para estos. Asimismo, se tomó como aparato crítico el sanitario longitudinalmente más alejado del equipo de bombeo:

| PERDIDA EN LA IMPULSIÓN DEL EQUIPO DE VELOCIDAD VARIABLE Y PRESION CONSTANTE |        |              |              |          |          |          |       |               |
|------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|--------------|----------|----------|----------|-------|---------------|
| TRAMO                                                                        | UNIDAD | CAUDAL (LPS) | MAT. TUBERIA | DIAMETRO | VEL(m/s) | LONGITUD |       | PERDIDA TOTAL |
|                                                                              |        |              |              | PULGADAS |          | RECTA    | ACCES |               |
| B-I                                                                          | 26     | 1.136        | PVC RDE 21   | 1"       | 1.59     | 2.00     | 7.4   | 0.83755       |

**Tabla 6. Pérdidas en tramos de impulsión**

| PERDIDA EN LA IMPULSION DEL EQUIPO DE VELOCIDAD VARIABLE Y PRESION CONSTANTE |        |              |              |          |          |          |       |               |
|------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|--------------|----------|----------|----------|-------|---------------|
| TRAMO                                                                        | UNIDAD | CAUDAL (LPS) | MAT. TUBERIA | DIAMETRO | VEL(m/s) | LONGITUD |       | PERDIDA TOTAL |
|                                                                              |        |              |              | PULGADAS |          | RECTA    | ACCES |               |
| S-1                                                                          | 5.0    | 0.28         | PVC RDE 9    | 1/2"     | 1.31     | 1.80     | 1.20  | 0.37832       |
| 1-2                                                                          | 7.0    | 0.38         | PVC RDE 21   | 3/4"     | 0.86     | 4.90     | 1.50  | 0.24651       |
| 2-3                                                                          | 14.0   | 0.66         | PVC RDE 21   | 3/4"     | 1.51     | 3.70     | 0.40  | 0.44468       |
| 3-I                                                                          | 26.0   | 1.14         | PVC RDE 21   | 1"       | 1.59     | 14.90    | 2.60  | 1.55927       |
| TOTAL                                                                        |        |              |              |          |          |          |       | 2.63          |

**Tabla 7. Pérdidas de red interna hasta aparato crítico**

| ALTURA TOTAL MINIMA REQUERIDA POR LA BOMBA |       |       |
|--------------------------------------------|-------|-------|
| PERDIDA EN LA SUCCION A.C                  | 0.00  | m.c.a |
| CABEZA ESTATICA EN LA SUCCION              | 0.00  | m     |
| PERDIDA EN LA IMPULSION A.C                | 0.84  | m.c.a |
| ALTURA DEL APARATO                         | 2.00  | m     |
| PERDIDA TOTAL APARATO CRITRICO             | 2.63  | m.c.a |
| PRESION MINIMA                             | 14.00 | m.c.a |
| TOTAL                                      | 19.5  | m.c.a |
| TOTAL                                      | 27.8  | PSI   |

**Tabla 8. Altura mínima requerida por la bomba**



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

### **Caudal de bombeo**

El caudal de bombeo está dado por la cantidad de unidades de consumo existentes.

Unidades de consumo total: 26

Altura mínima requerida por las bombas: 19.5 m.c.a

Caudal total del sistema: 1.14 (1 Bomba)  $\approx$  1.5 LPS

Altura proyectada para las bombas: 21.00 m.c.a.

Caudal total proyectado para el sistema: 1.5 LPS (1 Bomba)

### **Potencia Teórica de cada bomba:**

CDT : 21 m

Q : 1.5 LPS

Eficiencia : 60 %

$$\text{Potencia teórica} = \frac{21 * 1.5}{(75 * 0,60)} = 7 \text{ HP}$$

Potencia comercial = 10 HP

### **Potencia Teórica del sistema:**

CDT : 21 m

Q : 1.5 LPS

Eficiencia : 60 %

$$\text{Potencia teórica} = \frac{21 * 1.5}{(75 * 0,60)} = 7 \text{ HP}$$

Potencia comercial = 10 HP



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

Se instalarán dos bombas sumergibles de 10 HP cada una, funcionarán de forma alterna permitiendo así impulsar el máximo requerimiento de caudal que se presente en la red, y una se conservará como respaldo.

**NOTA: La potencia calculada anteriormente es teórica y preliminar, su valor puede variar dependiendo de la eficiencia (n) de las bombas que pueda brindar cada uno de los proveedores al momento de la compra. Cualquiera de los equipos que se elijan deberá cumplir solo con las características de Caudal y Cabeza dinámica total.**



## **7. EVALUACIÓN DEL GOLPE DE ARIETE.**

### **7.1. DEFINICIÓN**

Una columna de líquido moviéndose tiene inercia, que es proporcional a su peso y a su velocidad. Cuando el flujo se detiene rápidamente, por ejemplo, al cerrar una válvula, la inercia se convierte en un incremento de presión. Entre más larga la línea y más alta la velocidad del líquido, mayor será la sobrecarga de presión.

Estas sobrepresiones pueden llegar a ser lo suficientemente grandes para reventar cualquier tipo de Tubería. Este fenómeno se conoce con el nombre de Golpe de Ariete.

Las principales causas de este fenómeno son:

1. La apertura y el cierre rápidos de una válvula
2. El arranque y la parada de una bomba
3. La acumulación y el movimiento de bolsas de aire dentro de las tuberías

Al momento de tener el alguna de las anteriores situaciones la sobrepresión máxima que se puede esperar se calcula así:

$$P = \frac{aV}{g}$$
$$a = \sqrt{\frac{\frac{K}{\rho}}{1 + K\left(\frac{D}{Ee}\right)}}$$

P = Sobrepresión máxima en metros de columna de agua, al cerrar bruscamente la válvula.

a = Velocidad de la onda (m/s).

V = Cambio de velocidad del agua (m/s).

g = Aceleración de la gravedad = 10 m/s<sup>2</sup>

K = Módulo de compresión del agua = 2.06 x 10<sup>9</sup> N/m

E = Módulo de elasticidad de la Tubería (N/m<sup>2</sup>)

ρ = Densidad del fluido (agua): 1000 kg/m<sup>3</sup>



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

D = diámetro de la tubería (m)

e = Espesor de la pared de la tubería (m)

## 7.2. SOBREPRESIÓN MÁXIMA POR GOLPE DE ARIETE DEL SISTEMA

Teniendo en cuenta lo contemplado con anterioridad, se presenta la sobrepresión máxima por golpe de ariete en el sistema.

### 1.1.1 EVALUACIÓN DE LAS PRESIONES DEL SISTEMA (TUBERÍA PVC RDE 21).

Condiciones de la tubería de impulsión:

Tipo de material = Tubería PVC RDE 21 (200 PSI)

Velocidad Inicial= 1.59m/s

Velocidad Final= 0,00m/s

g = Aceleración de la gravedad = 9.81 m/s<sup>2</sup>

a = Velocidad de la onda (m/s) =280.10 m/s

| GOLPE DE ARIETE                                |                   |       |
|------------------------------------------------|-------------------|-------|
| Datos                                          |                   |       |
| Módulo de Compresibilidad del Agua             | 2.06E+09          | N/m2  |
| Tipo de Tubería                                | PVC RDE 21        |       |
| Diámetro                                       | 1"                | Pulg  |
| Parámetro 1                                    | PVC RDE 211"      |       |
| Temperatura                                    |                   | °C    |
| Parámetro 2                                    | PVC RDE 21 - T °C |       |
| Módulo de Elasticidad de la Tubería PVC RDE 21 | 2.76E+09          | N/m2  |
| Densidad del Agua                              | 1000              | kg/m3 |
| Espesor de la Tubería                          | 0.0016            | m     |
| Diámetro de la Tubería                         | 0.0334            | m     |
|                                                |                   |       |
| Numerador                                      | 1435.27           |       |
| Denominador                                    | 4.07              |       |
| velocidad de onda                              | 352.28            | m/s   |
|                                                |                   |       |
| SOBREPRESIÓN MÁXIMA                            |                   |       |
| Gravedad                                       | 9.81              | m/s2  |



| GOLPE DE ARIETE      |        |       |
|----------------------|--------|-------|
| Datos                |        |       |
| Velocidad de la onda | 352.28 | m/s   |
| Velocidad del fluido | 1.59   | m/s   |
|                      |        |       |
| Sobrepresión Máxima  | 57.10  | m.c.a |
| Sobrepresión Máxima  | 81.57  | PSI   |

**Tabla 9. Estimación de sobrepresión máxima en tubería de impulsión**

$$P = \frac{aV}{g} = \frac{352.28 \frac{m}{s} * 1.59 \frac{m}{s}}{9.81 \frac{m}{s^2}} = 57.10 \text{ m}$$

Teniendo en cuenta las características del equipo de bombeo, la tubería de impulsión y la sobrepresión máxima calculada, evaluaremos el tipo de tubería a proyectar, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Para la tubería PVC presión RDE 21, la presión máxima de trabajo es de 200 psi o lo que es equivalente a 140 m.c.a.

A continuación, evaluaremos cuáles son las condiciones de presión del sistema teniendo en cuenta tres consideraciones, en condición estática, en condición de llenado o dinámica (con la tubería llena) y en la parada del sistema. Adicionalmente se enunciará una condición especial la cual se presenta al llenar la tubería por primera vez o luego de una fuga.

### **7.2.1. Condición Estática**

Teniendo en cuenta la altura estática del proyecto, que es del orden de 2.00 m se establece que en el nivel del eje del equipo de bombeo la máxima presión que se genera es del orden de los 2.86 psi, y esta va disminuyendo a medida que se distribuye a lo largo de la red de bloques a medida que sube a los pisos superiores.

### **7.2.2. Condición Dinámica**

La cabeza dinámica calculada para la bomba es de 21.00 m, se establece que en el nivel del cuarto de bombas la máxima presión que se genera es



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

del orden de los 30.00 psi, y esta va disminuyendo a medida que se sube en el edificio.

### **7.2.3. Condición de Parada**

Teniendo en cuenta la cabeza dinámica calculada para la bomba es de 21.00 m y que la sobrepresión estimada es de 57.10 m se establece que en el nivel del cuarto de bombas la máxima presión que se genera es del orden de los 78.10 m o 111.57 psi.

Con esto, se obtiene que la tubería de PVC RDE 21 tiene una presión de trabajo mayor a la generada por la condición dinámica y sobrepresión.

### **7.3. CONDICIÓN ESPECIAL – LLENADO DE LA TUBERÍA VACÍA**

Un efecto no muy conocido, pero mucho más perjudicial que el golpe de ariete, que compromete la estabilidad de las tuberías es el del aire atrapado en la línea.

El aire es compresible y si se transporta con el agua en una conducción este puede actuar como un resorte, comprimiéndose y expandiéndose aleatoriamente.

Se ha demostrado que estas compresiones repentinas pueden aumentar la presión en un punto, hasta 10 veces la presión de servicio.

Este fenómeno suele presentarse en el momento que se está llenando la tubería por primera vez o luego del vaciado por una fuga en la línea, por tanto, se debe tomar atenta nota a la expulsión del aire para los momentos de llenar la línea.

## **8. CALCULO DE LAS VÁLVULAS REGULADORAS**

Para el sistema, el proyecto cuenta con una cabeza dinámica de 21 m lo cual equivale a aproximadamente 30 PSI y esta disminuye a medida que se distribuye a través de la red. De tal manera que no exceden la máxima presión permitida en la red de distribución establecida en la norma NTC 1500, la cual corresponde a 80 PSI, por lo tanto, no se requiere válvula reguladora.



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

## 9. DESAGÜES DE AGUAS NEGRAS

### 9.1. GENERALIDADES

Todos los desagües del proyecto serán por gravedad. Asimismo, los caudales de aguas negras se calcularon por el método de unidades sanitarias de descarga, con los siguientes valores por aparato de la 5ta Actualización de la NTC 1500.

| Tabla 8.9.1 Unidades de desagüe de aparatos individuales y en grupo                                    |                                                           |                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Tipo de aparato o accesorio                                                                            | Valor unitario de desagüe de aparato como factor de carga | Diámetro mínimo del sifón (Pulgadas) |
| Maquina automática de lavar ropa, comercial (a, g)                                                     | 3                                                         | 2                                    |
| Maquina automática de lavar ropa, residencia (g)                                                       | 2                                                         | 2                                    |
| Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 6,06 Lpf (1,6 gpd Inodoro) (f)                      | 5                                                         | -                                    |
| Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 (Lavado del inodoro mayor a 6,06 Lpf (1,6 gpd)) (f) | 6                                                         | -                                    |
| Bañera (b) (con o sin regadera o accesorios de hidromasaje)                                            | 2                                                         | 1 1/2                                |
| Bidé                                                                                                   | 1                                                         | 1 1/4                                |
| Combinación de poceta y bandeja                                                                        | 2                                                         | 1 1/2                                |
| Lavamanos dental                                                                                       | 1                                                         | 1 1/4                                |
| Unidad o escupidera dental                                                                             | 1                                                         | 1 1/4                                |
| Lavadora de platos (c), domestica                                                                      | 2                                                         | 1 1/2                                |
| Bebedero                                                                                               | 1/2                                                       | 1 1/4                                |
| Drenaje de emergencia para pisos                                                                       | 0                                                         | 2                                    |
| Drenajes de pisos (b)                                                                                  | 2 (h)                                                     | 2                                    |
| Receptor de piso                                                                                       | (h)                                                       | 2                                    |
| Poceta de cocina, domestico                                                                            | 2                                                         | 1 1/2                                |
| Poceta de cocina con triturador de vertimientos, lavavajillas o ambos                                  | 2                                                         | 1 1/2                                |
| Bandeja para lavar ropa                                                                                | 2                                                         | 1 1/2                                |
| Lavamanos                                                                                              | 1                                                         | 1 1/4                                |
| Ducha (basado en el gasto total nominal, a través de regaderas y duchas de mano) Gasto nominal:        |                                                           |                                      |
| 0,36 L/s (5,7 gpm) o menos                                                                             | 2                                                         | 1 1/2                                |
| Más de 0,36 L/s hasta 0,78 L/s (Más de 5,7 gpm hasta 12,3 gpm)                                         | 3                                                         | 2                                    |
| Más de 0,78 L/s hasta 1,63 L/s (más de 12,3 gpm hasta 25,8 gpm)                                        | 5                                                         | 3                                    |
| Más de 1,63 L/s hasta 3,51 L/s (Más de 25,8 gpm hasta 55,6 gpm)                                        | 6                                                         | 4                                    |
| Poceta de servicio                                                                                     | 2                                                         | 1 1/2                                |



**Tabla 8.9.1 Unidades de desagüe de aparatos individuales y en grupo**

| <b>Tipo de aparato o accesorio</b>                             | <b>Valor unitario de desagüe de aparato como factor de carga</b> | <b>Diámetro mínimo del sifón (Pulgadas)</b> |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| poceta                                                         | 2                                                                | 1 1/2                                       |
| orinal                                                         | 4                                                                | d                                           |
| orinal 1 galón por descarga o menos                            | 2 (e)                                                            | d                                           |
| Orinal sin suministro de agua                                  | 1/2                                                              | d                                           |
| Poceta para lavado (Circular o múltiples) cada juego de grifos | 2                                                                | 1 1/2                                       |
| Inodoro de tanque con fluxómetro, público o privado            | 4 (e)                                                            | d                                           |
| Inodoro, privado (1,6 gpf)                                     | 3 (e)                                                            | d                                           |
| Inodoro, privado (descarga mayor a 1,6 gpf)                    | 4 (e)                                                            | d                                           |
| Inodoro , publico (1,6 gpf)                                    | 4 (e)                                                            | d                                           |
| Inodoro, publico (descarga mayor a 1,6 gpf)                    | 6 (e)                                                            | d                                           |

Factores de conversión: 1 L = 0.3 galón (gpf = galones por descarga)

- Para sifones mayores de 3 pulgadas, use tabla 8.9.2
- Una regadera sobre una bañera o una bañera de hidromasaje no aumenta el valor unitario de desagüe del aparato
- Véase los numerales 8.9.2 a 8.9.4.1 para métodos de cálculo del valor unitario de desagüe de aparatos no incluidos en esta tabla o para las velocidades de dispositivos con gastos intermitentes.
- El diámetro del sifón debe ser consistente con el diámetro de la boca de salida del aparato
- Con el propósito de calcular las cargas en las redes y drenajes de la edificación, los inodoros y orinales no se deben medir en una unidad de aparato de desagüe mas baja, a menos que valores mas bajos sean confirmados por ensayos.
- Para aparatos agregados a grupos sanitarios, agregar el valor de unidad aparato de desagüe (UAD) de aquellos aparatos agregados al total del grupo de aparatos sanitarios.
- Véase el numeral 5.6.3 para requisitos de tamaño para el drenaje de aparato, drenaje de ramal y desagüe de las bajantes de una cañería vertical de un lavarropas automático.
- Véase los numerales 8.9.4 y 8.9.4.1

**Tabla 10. Estimación de sobrepresión máxima en tubería de impulsión**

Las pendientes y los diámetros de cada tramo se calcularon por la fórmula de Manning con  $n = 0.009$ , para velocidad en:

Aguas negras : = 0.60 m/seg

Cada desagüe es conectado a un desvío horizontal, el cual se conectará al registro sanitario más cercano.



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827



## 9.2. CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DEL SISTEMA DE DESAGÜES DEL PROYECTO

El diseño de las dimensiones del sistema de desagüe del proyecto se realizó de acuerdo a lo estipulado en la NTC 1500, como se muestra a continuación:

### 9.2.1. Chequeo de los colectores sanitarios

Se chequean los tramos del colector en el total de unidades de descarga recibidas.

Los datos se presentan a continuación:

| COLECTORES |                   |                 |      |                    |   |    |       |       |      |    |             |                                                                 |        |
|------------|-------------------|-----------------|------|--------------------|---|----|-------|-------|------|----|-------------|-----------------------------------------------------------------|--------|
| ZONA       | UNID. DESCARGADAS |                 |      | 3                  | 2 | 1  | 1     | T U.D | Ø C. | S  | Parámetro   | Cumplimiento normativo de colectores NTC 1500 - Tabla 8.10.1(1) |        |
|            | COLECTOR HACIA    | NUMERO DE PISOS |      | NUMERO DE APARATOS |   |    |       |       |      |    |             | Max. U.D.                                                       | vrf    |
|            |                   | ZONA            | CANT | S                  | D | LM | SIFON |       |      |    |             |                                                                 |        |
|            | R2                | COLECTOR        | 1    | 4                  |   | 3  | 3     | 18    | 4"   | 1% | C 4" - P 1% | 180                                                             | Cumple |
|            | SUB TOTAL         |                 |      |                    |   |    |       | 18    |      |    |             |                                                                 |        |

**Tabla 11. Resumen de las unidades de descarga**

## 9.3. CALCULO DE ALCANTARILLADO

Se proyecta un sistema de alcantarillado convencional, con colectores principales y secundarios.

El cálculo de los colectores se realizó con base a la NTC 1500 de 2023, empleando la conversión de unidades dispuesta por la norma; 2 Und = 0.06 lps, como se muestra a continuación:



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANTARIOS

| TRAMO |       | TORRES  |        | CAUDAL |         | DISEÑO    |                 |               |              |            |          |          |           |         |        |             |        |          |        |              |
|-------|-------|---------|--------|--------|---------|-----------|-----------------|---------------|--------------|------------|----------|----------|-----------|---------|--------|-------------|--------|----------|--------|--------------|
| R. I. | R. F. | Prop ia | Acu m. | Real   | Dise ño | Longit ud | Diámetro        |               |              | Pendie nte | Q Lle no | V Lle no | FT llen o | Qr/ QII | v/V    | V efecti va | y/D    | Tiran te | t/T    | FT efecti va |
| N°    | N°    | Un.     | Un.    | lps    | lps     | m         | Nomi nal (pulg) | Nomi nal (mm) | Interno( mm) | Tuberia %  | lps      | m/s      | Kg/ m2    |         | Tab la | m/s         | Tab la | m        | Tab la | Kg/m 2       |
| R1    | R2    | 0.00    | 0.00   | 0.00   | 0.00    | 3.00      | 4               | 110           | 100          | 0.50       | 4.7      | 0.60     | 0.125     | 0.00    | 0.000  | 0.00        | 0.00   | 0.00     | 0.000  | 0.00         |
| R2    | R3    | 18      | 18.00  | 0.54   | 0.54    | 2.00      | 4               | 110           | 100          | 0.50       | 4.7      | 0.60     | 0.125     | 0.11    | 0.559  | 0.34        | 0.26   | 0.03     | 0.601  | 0.1          |
| R3    | PS    | 0       | 18.00  | 0.54   | 0.54    | 3.20      | 4               | 110           | 100          | 0.50       | 4.7      | 0.60     | 0.125     | 0.11    | 0.559  | 0.34        | 0.26   | 0.03     | 0.601  | 0.08         |

**Tabla 12. Cálculo de colectores de alcantarillado**

Barrio Los Corales Diagonal Diag 36 N° 54A-34  
Edificio Alejandro Tower – Apto 10-02  
Tel. 669 5321 Cel. 316-6938143 E-mail: [alvaroquintana\\_12@yahoo.es](mailto:alvaroquintana_12@yahoo.es)  
[gerencia@aqingenieria.com](mailto:gerencia@aqingenieria.com)



## 9.4. TANQUE SÉPTICO

### 9.4.1. Dimensionamiento del tanque séptico

Para el diseño del tanque séptico, se aplica la metodología sugerida en el título E de reglamento técnico de agua potable, y saneamiento básico (RAS 2000); y para la población de diseño.

$$V_u = 1000 + N_c(CT + KL_f)$$

Donde:

V<sub>u</sub>: Volumen útil del tanque séptico (L)

N<sub>c</sub>: Población atendida por el tanque

C: Contribución de agua residual (L/día)

T: Tiempo de retención (días)

K: Tasa de acumulación de lodos digeridos °c

L<sub>f</sub>: Contribución de lodos fresco (L/día)

TABLA E.7.1  
Contribución de aguas residuales por persona

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



**TABLA E.7.2**  
**Tiempos de retención**

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

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

| Intervalo de limpieza<br>(años) | Valores de K por intervalo temperatura ambiente (t) en °C |                     |             |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------|-------------|
|                                 | $t \leq 10$                                               | $10 \leq t \leq 20$ | $t \geq 20$ |
| 1                               | 94                                                        | 65                  | 57          |
| 2                               | 134                                                       | 105                 | 97          |
| 3                               | 174                                                       | 145                 | 137         |
| 4                               | 214                                                       | 185                 | 177         |
| 5                               | 254                                                       | 225                 | 217         |

|                                                         |               |                 |
|---------------------------------------------------------|---------------|-----------------|
| NC: Población administrativa.                           | 0             | Personas        |
| NC: Población flotante.                                 | 100           | Personas        |
| Con. de Agua Residual - administrativa (Tabla E.7.1)    | 0             | Lts/persona/dia |
| Con. de Agua Residual - flotante (Tabla E.7.1)          | 25            | Lts/persona/dia |
| Contribucion Diaria Lts                                 | 2500          | Lts             |
| T: Tiempo de retención (días) (Tabla E.7.2)             | 0.92          | Días            |
| Temperatura                                             | 30            | °C              |
| Intervalo de limpieza                                   | 1             | Años            |
| K: Tasa de acumulación de lodos digeridos               | 57            |                 |
| LF: Con. de Lodos fresco. Admin (L/día)(Tabla E.7.1)    | 0.3           |                 |
| LF: Con. de Lodos fresco. Flotante (L/día)(Tabla E.7.1) | 0.3           |                 |
| Ponderación                                             | 0.3           |                 |
|                                                         |               |                 |
| <b>VU: Volumen útil del tanque séptico (L)</b>          | <b>6010.0</b> | <b>Lts</b>      |
|                                                         | <b>6</b>      | <b>m3</b>       |

El volumen mínimo de tanque séptico: 6010 L



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

#### **9.4.1.1 Operación y mantenimiento**

Los lodos y las espumas acumuladas deben ser removidos en intervalos equivalentes al periodo de limpieza del proyecto

Estos intervalos se pueden ampliar o disminuir, siempre que estas alteraciones sean justificadas y no afecten los rendimientos de operación ni se presenten olores indeseables.

Debe realizarse una remoción periódica de lodos por personal capacitado que disponga del equipo adecuado para garantizar que no haya contacto entre el lodo y las personas

Antes de cualquier operación en el interior del tanque, la cubierta debe mantenerse abierta durante un tiempo suficiente (>15 min.) para la remoción de gases tóxicos o explosivos.

En ningún caso los lodos removidos, pueden arrojarse a cuerpos de agua.

En zonas aisladas, los lodos pueden disponerse en lechos de secado.

Los lodos secos pueden disponerse en rellenos sanitarios o en campos agrícolas; cuando estos últimos no estén dedicados al cultivo de hortalizas, frutas o legumbres que se consumen crudas.

#### **9.4.2. FAFA**

El FAFA es un reactor diseñado para llevar a cabo un tratamiento anaerobio de aguas residuales; Se utiliza después de un tanque séptico para mejorar la remoción de materia orgánica. Funciona haciendo que el agua residual ingrese por la parte inferior y ascienda a través de un medio filtrante (grava o relleno sintético) donde se desarrolla biomasa anaerobia, la cual degrada la materia orgánica presente

##### **9.4.2.1 Cálculo del volumen del FAFA:**

De acuerdo con el RAS2000:

$$\text{Volumen del FAFA} = 1.6 * N_c * C * TRH$$



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

Donde:

$N_c$ : Población atendida por el tanque

$C$ : Contribución de agua residual (L/día)

TRH: Tiempo de retención (días)

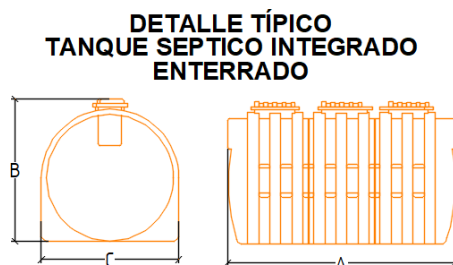
| FAFA #1                                       |          |            |       |
|-----------------------------------------------|----------|------------|-------|
| ContribucionDiaria Lts                        |          | 2500       | Lts   |
| Contribucion Organica                         | 80 a 300 | mg/lts     |       |
| T: Tiempo de retención (HORAS) (Tabla E.4.29) |          | 22         | HORAS |
| VU: Volumen útil del FAFA (L)                 |          | 3666.67    | Lts   |
| VU: Volumen útil del FAFA (M3)                |          | 3.66666667 | M3    |

El volumen del FAFA es **3.67 m3**

Volumen total (Tanque Séptico + FAFA) = **9676.67 m3**

Se proyecta un tanque séptico integrado enterrado de 10.0 m3 con las siguientes características:

**Ilustración 3. Detalle típico de Tanque Séptico.**



| MEDIDAS APROXIMADAS EN MM |       |       |       | CAPACIDADES DE LOS SISTEMAS SEPTICOS INTEGRADOS |                                 |                             |             |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------|
| VOLUMEN TOTAL (Litros)    | A     | B     | C     | VOLUMEN TOTAL (Litros)                          | TANQUE SEPTICO VOLUMEN (Litros) | FILTRO ANAEROBICO VOL (Lts) | # Rosetones |
| 1.650                     | 2.300 | 1.070 | 1.000 | 1.650                                           | 1.100                           | 550                         | 180         |
| 2.000                     | 2.300 | 1.230 | 1.140 | 2.000                                           | 1.330                           | 670                         | 250         |
| 3.000                     | 2.250 | 1.500 | 1.310 | 3.000                                           | 2.000                           | 1000                        | 370         |
| 5.000                     | 2.420 | 1.830 | 1.730 | 5.000                                           | 2.500                           | 2.500                       | 935         |
| 7500                      | 3.420 | 1.830 | 1.730 | 7500                                            | 5.000                           | 2.500                       | 935         |
| 10.000                    | 4.420 | 1.830 | 1.730 | 10.000                                          | 7.500                           | 2.500                       | 935         |
| 12.500                    | 5.420 | 1.830 | 1.730 | 12.500                                          | 7.500                           | 5.000                       | 1.870       |
| 15.000                    | 6.420 | 1.830 | 1.730 | 15.000                                          | 10.000                          | 5.000                       | 1.870       |

Barrio Los Corales Diagonal Diag 36 N° 54A-34  
Edificio Alejandro Tower – Apto 10-02

Tel. 669 5321 Cel. 316-6938143 E-mail: [alvaroquintana\\_12@yahoo.es](mailto:alvaroquintana_12@yahoo.es)  
[gerencia@aqingenieria.com](mailto:gerencia@aqingenieria.com)



### 9.4.3. Zanjas de infiltración

Las zanjas de infiltración son excavaciones alargadas y poco profundas que se usan para disponer aguas residuales tratadas en el suelo, permitiendo que el agua se infiltre de forma controlada y termine de depurarse de manera natural.

Funcionan conduciendo el efluente (aguas residuales) hacia las zanjas, donde se distribuye sobre un lecho de grava; desde ahí el agua se infiltra al suelo circundante, que actúa como filtro físico, químico y biológico mejorando la calidad del efluente antes de su incorporación al subsuelo.

#### 9.4.3.1 *Calculo de zanjas de infiltración:*

$$\text{Numero de zanjas requeridas} = \frac{1000}{h * T * L}$$

Donde:

h: Profundidad útil (m)

T: Taza de aplicación (L/m<sup>2</sup>\*d) (tabla 19)

L: longitud de las zanjas (m)

| Textura del suelo                     | Tasa de percolación (min/cm) | Tasa de aplicación (L/m <sup>2</sup> ·d) |
|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|
| Grava, arena gruesa                   | < 0,40                       | No recomendado                           |
| Arena media a gruesa                  | 0,4 – 2,0                    | 48                                       |
| Arena fina, arena margosa             | 2,1 – 6,0                    | 32                                       |
| Marga, marga arenosa                  | 6,1 – 12,0                   | 24                                       |
| Marga, marga limosa porosa            | 12,1 – 24,0                  | 18                                       |
| Marga arcillolimosa, marga arcillosa* | 24,1 – 48,0                  | 8                                        |
| Arcillas, arcillas coloidales         | > 48                         | No recomendado                           |

\* Suelos sin arcillas expansivas.

**Tabla 13. Tasas de aplicación de aguas residuales para sistemas de infiltración**



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

|                                  |                   |                     |
|----------------------------------|-------------------|---------------------|
| Volumen de Tanque Septico + FAFA | 10.0              | m <sup>3</sup>      |
| Longitud de zanjas               | 18                | m                   |
| Ancho de la zanja                | 0.9               |                     |
| Tasa de aplicación               | <b>8</b>          | L/m <sup>2</sup> *d |
| Q diseño                         | 2500              | Lts/día             |
| Periodo de Desenlode             | 1                 | Años                |
| Profundida util                  | 1.2               | m                   |
| Capacidad de la Zanja            | 24                | L/m*d               |
| Longitud requerida de la zanja   | <b>104.166667</b> | <b>m</b>            |
| Numero de zanjas                 | 5.78703704        | un                  |
| Numero de zanjas redondeado      | 6                 |                     |

**Tabla 14. Calculo de zanjas de infiltración**

Se contempla 6 zanjas de una longitud de 18 m, un ancho de fondo de 0,9 m a una profundidad efectiva de 1,2 m.



## 10. EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS

### 10.1. GENERALIDADES

Todos los desagües del proyecto serán por gravedad.

Los caudales de agua lluvia se calcularon para una intensidad de 21 cm/hora, la cual produce un caudal unitario de 0.06 lit/seg-M<sup>2</sup>

- Cálculo de bajantes y tragantes

Para el cálculo de caudales, se utilizó la fórmula del método racional americano  $Q=CIA$ , donde:

- Q : Caudal en LPS  
I : Intensidad de las aguas lluvias  
C : Coeficiente de escorrentía = 1.0  
A : Área aferente en m<sup>2</sup>

| Bajantes de Aguas Lluvias |            |            |            |
|---------------------------|------------|------------|------------|
| Diámetro                  | caudal Lps | caudal Lps | caudal Lps |
|                           | R=1/4      | R=7/24     | R=1/3      |
| 2                         | 1,1        | 1,43       | 1,78       |
| 3                         | 3,26       | 4,21       | 5,26       |
| 4                         | 7,02       | 9,07       | 11,33      |
| 6                         | 20,69      | 26,75      | 33,41      |
| 8                         | 44,55      | 57,6       | 71,96      |
| 10                        | 80,77      | 104,43     | 130,47     |
| 12                        | 131,34     | 169,82     | 212,15     |

**Tabla 15. Caudal máximo de bajante según diámetro**

Para el cálculo de los tragantes, se calculó en forma de orificio, se utilizó un factor de reducción de (2). Considerando que el área efectiva del tragante es la mitad del área proyectada horizontalmente del tragante.

$$Q = 2.85 d^2 h^{1/2}, \text{ donde:}$$

Q : Caudal en LPS



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

d : diámetro del tragante  
h : altura de la lámina de agua 0.01m.

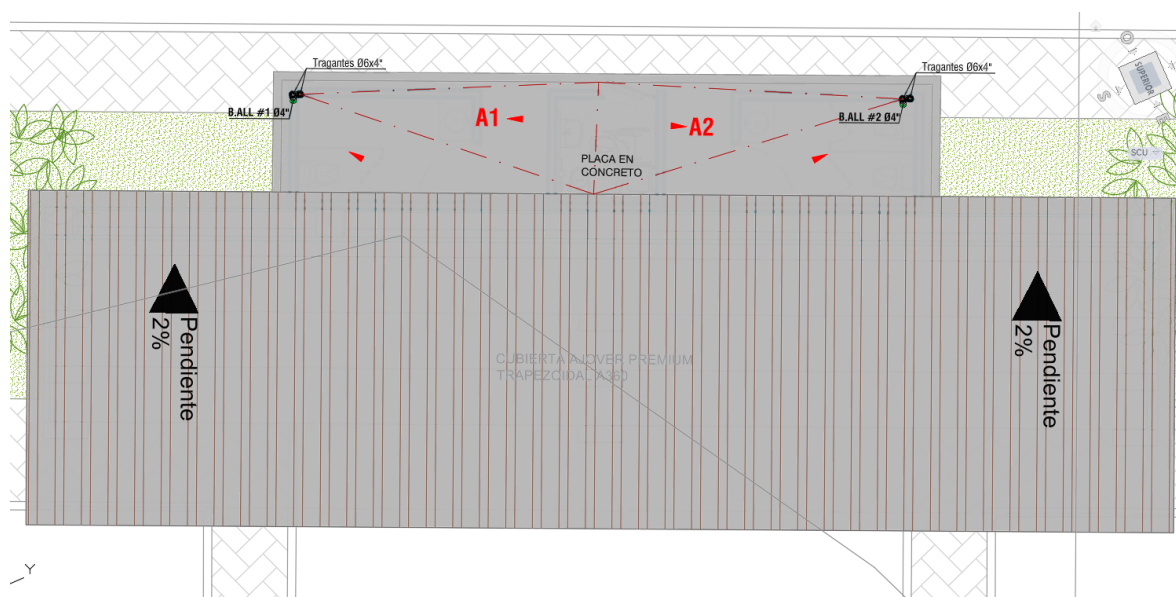
| Cálculo de Tragantes |              |             |     |     |       |              |
|----------------------|--------------|-------------|-----|-----|-------|--------------|
| Diámetro Pulgadas    | Diámetro Mts | Área        | Cd  | H   | 2*(g) | Caudal (lps) |
| 2                    | 0,0508       | 0,002026835 | 0,5 | 0,1 | 19,6  | 1,418784259  |
| 3                    | 0,0762       | 0,004560378 | 0,5 | 0,1 | 19,6  | 3,192264583  |
| 4                    | 0,1016       | 0,008107339 | 0,5 | 0,1 | 19,6  | 5,675137037  |
| 6                    | 0,1524       | 0,018241512 | 0,5 | 0,1 | 19,6  | 12,76905833  |
| 8                    | 0,2032       | 0,032429354 | 0,5 | 0,1 | 19,6  | 22,70054815  |

**Tabla 16. Caudal máximo de tragante según diámetro**

## 10.2. CHEQUEO DE TRAGANTES Y BAJANTES

Para el chequeo de los tragantes, se estimará el caudal unitario demandado por cada una de las áreas de cubierta, y posterior a ello se estimará la cantidad de tragantes requeridas para evacuar el caudal por la bajante especificada. A continuación, se relacionan las áreas de aporte identificadas en cubierta:

**Ilustración 4. Áreas de cubierta.**





**CALCULOS DE LAS TRAGANTES DE AGUAS LLUVIAS**

| Descripción | Area Horizontal (m2) | Area Total | Caudal | Diametro Tragante | Caudal de Tragante(lps) | # de Tragante | # de Tragante Especificadas |
|-------------|----------------------|------------|--------|-------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| A1          | 12.2                 | 12.2       | 0.61   | 6                 | 5.71                    | 0.11          | 1                           |
| A2          | 12.2                 | 12.2       | 0.61   | 6                 | 5.71                    | 0.11          | 1                           |

**Tabla 17. Chequeo de tragantes de cubierta**

Así mismo, se realiza el chequeo de las bajantes de aguas lluvias que evacuan la acumulación de agua que precipita sobre la cubierta

**CALCULO DE LAS BAJANTES DE AGUAS LLUVIAS**

| Descripción | Area (m2) | Area Total | Caudal (lps) | Diametro Bajante | Caudal de Bajantes (lps) | # de Bajantes | # de Bajantes Especificadas |
|-------------|-----------|------------|--------------|------------------|--------------------------|---------------|-----------------------------|
| A1          | 12.2      | 12.2       | 0.61         | 4                | 9.07                     | 0.067         | 1                           |
| A2          | 12.2      | 12.2       | 0.61         | 4                | 9.07                     | 0.067         | 1                           |

**Tabla 18. Chequeo de bajantes de cubierta**

### **10.3. EVALUACIÓN DE LA ZONA EXTERNA AL PROYECTO**

Con base en la información topográfica suministrada y la localización del proyecto, se dispone de un análisis pluvial de la zona aferente al lugar de implantación del patinodromo con el fin de analizar el comportamiento de la esorrentía superficial hacia la zona del proyecto, así como los niveles dentro del cual se desarrollará el mismo.

Para la topografía externa al área de desarrollo se empleó un modelo digital de elevación de la zona con una resolución de 5m



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

**Ilustración 5. MDT de zona aferente.**



Con base en el modelo digital de elevación se determinan los drenajes superficiales de la zona, con el fin de determinar cuál es el impacto de la topografía externa existente sobre el proyecto.

**Ilustración 6. Red de drenaje general del área.**



**Ilustración 7. Cuenca de drenaje hacia patinodromo.**

Como se observa, durante el análisis hidrológico del área de implantación del Patinódromo, se identificó que NO existen aportes de escorrentía superficial provenientes de áreas externas que confluyen hacia el predio.

#### **10.4. EVALUACIÓN DE LA ZONA INTERNA AL PROYECTO**

Así mismo, tal como se realizó la evaluación de drenaje superficial y de niveles a la zona externa del proyecto, se realiza la evaluación del lote donde se proyecta el desarrollo de la infraestructura deportiva.

Para ello con base en los niveles de topografía suministrados, se modela el terreno dando como resultado un Modelo Digital de Terreno (MDT) con el cual se analizó el comportamiento hidráulico natural del lote y se identifican los puntos altos y bajos del área de implantación del proyecto.

**Ilustración 8. Modelo digital de terreno – Área de desarrollo.**



Se identifica dentro del modelo digital de terreno la zona de implantación del proyecto, a partir de esto se determina cuáles son los puntos altos y bajos de la zona de implantación, con el fin de identificar cual es la dirección de flujo superficial al presentarse los eventos de precipitación.

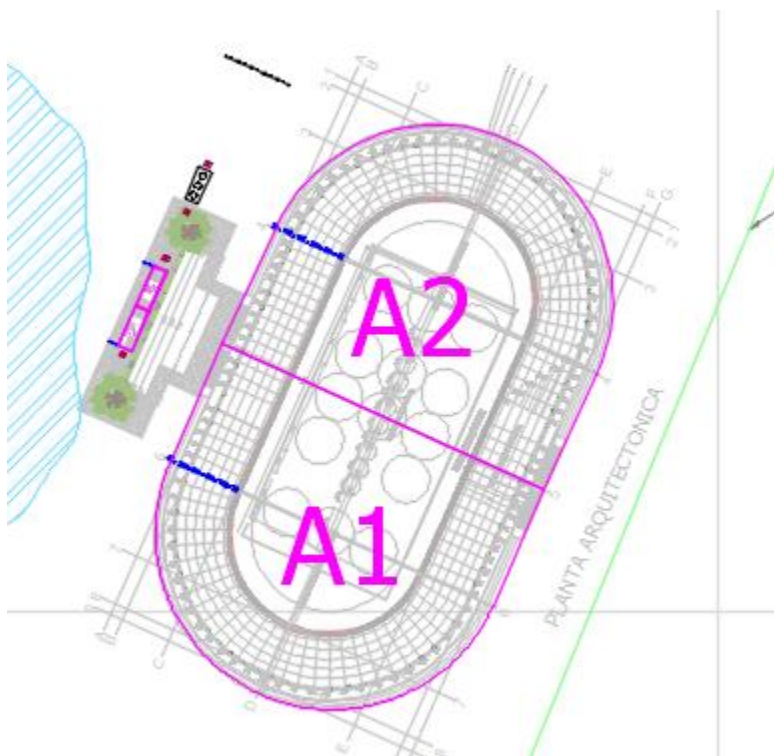
Se identifica que el punto alto de la zona de implantación se encuentra en la cota 6.773 y la zona baja está en la cota 6.5 m, aproximadamente 0.273 m de diferencia topográfica.

Por lo que con esta información se dispone el drenaje pluvial interno del proyecto.

### **10.5. DRENAJE INTERNO DE LA PISTA DE PATINAJE**

Con base en la información arquitectónica recibida, se realiza el análisis de drenaje superficial generado en la zona de la pista y zona interna a la pista, las áreas de aporte consideradas se encuentran a continuación:

**Ilustración 9. Áreas de aporte interno.**

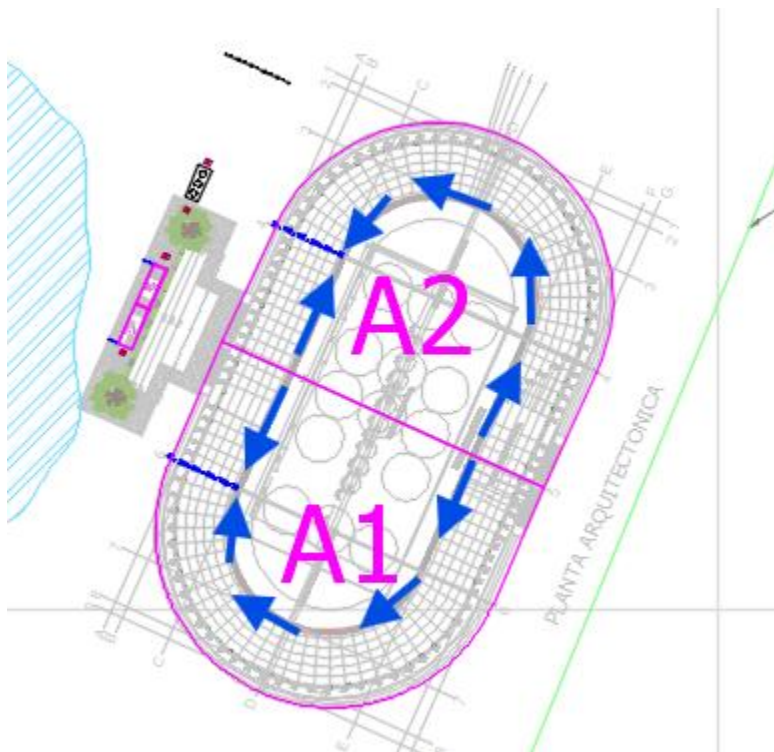


En la zona interna de la pista de patinaje, dispuesta de manera perimetral siguiendo el contorno correspondiente al perímetro menor de la geometría de la pista, se proyecta un canal de drenaje con cárcamo, cuya función es la captación y recolección de las aguas lluvias que precipitan directamente sobre la superficie de la pista.

Luego del análisis de niveles del terreno en el cual se desarrollará el proyecto, se determina que el drenaje de aguas lluvias se dispone hacia en la zona baja del terreno.

La disposición y orientación de drenaje del cárcamo es la siguiente:

**Ilustración 10. Dirección de flujo en cárcamo.**



Se propone una descarga pluvial del cárcamo de 0.5 m de base a dos direcciones, y pendiente de 0.3%. Cada área de drenaje cuenta con 1244.2 m<sup>2</sup>, produciendo un caudal de 62.5 lps.

La orientación de drenaje y pendiente del cárcamo fueron tomados en base del punto de descarga definido con base en la topografía y análisis de niveles.



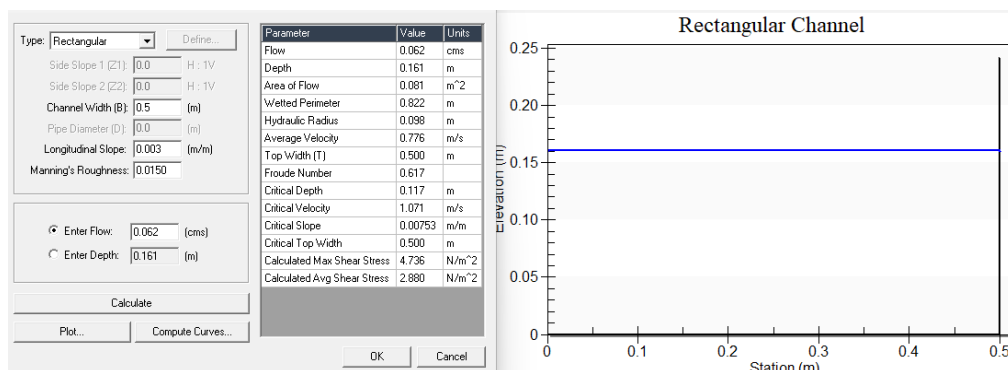
**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**AQ INGENIERIA S.A.S**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS HIDROSANITARIOS

## 10.6. DIMENSIONAMIENTO DE CARCAMO Y TUBERIA DE DESCARGA

Con los parámetros previamente definidos, el cárcamo de concreto presenta el siguiente comportamiento hidráulico:

**Ilustración 11. Comportamiento hidráulico en cárcamo.**



La lámina de agua presente en el cárcamo es de aproximadamente 0.16m.

Para la descarga superficial de este caudal se requiere de 2 tuberías PVC Novafort de 200 mm de diámetro, con una pendiente de 1%. El comportamiento hidráulico se registra en la siguiente tabla:

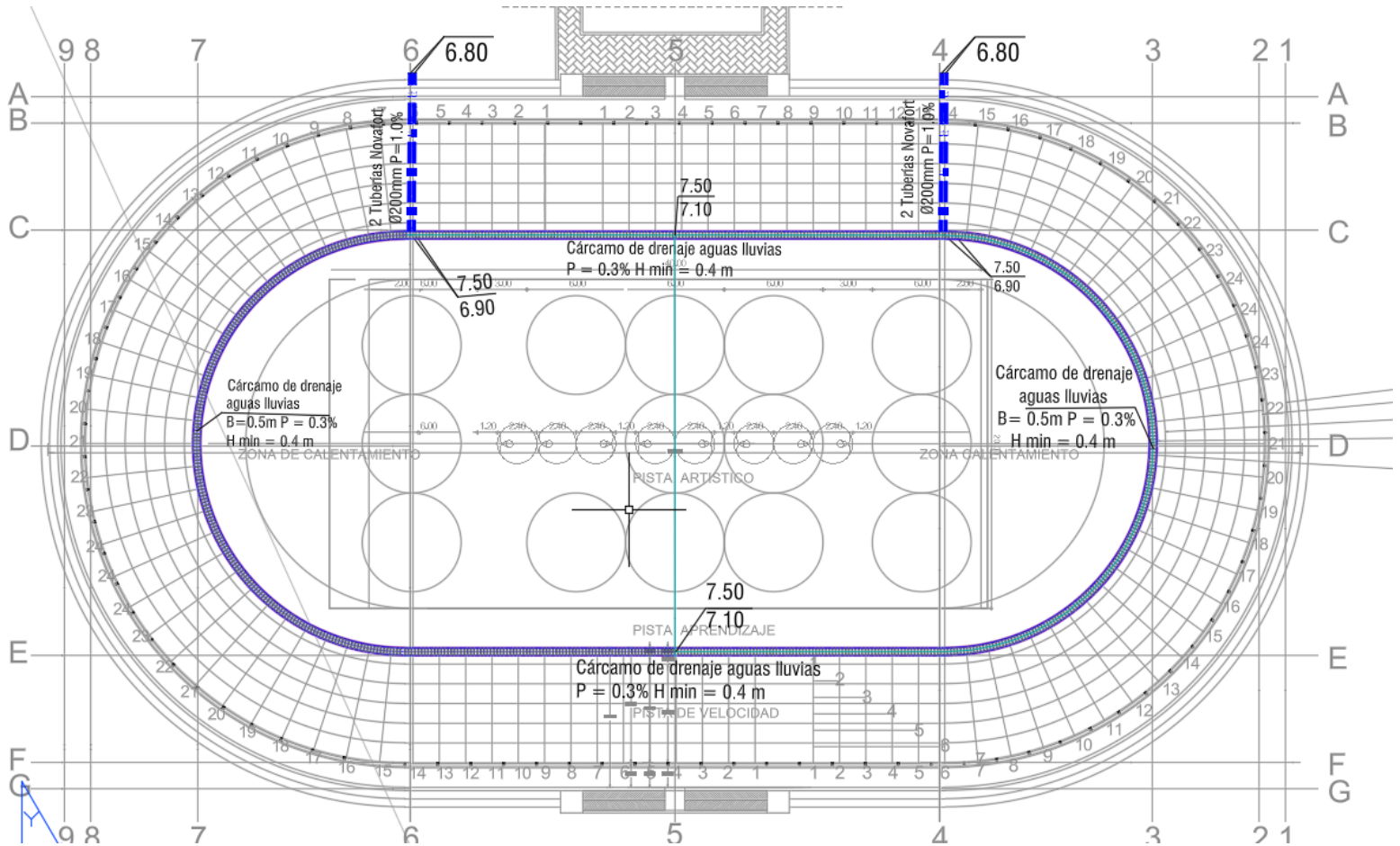
| CAUDALES A.LL | DISEÑO          |              |              |           |         |         |                   |        |       |            |       |         |       |                   |
|---------------|-----------------|--------------|--------------|-----------|---------|---------|-------------------|--------|-------|------------|-------|---------|-------|-------------------|
|               | Diámetro        |              |              | Pendiente | Q Lleno | V Lleno | FT Lleno          | Qr/Qll | v/V   | V efectiva | y/D   | Tirante | t/T   | FT efectiva       |
|               | Nominal (pulg.) | Nominal (mm) | Interno (mm) | Tubería % | lps     | m/s     | Kg/m <sup>2</sup> |        | Tabla | m/s        | Tabla | m       | Tabla | Kg/m <sup>2</sup> |
| Lps           |                 |              |              |           |         |         |                   |        |       |            |       |         |       |                   |
| 31.25         | 8               | 200          | 182          | 1.00      | 36.8    | 0.75    | 0.455             | 0.85   | 0.999 | 0.75       | 0.79  | 0.16    | 1.216 | 0.55              |

**Tabla 19. Comportamiento hidráulico de tubería de descarga**

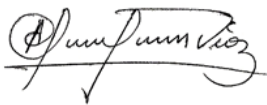
Barrio Los Corales Diagonal Diag 36 N° 54A-34  
Edificio Alejandro Tower – Apto 10-02  
Tel. 669 5321 Cel. 316-6938143 E-mail: [alvaroquintana\\_12@yahoo.es](mailto:alvaroquintana_12@yahoo.es)  
[gerencia@aqingenieria.com](mailto:gerencia@aqingenieria.com)

## 10.7. NIVELES MÍNIMOS REQUERIDOS

**Ilustración 12. Niveles mínimos requeridos.**



Diseñador



Álvaro Antonio Quintana Díaz

Ingeniero Civil – Especialista ingeniería sanitaria y ambiental