

Febrero 2015

## MEMORIA TECNICA HIDRAULICA SANEAMIENTO, POZO DE BOMBEO E IMPULSION

Saneamiento para padrones 3316 al 3321,  
Fraccionamiento "Cooperativas Chuy"

### PROPIETARIO:

Intendencia Departamental de Rocha

### EQUIPO TÉCNICO:

Esteban Pérez Rocamora, ING. CIVIL HIDRAULICO

Ana Laura Pereyra, ING. CIVIL HIDRAULICO

Javier Alsina, ING. ELECTROMECAÁNICO



## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCION GENERAL</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>LISTADO DE PLANOS Y MEMORIAS</b> .....	<b>3</b>
2.1	PLANOS .....	3
2.2	MEMORIAS TÉCNICAS.....	3
<b>3</b>	<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b> .....	<b>4</b>
3.1	INTRODUCCIÓN .....	4
3.2	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	4
3.3	RED DE SANEAMIENTO POR GRAVEDAD .....	4
3.3.1	<i>Trazado general</i> .....	4
3.3.2	<i>Materiales de las tuberías</i> .....	4
3.3.3	<i>Ubicación de la red</i> .....	4
3.3.4	<i>Conexiones domiciliarias</i> .....	5
3.3.5	<i>Criterio de autolimpieza</i> .....	5
3.3.6	<i>Pendiente mínima</i> .....	5
3.3.7	<i>Profundidades</i> .....	5
3.3.8	<i>Tirante máximo</i> .....	5
3.3.9	<i>Velocidad máxima</i> .....	5
3.3.10	<i>Singularidades de la red de saneamiento</i> .....	5
3.3.11	<i>Caudales de diseño</i> .....	6
3.3.12	<i>Especificaciones Constructivas</i> .....	6
3.4	POZO DE BOMBEO.....	7
3.4.1	<i>Características Generales</i> .....	7
3.4.2	<i>Descripción de componentes</i> .....	7
3.5	TUBERÍA DE IMPULSIÓN.....	9
3.5.1	<i>Generalidades</i> .....	9
3.5.2	<i>Especificaciones Constructivas</i> .....	9
<b>4</b>	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b> .....	<b>10</b>
4.1	CÁLCULO DE CAUDALES .....	10
4.1.1	<i>Hipótesis</i> .....	10
4.1.2	<i>Resultados</i> .....	10
4.2	VERIFICACIÓN DE COLECTORES .....	11
4.2.1	<i>Verificación de Caudal Total máximo horario</i> .....	11
4.2.2	<i>Verificación de autolimpieza</i> .....	11
4.2.3	<i>Verificación de Velocidad máxima</i> .....	12
4.3	POZO DE BOMBEO .....	13
4.3.1	<i>Volumen útil</i> .....	13
4.4	CÁLCULO DE BOMBAS E IMPULSIÓN .....	15
4.5	VERIFICACIÓN DE PRESIONES EN TUBERÍA DE IMPULSIÓN .....	16

## 1 INTRODUCCION GENERAL

El Fraccionamiento “Cooperativas Chuy” se encuentra ubicado al oeste de la ciudad de Chuy, siendo el área total del mismo 21 hectáreas y 7853 m<sup>2</sup>. El padrón original 15032 ha sido fraccionado en 7 fracciones (padrones 3316, 3317, 3318, 3318, 3319, 3320, y 3321), con destino a viviendas, más áreas para espacio libre y calles internas.

El fraccionamiento tendrá como destino la localización de 5 Cooperativas de viviendas (en 5 de las fracciones arriba mencionadas) con un estimado de 250 viviendas, así como el uso para depósito del Departamento de Obras del Municipio, y otros usos menores, lo que se puede asimilar a un máximo de 50 viviendas adicionales.

En las proximidades de la zona de trabajo, hacia la zona este, existe red de saneamiento de OSE, resultando necesario la conexión mediante bombeo.

En esta Memoria Técnica General se presenta la descripción, cálculo y especificaciones técnicas de la red de saneamiento, bombeo e impulsión enfocado a la disciplina hidráulica.

Forman parte del Proyecto Ejecutivo completo, la memoria y planos de Estructuras y la memoria y planos Eléctricos.

## 2 LISTADO DE PLANOS Y MEMORIAS

### 2.1 Planos

- Lamina 42588: Plano S01 - RED DE SANEAMIENTO \_ PLANTA Y PERFIL
- Lamina 42589-1: Plano S03 – POZO DE BOMBEO \_ IMPLANTACIÓN
- Lamina 42589-2: Plano S04 – POZO DE BOMBEO – PLANTA Y CORTES
- Lamina 42589-3: Plano S05 – POZO DE BOMBEO \_ DETALLES
- Lamina 42589-4: Plano E01 – ESTRUCTURA POZO DE BOMBEO
- Lamina 42589-5: Plano E02 – ESTRUCTURA DETALLES
- Lamina 42589-6: Plano S02 – LINEA DE IMPULSIÓN \_ PLANIALTIMETERIA
- Lamina 42589-7: Plano EL01 – INSTALACION ELECTRICA

### 2.2 Memorias técnicas

- MEMORIA TECNICA GENERAL – HIDRAULICA
- MEMORIA TECNICA MODELACION TRANSITORIO HIDRAULICO
- MEMORIA TECNICA ESTRUCTURAS
- MEMORIA TECNICA ELECTROMECHANICA

### **3 MEMORIA DESCRIPTIVA**

#### **3.1 Introducción**

A los efectos del diseño del sistema de colecta y descarga de las aguas residuales para el Fraccionamiento, se efectuó la consulta a OSE Rocha acerca de la viabilidad y punto de conexión recomendado para la descarga de los efluentes, resultando conveniente la conexión por bombeo hacia la red de saneamiento existente en intersección de calles 1 de Agosto y Río Olimar.

#### **3.2 Descripción general**

La red de saneamiento proyectada corresponde al tipo Convencional Separativo.

La topografía del terreno determina un escurrimiento en dirección este-oeste y sirve para 300 viviendas. En el punto más bajo de la cuenca se ubica un pozo de bombeo (PB1) el cual bombea todos los líquidos recolectados en el fraccionamiento hacia el punto de conexión ubicado en calle Río Olimar. Dicho punto se encuentra a 1422 m del PB1.

La longitud total de la red es de 578 m, Ø 200 mm de diámetro. En la misma no se encuentran profundidades superiores a 3 m.

La planimetría de la red se puede observar en Plano S01.

La obra se realizará en un todo de acuerdo con la Memoria Descriptiva General de OSE para Obras de Alcantarillado y a lo estipulado en estos recaudos.

#### **3.3 Red de saneamiento por gravedad**

##### **3.3.1 Trazado general**

Para el trazado de red frentista a las viviendas, el criterio adoptado fue ubicar las tuberías por el eje de la calle.

El cálculo del proyecto se realizó respetando las consideraciones técnicas de los reglamentos de la Administración de Obras Sanitarias del Estado (OSE): R/D 689/00 del 15/06/00.

##### **3.3.2 Materiales de las tuberías**

Se ha optado por la utilización de tuberías de PVC aptas para desagües cloacales de Ø 200 mm de diámetro con junta elástica.

Estas tuberías deberán cumplir con la Norma UNIT - ISO 4435 (Serie 20), mientras que las juntas elásticas cumplirán con la norma UNIT 788 o ISO 4633.

##### **3.3.3 Ubicación de la red**

La red se ubicará por eje de Calle.

#### **3.3.4 Conexiones domiciliarias**

Conjuntamente con la construcción de la red de saneamiento se construirán las conexiones domiciliarias de las Cooperativas, las cuales se ejecutarán en PVC Ø160 mm y con una pendiente mínima del 2%. Las mismas consistirán en una Te de derivación la cual se prolongará hasta la línea de propiedad y dejará taponada herméticamente a espera de la construcción de la Cámara 1 correspondiente.

Estas tuberías deberán ser aptas para desagües cloacales, con junta elástica, fabricadas según Normas UNIT 206 y 647.

#### **3.3.5 Criterio de autolimpieza**

Para asegurar la autolimpieza del colector se verificó que, al menos una vez al día, exista una tensión tractiva mínima de 1 Pa.

#### **3.3.6 Pendiente mínima**

La pendiente mínima admisible es de 0,45%, a excepción de los tramos iniciales que será de 0,8%.

#### **3.3.7 Profundidades**

En los tramos iniciales de la red, la profundidad de zampeado mínima adoptada fue de 1,20 m en cámaras terminales siempre que se verificara, con este valor, una correcta conexión de las viviendas; de lo contrario la profundidad adoptada fue aquella que verificara dicha conexión. Para el caso de registros la profundidad mínima es de 1,50 m.

#### **3.3.8 Tirante máximo**

Se verificó que en todo momento el tirante no superara el 75% del diámetro.

#### **3.3.9 Velocidad máxima**

Para prevenir la erosión de las tuberías se verificó que en todo momento las velocidades no superaran los 5 m/s.

#### **3.3.10 Singularidades de la red de saneamiento**

Las singularidades de la red, es decir, registros de 1<sup>ra</sup> y 2<sup>da</sup> categoría, terminal de colector o cámaras terminales, se colocarán en todos los extremos, cambios de dirección, pendiente, o confluencia de dos o más colectores. También existirá una singularidad cuando la longitud del colector supere los 100 m.

Estas singularidades tienen por objeto facilitar la limpieza, desobstrucción y realizar tareas de mantenimiento de los colectores.

A continuación se realiza una breve descripción de estas singularidades.

##### **3.3.10.1 Terminal de colector o Cámara terminal**

Terminal de colector o cámara terminal es un dispositivo que se ubica en la cabecera de los colectores y que permite la introducción de equipamiento de limpieza. No es visitable, y consiste en la prolongación del colector hacia la superficie mediante la colocación de curvas

prefabricadas. Su diámetro es igual al del último tramo del colector. Este dispositivo se utiliza si la profundidad del zampeado no es superior a 2,5 m. En caso contrario se utilizan registros.

#### 3.3.10.2 Registros o cámaras

Los registros se ubican en los cambios de dirección o pendiente, en la confluencia de colectores o cuando el tramo de colector supere los 100 m. Al inicio de un tramo se colocan registros si la profundidad es superior a 2,5 m.

Se trata de una cámara de tipo cilíndrica con un diámetro de 1,20 m terminada en una estructura tronco - cónica con una tapa de 60 cm de diámetro que, a través de una abertura existente en su parte superior, permite el acceso de personal y equipamiento para ejecutar los trabajos de mantenimiento.

Los registros de 2<sup>da</sup> categoría se instalarán en los siguientes casos:

- En la reunión de más de cuatro colectores en el mismo punto;
- Cuando existan saltos o cruces mayores de 0,60 m de altura.

En caso contrario se utilizan registros de 1<sup>a</sup> categoría.

Se contabilizan un total de 1 cámara terminal, 5 registros de 1<sup>ra</sup> categoría que podrán ser construidos in situ o prefabricados, siempre y cuando cumplan con los requisitos de OSE, y 1 registro de 2<sup>da</sup> categoría.

Los registros se realizarán de acuerdo a plano N° 22282 / A1 de OSE.

### **3.3.11 Caudales de diseño**

#### 3.3.11.1 Caudales máximos

Los caudales máximos horarios del día de mayor consumo (caudal máximo horario) por tramo se determinaron en función del número de viviendas existentes en el tramo, el consumo estimado por habitante, la cantidad de habitante por vivienda, los coeficientes de consumo pico diarios y horarios y suponiendo un coeficiente de retorno de consumo de agua potable del 90%. A este caudal se debe agregar el caudal de infiltración el cual se adopta igual a 0,5 l/s/km de red, el caudal aportado por los colectores que confluyen en el tramo en cuestión (si se trata de un tramo inicial este último es cero) y, en caso de existir, también se debe sumar el caudal puntual.

#### 3.3.11.2 Caudales de verificación de autolimpieza

Como se mencionó anteriormente, el diseño de la red debe asegurar para cada tramo condiciones de autolimpieza al menos una vez al día. Esto es, que al menos una vez al día se registre en cada tramo la tensión tractiva mínima (1 Pa). Para esta verificación se utiliza el caudal máximo horario del día de mínimo consumo de cada tramo.

### **3.3.12 Especificaciones Constructivas**

La obra se realizará en un todo de acuerdo con la Memoria Descriptiva General de OSE para Obras de Alcantarillado.

### 3.4 Pozo de Bombeo

#### 3.4.1 Características Generales

La ubicación e implantación del pozo de bombeo se indica en láminas 42589-1, adjunto.

El pozo de bombeo es del tipo húmedo, provisto de 2 bombas sumergibles que operan en la modalidad 1+1 (1 operativa y 1 reserva). Las características de las bombas son las siguientes:

- Caudal Q = 5.9 L/s
- Altura H = 21.9 mca

El pozo de bombeo se propone con materiales convencionales, es decir hormigón armado y tapas metálicas. No obstante, no se descarta el empleo de una solución del tipo modular (tipo Flygt o similar), en material de PRFV u otro material plástico (PEAD); en caso de optarse por una solución de este tipo, se deberán presentar los planos para su aprobación por parte de la Dirección de Obra de OSE, debiéndose respetar en un todo los componentes, niveles y dimensiones indicados en la solución del tipo convencional.

#### 3.4.2 Descripción de componentes

##### 3.4.2.1 Cámara de Rejas

Previo a la cámara de succión se ubica la cámara de reja. La misma es de sección rectangular de 0,80 m x 1,60 m interiormente. La profundidad es de 2,75 m.

En dicha cámara se ubica una compuerta manual de fondo, la reja canasto y una reja manual de uso alternativo en ocasiones de limpieza de la reja canasto. La compuerta se acciona desde nivel de terreno por medio de un volante de apertura y cierre manual. La reja canasto retiene los sólidos groseros que puedan condicionar el buen funcionamiento del equipo de bombeo. El retiro de la reja se realiza por medio de una cadena. Dentro de la cámara la reja se desliza a través de una guía solidaria a la pared de la misma. Ver detalles constructivos de la reja canasto en planos de proyecto.

##### 3.4.2.2 Pozo húmedo

Esta cámara tiene una sección rectangular. El nivel mínimo de operación será tal, que garantice una sumergencia mínima de 0,30 metros (recomendada por fabricantes de equipos), para minimizar la posibilidad de formación de vórtices e ingreso de aire a la tubería de impulsión. Esta cámara contará con una tubería de ventilación de PVC de 110 mm de diámetro. Los niveles de operación de pozo se presentan a continuación

<u>Datos de Bomba</u>	
Caudal bomba (L/s)	5,9
Carga (m)	21,9
<u>Pozo húmedo</u>	
Largo (m):	1,70
Ancho (m):	1,50
Cota de terreno natural (m)	15,91

Cota de tapas PB (m)	16,10
Nivel de Entrada a camara rejjas (m)	13,55
Profundidad de zampeado entrada (m)	2,36
Nivel de Canal de Rejas (m)	13,35
Nivel de alarma 1 (m)	12,94
Nivel de Arranque (m)	12,74
Nivel mínimo (m)	12,14
Nivel de alarma 2 (m)	11.94
Nivel de Fondo (m)	11,65
Profundidad del pozo (m)	4,45
Diámetro de Manifold	FD80
Diámetro de Impulsión (mm)	PEAD110

En lámina 42589-2 (plano S04) se presentan las características de la cámara de succión en el Pozo de Bombeo diseñado.

#### 3.4.2.3 Cámara de Válvulas

Esta cámara tiene una sección rectangular y una profundidad de 1,60 m. Dentro de esta cámara se encuentra el múltiple compuesto por tuberías, piezas, válvulas y demás elementos necesarios para un buen funcionamiento del sistema. Cada bomba cuenta en su impulsión con una válvula de retención de bola y una llave de paso tipo cuchilla.

La salida de las bombas se materializará con tuberías de Fundición Dúctil Tipo K9, con unión a bridas soldada. Las válvulas –de retención y cierre- serán metálicas, con unión a bridas y junta de desmontaje intermedia. Desde la salida de las bombas hasta luego de las válvulas el diámetro será de DN 80 mm, posterior se colocará Tee con ampliación a DN 100 mm, y se continuará con este diámetro hasta impulsión. La transición a la tubería de impulsión se realizará mediante adaptador PEAD Platina/Brida con soldadura a tope de 110 mm.

Dentro de esta cámara también se instalará una tubería de descarga, que contará con una llave de paso tipo cuchilla, para el vaciado de la tubería de impulsión. Esta cámara cuenta con un desagüe que se conecta a la cámara de succión, su apertura o cierre es mediante una llave esférica.

#### 3.4.2.4 Equipo de Bombeo

Se instalarán dos equipos de bombeo para aguas residuales, uno de funcionamiento continuo y el otro de respaldo. Las bombas contarán con sistema de flotadores tipo boya para indicar el encendido y apagado de las mismas. Para retirar las bombas del pozo se impulsa de una cadena. Dentro del pozo la bomba sube y baja por una guía de izado solidaria a la pared del pozo.

Las bombas operarán en ciclos de prendido y apagado (modalidad “on-off”). La señal de prendido, apagado y alarma por alto nivel se detectará por sensores de nivel (peras o flotadores). Los niveles de operación o señales serán los siguientes:

- Alarma por muy alto nivel en el pozo
- Señal de arranque de bomba
- Señal de parada de bomba
- Alarma por muy bajo nivel en el pozo



### **3.5 Tubería de Impulsión**

#### **3.5.1 Generalidades**

El trazado de la tubería de impulsión se indica en el plano adjunto (lamina 42589-6).

La longitud total de la impulsión es de 1422 m. La profundidad media de la tubería será de 1,50 m.

La tubería es de PEAD DN 110 mm PE100 con SDR17 según Norma UNIT ISO 4427, con unión con soldadura a tope. En los cambios de dirección se deberán construir anclajes de hormigón sin armar (ciclópeo) de acuerdo a plano tipo de OSE.

Se adopta una pendiente mínima de 0,30% ascendente. El tramo descendente presenta una pendiente del 8%.

La cota de descarga es 19,51 m en cámara de sacrificio.

El registro existente en calle Rio Olimar y 1º de Agosto será transformado a registro de segunda.

#### **3.5.2 Especificaciones Constructivas**

La obra se realizará en un todo de acuerdo con la Memoria Descriptiva General de OSE para instalaciones de tuberías de conducción de líquidos a presión.

## 4 MEMORIA DE CÁLCULO

### 4.1 Cálculo de caudales

#### 4.1.1 Hipótesis

##### 4.1.1.1 Unidad de aporte

Las unidades de aporte consideradas fueron las viviendas. El proyecto cuenta con 300 viviendas de aporte.

##### 4.1.1.2 Factor de ocupación

Para las viviendas se supuso que cada una era habitada por 4 personas.

##### 4.1.1.3 Dotación de agua potable

La dotación de agua potable fue de 150 L/hab/día para las viviendas.

##### 4.1.1.4 Caudales de infiltración

Se consideró una tasa de infiltración de 0,5 L/s/Km de red.

#### Factores de pico de consumo

Para el cálculo del caudal máximo diario y horario de aporte se utilizaron los factores recomendados por bibliografía: K1=1,5 y K2=1,5. Para el cálculo de caudal mínimo se asumió un valor de K3=0,6.

#### Coefficiente de retorno

Se asume un coeficiente de retorno de 0,9.

#### 4.1.2 Resultados

Cantidad de Viviendas	Viv	300 viv
Habitantes / viv	hab/viv	4 hab/viv
Dotación	dot	150 l/hab/d
K1	K1	1,5
K2	K2	1,5
K3	K3	0,6
Cretorno		0,9
Caudal medio	Qmed	1,9 l/s
Caudal máximo diario	Qmaxd	2,8 l/s
Caudal máximo horario	Qmaxh	4,2 l/s
Caudal de Infiltración e intrusión pluvial	long red aprox	0,6 km
	tasa	0,5 l/s/km
	caudal	0,3 l/s

Q total max horario	4,5 l/s
Q mínimo nocturno	1,1 l/s

## 4.2 Verificación de Colectores

Los colectores se diseñan de forma de conducir el caudal máximo horario total y a su vez asegurar autolimpieza al menos una vez al día. Esto implica tener una pendiente mínima que asegure una tensión tractiva superior a 1 Pa al menos una vez al día. Esta verificación se realiza con el caudal máximo horario del día de mínimo consumo (de ahora en más caudal mínimo).

### 4.2.1 Verificación de Caudal Total máximo horario

El caudal total máximo horario es de 4,5 L/s. Siendo la red propuesta de PVC DN 200 mm, se presenta el cálculo de capacidad máxima de un colector de dicho diámetro y pendiente mínima 0,45 %.

Diámetro Nominal (mm)	DN	200
Espesor (mm)	e	7,7
Diámetro interno (mm)	D	184,6
Capacidad	y/D	0,75
Tirante (mm)	y	138
Tirante auxiliar (mm)	x	46,15
Angulo al centro (rad)	theta	4,1888
Manning	n	0,013
Radio hidráulico (m)	Rh	0,0557
Pendiente	S	0,45%
Velocidad (m/s)	v	0,75
Área (m <sup>2</sup> )	A	0,0215
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Q	0,0162
(L/s)	Q	16,2
Tensión tractiva (pa)	F	2,5

La capacidad máxima de colector para la pendiente mínima es de 16,2 L/s, por lo que se verifica la capacidad para conducir el caudal total máximo horario de proyecto.

### 4.2.2 Verificación de autolimpieza

Cuando los valores de caudal mínimo ( $Q_{\min.}$ ) por tramo son inferiores a 1,5 L/s, se adopta este valor como caudal para verificar la tensión tractiva, dado que corresponde a la descarga de una cisterna doméstica.

Para realizar esta verificación, la tensión tractiva se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\tau = 9800 * R_h * I$$

Donde:  $R_h$  = radio hidráulico

$I =$  pendiente

Considerando una pendiente mínima de diseño de 0,45% y un caudal de aporte de 1.5 L/s, se verifica el valor de 1Pa de tensión tractiva para autolimpieza.

Diámetro Nominal (mm)	DN	200
Espesor (mm)	e	7,7
Diámetro interno (mm)	D	184,6
Capacidad	y/D	0,20
Tirante (mm)	y	36
Tirante auxiliar (mm)	x	56,0421984
Angulo al centro (rad)	theta	1,8366
Manning	n	0,013
Radio hidráulico (m)	Rh	0,0219
Pendiente	S	0,45%
Velocidad (m/s)	v	0,40
Área (m <sup>2</sup> )	A	0,0037
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Q	0,0015
(L/s)	Q	1,50
Tensión tractiva (pa)	F	1,0

#### 4.2.3 Verificación de Velocidad máxima

Para el caudal total máximo horario y la pendiente máxima de proyecto se verifica que la velocidad no exceda 5 m/s.

Diámetro Nominal (mm)	DN	200,00
Espesor (mm)	e	7,70
Diámetro interno (mm)	D	184,6
Capacidad	y/D	0,26
Tirante (mm)	y	47
Tirante auxiliar (mm)	x	45,227
Angulo al centro (rad)	theta	2,1174
Manning	n	0,013
Radio hidráulico (m)	Rh	0,0275
Pendiente	S	1,40%
Velocidad (m/s)	v	0,83
Área (m <sup>2</sup> )	A	0,0054
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Q	0,0045
(L/s)	Q	4,5

Tensión tractiva (pa)	F	3,8
-----------------------	---	-----

Se verifica que la velocidad máxima en las condiciones dadas es de 0,83 m/s, lo cual es aceptable.

### 4.3 Pozo de bombeo

#### 4.3.1 Volumen útil

Los niveles de operación de las bombas estarán determinados por un tiempo de ciclo mínimo de 10 minutos. El volumen útil mínimo se determina mediante la ecuación:

$$V_{\text{útil}}^{\text{mín}} = \frac{Q_B \times T_c}{4}$$

Dónde:

$V_{\text{útil}}^{\text{mín}}$  : Volumen útil mínimo requerido

$Q_B$  : Caudal de Bombeo

$T_c$  : Tiempo de ciclo entre arranque y detención de las bombas

##### 4.3.1.1 Verificación del tiempo de ciclo

En lo que sigue se determina el tiempo de ciclo de los equipos de bombeo. Esta verificación se realiza para el caudal máximo afluente al pozo de bombeo, el caudal de bombeo y el volumen útil.

El tiempo de vaciado ( $T_V$ ) y tiempo de llenado ( $T_{LL}$ ) del pozo de bombeo se obtienen a través de las siguientes expresiones:

$$T_{LL} = \frac{V_{\text{útil}}}{Q_{\text{máx},a}}$$

$$T_V = \frac{V_{\text{útil}}}{(Q_B - Q_{\text{máx},a})}$$

Dónde:

$T_{LL}$  : Tiempo de llenado

$T_V$  : Tiempo de vaciado

$Q_B$  : Caudal de bombeo

$Q_{\text{máx},a}$  : Caudal máximo afluente al PB

$V_{\text{útil}}$  : Volumen útil

El tiempo de ciclo es la suma del tiempo de llenado más el tiempo de vaciado.

#### 4.3.1.2 Verificación del tiempo de detención

En el dimensionado del pozo se considera que el tiempo de detención dentro del pozo de succión no sea superior a 30 minutos. Para la determinación, se considera el volumen del pozo desde el fondo hasta el nivel medio de operación (volumen efectivo), y el caudal medio afluente al pozo al inicio.

El tiempo de detención del líquido residual dentro del pozo de bombeo se determina a partir de la siguiente expresión:

$$T_d = \frac{V_{Efectivo}}{Q_{med,a}}$$

Dónde:

$V_{Efectivo}$  : Volumen efectivo

$Q_{med,a}$  : Caudal medio afluente al pozo de bombeo

$T_d$  : Tiempo de detención

#### 4.3.1.3 Planillas de Cálculo para Dimensionado de Pozos de Bombeo

Caudal bomba (l/s)	5,90
Caudal afluente máximo (l/s)	4,52
Caudal afluente medio (l/s)	1,88
Tiempo ciclo mínimo (min)	10
Volumen mínimo de cálculo (m <sup>3</sup> )	0,89
Altura útil calculada (m)	0,43
Altura útil diseño (m)	<b>0,60</b>
Largo (m)	1,70
Ancho (m)	1,50
Volumen útil diseño (m <sup>3</sup> )	1,22
Sumergencia mínima (m)	0,30
Volumen Total (m <sup>3</sup> )	1,22
Tiempo de ciclo máximo (min)	19,29
Tiempo de ciclo medio (min)	15,95
Tiempo mínimo de residencia (min)	4,51
Tiempo medio de residencia (min)	10,88

#### 4.4 Cálculo de bombas e impulsión

Para el dimensionado de la tubería de impulsión se consideró como hipótesis que la pérdida de carga longitudinal no exceda los 10 m/km y que la velocidad para caudal de bombeo no sea mayor a 2 m/s.

La altura manométrica total es aquella contra la que trabaja el equipo de bombeo. Está compuesta por la suma de tres términos:

$$\Delta H_T = \Delta H_G + \Delta H_D + \Delta H_L$$

$\Delta H_T$ : altura manométrica total

$\Delta H_G$ : altura geométrica de elevación

$\Delta H_D$ : altura por pérdidas de carga distribuidas

$\Delta H_L$ : altura por pérdidas de carga localizadas

La altura geométrica de elevación es la diferencia entre las cotas de los niveles de funcionamiento dentro del pozo de bombeo y el nivel de la descarga. A los efectos de la selección de equipos se tomará la altura geométrica máxima.

Las pérdidas de carga distribuidas se determinan a partir la fórmula de Hazen – Williams:

Fórmula de Hazen – Williams:  $J = 10,643 \cdot Q^{1.85} \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87}$

Pérdida de Carga Distribuida Total:  $\Delta H_D = J \cdot L$

dónde:

J: Pérdida de carga unitaria (m/m)

Q: Caudal de bombeo (m<sup>3</sup>/s)

C: Coeficiente de Hazen – Williams (Para tubería nueva de material plástico C = 130; FD C = 110)

D: Diámetro interno de la tubería (m)

L: Longitud de la tubería (m)

Las pérdidas de carga localizadas se determinan de la misma manera que las distribuidas, calculando la longitud equivalente en diámetros de cada pieza o elemento. Los coeficientes de pérdida de carga fueron extraídos de “Azevedo Netto et al, Manual de Hidráulica, 1998”.

A continuación se presenta el cálculo de punto de funcionamiento de equipo.

Caudal								
$Q_{bomba}$ (l/s)	$Q_{bomba}$ (m <sup>3</sup> /h)							
6,0	21,6	Valvulería						
Coef. C válvulas	$f_{válvulas}$ (mm)	$V_{válvulas}$ (m/s)	$L_{geom}$ (m)	$L_{virtual}$ (m)	$L_{total}$ (m)	J (m/m)	H f (m)	
110	86,0	1,03	5,0	16,6	21,6	0,02	0,46	
Tubería								
Coef. C línea	$f_{línea}$ (mm)	$V_{línea}$ (m/s)	$L_{geom}$ (m)	$L_{virtual}$ (m)	$L_{total}$ (m)	J (m/m)	H f (m)	
130	96,8	0,82	1419	12,1	1430,6	0,009	12,59	
Carga y Potencia								
$DH_{Geom}$ (m)	$H_{bomba}$ (m)	$\eta_{bomba}$	Pot. est. (KW)					
8,83	21,89	100%	1,3					

Pieza	Cantidad	$f_{equiv}$
Entrada/Salida	1	35
Codos 90°	2	30
Te directa	1	20
Llave	1	8
Válvula de retención	1	70

Pieza	Cantidad	$f_{equiv}$
Entrada/Salida	1	35
Codos 90°	1	30
Curvas 45°	4	15

#### 4.5 Verificación de presiones en tubería de impulsión

Se presenta Memoria de cálculo específica con resultados de la modelación del transitorio hidráulico en la tubería.