

# **ANEXO A**

# **MEMORIA TECNICA HIDRAULICA**

## **Relocalización “Parkway-Sacra” y “Espinillo”**

### **Realojos Padrones 6627-2953**

Tanque elevado para abastecimiento de agua potable

- Versión 02 -



Ministerio  
**de Vivienda y**  
**Ordenamiento Territorial**

Dirección Nacional  
**de Integración**  
**Social y Urbana**

# Contenido

## 1. INTRODUCCIÓN GENERAL3

## 2. MEMORIA DESCRIPTIVA4

2.1. INTRODUCCIÓN.4

2.2. EQUIPO DE BOMBEO.4

2.3. RED DE ABASTECIMIENTO.5

5

5

5

5

5

5

5

5

2.4. TANQUE ELEVADO.6

6

6

6

7

2.5. INTERFERENCIAS CON OTROS SERVICIOS.7

## 3. MEMORIA DE CALCULO7

3.1. CALCULO DE CAUDALES.7

3.2. TANQUE ELEVADO.8

8

3.3. RED DE DISTRIBUCIÓN.9

9

9

9

10

3.4. RED DE ABASTECIMIENTO.11

11

11

11

## 4. CUADRO DE LÁMINAS12

## Tablas

[TABLA 3.1 CALCULO DE CAUDALES ETAPA INICIAL.8](#)

TABLA 3.2 CALCULO DE CAUDALES ETAPA FINAL.8

TABLA 3.3 VERIFICACIÓN VOLUMEN OPERATIVO.9

TABLA 3.4 ESTADO DE LOS NUDOS PARA CAUDAL MÁXIMO HORARIO.10

TABLA 3.5 ESTADO DE LAS LÍNEAS PARA CAUDAL MÁXIMO HORARIO.11

TABLA 3.6 ESTADO DE LOS NUDOS PARA CAUDAL MÁXIMO.12

TABLA 3.7 ESTADO DE LA LÍNEA DE ABASTECIMIENTO DE TANQUE ELEVADO PARA CAUDAL MÁXIMO.12

## Figuras

FIGURA 1.1 UBICACIÓN PADRONES 6627 – 2953 - 5462.3

FIGURA 3.1 DISPOSICIÓN DE REDES. ESTADO PARA CAUDAL MÁXIMO HORARIO.10

FIGURA 3.2 RED DE ABASTECIMIENTO DE TANQUE ELEVADO. ESTADO PARA CAUDAL MÁXIMO.12

## 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El presente proyecto se enmarca en lo que comprende el Plan Avanzar y el Plan Juntos, ambos planes refieren a la relocalización de asentamientos de la ciudad de Paysandú. Para esto es necesaria la construcción de 394 viviendas con sus respectivos servicios.

El punto de toma a la red existente, ubicado por la calle Don Martin Etchebarne (Camino Casas Blancas), no presenta caudal y presión suficiente para la cobertura total de ambos padrones. Por tanto, el suministro se complementa con el aporte de una perforación ubicada en el padrón 6627.

Dada la característica topográfica de la zona, es necesario, la construcción de un deposito elevado, que permita mantener una presión mínima y constante a la totalidad de viviendas, además de proporcionar una reserva de agua potable para el abastecimiento de 600 viviendas.

Dicho deposito, se ubicará en el padrón 5462 (lindero al padrón 2953), en el sitio de mayor cota. Se abastecerá desde tanque apoyado a través de una línea exclusiva para tal fin, y suministrara a las viviendas a través de las redes existentes por medio de conexionado en el padrón 2953.



1 Ubicación Padrones 6627 – 2953 - 5462.

## **2. MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **2.1. Introducción.**

Dada la particularidad y el alcance del proyecto, es conveniente clasificarlo de acuerdo a sus unidades componentes:

- Tanque apoyado de mezcla y reserva.
- Red de abastecimiento y sistema de elevación.
- Deposito elevado.
- Red de distribución.

El tanque apoyado consiste de un depósito existente de hormigón armado, construido a nivel de suelo con una capacidad útil de 70.000 lt., el cual se abastece en forma paralela e independiente desde la red existente por camino Casas Blancas, y desde pozo semisurgente ubicado dentro del padrón 6627.

Dentro del tanque se ubican boyas de nivel que comandan el inicio o corte de bomba en pozo, y apertura o cierre de válvulas, de modo de mantener la relación de mezcla de 1 volumen de agua de pozo por 2 volúmenes de agua de red.

Desde este, y a través de la red de abastecimiento por medio de equipos de bombeo, se abastece el depósito elevado, para luego a través de la red de distribución existente dentro de los padrones 6627 y 2953 dar servicio a las viviendas.

La red de distribución se trata de un anillo de PVC 110 y 75 mm, el cual sirve al padrón 2953, y del que se conecta a un segundo anillo de PVC 110 mm con interconexiones de PVC 75 mm, para dar servicio al padrón 6627.

Dado que corresponden a infraestructuras existentes, el tanque apoyado y la red de distribución, no forman parte del presente proyecto. Las características de la red de distribución serán consideradas a los efectos del cálculo de suministro desde tanque elevado.

### **2.2. Equipo de bombeo.**

Provisto de 2 bombas que operan en la modalidad, de que mientras una se encuentra operativa la restante será de reserva. Las características de las bombas son las siguientes:

- Caudal  $Q=9,7$  lt/s
- Altura  $H=44,7$  mca
- Densidad de fluido  $\rho=1.000$  kg/m<sup>3</sup>
- Temperatura  $T=20$  °C
- Rendimiento general del conjunto motor-bomba para el punto de funcionamiento será superior a 70 %

## **2.3. Red de abastecimiento.**

### **2.3.1. Trazado general.**

Se considero un trazado que verifique la distancia mínima entre depósitos, respetando el diagrama de calles existentes y proyectadas.

### **2.3.2. Tuberías y uniones.**

Para la red de agua potable se utilizarán tuberías de PVC rígido a junta elástica con aros de goma según norma UNIT215/86, presión nominal 1,0 MPa y tensión de pared de 10,0 MPa. Las piezas especiales y aparatos se colocarán en PVC, de acuerdo al pliego de condiciones generales de OSE.

El ángulo de desviación máximo admitido para uniones de junta elástica será de 2.6 grados.

En el caso de tuberías sobre nivel de suelo o expuestas a los rayos UV, deberán ser galvanizadas, de acero sin costura, aptos para una presión nominal de 1,0 MPa. Todas las juntas serán ejecutadas a rosca, y las piezas de unión de bronce

Sin perjuicio de lo mencionado anteriormente, la colocación de tuberías, piezas especiales y aparatos, así como los materiales a suministrar, se ajustarán a la "Memoria descriptiva general para la instalación de tuberías de líquidos a presión" y Anexos de OSE, así como a los Planos Generales de OSE para conexión domiciliaria, macizos de anclaje, cámaras para llaves de paso, hidrantes, boca de descarga provisoria, etc.

### **2.3.3. Tendido.**

La tubería se instalará en una zanja a una profundidad cercana a 1.0 m. En el fondo de la zanja se hará un lecho de material fino y bien compactado de 10 cm, mínimo, descalzado en las cabezas de los tubos. En caso de que no se pueda lograr un apoyo continuo de la tubería o que el material de contacto tenga una dureza similar a una piedra, se colocara una cama de arena de 10 cm de espesor debajo de la misma.

### **2.3.4. Llaves de Paso.**

Se colocarán llaves de paso de modo de poder aislar circuitos. La unión con tuberías será roscada hembra – hembra y su ubicación se presenta en plano AP03 Detalle tanque elevado.

### **2.3.5. Válvulas de retención.**

En línea de abastecimiento de cada tanque y próximo al ingreso al mismo, se colocaran válvulas de retención.

### **2.3.6. Tapas de acceso.**

Todas las tapas y marcos de cámaras serán tipo plano N° 31.142 de OSE.

### **2.3.7. Anclajes.**

Se colocarán macizos de anclaje en las piezas Tee, Crucetas y Curvas. Serán de Hormigón de 15 cm de altura por 35 cm de ancho y 45 cm de largo, según plano tipo de OSE N° 31.265.

### **2.3.8. Prueba Hidráulica.**

A efectos de verificar la bondad del material colocado, así como del procedimiento seguido para su colocación, se realizará una prueba hidráulica a la presión de 10 kg/cm<sup>2</sup>. La prueba se realizará durante 2 horas, no admitiéndose pérdidas de agua.

Se recomienda la realización de la prueba hidráulica por tramos de no más de 500 m y se deberá contar con la aprobación de la Dirección de Obra para su realización. Antes de la prueba los tubos deben quedar firmemente inmobilizados para evitar que la presión pueda desplazarlos horizontal o verticalmente. Esto se consigue con un relleno parcial de la zanja, de uno 30 cm sobre el lomo del caño como mínimo. Las juntas deben quedar vistas para permitir la observación visual de la prueba. El tramo de tubería a probarse deberá llenarse con agua a caudal suficientemente bajo para permitir la evacuación total del aire. El tramo a probar deberá contar con tapones apropiados que permitan la introducción del agua y la salida del aire.

La prueba se realizará 24 hs después de su llenado, proceso durante el cual se controlará que no quede aire en la tubería.

## **2.4. Tanque elevado.**

### **2.4.1. Capacidad.**

Se considera una cobertura de 600 viviendas, de modo de atender la demanda del fraccionamiento actual y futuro. Como se mencionó, el proyecto dará cobertura a 394 viviendas, además se considera el suministro de nuevos fraccionamientos, y/o de otras viviendas próximas no pertenecientes a los fraccionamientos.

De lo anterior resulta que dicho depósito deberá tener una capacidad mínima de 216.000 lt.

### **2.4.2. Características constructivas y funcionamiento.**

Consiste en una batería de 4 tanques conectados en paralelo, con una capacidad individual de 55.000 lt.

El abastecimiento desde tanque o depósito inferior será por medio de una tubería de PVC 110 mm, la que se ramificara en tuberías de 75 mm, permitiendo abastecer de forma paralela e independiente cada uno de los tanques.

Desde cada tanque descenderá una línea destinada al suministro de la red existente, las que se conectaran a través de una tubería de PVC 110 mm a tenderse entre el emplazamiento de los tanques elevados y el anillo existente dentro del padrón 2953, en su ramal de 110 mm.

Además, constaran de tuberías de vaciado y rebalse, las que podrán estar conectadas a la red de saneamiento.

### **2.4.3. Caudalímetro.**

Se instalará medidor volumétrico de agua en línea de distribución. Será de tipo electromagnético, debiendo cumplir las siguientes especificaciones técnicas:

- Será de paso total electromagnético, DN de acuerdo a la tubería sobre la que se instalará.
- Será para condición de trabajo con agua fría, con extremos bridados.  
Deberá ser capaz de resistir una temperatura máxima del agua a ser conducida de 40°C. Así mismo deberá admitir un funcionamiento normal en un rango de temperatura ambiente que se encuentre entre 0°C y 50°C.
- El medidor deberá comenzar a registrar con caudales inferiores o iguales al 50% del caudal mínimo. Los errores correspondientes a dicho caudal de arranque no serán superiores al 10% en valor absoluto.
- Se deberá indicar la relación entre el caudal máximo y el caudal mínimo para errores que se encuentren dentro del  $\pm 2.0\%$ . Se valorará la mayor relación que pueda ofrecerse del medidor.
- Se valorará positivamente la mayor amplitud del rango de medición del instrumento presentado, siempre y cuando se mantenga el error dentro del rango de valores admisibles.
- Deberá cumplir que la relación de caudales Q3/Q1 mayor o igual a 500.

- El error de exactitud máximo admisible en todo el rango de funcionamiento será de  $\pm 0.5\%$ .  
Se considerará como rango de funcionamiento el intervalo de velocidades comprendido entre 0.50 m/s y 10.00 m/s.  
Se entiende como error de exactitud al cociente entre la diferencia del volumen indicado por el medidor y del volumen del líquido efectivamente escurrido a través del medidor (de referencia), y el volumen de referencia.
- La pérdida de carga del medidor en el caudal máximo no deberá ser superior a 10 mca y en el caudal nominal será como máximo 2,5 mca.
- El medidor deberá resistir sin deformación, ni daño en ninguna de sus partes, y sin presentar filtraciones o humedades por ningún lado, una presión interna mínima de 10 bares, aplicada por un tiempo no menor de 15 minutos.
- No deberá provocar degradación alguna en la potabilidad del agua.

#### **2.4.4. Construcciones y acondicionamiento del predio.**

##### **2.4.4.1. Caminería de acceso.**

Estará constituida por una capa de rodadura, de material granular triturado de espesor mayor a 5 cm, sobre una base de tosca con CBR60 y 30 cm de espesor.

Previamente a la ejecución de esta plataforma se deberá retirar 30 cm de capa de tierra vegetal.

##### **2.4.4.2. Cercado del predio.**

El cercado del predio y el portón de acceso se construirán en los límites indicados en planos y de acuerdo al plano general de OSE N° 27.699/A.

##### **2.4.4.3. Acondicionamiento general.**

Se uniformará la superficie, dando a los terrenos una pendiente adecuada que permita el escurrimiento de las aguas pluviales de forma de no perjudicar a los terrenos linderos.

### **2.5. Interferencias con otros servicios.**

Durante la ejecución de excavaciones y zanjeado, se tendrá especial cuidado en las interferencias con otros sistemas.

Los daños causados a las instalaciones subterráneas serán de completa responsabilidad del ejecutor de las obras, independientemente que dicha interferencia figure o no en los planos.

## **3. MEMORIA DE CÁLCULO**

### **3.1. Calculo de caudales.**

#### **3.1.1.1. Unidad de consumo**

Las unidades de consumo consideradas fueron las viviendas. Para esto se consideran las siguientes situaciones:

- Etapa inicial, el cual se corresponde con el comienzo de operaciones del tanque elevado – 394 viviendas.
- Etapa final, máximo número de viviendas con abastecimiento desde los depósitos – 600 viviendas.

### 3.1.1.2. Factor de ocupación

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

### 3.1.1.3. Dotación de agua potable

La dotación de agua potable fue de 200 lt/hab/día para las viviendas.

### 3.1.1.4. Factores de pico de consumo

Para el cálculo del caudal máximo diario y horario de consumo se utilizaron los factores recomendados por biografía:  $K1=1.5$  y  $K2=1.5$ .

### 3.1.1.5. Resultados.

Cantidad de viviendas		394	viviendas
Factor ocupacion		4	hab/vivienda
Dotacion de agua potable		200	lt/hab/dia
Factores de pico			
K1		1.5	
K2		1.5	
Caudal medio diario	$Q_{med}$	3.6	lt/s
Caudal maximo diario	$Q_{max,d}$	5.5	lt/s
Caudal maximo horario	$Q_{max,h}$	8.2	lt/s

*Tabla 3.1 - Calculo de caudales etapa inicial.*

Cantidad de viviendas		600	viviendas
Factor ocupacion		4	hab/vivienda
Dotacion de agua potable		200	lt/hab/dia
Factores de pico			
K1		1.5	
K2		1.5	
Caudal medio diario	$Q_{med}$	5.6	lt/s
Caudal maximo diario	$Q_{max,d}$	8.3	lt/s
Caudal maximo horario	$Q_{max,h}$	12.5	lt/s

*Tabla 3.2. Calculo de caudales etapa final.*

## 3.2. Tanque elevado.

### 3.2.1. Volumen operativo.

#### 3.2.1.1. Definición.

Corresponde al volumen variable de agua disponible dentro de la batería de tanques, y cual define los niveles de operación de las bombas.

Los niveles de operación de las bombas estarán determinados para un tiempo de operación medio de 15 horas. Por tanto el volumen operativo debe verificar:

$$V_{operativo} = (Q - Q_v) * T$$

Donde:

$V_{operativo}$  – volumen variable disponible.

$Q$  – caudal de bombeo.

$Q_v$  – caudal erogado a la red, correspondiente al caudal medio diario para la Etapa final.

$T$  – tiempo de llenado, corresponde al tiempo entre arranque y detención de las bombas.

### 3.2.1.2. Verificación.

Volumen total deposito elevado		220,000	lt
Porcentaje operativo		98%	
Volumen operativo		216,000	lt
Caudal de bombeo	$Q_{LL}$	9.7	lt/s
Caudal medio diario	$Q_{v,med}$	5.6	lt/s
Tiempo de vaciado	$T_v$	10.8	hr
Tiempo de llenado	$T_{LL}$	14.4	hr
Tiempo de ciclo caudal medio	$T_c$	25.2	hr

Tabla 3.3 Verificación volumen operativo.

Donde:

$T_v$  – tiempo de vaciado, corresponde al tiempo en que se vierte el volumen operativo a la red de distribución, sin reposición del mismo.

$T_c$  – tiempo de ciclo, corresponde al tiempo total entre el comienzo de vaciado y recuperación total del volumen operativo.

## 3.3. Red de distribución.

### 3.3.1. Caudal.

El caudal máximo horario es definido por la cantidad de viviendas que se abastecerán a través de dicha red. De lo visto en el punto 3.1 Calculo de caudales, para la etapa inicial resulta un caudal máximo horario de 8,2 lt/s.

### 3.3.2. Presiones.

La presión mínima a prever en la red es de 15 mca.

### 3.3.3. Velocidad de flujo.

Las velocidades máximas dependerán del diámetro de la tubería y no deberán ser mayores a:

- $\varnothing$  75 mm – Velocidad < 0.85 m/s.
- $\varnothing$  110 mm – Velocidad < 1.00 m/s.

### 3.3.4. Verificación hidráulica.

Considerando el caudal máximo horario, se realiza el modelado de la red por medio de software Epanet 2.0.

#### 3.3.4.1. Disposición de las redes.



Figura 3.1 Disposición de redes. Estado para caudal máximo horario.

#### 3.3.4.2. Estado de los nudos de la red.

ID Nudo	Cota m	Demanda Base lt/s	Demanda lt/s	Altura m	Presión mca
N1	35.0	0.450	0.450	51.81	16.81
N2	39.5	0.450	0.450	53.39	13.89
N3	35.8	0.460	0.460	51.70	15.95
N4	41.0	0.460	0.460	53.71	12.71
N5	32.0	0.430	0.430	50.88	18.88
N6	36.0	0.430	0.430	51.12	15.12
N7	36.0	0.000	0.000	51.28	15.28
N8	31.8	0.500	0.500	50.86	19.11
N9	36.5	0.500	0.500	51.00	14.50
N10	31.5	0.520	0.520	50.84	19.34
N11	36.5	0.520	0.520	50.91	14.41
N12	30.5	0.460	0.460	50.82	20.32
N13	36.0	0.460	0.460	50.87	14.87
N14	30.3	0.290	0.290	50.81	20.56
N15	33.8	0.250	0.250	50.80	17.05
N16	29.5	0.350	0.350	50.81	21.31
N17	32.0	0.430	0.430	50.80	18.80
N18	36.0	0.240	0.240	50.82	14.82
N19	29.3	0.500	0.500	50.81	21.56
N20	33.8	0.500	0.500	50.82	17.07
Tanque	55.0	-	-8.200	55.30	10.04

Tabla 3.4 Estado de los nudos para caudal máximo horario.

### 3.3.4.3. Estado de las líneas de la red.

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Espesor mm	Rugosidad	Caudal lt/s	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
Tubería T1	399.46	75	3.6	150	1.77	0.49	3.95	0.02
Tubería T2	402.89	110	5.3	150	5.52	0.71	5.00	0.02
Tubería T3	337.41	110	5.3	150	1.92	0.25	0.71	0.02
Tubería T4	24.61	110	5.3	150	6.38	0.82	6.55	0.02
Tubería T5	341.98	75	3.6	150	0.52	0.14	0.41	0.03
Tubería T6	347.67	75	3.6	150	0.38	0.10	0.22	0.03
Tubería T7	353.59	75	3.6	150	0.30	0.08	0.15	0.03
Tubería T8	220.16	75	3.6	150	0.20	0.05	0.07	0.03
Tubería T9	216.42	75	3.6	150	0.16	0.05	0.05	0.03
Tubería T10	159.07	75	3.6	150	0.32	0.09	0.16	0.03
Tubería T11	389.05	110	5.3	150	0.30	0.04	0.02	0.03
Tubería T51	50.21	75	3.6	150	1.32	0.37	2.30	0.02
Tubería T52	53.77	75	3.6	150	2.22	0.62	6.00	0.02
Tubería T53	63.80	110	5.3	150	6.38	0.82	6.55	0.02
Tubería T54	42.00	110	5.3	150	1.49	0.19	0.44	0.02
Tubería T55	42.04	110	5.3	150	4.03	0.52	2.80	0.02
Tubería T56	52.00	110	5.3	150	1.51	0.19	0.45	0.02
Tubería T57	52.31	110	5.3	150	3.01	0.39	1.63	0.02
Tubería T58	53.99	110	5.3	150	1.36	0.18	0.38	0.02
Tubería T59	54.31	110	5.3	150	2.12	0.27	0.85	0.02
Tubería T60	12.60	110	5.3	150	1.20	0.15	0.30	0.02
Tubería T61	116.39	110	5.3	150	1.36	0.18	0.37	0.02
Tubería T62	37.11	110	5.3	150	0.71	0.09	0.11	0.03
Tubería T63	44.51	75	3.6	150	0.05	0.01	0.01	0.04
Tubería T64	51.98	110	5.3	150	0.20	0.03	0.01	0.03
Tubería T65	54.42	110	5.3	150	0.80	0.10	0.14	0.03
Distribucion	127.50	110	5.3	150	8.20	1.06	10.42	0.02

Tabla 3.5 Estado de las líneas para caudal máximo horario.

## 3.4. Red de abastecimiento.

### 3.4.1. Caudal.

El caudal máximo es definido por la capacidad de bombeo 9,7 lt/s.

### 3.4.2. Velocidad de flujo.

De acuerdo al diámetro de la tubería, las velocidades máximas no deberán ser mayores a:

- $\varnothing$  110 mm – Velocidad < 1.00 m/s.

### 3.4.3. Verificación hidráulica.

Considerando el caudal máximo horario, se realiza el modelado de la red por medio de software Epanet 2.0.

### 3.4.3.1. Disposición de las redes.



Figura 3.2 Red de abastecimiento de tanque elevado. Estado para caudal máximo.

### 3.4.3.2. Estado de los nudos de la red.

ID Nudo	Cota m	Demanda Base lt/s	Demanda lt/s	Altura m	Presión mca
Bomba	32.0	0.000	0.000	76.70	44.70
Calle_Montevideo	36.0	0.000	0.000	72.03	36.03
Conexión N1	42.5	0.000	0.000	66.290	23.79
Tanque_Elevado	60.6	9.700	9.700	65.23	4.63

Tabla 3.6 Estado de los nudos para caudal máximo.

### 3.4.3.3. Estado de las líneas de la red.

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Espesor mm	Rugosidad	Caudal lt/s	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
Tubería T1	328.30	110	5.3	150	9.70	1.25	14.23	0.02
Tubería T2	403.60	110	5.3	150	9.70	1.25	14.23	0.02
Tubería T3	74.00	110	5.3	150	9.70	1.25	14.23	0.02

Tabla 3.7 Estado de la línea de abastecimiento de tanque elevado para caudal máximo.

Si bien se sobrepasan los límites de velocidad establecidos, dicha variación se encuentra dentro de los parámetros permitidos, no significando riesgo para la tubería y/o funcionamiento.

## 4. CUADRO DE LÁMINAS

Las láminas que integran el proyecto son las siguientes:

- 48.665/11 PLANIMETRICA ABASTECIMIENTO TANQUE ELEVADO
- 48.665/12 DETALLES GENERALES
- 48.665/13 DETALLE TANQUE ELEVADO

