



## 9 CAPÍTULO: DESARROLLO DE LAS SOLUCIONES PLANTEADAS

### 9.1 Solución Obra Tipo

Como se ha visto en el capítulo anterior los problemas principales se presentan en la interconexiones entre las cisternas y en las redes de distribución. Los problemas entre las interconexiones no dependen de la Cooperativa y se utilizará este trabajo para presentar los inconvenientes ante las entidades responsables y buscar alternativas de solución.

En cuanto a los problemas en las redes de distribución se analizó una alternativa que forma parte de la solución tipo considerada.

Esta solución tipo se orientó a mejorar el servicio para los barrios que se encuentran al Sur del sistema en estudio, entre los cuales se encuentran Valle del Sol, Q2, Lomas de Mendiolaza y Mendiolaza centro los cuales presentan mayores problemas de presiones y dependen del comportamiento de otros sectores para poder recibir el servicio.

Considerando las bajas presiones que presentan los barrios mencionados, los cuales se abastecen desde la cisterna D debido al bypass realizado con la cisterna E, quedando esta última fuera de servicio y aprovechando la energía total del primer depósito, y teniendo en cuenta además que para poder abastecer a la cisterna D se necesita de una estación de bombeo que transporta los caudales requeridos desde la cisterna Malvinas a la cisterna C para que luego esta abastezca a la D por gravedad, se analizó la posibilidad de derivar previamente los caudales necesarios para estos barrios, directamente desde el acueducto San Alfonso.

De esta manera, además de las derivaciones para Valle del Golf de Villa Allende y El Talar de Mendiolaza se efectuarían las derivaciones necesarias para los barrios mencionados, desde el acueducto San Alfonso.

Las ventajas principales de la solución se traducen en:

- Reducción Costos de bombeo
- Regularización de las presiones de servicio en los sectores críticos
- Mejoramiento presiones en la red existente aguas arriba de las derivaciones.
- La mejora en las condiciones de servicio de la red aguas arriba de los barrios desvinculados permitirá, anular el bypass existente entre las cisternas D y E, permitiendo volver a aprovechar la cisterna E y por ende su red de cobertura.

Las desventajas de la solución tipo planteada son:

- Creación de nuevos puntos de control, operación y mantenimiento.
- El número de intervenciones (Caudal a derivar) a realizar al acueducto San Alfonso dependen por un lado de la capacidad del mismo para transportar los cupos asignados y por otro la capacidad de transportar los caudales necesarios de esos cupos para las conexiones que dependan de los ingresos a la cisterna Malvinas.



Bajo estas consideraciones se plantea derivar del acueducto principal de abastecimiento, acueducto San Alfonso, los caudales necesarios hasta una cisterna baja, en la cual se proyectara una estación de bombeo, la cual será la encargada de proveer al caudal derivado, la energía necesaria para poder sortear los obstáculos dados por la topografía y para compensar las pérdidas de energía ocurridas en la conducción (Pérdidas por fricción y localizadas) abasteciendo a una cisterna ubicada en los puntos altos del sector en cuestión, desde donde se abastecerá la red de distribución por gravedad.

Considerando la etapa de anteproyecto se analizan cada uno de los puntos a diseñar.

### 9.1.1 Estaciones de bombeo

Las estaciones de bombeo están integradas por un conjunto de equipos e instalaciones electromecánicas montadas en una obra civil. Entre los equipos e instalaciones electromecánicas se encuentran:

- Bombas
- Motores
- Instalaciones de la fuente de energía
- Instalaciones auxiliares de comandos, control y seguridad

Debe tenerse en cuenta, además, la colocación de válvulas seccionadoras (aguas arriba y abajo de cada bomba) y de una válvula de retención a la salida que cumple la función de evitar que el fluido retorne (en caso de una detención total o parcial del equipo), haciendo que el rotor gire en sentido inverso. Esta última deberá colocarse entre la bomba y la válvula seccionadora aguas abajo de la misma, de manera tal que, en caso de desarme, no será necesario vaciar la cañería de impulsión.

El diseño de la obra civil de estas estaciones se compone de dos partes bien diferenciadas:

- a) El dimensionamiento hidráulico, tanto de las conducciones como de las estructuras, que depende de las funciones de la estación y del tamaño y tipo de bombas empleadas.
  - b) El diseño arquitectónico y estructural.
- Tipos de estaciones de Bombeo

A las estaciones de bombeo se las puede clasificar como:

- Primarias, cuando captan el agua de un depósito de almacenamiento (cámara de aspiración) y la elevan a otro (cámara de distribución).
- Secundarias, cuando mejoran las condiciones de bombeo de una estación primaria, elevando la presión o aumentando el caudal hacia un sector.

Las estaciones de bombeo secundarias pueden ser a su vez de dos tipos:



- Convencionales, cuando captan el agua de otro sistema de bombeo y lo almacenan en una cámara de aspiración para luego ser impulsado, al igual que las estaciones primarias.
- Estaciones de rebombeo o refuerzo (En inglés, Booster) que captan el agua directamente de una cañería del sistema de distribución, incrementando la presión de acuerdo a las condiciones de servicio que se deseen alcanzar. Las estaciones de rebombeo o refuerzo pueden ser de distintos tipos, de acuerdo a la función que deban cumplir y al tipo de bomba a utilizar. Pueden elevar la presión para la totalidad del agua que conduce un acueducto o derivar parcialmente parte del caudal total. Se pueden utilizar distintos tipos de bombas de acuerdo al proyecto de captación diseñado.

El diseño óptimo de una estación de bombeo, está regido además de los aspectos técnicos por una serie de consideraciones económicas, orientadas a reducir su costo de instalación y de operación que contemplan combinaciones de diámetros de impulsiones, longitudes de las mismas, elementos de bombeo para éstas, manejo de las pérdidas friccionales, etc.

La mayoría de las instalaciones de bombeo son dimensionadas, al menos en su parte mecánica para caudales de diseño a 10 años, período luego del cual se sustituyen los equipos o se agrega un módulo adicional destinado a salvar el déficit de demanda generado.

La ubicación de las estaciones de bombeo, debe considerar como elemento fundamental la fuente de alimentación eléctrica de las mismas como así también equipos alternativos de generación ante eventuales cortes en el suministro regular. Asimismo debe asegurarse la fácil accesibilidad a fines de instalación y mantenimiento de las mismas.

Ha de tener particular significancia la instalación de las mismas en medios urbanos, tratándose, en dichos casos de lograr un diseño que minimice los impactos ambientales tanto en los aspectos naturales como en los sociales relacionados a la interacción social con las instalaciones.

La derivación para el barrio Valle del Sol se realizará desde el acueducto San Alfonso, en la intersección de las Calles Malvinas Argentinas y San Lorenzo por donde atraviesa con un conducto de PRFV diámetro 350mm.

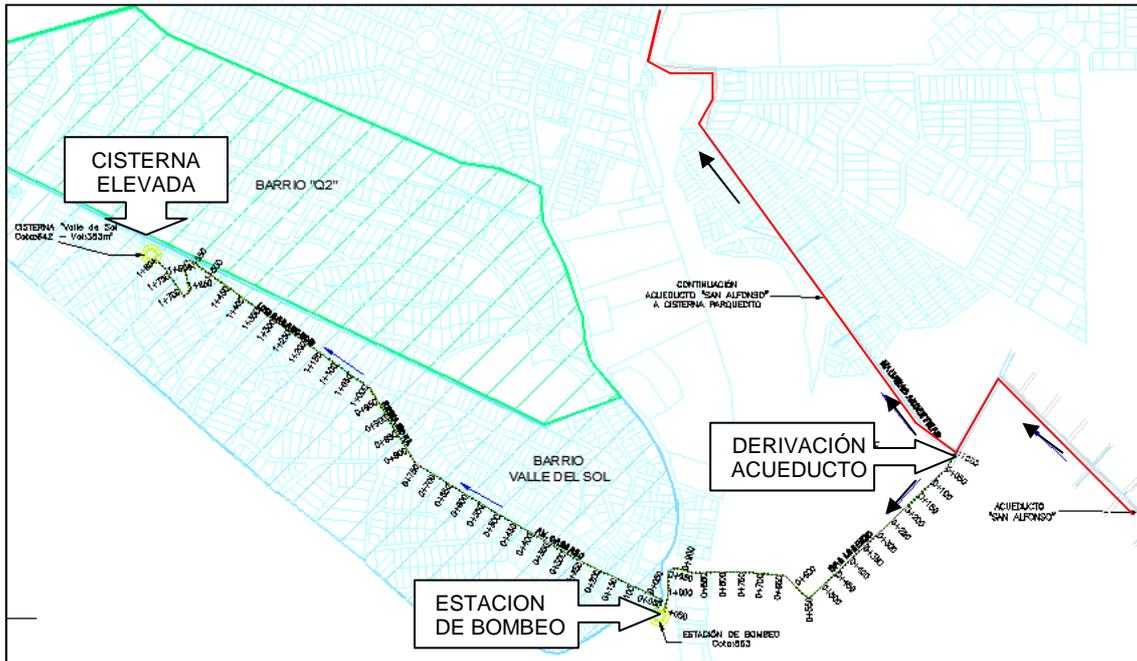
Este lugar resulta conveniente en función de la cercanía con el Barrio y considerando que la calle San Lorenzo aún no está pavimentada lo que incrementaría los costos de obra, además se analizó la presión y caudal que presenta el mismo en dicho lugar.

De esta manera la derivación directa, llegaría a una estación de bombeo a realizar en la entrada a barrio Valle de Sol sobre la Av. Cárcano desde donde se impulsaría el agua a una cisterna ubicada en uno de los puntos más elevados del sector.

En la Figura 1 se muestra la disposición adoptada tanto para las obras de captación como para las estaciones de bombeo



**Figura 1: Esquema Derivación acueducto San Alfonso**



Por la traza tentativa para el emplazamiento de los conductos y el tipo de captación será necesaria para este acueducto una estación de bombeo de tipo primario, donde el agua será bombeada desde una cámara hacia la cisterna para su distribución.

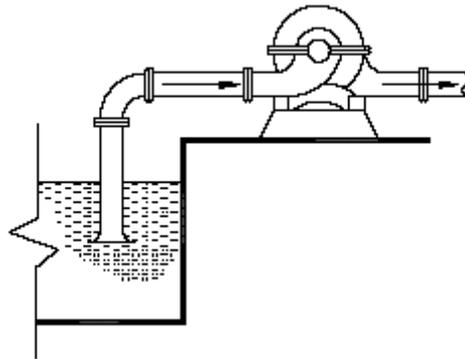
Existen cuatro casos posibles de estaciones de bombeo primarias, de acuerdo a la ubicación de las bombas:

- Cámaras secas adosadas al pozo de aspiración con motores y bombas no sumergidos.
- Cámaras húmedas con bombas sumergidas y motores no sumergidos.
- Cámaras húmedas con bombas y motores sumergidos.
- Cámaras secas sobre el nivel del líquido con bombas y motores no sumergidos.

Para la derivación propuesta se adoptó la última alternativa del listado anterior que se esquematiza en la Figura 2.



**Figura 2: Cámaras secas sobre el nivel del líquido con bombas y motores no sumergidos**



**Ventajas:**

- Facilidad de acceso para reparación de motores y válvulas.
- No existe posibilidad de inundación en la sala en donde se encuentran instaladas las bombas y motores.
- La bomba se encuentra acoplada al motor mediante un eje de transmisión corto, lo que permite una instalación más fácil con menores posibilidades de vibraciones.
- Fácil accesibilidad al motor y la bomba.

**Desventajas:**

- Se necesitan sistemas de cebado porque las bombas están siempre por encima del nivel del líquido.
- Pueden producirse problemas de cavitación si la altura de aspiración es elevada.
- Existe una limitante teórica a la posición de la bomba, debida a la presión atmosférica (10,33 m.c.a. a 760 mmHg). En la práctica la bomba, debido a la imperfección de las instalaciones y al peligro de cavitación indicado, puede aspirar como máximo 7,50 a 8,00 m)
- Si se colocan válvulas de retención de pie, se incrementan en forma considerable las pérdidas de energía en la cañería de aspiración, aumentando la posibilidad de cavitación e incrementando el consumo de energía.

Las dimensiones mínimas de las cámaras secas deberán albergar todas las unidades a colocar y además todos sus accesorios (válvulas; controles eléctricos; amortiguadores de golpe de ariete; apoyos y anclajes; el múltiple de impulsión que puede ir dentro o fuera de la cámara, etc.). En esta cámara la distribución de los elementos debe permitir una fácil circulación, ocupando el mínimo espacio.



- Diseño

*Parámetros de diseño:*

1. Caudal de bombeo: el mismo se determinó en función del número de lotes actuales, números de lotes disponibles y los espacios de posibles loteos, número de habitantes por lote, dotación y factores de pico. (Tabla 1)

**Tabla 1: Caudal de derivación a Barrio Valle del Sol y Q2.**

Año	Lotes	Poblacion [Hab]	Dotacion [L/d]	Qm [m3/día]	Qmd [m3/día]	Qmh [m3/día]
2012	497	4	200	398	517	775
2017	991	4	200	793	1031	1546
2022	1655	4	200	1324	1721	2582
2032	5098	4	200	4078	5302	7953

2. Diámetro tubería: para una primera determinación del diámetro de la tubería de impulsión necesaria, se utilizó una fórmula empírica conocida como la fórmula de Bresse para bombeos discontinuos:

$$D = 0,5873 \times N^{0,25} \sqrt{Qb}$$

La cual está basada en los siguientes parámetros: D: Diámetro interior aproximado (m); N: Número de horas de bombeo al día y Qb: Caudal de bombeo (m3/s).

3. Altura Total (H): Es igual a la suma del desnivel, las pérdidas y la carga necesaria (12m.c.a). Las pérdidas fueron calculadas en primera instancia con la fórmula de Hazen-Williams.

$$h_f = 10.675 \times \left( \frac{L}{D^{4.87}} \right) \times \left( \frac{Q}{120} \right)^{1.85}$$

4. Con los parámetros anteriores se calculó la potencia útil mínima que deben poseer las unidades de bombeo, permitiendo de esta manera la selección de las máquinas apropiadas.

$$Pot = \frac{\gamma \times Q \times H}{n \times 746}$$

5. Altura Total (H): Es igual a la suma del desnivel, las pérdidas y la carga necesaria (12 m.c.a). Las pérdidas fueron calculadas en primera instancia con la fórmula de Hazen – Williams.

- Cálculos

Considerando las fórmulas mencionadas en los puntos anteriores, los resultados obtenidos, recordando que se encuentra en una etapa de anteproyecto se muestran en la Tabla 2.



**Tabla 2: Cálculos impulsión Obra tipo**

<b>Tubería de Impulsión (Perforación a Cisterna)</b>					
Horas Bombeo =	18	hs			
Qmd =	1721	m <sup>3</sup> /día			
Qbombeo=	96	m <sup>3</sup> /h			
Qbombeo=	0,02656	m <sup>3</sup> /s			
X = horas bombeo/24 hs =	0,8				
Ec. Bresse $\text{Øi} = 1,30 \cdot X^{1/4} \cdot Q^{1/2} =$	197	mm			
Díámetro proyectado =	180	mm	7,09	inch	
Area =	0,0254	m <sup>2</sup>			
Velocidad =	1,04	m/s			
C Hazen-Williams =	145	PEAD			
hf/L HW =	0,0055	m/m			
<b>Equipo de bombeo (10 años)</b>					
<b>1 - Altura estática de succión</b>					
Cota abajo =	563	m			
Cota Arriba =	642	m			
Altura estática total =	79	m			
<b>2 - Pérdidas en la Impulsión</b>					
			Longitud =	1813	m
<b>Accesorio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>LEquiv. Ind.</b>	<b>LEquiv. Grupo</b>	
Entrada	0	35	6,30	0,0	m
Curvas 90	7	30	5,40	37,8	m
Te	0	20	3,60	0,0	m
VE	4	8	1,44	5,8	m
VR	0	100	18,00	0,0	m
Salida	0	35	6,30	0,0	m
			Suma	1856,56	m
			Redondeo	1857	m
H impu =	10,15	m			
H impu adoptada=	10,20	m			
<b>3 - Altura total Necesaria</b>					
He =	79,0	m			
H impu =	10,2	m			
Carga Necesaria=	12	m			
H total =	101,2	m			
<b>4 - Potencia de la Bomba</b>					
$P = c \cdot [g \cdot Q \cdot Ht / e] =$	46,1	KW	61,8	HP	
Eficiencia =	70%				
Peso Especifico del Agua =	10,00	KN/m <sup>3</sup>			
Coef. proteccion recalentamiento =	1,20				
<b>Parámetros para seleccionar la bomba</b>					
Caudal Q =	96	m <sup>3</sup> /h			
Altura H =	101	m			
Potencia P =	61,8	HP			



- Selección de los equipos

A los fines del presente trabajo, se adopta un equipo con las características mencionadas quedando sujeta la elección a un estudio de las alternativas en materia de precios, calidad y mantenimiento frente a unidades de similares características técnicas.

- Dimensionado de la cámara húmeda

Se entiende por cámara húmeda al recinto desde el cual se realizará la aspiración para la impulsión.

Volumen útil de la cámara: se define como el volumen comprendido entre el nivel mínimo absoluto de parada y el nivel máximo absoluto de arranque de las bombas

$$V_u = \frac{m \times Q}{4 \times f_{\text{máx}}}$$

Donde: m = coeficiente de bombeo. El mismo varía entre 1 y 1,25 sucesivamente para grandes y pequeñas estaciones de bombeo. En el presente estudio se adopta 1,20 por el tamaño de la planta y por el número de horas diarias de bombeo; Q = caudal a elevar; f = frecuencia entre arranques sucesivos del equipo. Se adopta 4, es decir un arranque cada 15 minutos. La Norma del ENOHSa permite tomar hasta 10, aunque sugiere ajustarse a los valores recomendados por el fabricante del equipo.

La altura útil de la cámara será:

$$h_u = \frac{V_u}{S}$$

En la Tabla 3 se establecen las sumergencias mínimas necesarias para evitar la formación de vórtices, dadas por la velocidad de ingreso del líquido a la campana de aspiración, aunque siempre conviene adoptar una sumergencia mínima de 0,50 m.

**Tabla 3: Sumergencia requerida para prevenir vórtices**

Velocidad en la entrada a la bocina m/s	Sumergencia m
0,6	0,3
1,0	0,6
1,5	1,0
1,8	1,4
2,1	1,7
2,4	2,15
2,7	2,6

Se adopta como altura de fondo (sumergencia mínima) de 0,60 m, por lo que se diseñará una entrada a la aspiración que produzca una velocidad de aproximación de 1 m/s, de manera de cumplimentar con lo especificado en las normas del ENOHSa.



De esta manera el volumen de fondo será:

$$V_{fondo} = S \times h_f$$

Además se adopta una revancha superior de 0,30m, con destino al alojamiento del conducto de entrada.

El volumen total resulta:

$$VT = Vu + Vf + Vr$$

Los cálculos para determinar el volumen total de la cámara de aspiración se muestran en la Tabla 4

**Tabla 4: Cámara de aspiración**

<b>Cámara de Aspiración</b>	
Caudal =	71,72 m <sup>3</sup> /h
coeficiente bombeo =	1,20
Caudal bombeo =	86,06 m <sup>3</sup> /h
frecuencia de arranques por hora =	4
<b>Volumen mínimo =</b>	<b>5,38 m<sup>3</sup></b>
Largo(L) =	2,00 m
Ancho(A) =	2,00 m
Altura(h) =	1,50 m
<b>Volumen útil Adoptado =</b>	<b>6,00 m<sup>3</sup></b>
<b>Altura útil=</b>	<b>1,50 m</b>
Sumergencia mínima=	0,60 m
<b>Volumen de fondo=</b>	<b>2,40 m<sup>3</sup></b>
Revancha adoptada=	0,30 m
<b>Volumen Revancha=</b>	<b>1,20 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUMEN TOTAL=</b>	<b>9,60 m<sup>3</sup></b>

### 9.1.2 Verificación del Golpe de Ariete

El desarrollo teórico acerca de este tema se realizó en el capítulo 4: Descripción del sistema actual, Estudio de la oferta, en el siguiente apartado se efectuarán los cálculos matemáticos para la obtención de la sobrepresión final utilizando para una primera aproximación el criterio de MENDILUCHE-ROSICH.

**Tabla 5: Cálculo golpe de ariete**

celeridad de la onda =	300 m/s					
Hm Altura manométrica =	101 m		Hm/L	C	Longitud	K
Longitud =	1813 m		< 0,20	1,00	L < 500 m	2,00
Hm/L =	0.06		≈ 0,30	0,60	L ≈ 500 m	1,75
C =	1.00 seg		> 0,40	0,00	500 m < L < 1500	1,50
k =	1.00				L ≈ 1500 m	1,25
Velocidad =	1.04 m/s				L > 1500 m	1,00
Tiempo de cese de caudal =	2.91 seg					
Tiempo crítico =	12.09 seg					
CIERRE RAPIDO						
Sobrepresión =	32.0 m	ALLIEVI				

Teniendo en cuenta las presiones determinadas será necesario analizar trabajar con otra clase de caño y la colocación de dispositivos auxiliares de protección.

### 9.1.3 Almacenamiento necesario

Para que el sistema de distribución funcione de manera eficiente debe tener capacidad para suministrar tanto en cantidad y calidad, cuando y donde sea necesario dentro de su radio de servicio. Esto lleva a considerar los aspectos de presión y de almacenamiento para la operación, incendios y emergencias.

En relación a las presiones el sistema debe mantener valores adecuados para los usos residenciales, comerciales, industriales y públicos, al igual, que cuando las normas a aplicar lo determinen, proporcionar el abastecimiento contra incendio y emergencias.

El volumen total de las reservas será la suma de los volúmenes parciales indicados, pero la selección final estará íntimamente relacionada con consideraciones económicas y en consecuencia el volumen a adoptar reflejará la relación seguridad de servicio – inversión necesaria posible.

- Funciones de los almacenamientos

El término almacenamiento en el sentido acá empleado se refiere a reserva en un punto de la cadena de distribución, no incluyendo embalses con el propósito de abastecimiento o de utilización a largo plazo, se encuentre o no potabilizada el agua. El concepto limita la referencia a reserva como agua en calidad y cantidad y a la presión necesaria para ser entregada al consumo de los diferentes usos de la red de distribución.

Las funciones primordiales son:

- 1) Uniformizar las demandas sobre la fuente de abastecimiento, medios de producción y tuberías de conducción y distribución, por lo que no necesitarán ser de mayor tamaño dichos elementos.
- 2) Mejorar cuando es necesario las presiones del sistema buscando estabilizar el servicio a los clientes en la zona del radio servido.



3) Disponer cuando corresponda de los volúmenes necesarios para casos de contingencias: lucha contra incendios y fallas de servicio.

Se hace notar que la parte de reserva relacionada con los usos normales de operación tiene como fin abastecer los diferentes puntos del sistema de distribución y satisfacer los consumos máximos horarios regulando, en lo posible, caudales y presiones mientras que el resto se relaciona con eventos extraordinarios tales como incendios y/o fallas del sistema.

- Capacidad de los almacenamientos

La capacidad de los almacenamientos es la suma de los volúmenes correspondientes a:

- Necesidades operacionales o compensadoras. (V.O.)
- Extinción de incendios. (V.I.)
- Emergencias ante fallas del servicio.(V.E.)

Siendo el volumen total,  $V.T. = V.O. + V.I. + V.E.$

*Determinación del volumen operacional:*

El volumen necesario a los fines operacionales o compensatorios, que surge de adoptar para la o las fuentes de provisión, tomas, aducciones, planta de tratamiento, estaciones elevadoras e impulsiones como consigna de diseño, el caudal del día de máximo consumo anual al horizonte de proyecto ( $Q_D$ ) lleva, a fin de satisfacer los requerimientos para la hora pico máxima, a que la red de distribución sea dimensionada con el caudal máximo horario del día de máximo consumo anual ( $Q_E$ ) correspondiente al fin del período de diseño. Surge así la necesidad de contar con una masa compensatoria diaria de dichas diferencias que se materializa en el volumen operacional.

Por medio de mediciones de consumo realizados en la localidad o localidades próximas con características similares o datos estadísticos, se puede trazar la curva de consumo diario. Por otra parte la curva de aporte variará según la fuente de provisión y del régimen de bombeo adoptado. Como la definición de la reserva concilia ambos regímenes, resulta el volumen igual a la suma en valores absolutos de la ordenada máxima y mínima de las diferencias de ambas curvas, a los efectos de compensar la necesidad del consumo con la disponibilidad de la fuente.

$$V.O. = Em + Dm$$

Donde:

V.O. = Volumen operacional.

Em = Excesos máximos

Dm = Déficit máximos

Como la variación del tiempo con los volúmenes no responde en general a ninguna ley matemática conocida, se debe recurrir a alguno de los siguientes métodos:



- Método de las tangentes.
- Método de las curvas de las diferencias.
- Método gráfico de Rippl.
- Curvas de alimentación o aporte.

#### *Volumen para incendio:*

El volumen de reserva necesario para combatir incendios debe ser acordado en cada caso con la compañía de bomberos a cargo del servicio en la localidad.

Su determinación dependerá del tipo de viviendas y construcciones en general, de los equipos que disponga la compañía (en particular la existencia de camiones, tanques), de las instalaciones internas en las viviendas (en particular los tanques domiciliarios) y de los equipamientos contra incendios en los edificios.

Se destaca por otra parte que diversos entes han normalizado los volúmenes requeridos para el combate de incendios.

Entre ellos la National Board of Fire Underwriters (N.B.F.U.) o Consejo Nacional de Aseguradoras contra Incendios de los Estados Unidos donde predominan viviendas de madera y de materiales combustibles, ha impuesto valores fruto de su experiencia.

El caudal, para localidades comprendidas entre 1.000 y 200.000 habitantes se halla definido por:

$$G = 5.558 \times \sqrt{P} \times (1 - 0,01 \times \sqrt{P})$$

Donde:

$G$  = caudal en [m<sup>3</sup>/día].

$P$  = población futura en miles.

Las normas del Instituto Nacional de Obras Sanitarias de Venezuela (I.N.O.S.V.) establecen que el volumen de agua necesario para incendios se determine de la siguiente manera:

$$Q_i = 15 \times \sqrt{P/1000}$$

Donde:

$Q_i$  = caudal en [l/s].

$P$  = población futura.

Con respecto a la duración del incendio el I.N.O.S.V. la establece según lo indicado en la siguiente tabla.

**Tabla 6: Duración de incendios - Fuente I.N.O.S.V**

Gasto requerido de incendio l/s	Duración Horas
Menor de 30	3
De 30 a 106	4
De 106 a 150	5
Mayor de 150	6

El volumen de incendio será entonces igual al gasto de incendios por la duración del mismo.

#### *Volumen para emergencias:*



Si en una localidad o en un barrio no existen tanques domiciliarios en las viviendas o edificios puede ser eventualmente conveniente disponer en el almacenamiento de un volumen para emergencias separado del volumen operacional. Entonces el valor a adoptar dependerá de:

- Interrupción del caudal entrante por falla del abastecimiento (fallas del suministro de energía, rotura en conducciones principales, etc.).
- Tiempo requerido para las reparaciones o el mantenimiento correctivo.
- Tiempo requerido para operaciones de mantenimiento preventivo.

Si la puesta fuera de servicio del suministro se reduce al tiempo necesario para las operaciones de mantenimiento preventivo durante las horas de consumo mínimo no se requiere en la práctica de un volumen a tal fin, lo que habla de la necesidad de una eficiente organización y de la programación rigurosa y anticipada de dichos eventos.

En cuanto a disponer de un volumen almacenado para el mantenimiento correctivo (situaciones excepcionales y no predecibles) se plantea nuevamente la relación seguridad versus inversión. En general se ha considerado en el país que el almacenamiento operativo y/o las reservas domiciliarias lo cubrirán.

En el estado actual del arte de la ingeniería y con relación a la calidad de servicio a brindar e inversiones posibles, prever dos (2) horas de almacenamiento adicional puede ser razonable asumiendo que toda reparación mayor no cubierta por dicho valor escapa a lo económicamente posible.

En cuanto a interrupciones por fallas en el abastecimiento una cuidadosa elaboración del proyecto y precauciones como disponer de dos fuentes de energía independientes serán ineludibles.

Finalmente, el valor de dicho volumen se expresa por:

$$V.E. [m^3/día] = 0,083 \times Q_{Dn}$$

Donde

V.E. = volumen para emergencia [ $m^3/d$ ]

$Q_{Dn}$  = caudal máximo diario anual al horizonte de proyecto [ $m^3/d$ ]

0,083 coeficiente = 2/24 (dos horas durante el día)

#### ➤ Volumen de almacenamientos del sistema

Para analizar los almacenamientos del sistema en estudio, debido a la ausencia de mediciones horarias de consumos, se utilizaron los valores de producción de la planta potabilizadora del “Dique La Quebrada”, para utilizar como referencia para la construcción de la curva de demandas, debido a la proximidad y similitud de características que presentan las localidades. A su vez se tuvieron en cuenta los parámetros de diseño calculados en el capítulo 5 en los ítems de población, distribución de población futura y dotación. La curva de aportes se consideró constante. Con estas consideraciones se calculó las necesidades diarias por habitante, tal cual se muestra en la Tabla 7.



Los volúmenes de compensación necesarios para cada año de diseño se obtuvieron de multiplicar las necesidades diarias por la cantidad de habitantes a futuro.

$$V.C. = Q_c \times P$$

La utilización de las fórmulas mencionadas anteriormente para el cálculo de los volúmenes de incendio da valores muy elevados que pueden llegar a ser de 10 veces el valor del volumen operacional. Con estos valores el costo de la construcción de los almacenamientos resultaría excesivo y seguramente no se realizarían. Debido a esto es que el ENOHSa propone disminuir el coeficiente de la fórmula del N.B.F.U. a 250 con lo que finalmente se tendría:

$$G = 250 \times \sqrt{P} \times (1 - 0,01 \times \sqrt{P})$$

Adoptando una duración de 4 horas, el volumen de incendios sería

$$V.I. [m^3/d] = 4/24 \times G$$

a) VOLUMEN DE COMPENSACIÓN (Utilizando la Curva de consumo de la Quebrada)



Tabla 7: Necesarias diarias por habitantes

Hora	Patrón Cons.	Cons. Hor [L/h]	Cons. Acum.[L]	Prod. Horaria[L/h]	Aport. Acum.[L]	Diferencia [L]
0	1.24	15.49	15.49	12.50	12.50	-2.99
1	1.16	14.52	30.01	12.50	25.00	-5.01
2	1.08	13.55	43.56	12.50	37.50	-6.06
3	1.04	12.96	56.52	12.50	50.00	-6.52
4	1.11	13.81	70.33	12.50	62.50	-7.83
5	0.87	10.89	81.22	12.50	75.00	-6.22
6	0.67	8.32	89.54	12.50	87.50	-2.04
7	0.53	6.64	96.18	12.50	100.00	3.82
8	0.68	8.54	104.72	12.50	112.50	7.78
9	0.75	9.35	114.07	12.50	125.00	10.93
10	0.83	10.38	124.45	12.50	137.50	13.05
11	0.96	11.94	136.39	12.50	150.00	13.61
12	1.01	12.60	148.99	12.50	162.50	13.51
13	1.04	12.95	161.94	12.50	175.00	13.06
14	1.04	13.06	175.00	12.50	187.50	12.50
15	1.07	13.36	188.36	12.50	200.00	11.64
16	1.10	13.77	202.13	12.50	212.50	10.37
17	1.12	13.97	216.10	12.50	225.00	8.90
18	1.13	14.18	230.28	12.50	237.50	7.22
19	1.11	13.90	244.18	12.50	250.00	5.82
20	1.18	14.73	258.91	12.50	262.50	3.59
21	1.16	14.52	273.43	12.50	275.00	1.57
22	1.08	13.47	286.90	12.50	287.50	0.60
23	1.05	13.10	300.00	12.50	300.00	0.00
Defecto Máximo=						13.61
Exceso Máximo=						-7.83
Necesidades diarias de almacenamiento por habitantes=						21.44

Para el cálculo de los volúmenes de emergencias se tomó, tal como recomienda el ENOHSa, como tiempo de reparación un valor de dos horas.

$$V.E. [m^3/d] = 2/24 \times Q_{Dn}$$

Con lo dicho anteriormente los volúmenes totales de almacenamiento para los distintos años dentro del período de diseño se calcularon de la siguiente manera:

$$V.T. = V.O. + V.I. + V.E.$$



b) VOLUMEN PARA INCENDIO	
	$G = 250 \times \sqrt{P} \times (1 - 0,01 \times \sqrt{P})$
Pob Barrio	16314
G =	969 (m <sup>3</sup> /dia)
duración =	4 (horas)
Vi =	161 (m <sup>3</sup> )

c) VOLUMEN PARA REPARACIONES				
Año	2012	2017	2022	2032
Maximos Diarios[m3/h]	517	1031	1721	3442
Qmed =	517 (m <sup>3</sup> /h)			
duración =	2 (horas)		S/enhosa	
Vr =	1034 (m <sup>3</sup> )			

VOLUMEN DE RESERVA TOTAL (año 20)= Vc + Vi + Vr					
AÑO	POBLACION [Habitantes]	Volumen Operacional [m3]	Volumen Incendios [m3]	Volumen Emergencias [m3]	Volumen Total [m3]
2032	16314	350	161	0	511

En cada caso particular se analizará en detalle disponer este volumen total en dos reservas y la justificación de los volúmenes a considerar.



9.1.4 Cómputo y presupuesto

 Cooperativa de Agua Obras y Servicios Públicos Unquillo Mendiolaza Ltda.		PLAN DIRECTOR DE AGUA POTABLE UNQUILLO - MENDIOLAZA			
COMPUTO Y PRESUPUESTO - ABRIL 2012 -					
ACCIONES A CORTO PLAZO: DERIVACIÓN DE CAUDALES DESDE ACUEDUCTO SIERRAS CHICAS - VALLE DEL SOL					
Item N°	Designación	Unid.	Cant.	Precio Unitario	Importe
<b>1</b>	<b>DERIVACIÓN ACUEDUCTO SIERRAS CHICAS</b>				
1.1	Replanteo de obra	ml	1055	\$ 4.92	\$ 5,190.60
1.2	Limpieza de la traza	ml	1055	\$ 6.35	\$ 6,699.25
1.3	Excavación y tapado de zanjas en todo tipo de terreno	m3	422	\$ 21.75	\$ 9,178.50
1.5	Provisión y colocación de cañería de PEAD CL6				
1.5.1	Diámetro 180mm	ml	1055	\$ 262.34	\$ 276,768.70
1.6	Provisión y colocación de válvulas				
1.6.1	Válvulas de aire	N°	2	\$ 3,005.00	\$ 6,010.00
1.6.2	Válvulas de limpieza	N°	3	\$ 2,863.64	\$ 8,590.92
1.7	Cámaras para válvulas y accesorios en general				
1.7.1	Válvula de aire	N°	2	\$ 1,488.00	\$ 2,976.00
1.7.2	Válvula de limpieza	N°	3	\$ 1,488.00	\$ 4,464.00
1.8	Cruce de Puente	GI	1	\$ 4,850.00	\$ 4,850.00
1.9	Cruce de Ruta	GI	2	\$ 14,750.00	\$ 29,500.00
1.10	Rotura y reposición de Pavimento de asfalto				
1.10.1	Diámetro 180 mm	ml			
<b>2</b>	<b>SALA DE BOMBEO</b>				
2.1	Casilla	m2	16	\$ 3,000.00	\$ 48,000.00
2.2	Provisión e instalación equipo de cloración con reserva de 100 li	GI	1	52334.1	\$ 52,334.10
2.3	Bomba	GI	1	\$ 300,000.00	\$ 300,000.00
2.4	Tableros eléctricos - Tableros de comando	GI	1	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00
<b>3</b>	<b>IMPULSIÓN A CISTERNA VALLE DEL SOL</b>				
3.1	Replanteo de obra	ml	1813	\$ 4.92	\$ 8,919.96
3.2	Limpieza de la traza	ml	1813	\$ 6.35	\$ 11,512.55
3.3	Excavación y tapado de zanjas en todo tipo de terreno	m3	725	\$ 21.75	\$ 15,773.10
3.4	Provisión y colocación de cañería de PEAD CL10				
3.4.5	Diámetro 180mm	ml	1813	\$ 383.12	\$ 694,596.56
3.5	Provisión y colocación de válvulas				
3.5.1	Válvulas de aire	N°	2	\$ 3,005.00	\$ 6,010.00
3.5.2	Válvulas de limpieza	N°	2	\$ 2,863.64	\$ 5,727.28
3.6	Cámaras para válvulas y accesorios en general				
3.6.1	Válvula de aire	N°	2	\$ 1,488.00	\$ 2,976.00
3.6.2	Válvula de limpieza	N°	2	\$ 1,488.00	\$ 2,976.00
3.7	Rotura y reposición de Pavimento de asfalto				
3.7.1	Diámetro 180 mm	ml			
<b>3</b>	<b>CISTERNA VALLE DE SOL</b>				
3.1	Cistema de almacenamiento	m3	353	\$ 1,250.00	\$ 441,250.00
				<b>TOTAL s/IVA</b>	<b>\$ 1,969,303.52</b>



## 9.2 Soluciones particulares

### 9.2.1 Villa Aurora

Según se vio en los capítulos anteriores el subsistema II formado por las cisternas Abis y B presentan presiones críticas en distintos sectores de su red de distribución. Estas exceden las presiones de trabajo nominales de los conductos generando roturas y problemas en los flotantes de las conexiones domiciliarias especialmente en el Barrio Villa Aurora, lugar donde se presentan los principales inconvenientes. Según el ENHOSA puede admitirse una presión máxima de 50 m.c.a aunque lo aconsejable sea no superar una presión estática de 30mca. y en esta red se encuentran puntos que sobrepasan los 60mca.

Por otro lado los sectores altos de este subsistema presentan la problemática de contar con presiones muy por debajo de la mínima establecida por la normativa del ENHOSA. ( $P_{\min}=12\text{mca}$ ), situación que se da especialmente en los Barrios Villa Díaz y las Ensenadas.

Teniendo en cuenta que la solución a estos problemas aún se encuentra en etapa de análisis, se menciona brevemente la alternativa considerada.

- Alternativa de solución

Teniendo en cuenta que el Bypass entre las cisterna B y cisterna Abis se realizó para servir a nuevas conexiones ubicadas en puntos elevados y considerando además que estos puntos se ubican en lugares muy distantes entre sí, esta alternativa prevé volver el sistema a su concepción original, es decir eliminar el bypass existente y utilizar ambas reservas de manera independiente tal que cada una de ellas cuente con su propia red de distribución, con la particularidad que la cisterna B abastezca además a la cisterna Villa Díaz.

Desde la cisterna Villa Díaz se pretende abastecer a la nueva cisterna que se anexará al sistema, hoy perteneciente al Country Corral de Barrancas para, luego desde esta abastecer por gravedad al country mencionado anteriormente y al barrio Las Ensenadas.

De esta forma el subsistema II analizado quedará dividido de la siguiente forma:

- ✓ Cisterna B: Volvería a abastecer a su red de distribución inicial, anterior a la nueva demanda ubicada en puntos altos del sector.
- ✓ Cisterna Abis: Abastecerá a uno de los sectores más elevados donde existente presiones inferiores a los 12mca exigido por la normativa vigente. (Calle Alte. Brown)
- ✓ Cisterna Villa Díaz: Abastecería a las conexiones del barrio homónimo utilizando un sistema presurizado por tanque hidroneumático o similar y por otra parte, utilizando el equipo de bombeo existente, proporcionaría los caudales necesarios a la cisterna de barrio Corral de Barrancas.
- ✓ Cisterna Corral de Barrancas: abastecería el servicio por gravedad a su propio barrio y al barrio Las Ensenadas.

Las tareas necesarias para estas modificaciones serían:



1. Realizar un relevamiento topográfico del área involucrada, debido a que no se cuenta con un relevamiento topográfico propio. Este relevamiento deberá considerar todos los depósitos existentes, incluso la cisterna privada del Country Corral de Barrancas, materializando en cada una de ellas un punto fijo generando una base de apoyo de todo el sistema analizado.
2. Construcción de 400m de cañería para abastecer a uno de los puntos críticos ubicados sobre calle Alte. Brown, conformando de esta manera la red de distribución de la cisterna Abis.
3. Ejecutar la impulsión entre la cisterna Villa Díaz y la cisterna Corral de barrancas, aprovechando un tramo de la impulsión existente hoy fuera de servicio.
4. Construcción de un equipo de bombeo con tanque hidroneumático para abastecer al barrio Villa Díaz.

Las ventajas de esta alternativa son:

1. Anular las presiones altas generadas en Barrio Villa Aurora por la vinculación entre las cisternas Abis y B.
2. Presiones superiores a la mínima requerida por la normativa vigente ( $P_{mín}=12mca$ ) en los puntos elevados del sector.
3. Refuncionalización de la cisterna Villa Díaz, equipo de bombeo y conducto de impulsión.
4. Aumento de las reservas del sistema incluyendo dos nuevos almacenamientos. (Villa Díaz y Corral De Barrancas)

Las desventajas de esta alternativa son:

1. Complejidad del sistema.
2. Analizar de manera detallada el funcionamiento Cisterna B – Cisterna Villa Díaz – Cisterna Corral de Barrancas. Principalmente la capacidad de la Cisterna Villa Díaz que deberá abastecer a su propia red más los consumos de Las Ensenadas y Corral de Barrancas.
3. Aumento de los puntos de operación y control.

En el Anexo H se encuentran las planimetrías a manera de esquema de la solución propuesta.

### 9.2.2 Nuevos Loteos

Los numerosos emprendimientos inmobiliarios que se listaron en el capítulo 5: Estudio de la demanda plantean la necesidad de conectarse al sistema de agua potable.

Teniendo en cuenta que el este Plan Director sienta una base de trabajo para la Cooperativa de Agua Obras y Servicios Públicos Unquillo Mendiolaza Ltda. los nuevos emprendimientos deberán presentar la siguiente documentación para solicitar la conexión al sistema actual de manera que permita, la organización de la información pensando en la elaboración de un GIS y facilite la revisión técnica, generando un punto de control de tal forma que las nuevas conexiones no generen inconvenientes en la red existente.



## REGLAMENTACIÓN Y DOCUMENTOS A SOLICITAR A LOS NUEVOS LOTEOS:

1. Plano del loteo o desarrollo urbano con aprobación municipal georeferenciado. ( Formato Papel y AutoCad)
2. Plano de mensura del loteo visado por catastro de la provincia georeferenciado y con topografía (Formato Papel y AutoCad).
3. Plano de la red proyectada según normas vigentes para provincia de Córdoba con firma responsable técnico habilitados.
4. Plano de Detalles (Sistema de bombeo, listado de equipos y almacenamientos)
5. Cómputos.
6. Pliego de especificaciones técnicas del proyecto.
7. Memoria descriptiva del proyecto.
8. Memoria técnica del proyecto

En el Anexo I se presentan los cálculos, planos y documentación realizada para la conexión de un nuevo loteo, LOTEO RÉBORA al sistema actual.

### 9.2.3 *Certificado de Factibilidad Técnica y Certificado de Fuente*

De acuerdo el Decreto 646/05 los nuevos loteos deben solicitar la Factibilidad de Fuente de Agua ante el Ministerio de Recursos Hídricos y Coordinación de la Provincia de Córdoba (Ex DiPAS).

Para solicitar dicha factibilidad los nuevos desarrollos deben presentar una serie de requisitos, entre los cuales se encuentran dos certificados que debe emitir la entidad prestadora del servicio, en este caso la Cooperativa de Agua, Obras y Servicios Públicos de Unquillo Mendiolaza.

Estos certificados son la Factibilidad Técnica de Agua Potable y el Certificado de Fuente, en este último se debe indicar la fuente de la cual se extrae el agua, indicando caudales extraídos comprometidos y remanentes.

Debido a los pedidos de los nuevos loteos se elaboraron las notas para emitir dichos certificados siguiendo los siguientes pasos:

1. La Cooperativa le entrega al solicitante los requisitos mínimos que deberá presentar para que se le otorgue la Factibilidad Técnica Provisoria de Agua Potable y Certificado de Fuente. Además se le informa el canon que se le cobrará en función de la cantidad de lotes del nuevo emprendimiento.
2. Presentado estos requisitos, la Cooperativa otorga el certificado de fuente de agua y la Factibilidad Técnica Provisoria de Agua Potable sujeta a una serie de condiciones para otorgar la Factibilidad Técnica Final. Esta factibilidad Técnica Provisoria permite iniciar los trámites en el Ministerios de Recursos Hídricos y Coordinación de la Provincia de Córdoba.
3. Presentados los requisitos finales se otorga la Factibilidad Técnica Final.

En el anexo I se encuentran las notas elaboradas.



Cabe remarcar que la Factibilidad Técnica que se otorga en el paso 2 tiene el carácter de provisoria solo para la entidad prestadora del Servicio, no así para iniciar los trámites de Factibilidad de Fuente de Agua ante la Provincia de Córdoba. Tal como se ve en la nota N°2 del anexo mencionado, la factibilidad técnica Final está sujeta a condicionantes particulares para la Cooperativa como son: la presentación del Plano de Mensura visado por la Dirección de Catastro de la provincia, Proyecto Ejecutivo de la red de agua, entre otras cuestiones enumeradas en la nota.

- Canon a Cobrar a los nuevos loteos

El canon a cobrar a los nuevos loteos considera las siguientes tareas:

1. Análisis de punto de conexión y obras necesarias.
2. Revisión del proyecto presentado por el solicitante de la Factibilidad Técnica.
3. Inspección de la Obra.

La tabla para calcular el mismo se muestra en el anexo I. Para su elaboración se tuvo en cuenta los antecedentes de los loteos recientes, considerando la cantidad de lotes y la longitud total de la red prevista.

La metodología adoptada para el cálculo de este canon es una primera aproximación y estará sujeta a las correcciones que se crean necesarias para su determinación final.