

PROYECTO TÍPICO. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PERÍODO DE DISEÑO	1
1.2. AREA DE ESTUDIO.....	1
1.2.1. <i>Tendencias de Expansión del Area Urbana</i>	<i>1</i>
1.2.2. <i>Definición del Area de Estudio</i>	<i>2</i>
1.3. POBLACIÓN DE DISEÑO	2
1.3.1. <i>Estudio Demográfico</i>	<i>2</i>
1.3.2. <i>Hipótesis de Crecimiento Adoptada</i>	<i>2</i>
1.4. DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN.....	4
1.4.1. <i>Densidad de Población.....</i>	<i>4</i>
1.4.2. <i>Cobertura del Servicio</i>	<i>4</i>
1.4.3. <i>Población de Diseño</i>	<i>5</i>
1.5. DOTACIÓN.....	6
1.5.1. <i>Consumo y Dotaciones</i>	<i>6</i>
1.5.2. <i>Consumos No Residenciales.....</i>	<i>7</i>
1.5.3. <i>Agua No Contabilizada</i>	<i>7</i>
1.5.4. <i>Caudal Medio Anual a Producir</i>	<i>7</i>
1.5.5. <i>Dotación Media Aparente de Producción.....</i>	<i>8</i>
1.6. COEFICIENTES DE CAUDAL	8
1.6.1. <i>Coeficiente Máximo Diario α_1.....</i>	<i>9</i>
1.6.2. <i>Coeficiente Máximo Horario α_2.....</i>	<i>9</i>
1.6.3. <i>Coeficiente Máximo Total Para Agua Potable.....</i>	<i>9</i>
1.6.4. <i>Comparación con Valores Obtenidos con Fórmulas Usuales</i>	<i>9</i>
1.7. ESTUDIO DE DEMANDA	10
1.8. CAUDALES DE DISEÑO.....	13
1.9. MALLAS PRINCIPALES	13
1.10. ASIGNACIÓN DE CAUDALES NODALES	13

2. UTILIZACIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO.....	17
2.1. ENTRADA DE DATOS	17
2.2. CÁLCULOS	17
2.3. RESULTADOS.....	19
3. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.....	22
4. ANEXO: PLANILLAS DE ENTRADAS DE DATOS Y DE RESULTADOS	23
5. BIBLIOGRAFIA.....	30

LISTA DE ILUSTRACIONES

TABLAS

Tabla 1. Crecimientos intercensados y tasas medias anuales	2
Tabla 2. Comparación de resultados de los diferentes métodos de proyección demográfica	3
Tabla 3. Densidad de población actual y futura.....	4
Tabla 4. Evolución de cobertura	4
Tabla 5. Evolución de la población servida.....	5
Tabla 6. Dotaciones medias.....	8
Tabla 7. Valores de α según diversos autores	10
Tabla 8. Proyección de la demanda de agua potable.....	12
Tabla 9. Parámetros para el cálculo de Q_d	13
Tabla 10. Gastos por tramo	15
Tabla 11. Caudales de diseño de las áreas de expansión	16
Tabla 12. Curva horaria	18

FIGURAS

Figura 1. Comparación gráfica de los resultados de los diferentes métodos de proyección demográfica de la localidad	3
Figura 2. Evolución de la cobertura de agua potable	5
Figura 3. Evolución de la población servida.....	6
Figura 4. Variaciones de caudal en la cañería 153.....	20
Figura 5. Variación de cloro residual en la cañería 153.....	21
Figura 6. Variación de la demanda en el nudo 50	21
Figura 7. Variación de la presión en el nudo 50	22

PLANOS

Plano 1. Areas a servir con agua potable	31
Plano 2. Densidad de población	32
Plano 3. Mallas principales	33
Plano 4. Red de distribución de agua potable cañerías principales.....	34
Plano 5. Red de distribución agua potable	35

1. INTRODUCCIÓN

A continuación se desarrolla el cálculo de la red de agua potable de la localidad "X" con la utilización del programa EPANET como soporte magnético.

Para llevar a cabo el mismo, será necesario fijar determinados parámetros de diseño, como:

- Período de diseño.
- Area de estudio.
- Población de diseño.
- Densidad de población.
- Coberturas de servicio.
- Dotación de consumo.
- Coeficientes de caudal.
- Caudales de diseño.

1.1. PERÍODO DE DISEÑO

En el presente proyecto se adopta como período de diseño 20 años, en función de las obras e instalaciones previstas. El mismo se mide a partir de la fecha efectiva de iniciación de las operaciones del sistema, el cual se prevé para el año 2000. Esto implica que la población a servir deberá contar con agua potable en calidad y cantidad, según las dotaciones adoptadas hasta el año 2020, final del período.

1.2. AREA DE ESTUDIO

Se analiza el área inmediata a servir con agua potable y las posibilidades de expansión y consolidación durante el período de diseño, para definir los límites del radio futuro a servir.

1.2.1. *Tendencias de Expansión del Area Urbana*

La tendencia de crecimiento prevista para la localidad, en virtud de la futura existencia de un adecuado servicio de agua potable es francamente positiva. Es por ello que se estima seguirá aumentando la superficie del área urbana, sin perjuicio de la probable densificación de las zonas actualmente pobladas.

El área urbana continuará con la consolidación al NE, NO y SO, densificando y ampliando las áreas pobladas.

1.2.2. Definición del Area de Estudio

La definición del área de estudio se ha considerado previendo una expansión de la planta urbana, alrededor del núcleo de mayor densificación poblacional a excepción del área al SE, zona de menor desarrollo, separada por la ruta, donde se encuentra el cementerio.

En el **Plano 1** se visualiza el área a servir en primera, como en segunda etapa.

1.3. POBLACIÓN DE DISEÑO

1.3.1. Estudio Demográfico

A través de los métodos de proyección desarrollados en el Capítulo 2 – Estudios Previos Para la Presentación del Proyecto de las Normas, se determina el crecimiento de la población.

Las proyecciones se realizaron a partir de 1999, considerándose como población inicial a la correspondiente a la fecha prevista para la habilitación del sistema (año 2000).

Para determinar la población inicial se tomaron los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda del año 1991 (INDEC). (**Tabla 1**).

Año	Habitantes	Crecimiento intercensal %	Tasa media anual %
(1)	(2)	(3)	(3)
1970	5.009		
1980	10.267	104,99	7,44
1991	16.538	61,08	4,43

Tabla 1. Crecimientos intercensados y tasas medias anuales

En el período '70 - '80 la tasa media anual ascendía a 7,44%, mientras que en el periodo siguiente experimentó un fuerte decrecimiento, disminuyendo un 3.01%, hasta alcanzar el valor de 4,43%.

1.3.2. Hipótesis de Crecimiento Adoptada

En la **Tabla 2** se comparan los resultados que surgen de la aplicación de los distintos métodos. La representación gráfica de dichas proyecciones se puede apreciar en la **Figura 1**.

Para la localidad en estudio, los métodos de Relación–Tendencia y Tasa decreciente arrojan resultados que son muy optimistas, mientras que el método Logístico es extremadamente conservador, presentando una curva muy achatada.

Cabe aclarar que los métodos mencionados, se basan en algoritmos y procedimientos matemáticos que no toman en cuenta los aspectos socioeconómicos involucrados en todo proceso de crecimiento demográfico. Por lo tanto si se quiere llegar a valores que estén del lado de la seguridad, sin tomar tasas excesivamente altas, se adoptan las estimaciones que surgen del método de incrementos relativos.

Si bien éste último, también utiliza procedimientos matemáticos, se basan en el comportamiento de las áreas mayores, cuyos resultados han sido extraídos de los análisis realizados por el INDEC a través de la aplicación de métodos de las componentes e incrementos relativos.

Año	Método de proyección				
	Proyección Histórica	Logístico	Tasa decreciente	Relación Tendencia	Incremento Relativo
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1970	5.009				
1980	10.267				
1990	15.837				
2000		19.354	24.428	26.299	22.810
2010		20.909	37.679	39.410	29.638
2020		21.487	58.119	58.981	35.592

Tabla 2. Comparación de resultados de los diferentes métodos de proyección demográfica

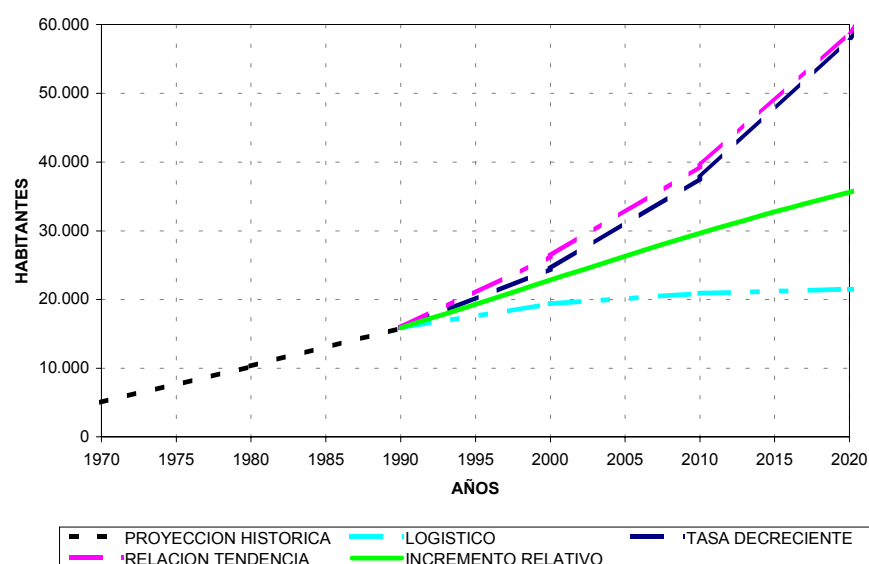


Figura 1. Comparación gráfica de los resultados de los diferentes métodos de proyección demográfica de la localidad

1.4. DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN

1.4.1. Densidad de Población

En el área en estudio se distinguen tres zonas de diferentes densidades de población (**Plano 2**):

Denominación de la zona	Superficie (ha)	Densidad		Población	
		Año 1999 (hab/ha)	Año 2020 (hab/ha)	Año 1999 (hab)	Año 2020 (hab)
A1	190,70	76	95	14,478	18,117
A2	301,16	17	40	5,120	12,047
A3	361,94	5	15	1,810	5,429
TOTAL				21,407	35,592

Tabla 3. Densidad de población actual y futura

1.4.2. Cobertura del Servicio

Se define como la relación porcentual entre habitantes servidos y el total de habitantes de la localidad.

En la primera etapa se ejecutará la obra para abastecer las zonas más densas (A1 y A2).

Dada la fuerte demanda de abastecimiento de agua potable, se considera que al ejecutar las obras se producirá un pedido de conexión masivo a la red de distribución por lo tanto se estima que se alcanzará, en el primer año de servicio el 75 % de cobertura. En la medida que la demanda lo requiera se irán incorporando nuevas conexiones aumentando paulatinamente el porcentaje de cobertura hasta alcanzar el 95 % en el año 2010, valor que se mantendrá hasta el final del periodo de diseño, como puede observarse en la **Tabla 4 (Figura 2)**.

Año	% Cobertura
1999	0,00
2000	75,00
2005	85,00
2010	95,00
2015	95,00
2020	95,00

Tabla 4. Evolución de cobertura

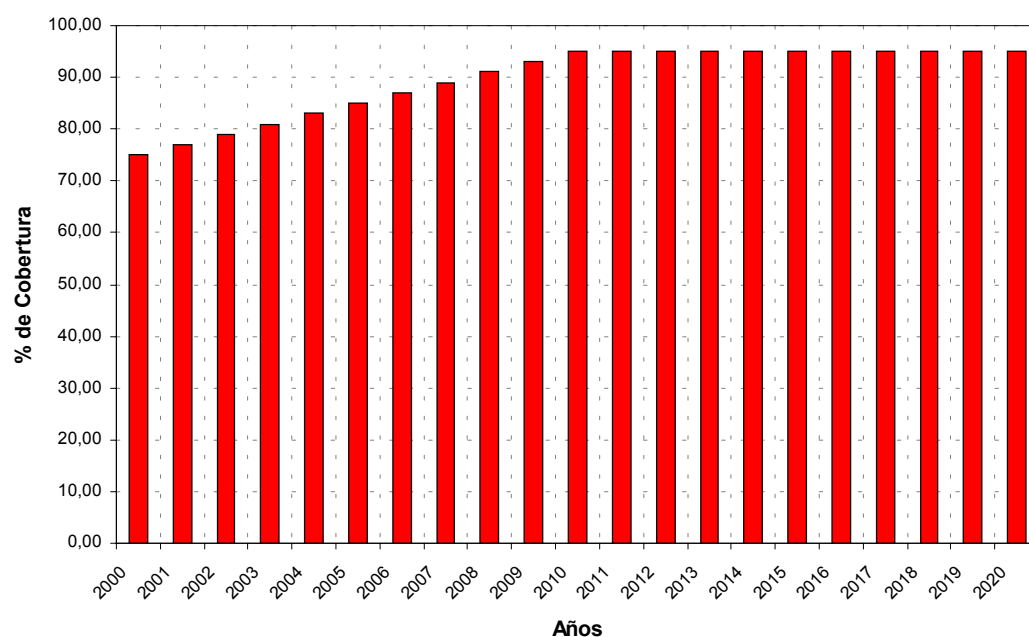


Figura 2. Evolución de la cobertura de agua potable

1.4.3. Población de Diseño

En base a la población total proyectada y la cobertura estimada se determina la población servida. Los resultados de la misma se presentan en la **Tabla 5** cada 5 años. (**Figura 3**).

Año	Población Servida Acumulada
1999	-
2000	17.108
2005	22.355
2010	28.156
2015	31.112
2020	33.812

Tabla 5. Evolución de la población servida

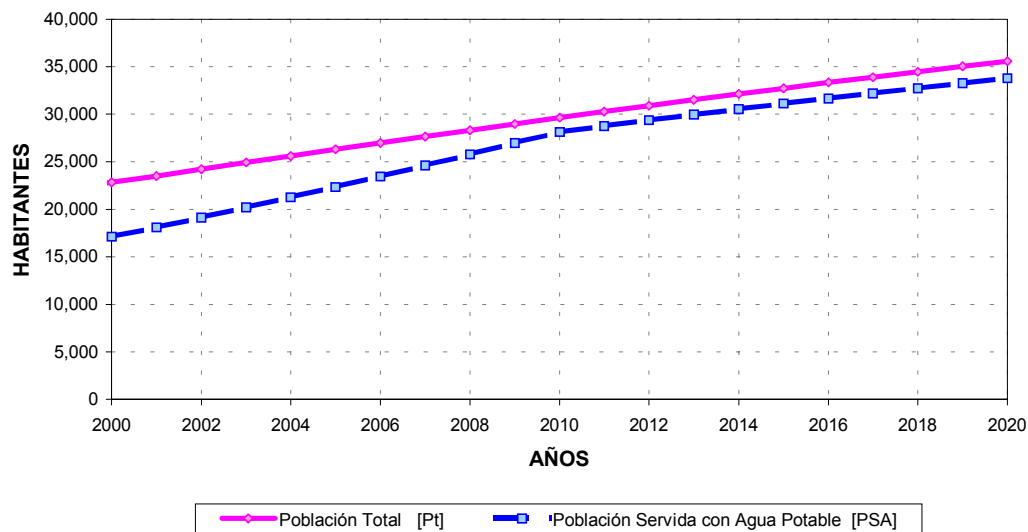


Figura 3. Evolución de la población servida

1.5. DOTACIÓN

1.5.1. Consumo y Dotaciones

La dotación de consumo media de agua puede surgir de valores medios o de la aplicación de las Normas de Diseño de Agua Potable. Se adopta una dotación de 200 l/hab . día para el primer periodo de diseño y 250 l/hab . día en el segundo período, debido a que se prevé la construcción de obras de cloaca la cual se verá reflejado en un incremento en el consumo.

En el diseño de esta red en particular se aconseja establecer políticas de restricción al derroche y al consumo excesivo, y se adopta el criterio de no abastecer desde la red a grandes consumidores, como por ejemplo los industriales para el proceso productivo, piletas de natación, riego de espacios verdes públicos, etc. los que deberán abastecerse con perforaciones individuales o utilizando otros sistemas alternativos de provisión de agua o aplicando políticas de reuso de agua residual, etc.

Para estimar un valor aceptable de dotación de diseño, es necesario conocer los consumos no residenciales y estimar el agua no contabilizada en el sistema.

1.5.2. Consumos No Residenciales

Como no se dispone de los datos necesarios para el cálculo del consumo no residencial, se considera que el mismo será igual al 15% del consumo residencial, el cual se calcula sobre la base de la cantidad y capacidad de:

- Establecimientos educacionales.
- Establecimientos hospitalarios, sanatorios, etc.
- Institucionales, locales comerciales, industrias.
- Grandes usuarios comerciales.

1.5.3. Agua No Contabilizada

Una parte del agua producida no llega a los usuarios pues se consume en:

- Pérdidas y fugas en almacenamiento y distribución.
- Usos en la producción.
- Usos contra incendios, usos municipales, etc.

El agua no contabilizada (ANC) representa una pérdida económica para el prestador del servicio, que puede ser importante. Su medición con precisión razonable requiere contar con macro y micromedición y con registros de no menos de un año. En el proyecto bajo estudio, no se cuenta con instrumental ni registros por lo que se estimarán valores usuales sobre la base de estado, tipo y antigüedad de la red.

El agua no contabilizada se separa en pérdidas físicas o reales y pérdidas comerciales o aparentes. En el presente proyecto no se considerarán estas últimas.

Las pérdidas físicas del sistema varían en función del estado de cada una de las partes que componen el sistema, de la antigüedad del mismo, del material de las cañerías usado, etc.

Al ser una red nueva, las especificaciones de construcción exigirán que se tomen los recaudos necesarios para minimizar las pérdidas. Con los nuevos materiales y sistemas de construcción se reducirán notoriamente las mismas.

Una meta razonable para el agua no contabilizada, es del orden del 20% de la dotación media aparente de producción. Esta meta se mantendrá a lo largo del período de diseño si se implementan acciones comerciales para la detección de clandestinos y acciones para la reducción de fugas.

1.5.4. Caudal Medio Anual a Producir

El caudal medio anual a producir (o producido) es la suma de los consumos medios anuales residenciales y no residenciales y del porcentaje de Agua no Contabilizada.

1.5.5. Dotación Media Aparente de Producción

Corresponde al cociente entre el caudal medio anual producido dividido en el promedio anual de los habitantes servidos.

Este valor no representa la dotación producida para cada habitante, sino que incluye además, lo necesario para comercios, industrias, usos públicos (consumos no residenciales) y el agua no contabilizada del sistema.

Se calculan, las dotaciones medias de producción aparente que se corresponden con las dotaciones medias de consumo. (**Tabla 6**).

Descripción		Unidad	Areas sin desagües cloacales	Areas con desagües cloacales
		1	2	3
1	Dotación media de consumo residencial	l/hab.día	200,00	250,00
2	Porcentaje de consumos no residenciales	%	15,00	15,00
3	Dotación media de consumo aparente	l/hab.día	230,00	287,50
4	Agua no contabilizada	%	20,00	20,00
5	Dotación media de producción aparente	l/hab.día	287,50	359,38

Tabla 6. Dotaciones medias

En la **Tabla 6**, las filas que lo componen significan lo siguiente:

Fila 1: Dotación media de consumos residenciales (Dcr) adoptadas.

Fila 2: Porcentaje de consumos no residenciales (pnr).

Fila 3: Dotación media de consumo aparente (Dca), calculada según la siguiente expresión:

$$Dca = Dcr \cdot (1 + pnr/100)$$

Fila 4: Agua no Contabilizada (ANC) según punto 1.5.3

Fila 5: Dotaciones medias aparentes de producción.

$$Dpa = Dca / (1 - ANC/100)$$

1.6. COEFICIENTES DE CAUDAL

Para el diseño de la red de distribución de agua será necesario fijar los valores de coeficiente pico correspondientes a los valores de caudales residenciales, α_1 y α_2 .

1.6.1. Coeficiente Máximo Diario α_1

El coeficiente máximo diario relaciona, el volumen consumido durante el día de mayor consumo del último año del periodo de diseño, con el volumen diario promedio de ese año. Se adopta un valor de $\alpha_1 = 1,3$ dadas las características de la localidad, en lo referente a su situación climática y tamaño de la misma.

1.6.2. Coeficiente Máximo Horario α_2

El coeficiente máximo horario α_2 es la relación entre la demanda máxima horaria y la demanda media del día de mayor consumo.

Al no contar con registros horarios, la definición de α_2 se realiza en función de estimaciones basadas en las normas vigentes. Se adopta un valor de $\alpha_2 = 1,5$.

1.6.3. Coeficiente Máximo Total Para Agua Potable

En función de los coeficientes máximo diario y horario adoptados anteriormente se obtiene el coeficiente máximo total:

α = relación entre la demanda máxima horaria y la media anual.

$$\alpha = \alpha_1 \cdot \alpha_2 = 1,3 \cdot 1,5 = 1,95$$

El cual se supone que permanecerá constante para todo el periodo de diseño.

1.6.4. Comparación con Valores Obtenidos con Fórmulas Usuales

A los efectos de comparación se realiza el cálculo del coeficiente según las expresiones de Babbitt, Harmon y Flores, quienes proponen distintas fórmulas para definir el coeficiente de pico horario α (relación entre el caudal máximo horario y el caudal medio) según el siguiente detalle:

$$\alpha = \frac{5}{p^{0,2}} \quad \text{Babbitt}$$

$$\alpha = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \quad \text{Harmon}$$

$$\alpha = \frac{7}{(1000 \cdot P)^{0,1}} \quad \text{Flores}$$

Siendo P la población, expresada en miles de habitantes.

Aplicando cada una de estas expresiones para la población inicial y final del periodo de diseño, se obtiene la **Tabla 7**.

Año	Población	Valores de α		
		Harmon	Babbitt	Flores
2000	22.810	2,60	2,68	2,57
2020	35.592	2,40	2,45	2,45

Tabla 7. Valores de α según diversos autores

Como se puede apreciar no existen grandes diferencias del coeficiente a lo largo del periodo de diseño por lo que se adopta un valor constante a lo largo del mismo.

1.7. ESTUDIO DE DEMANDA

El estudio de la demanda y la oferta de agua potable se realiza basándose en un modelo que vincula los distintos parámetros involucrados y facilita su procesamiento.

Las entradas del modelo de demanda son los parámetros definidos anteriormente, para los cuales se fijaron hipótesis justificadas de evolución.

El modelo parte así de la situación actual de oferta y demanda basándose en la información relevada y analizada, desarrollando la proyección del balance oferta-demanda año tras año a lo largo del periodo de diseño.

Las filas que componen el Cuadro de Evaluación (**Tabla 8**) han sido numeradas correlativamente, para facilitar su explicación e interrelación.

Fila 1: Corresponde a la población total proyectada en el periodo de diseño. Para ello, se han utilizado los resultados del numeral 1.3.2. del presente ejemplo.

Fila 2: Cantidad de habitantes por vivienda.

Fila 3: Cobertura porcentual de agua potable, resultados del numeral 1.4.2.

Fila 4: La población servida con agua potable resulta de aplicar el porcentaje de cobertura a la población total de la localidad.

Fila 5: Unidades de consumo de agua potable.

Fila 6: Incremento total de unidades de consumo (UCA).

Fila 7: Dotación Media de Consumo Residencial de Agua Potable, para conexiones residenciales en zonas servidas con agua y cloacas, es el resultado del procesamiento de la información recopilada.

- Fila 8: Representa el consumo medio domiciliario, como consecuencia del producto entre la población servida y la dotación media de consumo.
- Fila 9: Representa la estimación de consumos de agua de usuarios no residenciales con consumos específicos significativos. En este proyecto se ha considerado un 15%.
- Fila 10: El consumo medio total de agua potable es la sumatoria de los consumos medios residenciales y no residenciales. (Filas 8 y 9).
- Fila 11: El porcentaje de Agua no Contabilizada es el resultado del estado de las redes y de la política operativa y comercial que se aplique, ya que se involucrará en este concepto las pérdidas, fugas, usos para limpieza de redes, agua perdida durante las reparaciones, desbordes de tanques y cisternas, usos clandestinos, etc. Por ser una red nueva se ha estimado al comienzo del período de diseño un valor del 20% . Este valor se mantendrá a lo largo del período de diseño a través de reducciones de fugas y de conexiones clandestinas.
- En el caso de tratarse de una red existente los estudios a realizarse permitirán establecer el porcentaje de ANC. En cuyo caso se deberán realizar los trabajos de rehabilitación y optimización de las instalaciones existentes a fin de disminuir dicho porcentaje a niveles aceptables.
- Fila 12: Como consecuencia del porcentaje de Agua no Contabilizada, surge la demanda media de producción de agua potable, ya que la producción del sistema deberá satisfacer el consumo medio total más ese porcentaje.
- Fila 13: Coeficiente Máximo Diario. Corresponde al coeficiente α_1 .
- Fila 14: La demanda máxima diaria es la resultante del producto de la demanda media por el coeficiente máximo diario α_1 .
- Fila 15: Esta fila contiene el valor resultante de la dotación media de producción aparente, como cociente entre la demanda media de producción de agua de cada año (Fila 12) y la población servida para el mismo (Fila 4). De esta manera se referencia toda la producción al dato de población.
- Fila 16: La demanda máxima horaria es la resultante del producto de la demanda media afectada por el coeficiente máximo diario α_1 y el coeficiente máximo horario α_2 .
- Fila 17: Indica la capacidad instalada de producción para cada año del período de diseño.
- Fila 18 : Indica las ampliaciones de la capacidad requerida.
- Fila 19: (= Fila 20) Representa el balance entre las necesidades (Fila 14) y la oferta (Fila 17).

COBERTURAS Y POBLACION SERVIDA			1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Población Total [Pt]	[hab]	21.407	22.113	22.810	23.510	24.212	24.914	25.611	26.299	26.980	27.657	28.326	28.987	29.638	30.279	30.912	31.535	32.148	32.749	33.336	33.908	34.472	35.031	35.592
2	Habitantes por Vivienda	[hab/Mv]	4,21	4,20	4,19	4,18	4,17	4,16	4,15	4,14	4,13	4,12	4,11	4,10	4,09	4,08	4,07	4,06	4,05	4,04	4,03	4,02	4,01	4,00	3,99
3	Cobertura Porcentual de Agua Potable [CA %]	[%]	0	0	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
4	Población Servida con Agua Potable [PSA]	[hab]	0	0	17.108	18.103	19.128	20.180	21.257	22.355	23.473	24.614	25.777	26.958	28.156	28.765	29.366	29.958	30.540	31.112	31.669	32.213	32.748	33.280	33.812
5	Unidades de Consumo de Agua Potable (UCA)	[U]	0	0	4.080	4.328	4.584	4.848	5.119	5.396	5.679	5.970	6.267	6.570	6.879	7.045	7.210	7.373	7.535	7.695	7.852	8.007	8.161	8.314	8.468
6	Incremento total (UCA)	[U]	0	0	4.080	248	256	264	271	277	284	291	297	303	309	166	165	163	162	160	157	155	153	153	154
AGUA POTABLE			1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
7	Dotación Media de Consumo Residencial de Agua Potable	[l/hab . día]			200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
8	Consumo Medio Residencial de Agua Potable (UD)	[m3/día]			3.422	3.621	3.826	4.036	4.251	4.471	4.695	4.923	5.155	5.392	5.631	7.191	7.342	7.490	7.635	7.778	7.917	8.053	8.187	8.320	8.453
9	Consumo Medio Usuarios no Residenciales	[m3/día]			513	543	574	605	638	671	704	738	773	809	845	1.079	1.101	1.123	1.145	1.167	1.188	1.208	1.228	1.248	1.268
10	Consumo Medio Total [Qmed.consumo]	[m3/día]			3.935	4.164	4.399	4.641	4.889	5.142	5.399	5.661	5.929	6.200	6.476	8.270	8.443	8.613	8.780	8.945	9.105	9.261	9.415	9.568	9.721
11	Porcentaje de Pérdidas Físicas [p(%)]	[%]			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
12	Demanda Media de Producción de Agua Potable [Qmed.prod.]	[m3/día]			4.918	5.204	5.499	5.802	6.111	6.427	6.748	7.077	7.411	7.750	8.095	10.337	10.553	10.766	10.975	11.181	11.381	11.577	11.769	11.960	12.151
13	Coefficiente de máximo diario [a1]				1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
14	Demanda Máxima Diaria de Producción de Agua Potable [Qmax.d.prod.]	[m3/día]			6.394	6.766	7.149	7.542	7.945	8.355	8.773	9.200	9.634	10.076	10.523	13.439	13.720	13.996	14.268	14.535	14.795	15.049	15.300	15.548	15.797
15	Dotación Media de Producción [dmed.p.]	[l/hab . día]			288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	359	359	359	359	359	359	359	359	359	359
16	Dotación Máxima Diaria de Producción [dmax.d.p.]	[l/hab . día]			374	374	374	374	374	374	374	374	374	374	374	467	467	467	467	467	467	467	467	467	467
17	Capacidad Instalada de Producción	[m3/día]			10.531	10.531	10.531	10.531	10.531	10.531	10.531	10.531	10.531	10.531	10.531	15.797	15.797	15.797	15.797	15.797	15.797	15.797	15.797	15.797	15.797
18	Ampliaciones de Capacidad instalada de producción	[m3/día]			10.531	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.266	5.266	5.266	5.266	5.266	5.266	5.266	5.266	5.266	5.266
19	Déficit/Superávit de Producción de Agua Potable	[m3/día]			4.137	3.765	3.382	2.989	2.586	2.176	1.758	1.332	897	456	8	2.358	2.077	1.801	1.529	1.262	1.001	747	497	249	0

Tabla 8. Proyección de la demanda de agua potable

1.8. CAUDALES DE DISEÑO

Para la determinación del caudal de diseño se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_d = P_x D_x \alpha$$

Donde:

Q_d = Caudal de diseño

P_x = Población servida año x

D_x = Dotación media de producción año x

α = coeficiente máximo total

La **Tabla 9** resume los valores utilizados en el cálculo, los que surgen de los numerales anteriores:

Descripción	Año	
	10	20
Población de diseño (hab)	28.156	33.812
Dotación media de producción aparente (l/hab día)	287,50	359,38
Coeficiente máximo total α	1,95	1,95
Caudal de diseño (l/s)	182,70	274,25

Tabla 9. Parámetros para el cálculo de Q_d

1.9. MALLAS PRINCIPALES

El sistema de abastecimiento se ha diseñado con redes cerradas, cuyo trazado se puede observar en el **Plano 3**. El tamaño de las mallas se definió entre 300 m y 700 m en las zonas más pobladas, mientras que en las áreas periféricas de menor densidad el tamaño de las mismas se admitió mayor.

1.10. ASIGNACIÓN DE CAUDALES NODALES

Para asignar caudales a los nudos fue necesario determinar la longitud de las cañerías principales y secundarias por tramo.

Se calculó el gasto hectométrico a través de la siguiente expresión:

$$g_t \text{ (l / s Hm)} = \frac{Q_d \text{ (l / s)} \cdot 100 \text{ (m / Hm)}}{L_t \text{ (m)}}$$

donde:

g_t = gasto hectométrico en (l/s Hm).

Q_d = caudal de diseño en (l/s).

L_t = longitud total de cálculo en (m).

En la **Tabla 10** se han determinado los valores de gastos en ruta para cada tramo, considerando la densidad de población y los frentes abastecidos a través de la columna "Tipo". Se ha asignado con el N° 1 a aquellos tramos que abastecen los dos frentes y con el N° 2 a los que dan servicio a un único frente, reservando el valor nulo para los tramos sin conexiones domiciliarias.

Para el área de expansión zona A3, se ha calculado el caudal correspondiente a cada malla (**Tabla 11**), en base a la densidad de población estimada para el año 2020 y a la dotación determinada en el numeral 1.8.

A cada nudo se le asignó la sumatoria de los caudales entrantes al mismo y los correspondientes al área de expansión.

Tramo	Longitud								Densidad de Area Tipo	Gasto Hm	Gr (l/s)
	Principal			Secundaria			Total de Cálculo (m)	Total			
	(m)	Tipo	(m)	(m)	Tipo	(m)					
100	50	0	0	0	0	0	0	50	3	0,00000	0,00
101	335	1	335	625	1	625	960	960	2	0,00203	1,95
102	486	1	486	535	1	535	1.021	1.021	2	0,00203	2,07
103	438	1	438	386	1	386	824	824	2	0,00203	1,67
104	595	1	648	1.225	1	1.225	1.873	1.820	2	0,00203	3,80
105	241	1	241	535	1	535	776	776	2	0,00203	1,57
106	368	1	368	600	1	600	968	968	1	0,00364	3,53
107	404	1	404	2.120	1	2.120	2.524	2.524	2	0,00203	5,11
108	789	1	789	1.269	1	1.269	2.058	2.058	2	0,00203	4,17
109	404	2	202	0	0	0	202	404	2	0,00203	0,41
110	82	2	41	0	0	0	41	82	2	0,00203	0,08
111	72	2	36	0	0	0	36	72	1	0,00364	0,13
112	169	0	0	0	0	0	0	169	3	0,00000	0,00
113	57	2	29	0	0	0	29	57	2	0,00203	0,06
114	422	2	211	745	1	745	956	1.167	2	0,00203	1,94
115	927	1	927	703	1	703	1.630	1.630	2	0,00203	3,30
116	422	1	422	1.104	1	1.104	1.526	1.526	2	0,00203	3,09
117	295	1	295	285	1	285	580	580	2	0,00203	1,17
118	252	1	252	142	1	142	394	394	2	0,00203	0,80
119	426	1	426	750	1	750	1.176	1.176	2	0,00203	2,38
120	180	1	180	568	1	568	748	748	2	0,00203	1,52
121	422	1	422	0	0	0	422	422	2	0,00203	0,86
122	945	1	945	0	0	0	945	945	2	0,00203	1,92
123	619	2	310	667	1	667	976	1.286	2	0,00203	1,98
124	434	2	217	994	1	994	1.211	1.428	2	0,00203	2,45
125	501	1	501	2.656	1	2.656	3.157	3.157	2	0,00203	6,40
126	427	1	427	1.999	1	1.999	2.426	2.426	2	0,00203	4,92
127	547	1	547	1.351	1	1.351	1.898	1.898	2	0,00203	3,85
128	494	1	494	1.750	1	1.750	2.244	2.244	2	0,00203	4,55
129	24	0	0	0	0	0	0	24	2	0,00203	0,00
130	82	0	0	0	0	0	0	82	3	0,00000	0,00
131	148	2	74	0	0	0	74	148	1	0,00364	0,27
132	621	2	311	1.880	1	1.880	2.191	2.501	1	0,00364	7,98
133	680	1	680	730	1	730	1.410	1.410	1	0,00364	5,13
134	461	1	461	1.595	1	1.595	2.056	2.056	1	0,00364	7,49
135	225	1	225	648	1	648	873	873	1	0,00364	3,18
136	564	1	564	1.800	1	1.800	2.364	2.364	2	0,00203	4,79
137	472	1	472	0	1	0	472	472	2	0,00203	0,96
147	199	1	199	125	1	125	324	324	2	0,00203	0,66
148	305	1	305	2.163	1	2.163	2.468	2.468	1	0,00364	8,99
149	249	1	249	1.122	1	1.122	1.371	1.371	1	0,00364	4,99
150	534	1	534	1.640	1	1.640	2.174	2.174	2	0,00203	4,41
151	225	1	225	798	1	798	1.023	1.023	1	0,00364	3,73
152	110	1	110	0	0	0	110	110	1	0,00364	0,40
153	596	1	596	1.629	1	1.629	2.225	2.225	1	0,00364	8,10
154	475	1	475	3.031	1	3.031	3.506	3.506	1	0,00364	12,77
155	487	1	487	1.081	1	1.081	1.568	1.568	1	0,00364	5,71
156	451	2	226	1.190	1	1.190	1.416	1.641	1	0,00364	5,15
157	486	1	486	3.519	1	3.519	4.005	4.005	1	0,00364	14,58
175	595	1	595	1.825	1	1.825	2.420	2.420	1	0,00364	8,81
176	486	1	486	2.049	1	2.049	2.535	2.535	1	0,00364	9,23
177	690	1	690	1.173	1	1.173	1.863	1.863	1	0,00364	6,79
178	427	1	427	547	1	547	974	974	2	0,00203	1,97
179	497	1	497	1.047	1	1.047	1.544	1.544	2	0,00203	3,13
180	619	1	619	1.617	1	1.617	2.236	2.236	2	0,00203	4,53
181	450	2	225	1.190	1	1.190	1.415	1.640	1	0,00364	5,15
182	450	1	450	1.081	1	1.081	1.531	1.531	1	0,00364	5,58
183	225	1	225	1.097	1	1.097	1.322	1.322	1	0,00364	4,81
184	500	1	500	427	1	427	927	927	2	0,00203	1,88
185	500	1	500	1.351	1	1.351	1.851	1.851	2	0,00203	3,75
186	500	2	250	994	1	994	1.244	1.494	2	0,00203	2,52
187	120	1	120	0	0	0	120	120	1	0,00364	0,44
188	540	1	540	1.290	1	1.290	1.830	1.830	1	0,00364	6,66
189	500	1	500	600	1	600	1.100	1.100	2	0,00203	2,23
	26.296		23.894	60.248		60.248	84.142	86.544			232,44

Tabla 10. Gastos por tramo

Mallas	Area (m2)	Densidad Tipo	Area (ha)	Densidad (hab/ha)	Habitantes	Habitantes Servidos	Qc (l/s)	Qc/2 (l/s)
I	274.286	1	27,43	95	2.605,72	2.475,43	20,08	10,04
II	250.570	1	25,06	95	2.380,42	2.261,39	18,34	9,17
III	286.888	1	28,69	95	2.725,44	2.589,16	21,00	10,50
IV	261.067	1	26,11	95	2.480,14	2.356,13	19,11	9,56
V	374.852	1	37,49	95	3.561,09	3.383,04	27,44	13,72
VI	459.364	1	45,94	95	4.363,96	4.145,76	33,63	16,81
VII	379.892	2	37,99	40	1.519,57	1.443,59	11,71	5,85
VIII	213.145	2	21,31	40	852,58	809,95	6,57	3,28
IX	246.782	2	24,68	40	987,13	937,77	7,61	3,80
X	201.533	2	20,15	40	806,13	765,83	6,21	3,11
XI	230.365	2	23,04	40	921,46	875,39	7,10	3,55
XII	274.431	2	27,44	40	1.097,72	1.042,84	8,46	4,23
XIII	327.349	2	32,73	40	1.309,40	1.243,93	10,09	5,05
XIV	340.167	2	34,02	40	1.360,67	1.292,63	10,49	5,24
XV	275.623	2	27,56	40	1.102,49	1.047,37	8,50	4,25
XVI	258.096	2	25,81	40	1.032,38	980,76	7,96	3,98
XVII	429.085	3	42,91	15	643,63	611,45	4,96	2,48
XVIII	395.837	3	39,58	15	593,76	564,07	4,58	2,29
XIX	317.437	3	31,74	15	476,16	452,35	3,67	1,83
XX	597.466	3	59,75	15	896,20	851,39	6,91	3,45
XXI	316.682	3	31,67	15	475,02	451,27	3,66	1,83
XXII	891.819	3	89,18	15	1.337,73	1.270,84	10,31	5,15
XXIII	323.195	3	32,32	15	484,79	460,55	3,74	1,87
XXIV	347.868	3	34,79	15	521,80	495,71	4,02	2,01
XXV	264.263	2	26,43	40	1.057,05	1.004,20	8,15	4,07
	8.273.799		853,81			33.813	274,27	

Tabla 11. Caudales de diseño de las áreas de expansión

2. UTILIZACIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO

Para el cálculo del Proyecto Típico de Red de Distribución de agua se utilizará el programa EPANET. El cual contiene un módulo de cálculo que trabaja a partir de un fichero de entrada de datos y produce un fichero de salida de resultados. La pantalla de ingreso mantiene un orden y formato preestablecido.

Para poder utilizar el modelo hidráulico es necesario definir las cañerías principales y establecer los caudales de cálculo, seleccionar los diámetros y materiales, con los cuales se efectuará un rápido análisis de alternativas, cambiando alguna o todas las consignas adoptadas con el fin de lograr la solución óptima.

2.1. ENTRADA DE DATOS

Se deben introducir los siguientes datos correspondientes a los nudos:

- Identificativo ID del nudo.
- Cota.
- Caudal de demanda (consumos más agua no contabilizada).

Con respecto a los tramos será necesario proporcionar la siguiente información:

- Identificativo ID del tramo.
- Nudos extremos inicial y final.
- Diámetro.
- Coeficiente de fricción.

Se considera el tanque elevado como un reservorio a 20,00 m de altura, bajo las siguientes condiciones:

- Una válvula reductora de presión.
- Dosis de cloro en el tanque de 1 mg/l.
- Coeficiente de decaimiento de cloro en el medio y en las paredes de la tubería.

Además se considera una curva horaria, a partir de la cual se podrá realizar una simulación hidráulica y de calidad a diferentes horarios.

2.2. CÁLCULOS

El programa calcula las pérdidas de carga que se producirán en las cañerías a través de la siguiente expresión:

$$h_L = a \cdot q^b$$

donde:

h_L = es la pérdida de carga en metros (m)

q = el caudal en litros por segundo (l/s)

a = coeficiente de resistencia

b = exponente del caudal

Para el proyecto en estudio se seleccionó la expresión de Hazen y Williams.

Se simuló el agregado en el tanque elevado de una dosis de cloro de 1 mg/l, para lo cual el EPANET realiza el seguimiento de la evolución en el tiempo del consumo de cloro a través de las expresiones desarrolladas en el Capítulo XIII Redes de Distribución de las Fundamentaciones.

Así en cada intervalo de tiempo adoptado para el cálculo de la calidad, la masa contenida en cada segmento de tuberías es primero transferida a sus segmentos adyacentes aguas abajo. Cuando el segmento adyacente es un nudo de conexión, la cantidad de producto y el caudal entrante al nudo son añadidos respectivamente a la cantidad total de producto y al caudal total recibido desde otras tuberías.

Una vez completada la fase transporte para todas las tuberías, se calcula la concentración de la mezcla resultante en cada nudo de conexión, la cual es asignada al segmento de cabecera de las tuberías por las que sale caudal del nudo. A continuación se hace reaccionar la sustancia contenida en cada segmento de tubería.

Se realiza una simulación en 24 horas del transporte de cloro por la red, suponiendo una reacción de disminución del cloro en el seno del agua de primer orden, con una constante de decaimiento en el medio de $-0,5$ 1/día y un coeficiente de decaimiento en las paredes de $-3,28$ m/día.

La curva horaria se modeliza cada 2 horas a través de la aplicación de los siguientes coeficientes.

Hora	Coeficiente
0	0,5
2	0,3
4	0,3
6	0,5
8	0,7
10	0,6
12	1,0
14	0,8
16	0,5
18	0,7
20	0,5
22	0,5

Tabla 12. Curva horaria

Donde se observa que la hora pico de máximo caudal se producirá a las 12 horas.

2.3. RESULTADOS

El fichero de informe de resultados generado por el EPANET contiene cuatro tablas con resultados diferentes:

La tabla de “Estado del Sistema Hidráulico” contiene:

- Si el sistema se encuentra equilibrado hidráulicamente o no, el número de iteraciones requeridas y la precisión alcanzada.
- La demanda total de agua solicitada por el sistema.
- La cota de la lámina de agua en cada depósito, indicando si se encuentra lleno o no.
- El estado de cada bomba (OPEN -marcha- o CLOSED – paro) y de cada válvula (OPEN – abierta - o CLOSED – cerrada).
- Las tuberías que han sido cerradas.

Si se realiza un análisis de la calidad de agua, a continuación de ésta aparece una segunda tabla sobre el “Estado de la Calidad del agua en el Sistema”. Para cada intervalo de cálculo hidráulico, esta tabla muestra el intervalo de tiempo utilizado para analizar la calidad del agua y el número de tuberías que requerirían más segmentos de cálculo que el máximo permitido.

La tercera tabla muestra las “Resultados en los Nudos” en cada período para el que se solicita la salida del informe. A menos que se indique lo contrario en la sección (Times) del fichero de entrada, el período por defecto para la salida de resultados es de 1 hora. Para cada nudo que deba aparecer en el informe (por defecto se incluyen todos) se proporciona la siguiente información:

- Identificativo ID del nudo.
- Cota.
- Caudal de demanda (un valor negativo denota suministro).
- Altura piezométrica (cota más presión).
- Presión.
- Concentración de las sustancias químicas, tiempo de retención o porcentaje de procedencia del caudal desde una fuente dada, dependiendo del tipo de análisis de calidad realizado (solo para simulaciones en régimen no permanente).

La última tabla muestra los “Resultados en los Tramos”, al final de cada período solicitado para la salida de resultados. Para cada tramo que deba aparecer en el informe (por defecto se incluyen todos) se proporciona la siguiente información:

- Identificativo ID.
- Nudos extremos inicial y final.
- Diámetro.
- Caudal (negativo si fluye del nudo final hacia el inicial).
- Pérdida de carga por cada 1.000 m de tubería.

Para las válvulas la pérdida de carga reflejada en los resultados corresponde a la pérdida total a través de la válvula, y para las bombas, corresponde a la altura proporcionada por ésta y cambiada de signo. Para las bombas se muestra también la potencia consumida. Al igual que los nudos, la salida de resultados puede limitarse a aquellas líneas cuyas variables asociadas cumplan los criterios especificados en (REPORT) del fichero de entrada.

En el Anexo se encuentra la corrida del programa que contiene una simulación hidráulica química del sistema bajo las siguientes condiciones fijadas en el numeral 2.1 el cual esta formado por los datos de entrada y las planillas de resultados tanto de los nudos como de las conducciones.

Asimismo se muestran las variaciones del caudal y cloro residual durante el día de máximo consumo en la cañería designada con el N° 153 (ver **Figura 4** y **Figura 5**) y la demanda y presiones en el nudo N°50 (ver **Figura 6** y **Figura 7**).

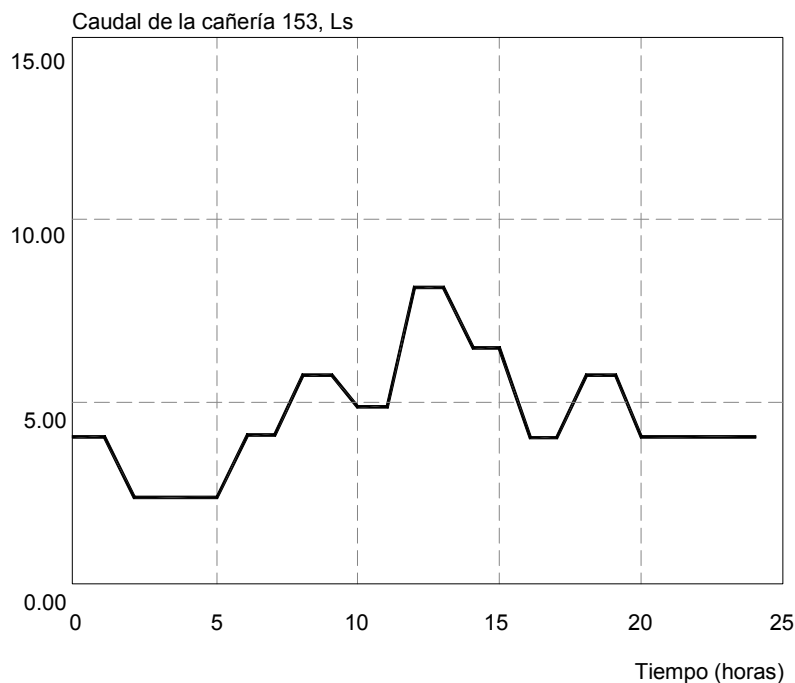


Figura 4. Variaciones de caudal en la cañería 153

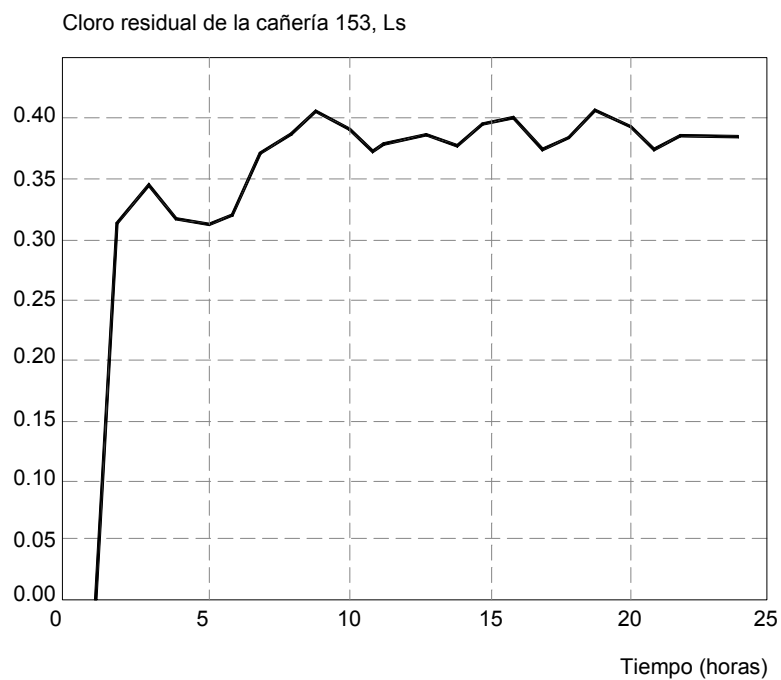


Figura 5. Variación de cloro residual en la cañería 153

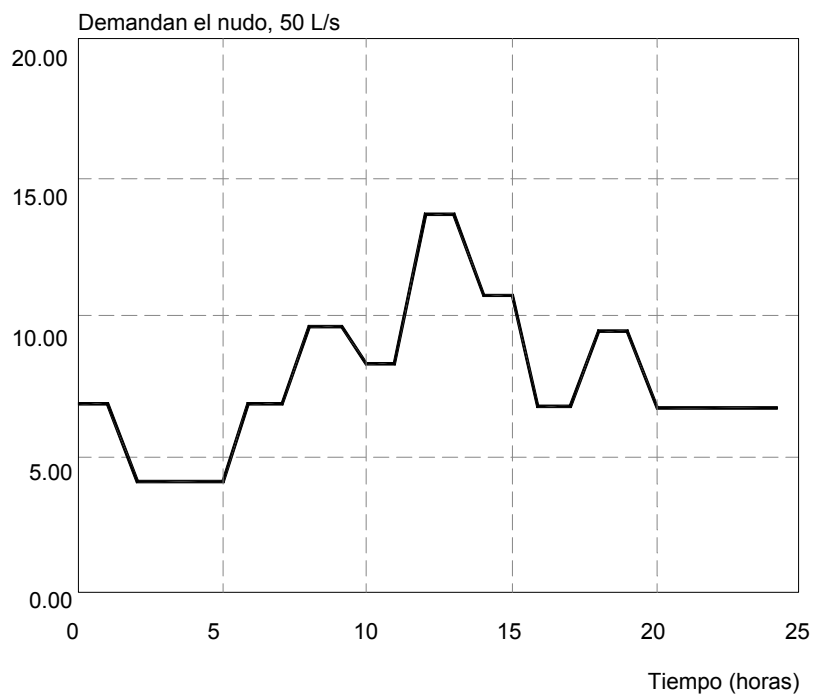


Figura 6. Variación de la demanda en le nudo 50

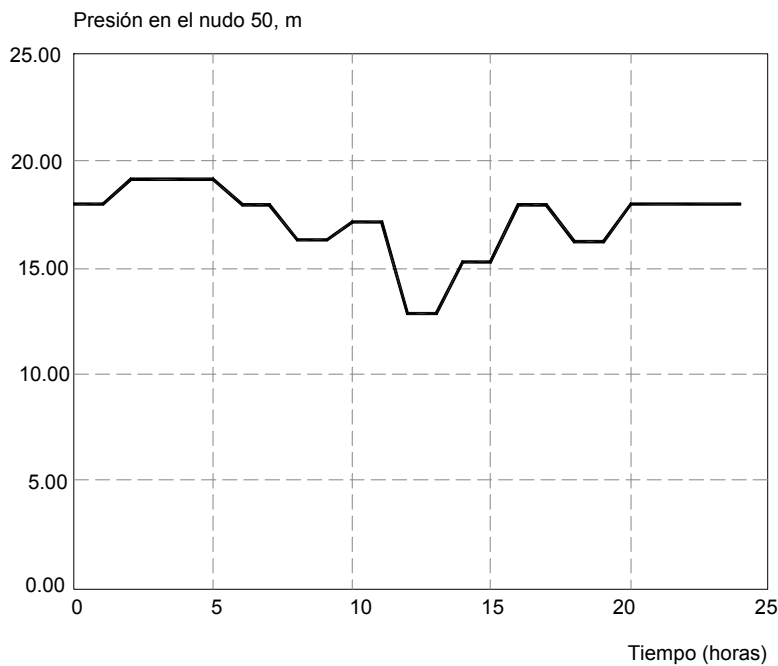


Figura 7. Variación de la presión en el nudo 50

3. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

En el **Plano 4** se encuentra el diseño de la cañería principal, donde constan los diámetros de las mismas y los sentidos de escurrimiento.

En el **Plano 5** se presenta el diseño de las cañerías secundarias, las cuales no han sido calculadas sino que se les ha asignado un diámetro de 60 mm en función de la longitud del tramo, cantidad y tipo de usuarios a servir y de conexiones.

Además se han colocado hidrantes de forma tal que cada uno puede servir un radio de acción de 100 m aproximadamente, cuidando que los radios no se interfieran entre sí.

4. ANEXO: PLANILLAS DE ENTRADAS DE DATOS Y DE RESULTADOS

Input Data			
[TITLE]			
Job Description			
Red de Agua, Tanque a 20 m presión man.			
[JUNCTIONS]			
ID	Cota m	Demanda L/s	(Pattern)
10	94.75	2.60	
11	94.92	5.95	
12	94.96	0.96	
13	95.38	0.00	
14	95.18	3.80	
15	95.54	0.21	
16	94.94	5.10	
17	95.07	5.52	
18	95.51	6.01	
19	95.62	1.83	
20	95.54	0.41	
21	95.71	0.00	
22	95.98	0.06	
23	95.88	8.34	
24	95.62	5.59	
25	96.34	4.77	
26	96.29	4.27	
27	96.20	6.73	
28	95.92	10.67	
29	95.79	3.39	
30	95.69	3.45	
31	95.34	2.69	
32	95.38	4.06	
33	95.55	1.98	
34	95.55	7.07	
35	95.64	4.92	
36	95.57	0.00	
37	95.30	13.13	
38	95.73	14.17	
40	94.91	9.60	
41	94.95	1.67	
42	95.47	5.15	
43	95.33	14.39	
44	94.88	12.41	
47	94.82	16.47	
48	94.83	19.58	
49	94.89	8.13	
50	95.07	8.10	
51	95.59	6.15	
52	95.44	5.42	
64	95.57	19.55	
65	95.51	6.66	
66	96.04	0.00	
67	95.78	5.82	
68	95.77	5.58	
69	95.36	1.92	

[TANKS]

ID	Cota m	Nivel Inicial m	Nivel Mínimo m	Nivel Máximo m	Diámetro m	(Minimum Volume)
1	114,92					

[PIPES]

ID	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm	Coeficiente Rugosidad	(Minor Loss Coefficient)	(Check Valve)
100	1	10	50	376.6	140		
101	10	11	335	188.2	140		
102	11	12	486	150.6	140		
103	41	13	438	103.6	140		
104	13	14	595	103.6	140		
105	16	14	241	103.6	140		
106	16	17	368	235.4	140		
107	17	18	404	150.6	140		
108	18	19	789	103.6	140		
109	20	19	404	103.6	140		
110	15	20	82	103.6	140		
111	15	21	72	235.4	140		
112	21	22	169	235.4	140		
113	22	23	57	235.4	140		
114	23	24	422	188.2	140		
115	24	25	927	103.6	140		
116	26	25	422	188.2	140		
117	26	27	295	188.2	140		
118	29	66	252	150.6	140		
119	28	29	426	150.6	140		
120	29	30	180	150.6	140		
121	31	30	422	117.6	140		
122	32	31	945	150.6	140		
123	33	32	619	188.2	140		
124	68	22	434	150.6	140		
125	23	35	501	235.4	140		
126	35	26	427	235.4	140		
127	67	35	547	150.6	140		
128	34	28	494	188.2	140		
129	33	34	24	235.4	140		
130	36	33	82	334.2	140		
131	52	36	148	334.2	140		
132	37	36	621	235.4	140		
133	38	65	680	296.4	140		
134	47	38	461	296.4	140		
135	44	40	225	296.4	140		
136	41	40	564	103.6	140		
137	12	41	472	103.6	140		
147	10	47	199	376.6	140		
148	47	48	305	376.6	140		
149	48	49	249	296.6	140		
150	12	49	534	103.6	140		
151	49	44	225	296.6	140		
152	17	50	110	235.4	140		
153	50	15	596	235.4	140		
154	64	52	475	334.2	140		
155	51	43	487	150.6	140		

156	52	42	451	235.4	140
157	48	51	486	334.2	140
175	42	43	595	103.6	140
176	44	43	486	103.6	140
177	65	64	690	103.6	140
178	66	67	427	103.6	140
179	68	67	497	103.6	140
180	69	28	619	103.6	140
181	42	21	450	235.4	140
182	43	50	450	150.6	140
183	44	16	450	296.6	140
184	29	66	500	150.6	140
185	28	67	500	150.6	140
186	34	68	500	150.6	140
187	51	64	120	334.2	140
188	65	37	540	296.4	140
189	32	69	500	150.6	140

[PUMPS]

```

;-----
;      Head  Tail
; ID  Node  Node  Characteristics
;-----

```

[VALVES]

```

;-----
;      Head  Tail
; ID  Node  Node  Diameter  Type  Setting
;-----

```

[STATUS]

```

;-----
; First (Last
; Link  Link) Setting
;-----

```

[CONTROLS]

```

;-----
; LINK  ID  Setting  Condition
;-----

```

[PATTERNS]

```

;-----
; ID      Multipliers
;-----
; 1      0.5 0.3 0.3 0.5 0.7 0.6
; 1      1.0 0.8 0.5 0.7 0.5 0.5

```

[QUALITY]

```

;-----
; First (Last
; Node  Node) Initial Quality
;-----
; 1      1.0

```

[SOURCES]

```

;-----
; Node  Concentration  (Pattern)
;-----

```

[REACTIONS]

```

;-----
; Type  (First ID) (Last ID) Coefficient
;-----

```

GLOBAL BULK -0.50;COEF.DECAIMIENTO EN EL MEDIO
GLOBAL WALL -3.28;COEF.DECAIMIENTO EN LAS PAREDES
[REPORT]

;-----
; Reporting Options
;-----

PAGE 55
STATUS NO
PRESSURE BELOW 10

[TIMES]

;-----
; Execution Control Information
;-----

DURATION 24;SIMULACIONEN UN PERIODO DE 24 HORAS
PATTERN TIMESTEP 2;INTERVALO DE SIMULACION DE 2 HS

[OPTIONS]

;-----
; Network Properties & Simulation Options
;-----

UNITS SI
HEADLOSS H-W
QUALITY Cloro; Análisis de cloro
SPECIFIC GRAVITY 1.0
VISCOSITY 9.9E-7
DIFFUSIVITY 1.17E-9
TRIALS 40
ACCURACY 0.001
SEGMENTS 100
[END]

Output Summary

Red de Agua, Tanque a 20 m presión man.

Input Data File PROY-TI5.INP
Output Report File
Verification File
Hydraulics File
Map File
Number of Pipes 64
Number of Nodes 47
Number of Tanks 1
Number of Pumps 0
Number of Valves 0
Headloss Formula Hazen-Williams
Hydraulic Timestep 1.00 hrs
Hydraulic Accuracy 0.001000
Maximum Trials 40
Quality Analysis Cloro
Minimum Travel Time 6.00 min
Maximum Segments per Pipe 100
Specific Gravity 1.00
Kinematic Viscosity 9.90e-07 sq m/sec
Chemical Diffusivity 1.17e-09 sq m/sec
Total Duration 24.00 hrs

Red de Agua, Tanque a 20 m presión man.

Node Results at 12:00 hrs

Node	Demand L/s	Elevation m	Grade m	Pressure m	Cloro mg/L
Node 10	2.60	94.75	114.32	19.57	0.92
Node 11	5.95	94.92	113.57	18.65	0.78
Node 12	0.96	94.96	112.07	17.11	0.55
Node 13	0.00	95.38	109.30	13.92	0.16
Node 14	3.80	95.18	108.77	13.59	0.19
Node 15	0.21	95.54	107.64	12.10	0.33
Node 16	5.10	94.94	108.88	13.94	0.58
Node 17	5.52	95.07	108.03	12.96	0.50
Node 18	6.01	95.51	107.59	12.08	0.36
Node 19	1.83	95.62	107.51	11.89	0.11
Node 20	0.41	95.54	107.61	12.07	0.28
Node 21	0.00	95.71	107.62	11.91	0.36
Node 22	0.06	95.98	107.27	11.29	0.32
Node 23	8.34	95.88	107.14	11.26	0.30
Node 24	5.59	95.62	106.96	11.34	0.22
Node 25	4.77	96.34	106.54	10.20	0.08
Node 26	4.27	96.29	106.58	10.29	0.17
Node 27	6.73	96.20	106.47	10.27	0.13
Node 28	10.67	95.92	107.17	11.25	0.29
Node 29	3.39	95.79	106.89	11.10	0.20
Node 30	3.45	95.69	106.88	11.19	0.09
Node 31	2.69	95.34	107.11	11.77	0.11
Node 32	4.06	95.38	107.72	12.34	0.29
Node 33	1.98	95.55	108.48	12.93	0.44
Node 34	7.07	95.55	108.41	12.86	0.41
Node 35	4.92	95.64	106.79	11.15	0.21
Node 36	0.00	95.57	108.56	12.99	0.46
Node 37	13.13	95.30	109.47	14.17	0.50
Node 38	14.17	95.73	111.09	15.36	0.75
Node 40	9.60	94.91	109.34	14.43	0.49
Node 41	1.67	94.95	109.68	14.73	0.32
Node 42	5.15	95.47	107.99	12.52	0.48
Node 43	14.39	95.33	107.96	12.63	0.46
Node 44	12.41	94.88	109.35	14.47	0.67
Node 47	16.47	94.82	112.24	17.42	0.85
Node 48	19.58	94.83	110.63	15.80	0.80
Node 49	8.13	94.89	109.93	15.04	0.72
Node 50	8.10	95.07	107.92	12.85	0.46
Node 51	6.15	95.59	109.33	13.74	0.71
Node 52	5.42	95.44	108.59	13.15	0.57
Node 64	19.55	95.57	109.12	13.55	0.66
Node 65	6.66	95.51	110.03	14.52	0.60
Node 66	0.00	96.04	106.89	10.85	0.07
Node 67	5.82	95.78	106.86	11.08	0.15
Node 68	5.58	95.77	107.31	11.54	0.27
Node 69	1.92	95.36	107.54	12.18	0.17
Tank 1	-274.28	114.92	114.92	0.00	1.00

Red de Agua, Tanque a 20 m presión man.

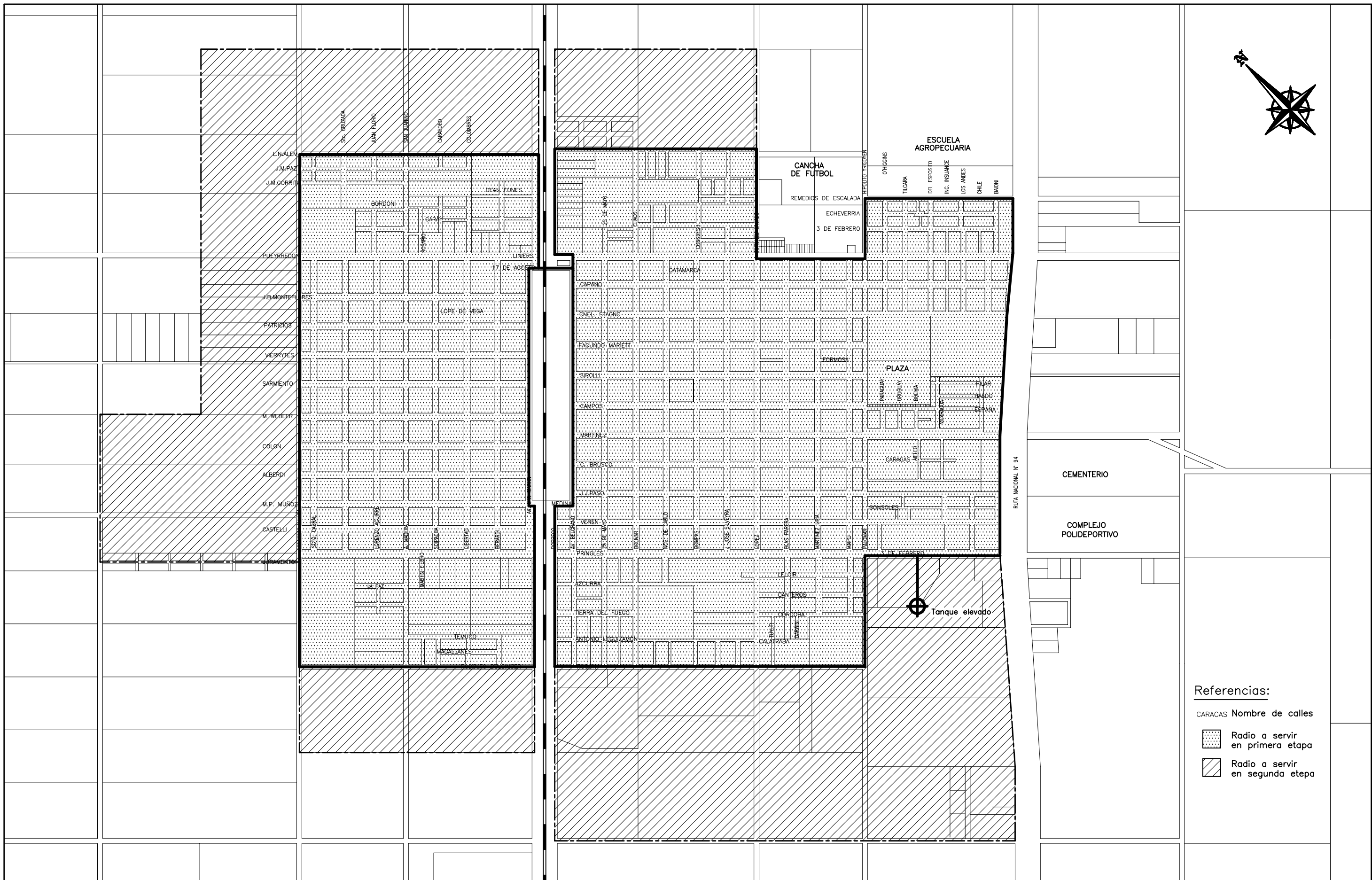
Link Results at 12:00 hrs

Link	Diameter mm	Flow l/s	Velocity m/sec	HeadLoss m/km	Cloro mg/l
Pipe 100	376.60	274.28	2.46	12.05	0.92
Pipe 101	188.20	17.71	0.64	2.22	0.81
Pipe 102	150.60	11.76	0.66	3.09	0.62
Pipe 103	103.60	2.24	0.27	0.89	0.22
Pipe 104	103.60	2.24	0.27	0.89	0.10
Pipe 105	103.60	1.56	0.19	0.45	0.45
Pipe 106	235.40	32.55	0.75	2.30	0.52
Pipe 107	150.60	6.71	0.38	1.09	0.41
Pipe 108	103.60	0.70	0.08	0.10	0.17
Pipe 109	103.60	1.13	0.13	0.25	0.19
Pipe 110	103.60	1.54	0.18	0.44	0.29
Pipe 111	235.40	12.01	0.28	0.36	0.31
Pipe 112	235.40	30.69	0.71	2.07	0.33
Pipe 113	235.40	32.55	0.75	2.30	0.30
Pipe 114	188.20	7.16	0.26	0.42	0.25
Pipe 115	103.60	1.57	0.19	0.46	0.10
Pipe 116	188.20	3.20	0.12	0.09	0.13
Pipe 117	188.20	6.73	0.24	0.37	0.15
Pipe 118	150.60	0.36	0.02	0.00	0.18
Pipe 119	150.60	5.09	0.29	0.65	0.23
Pipe 120	150.60	1.08	0.06	0.04	0.17
Pipe 121	117.60	2.37	0.22	0.53	0.08
Pipe 122	150.60	5.06	0.28	0.65	0.18
Pipe 123	188.20	12.84	0.46	1.23	0.35
Pipe 124	150.60	1.92	0.11	0.11	0.21
Pipe 125	235.40	17.05	0.39	0.70	0.26
Pipe 126	235.40	14.20	0.33	0.50	0.19
Pipe 127	150.60	2.07	0.12	0.12	0.11
Pipe 128	188.20	18.94	0.68	2.52	0.34
Pipe 129	235.40	35.80	0.82	2.75	0.41
Pipe 130	334.20	50.62	0.58	0.95	0.44
Pipe 131	334.20	25.02	0.29	0.26	0.55
Pipe 132	235.40	25.60	0.59	1.48	0.43
Pipe 133	296.40	48.18	0.70	1.55	0.66
Pipe 134	296.40	62.35	0.90	2.50	0.78
Pipe 135	296.40	7.77	0.11	0.05	0.62
Pipe 136	103.60	1.83	0.22	0.61	0.19
Pipe 137	103.60	5.74	0.68	5.06	0.39
Pipe 147	376.60	253.97	2.28	10.45	0.85
Pipe 148	376.60	175.15	1.57	5.26	0.80
Pipe 149	296.60	66.68	0.97	2.82	0.75
Pipe 150	103.60	5.06	0.60	4.01	0.37
Pipe 151	296.60	63.61	0.92	2.58	0.67
Pipe 152	235.40	20.32	0.47	0.96	0.47
Pipe 153	235.40	13.76	0.32	0.47	0.38
Pipe 154	334.20	54.77	0.62	1.09	0.60
Pipe 155	150.60	11.21	0.63	2.82	0.57

Pipe 156	235.40	24.33	0.56	1.34	0.51
Pipe 157	334.20	88.89	1.01	2.68	0.73
Pipe 175	103.60	0.50	0.06	0.06	0.25
Pipe 176	103.60	4.23	0.50	2.87	0.47
Pipe 177	103.60	2.79	0.33	1.33	0.36
Pipe 178	103.60	0.62	0.07	0.08	0.05
Pipe 179	103.60	2.29	0.27	0.92	0.18
Pipe 180	103.60	1.80	0.21	0.59	0.10
Pipe 181	235.40	18.68	0.43	0.82	0.42
Pipe 182	150.60	1.55	0.09	0.07	0.33
Pipe 183	296.60	39.21	0.57	1.05	0.61
Pipe 184	150.60	0.25	0.01	0.00	0.08
Pipe 185	150.60	4.98	0.28	0.63	0.22
Pipe 186	150.60	9.79	0.55	2.20	0.32
Pipe 187	334.20	71.53	0.82	1.79	0.67
Pipe 188	296.40	38.73	0.56	1.03	0.54
Pipe 189	150.60	3.72	0.21	0.37	0.22


5. BIBLIOGRAFIA

- EPANET Manual del Usuario – Lewis A. Rossman Drinking Water Research Division, Risk Reduction Engineering Laboratory, Cincinnati, Ohio.
- Normas de Estudio, Criterios de Diseño y Presentación de Proyectos de Desagües Cloacales. ENOHSA, ex Consejo Federal de Agua Potable y Saneamiento (CoFAPyS). Argentina, 1993.
- Normas de Estudios, Diseño y Presentación de Proyectos. ENOHSA, ex Servicio Nacional de Agua Potable y Saneamiento Rural (SNAP). Argentina, 1972.

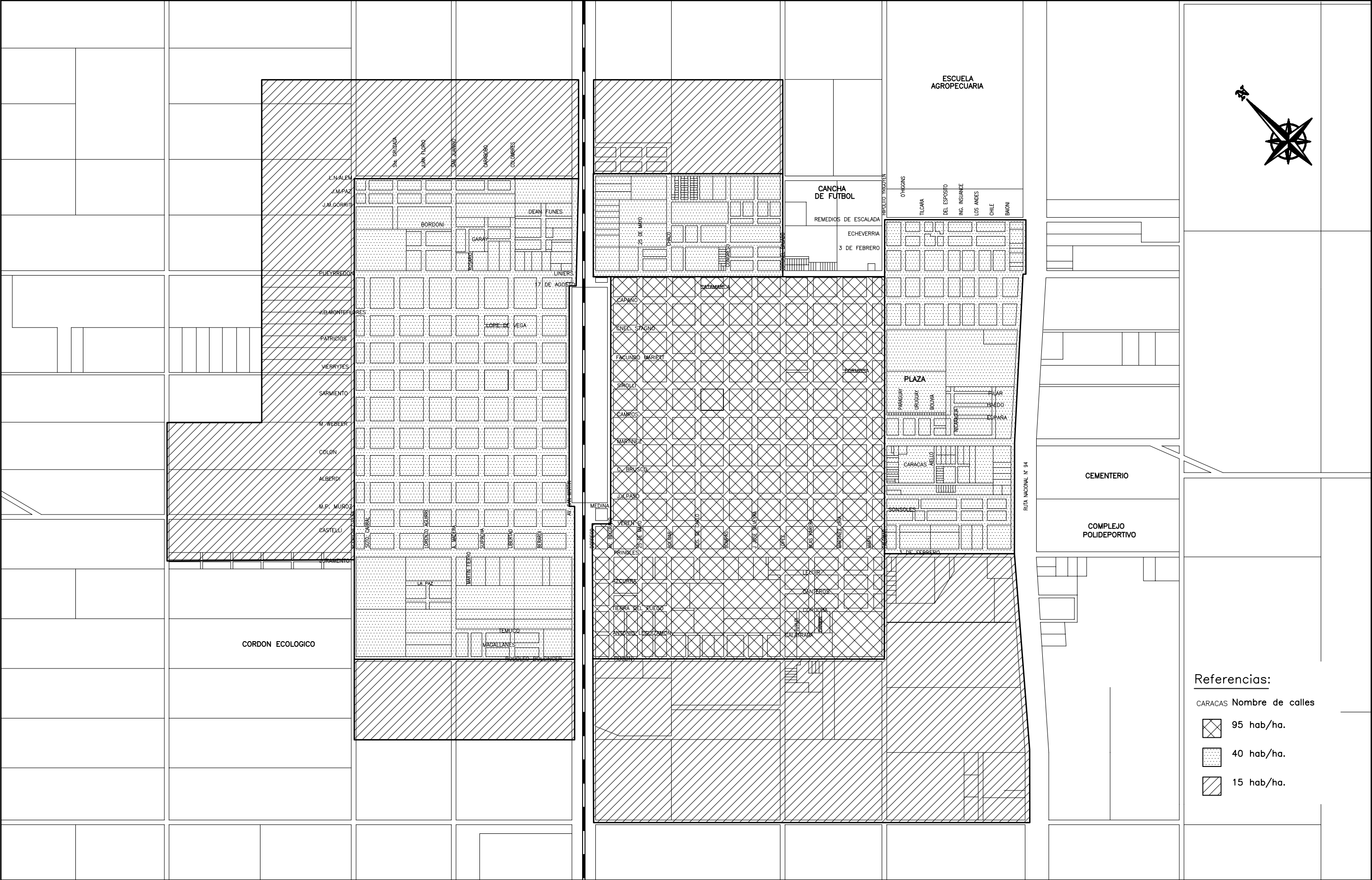


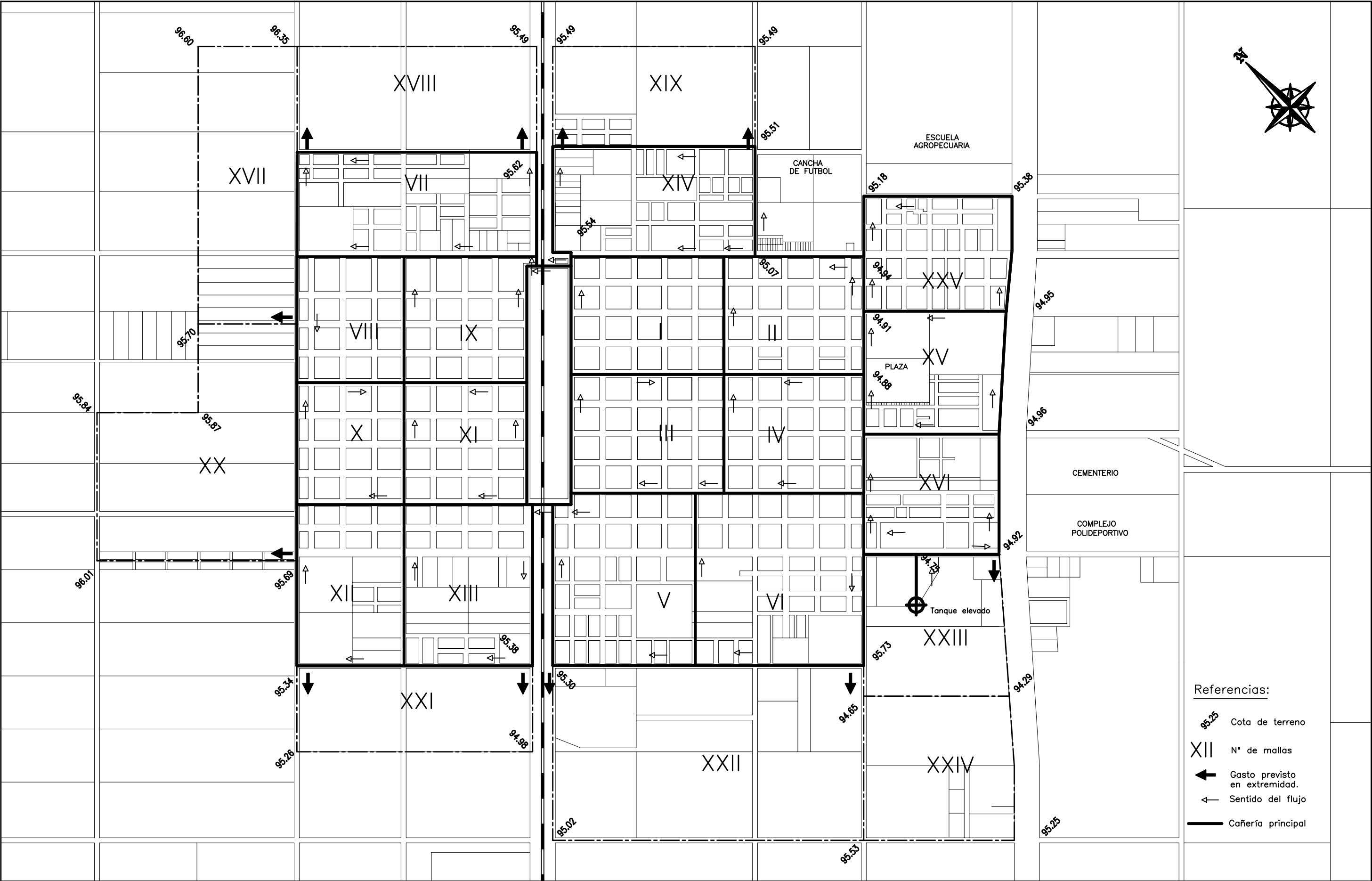
REF.		
	DOCUMENTO N°	TOMO N°

TITULO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
Areas a servir con agua potable

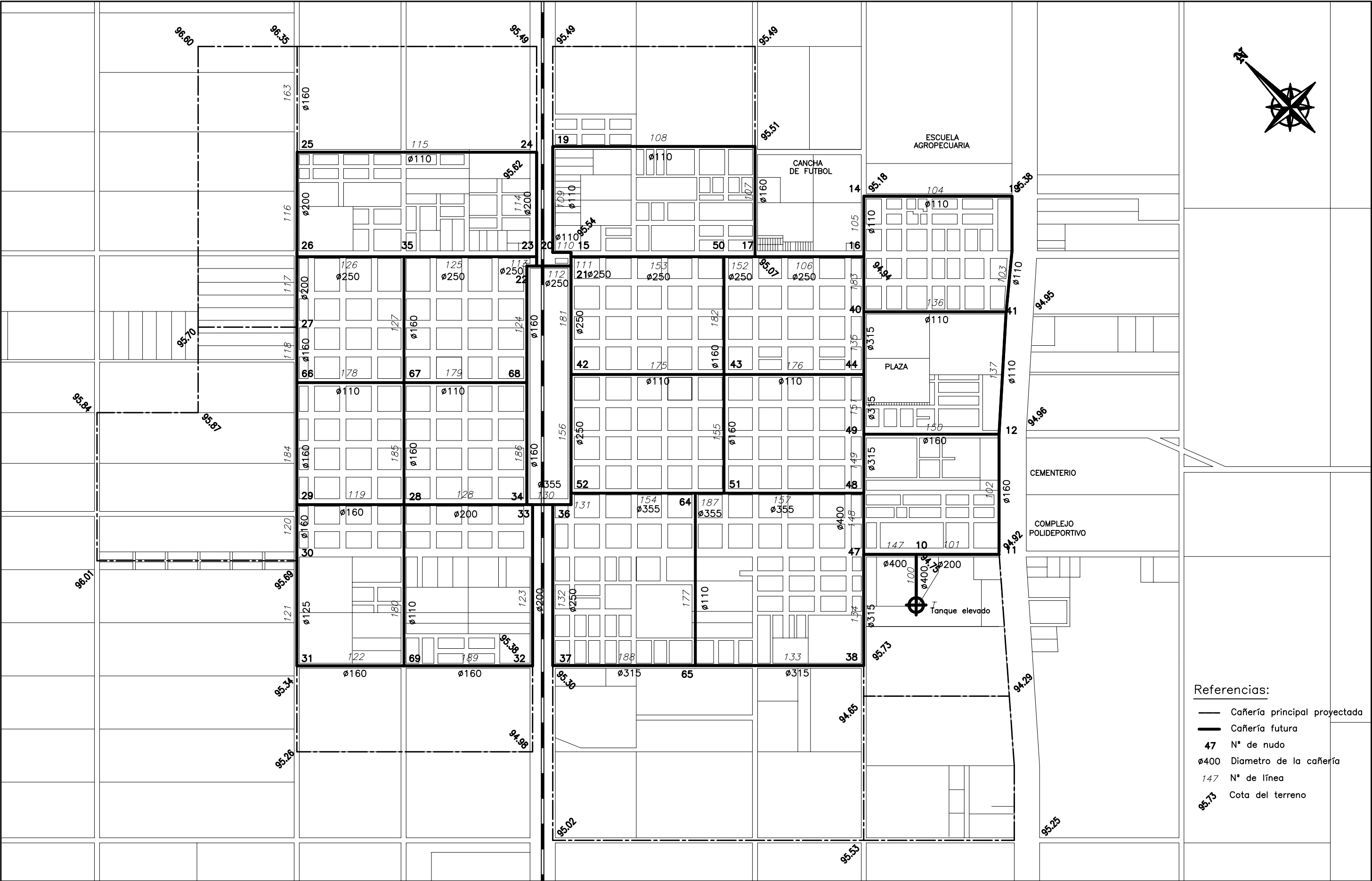
 Radio a servir
en segunda etepa

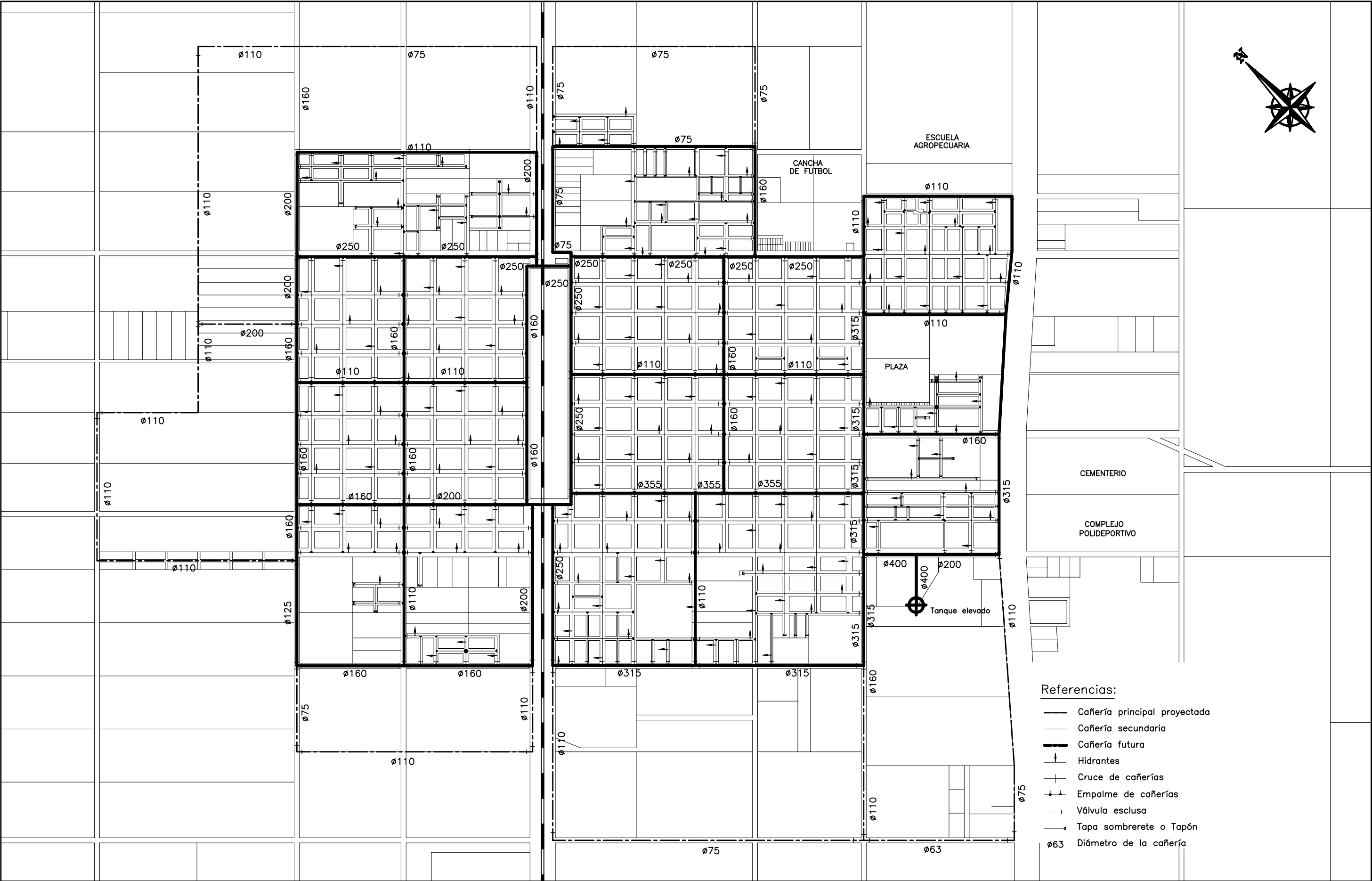
Proy.	N°	
Dibujo	Fecha	HOJA 1.de.5.
Ing.Proy.	Escala	





- Referencias:
- 95.25 Cota de terreno
 - XII N° de mallas
 - ← Gasto previsto en extremidad.
 - ← Sentido del flujo
 - Cañería principal





- Referencias:
- Cañería principal proyectada
 - Cañería secundaria
 - Cañería futura
 - Hidrantes
 - Cruce de cañerías
 - Empalme de cañerías
 - Válvula esclusa
 - Tapa sombrerete o Tapón
 - ø63 Diámetro de la cañería