

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

PRÁCTICA PROFESIONAL PERMISADA



“MODELACIÓN y ANÁLISIS de la RED DE AGUA POTABLE de la CIUDAD DE SALSIPUEDES”

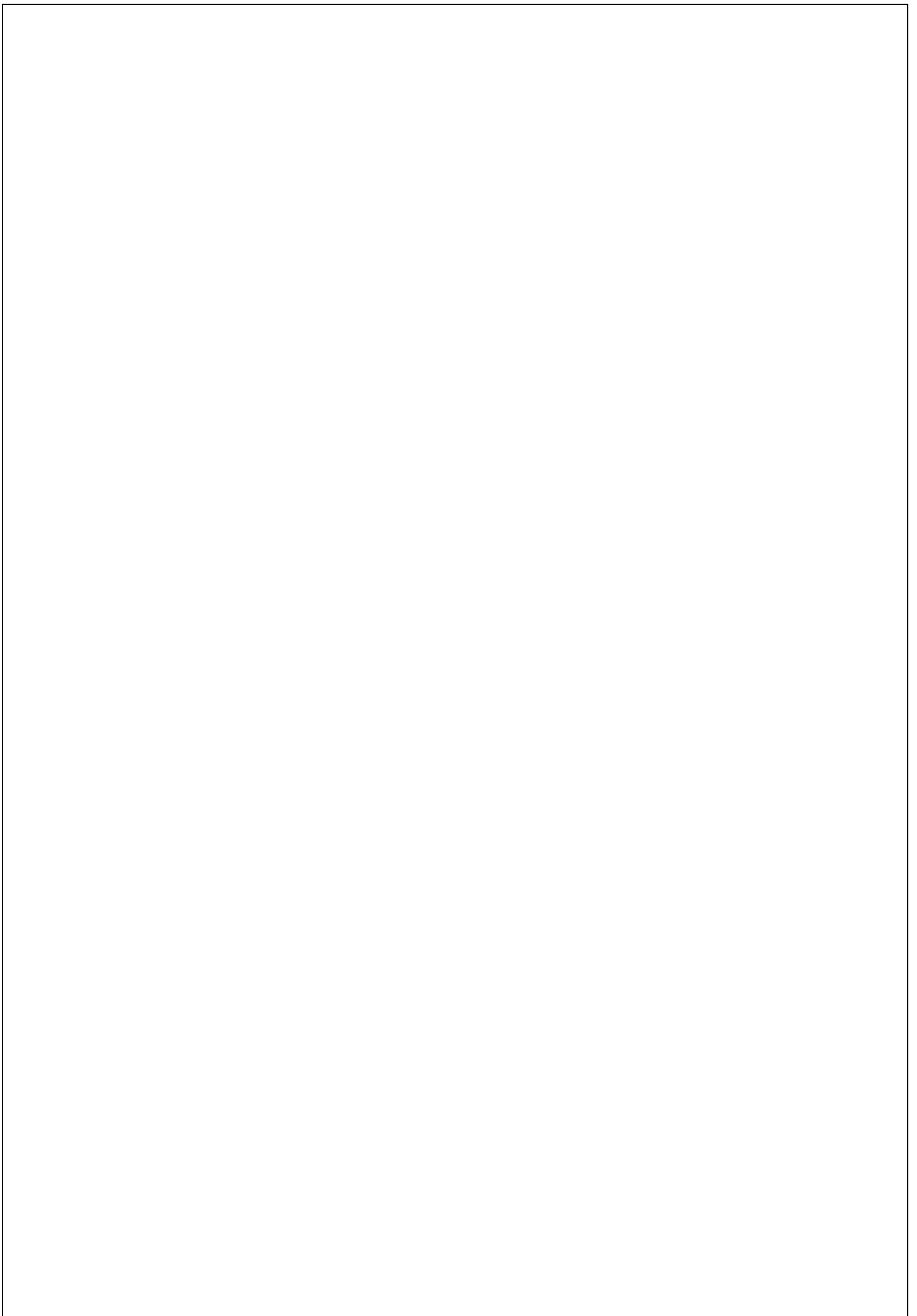
Entidad: Subsecretaría de Recursos Hídricos del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Córdoba, Dirección de Jurisdicción, Control y Explotación del Recurso.

Tutor Externo: Ingeniero Civil Pablo Wierzbicky

Tutor Interno: Ingeniero Civil Juan Bresciano

Alumno: Anconetani, Mauricio

Mat: 34100415



RESUMEN

A- Objetivos Generales

El desarrollo de la presente Práctica Supervisada procura alcanzar como objetivo general el obtener experiencia práctica complementaria, aplicando y profundizando los conceptos adquiridos durante los años de estudio de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Se emplearán los conceptos adquiridos durante el cursado de las distintas materias adecuadas a las necesidades de la temática elegida, facilitando al autor, su inserción como profesional en el ámbito laboral y de trabajo multidisciplinario.

La modalidad mencionada permitirá conciliar el desarrollo profesional con la posibilidad de hacer uso de nuevas tecnologías, incorporando nuevos conocimientos relacionados con el uso de software de aplicación como el programa EPANET utilizado para modelar acueductos. Además, se pretende aplicar conceptos referidos a agua potable en general, lo cual formará parte del contenido de un Informe Técnico Final que evidenciará y justificará el trabajo realizado, a fin de dar respuesta a los objetivos planteados.

B- Objetivos Específicos

El propósito de la temática para esta Práctica mencionada es:

- Modelar(EPANET) la red de agua potable de la Ciudad de Salsipuedes.
- Aprender a utilizar el software EPANET.
- Analizar los resultados obtenidos encontrando déficit del sistema actualmente.
- Proyectar a 20 años la demanda de agua y nuevamente encontrar déficit en el sistema.
- Comparar la demanda de la población con la que puede entregar el sistema.
- Utilizar todos los conceptos vistos en fluidos para realizar la modelación.

INDICE

<u>INDICE.....</u>	<u>4</u>
<u>ASPECTOS INTRODUCTORIOS.....</u>	<u>5</u>
<u>1. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....</u>	<u>7</u>
<u>1.1 Recopilación De Antecedentes Y Estudios De Campo:.....</u>	<u>7</u>
<u>1.1.1 Aspectos Físicos.....</u>	<u>7</u>
<u>1.1.2 Características De Las Fuentes De Abastecimiento De Agua:.....</u>	<u>7</u>
<u>1.1.3 Aspectos Socio – Económicos Y Demográficos:.....</u>	<u>7</u>
<u>1.1.4 Infraestructura Urbana:.....</u>	<u>8</u>
<u>1.1.5 Abastecimiento Actual De Agua:.....</u>	<u>8</u>
<u>1.2. Trabajo Y Estudios En Gabinete.....</u>	<u>8</u>
<u>1.2.1. Parametros Básicos De Diseño.....</u>	<u>9</u>
<u>1.2.2. Deteminación Del Caudal De Diseño En Redes De Distribución.....</u>	<u>13</u>
<u>2. ENOHSa.....</u>	<u>15</u>
<u>2.1 Aspectos A Considerar En Un Proyecto.....</u>	<u>15</u>
<u>2.1.1 Formulación De Alternativas.....</u>	<u>15</u>
<u>2.2 Criterios De Calidad Del Agua.....</u>	<u>16</u>
<u>2.2.2 Calidad del agua tratada.....</u>	<u>16</u>
<u>2.3 Almacenamiento Y Regulación De La Presión.....</u>	<u>16</u>
<u>2.3.1 Capacidades de las Cisternas y Tanques.....</u>	<u>17</u>
<u>2.3.2 Proyecto de tanque y cisternas.....</u>	<u>17</u>
<u>2.4 Sistema De Distribución.....</u>	<u>17</u>
<u>2.4.1 Información Requerida.....</u>	<u>17</u>
<u>2.4.2 Parámetros de Diseño.....</u>	<u>18</u>
<u>2.4.3 Presión de Servicio.....</u>	<u>18</u>
<u>2.4.4 Diseño de la Red de Distribución.....</u>	<u>18</u>
<u>2.5 Impacto Ambiental.....</u>	<u>19</u>
<u>2.5.1 Especificaciones del Estudio Ambiental</u>	<u>19</u>
<u>2.5.2 Diagnostico Ambiental.....</u>	<u>20</u>
<u>3. LA INSTITUCION.....</u>	<u>22</u>
<u>3.1. Datos Y Ubicación.....</u>	<u>22</u>

4. LOCALIDAD.....	24
4.1 Salsipuedes.....	24
4.2 La Red de Agua Potable.....	24
4.2 Trabajos En Campo.....	25
5. TRABAJO EN EPANET.....	27
5.1 Características Del Programa.....	27
5.1.1 Características Del Modelo Hidráulico.....	27
5.1.2 Características Del Modelo De Calidad Del Agua.....	27
5.1.3 Componentes Físicos.....	27
5.1.4 Componentes No Fisicos.....	29
5.1.5 Modelo De Simulacion Hidraulica.....	30
5.1.6 Modelo De Simulacion De La Calidad Del Agua.....	30
5.2 Hipótesis Y Ecuaciones Utilizadas En EPANET.....	30
5.2.1 Hipótesis Simplificativas	30
5.2.2 Ecuaciones Fundamentales	31
5.2.3 Ecuaciones De Comportamiento De Los Elementos De La Red	31
5.2.4 Proceso Analítico De Resolución.....	32
5.3 Desarrollo del Modelo.....	32
6. CALCULOS Y ENFOQUES.....	37
6.1. Introducción y enfoque de los cálculos.....	37
6.2. Dotación De Agua – Caudal De Diseño.....	37
6.2.1 Justificación de valores adoptados.....	37
6.3 Calculo de Almacenamientos.....	38
6.3.1 Almacenamientos actuales:.....	38
6.3.2. Almacenamientos Mínimos.....	38
6.4. Cálculo De Consumos.....	38
6.5. Habitantes por vivienda.....	39
6.6. Cálculo Almacenamiento mínimo.....	39
6.7. Asignación de Demandas.....	40
7 DATOS ENTRADAS	76
7.1. Asignación de Valores y características del Modelo.....	76
7.1.2. Características de entrada.....	76
7.2. Corrida del Modelo.....	78

8.1. Introducción.....	80
8.2 Posibles Problemas en la Red.....	80
8.2.1 Fuentes con aporte de caudal menores a la demanda mínima.....	80
.....	81
8.1.2 Falta de almacenamiento o insuficientes.....	81
8.2.3 Presiones menores a las mínimas (12mca) o negativas.....	81
9. CONCLUSION.....	90
10. SOLUCIONES A CORTO PLAZO.....	92
10.1 Propuesta a Corto Plazo.....	92
10.2 Cómputo de obras a Corto Plazo.....	93
.....	93
11. BIBLIOGRAFIA.....	95
11.ANEXO.....	96
11.1Recortes De Diarios.....	96

INDICE IMAGENES

ANEXO

RED ACTUAL SALSIPUDES LAMINA 1 A 10

ASPECTOS INTRODUCTORIOS

El presente trabajo se encuadra dentro de la Práctica Supervisada de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Córdoba. Para llevar a cabo la misma trabaje bajo la supervisión de personas calificadas de la Secretaria de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba.

La realización de este trabajo, se basó fundamentalmente en aplicar los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, especialmente en la materia Ingeniería Sanitaria en conjunto con otras materias que se relacionan y complementan, y así poder lograr una mejor calidad en el trabajo.

Además, existe un interés personal muy claro que fue el motor principal de elección y es poder especializarme en esta rama de la ingeniería.

Se ha planteado para el desarrollo de la presente Practica Supervisada que Sr. Anconetani, Mauricio, cumpla con los siguientes objetivos personales y profesionales:

- Aplicar y profundizar los conceptos adquiridos durante el desarrollo de la carrera de Ingeniería Civil.
- Interacción permanente con el grupo de profesionales de la Secretaria de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba.
- Generar y brindar un juicio crítico y concientizarse de las responsabilidades sociales y económicas que implica la toma de decisiones.
- Emitir conclusiones del mencionado trabajo.

CAPITULO I
ESTUDIOS NECESARIOS PARA UN PROYECTO
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

1. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Un sistema de abastecimiento de agua potable para una población es el conjunto de obras, equipos y servicios destinados al suministro de agua potable para consumo doméstico, industrial, servicios públicos y otros usos.

Para la elaboración de un proyecto de abastecimiento de agua, es necesario realizar estudios de campo, de laboratorio y de gabinete, para un correcto dimensionado o análisis que considere las necesidades actuales de consumo y las futuras, contemplando la posibilidad de la construcción por etapas o modular.

Un sistema de abastecimiento de agua potable comprende:

- Captación o toma de agua
- Conducción principal de agua cruda
- Tratamiento de Potabilización
- Tanque de almacenamiento o cisternas
- Tanque de almacenamiento y distribución elevados
- Red de distribución
- Estaciones de bombeo (cuando sean necesarias) de agua cruda como de agua ya potabilizada.

Para el diseño de un sistema de abastecimiento son requisitos básicos la fijación de la cantidad de agua a suministrar que determinará la capacidad de las distintas partes del sistema, el relevamiento planialtimétrico, estudios sobre la calidad y la cantidad de agua disponible en las diferentes fuentes cercanas, conocimiento del suelo y el subsuelo y todos los antecedentes que se consideran indispensables para la elección de la solución más adecuada y la preparación de presupuestos ajustados a la realidad.

El presente trabajo se transcribe aquellos requerimientos que se deben considerarse al elaborar proyectos, y que son enunciados por el Ente Nacional de Obras Hídricas y Saneamiento (ENOHSA) en su Guía para la presentación

de proyectos de Agua Potable Criterios Básicos. Capítulo 2. Estudios preliminares para el diseño de obras.

1.1 Recopilación De Antecedentes Y Estudios De Campo:

La recopilación de antecedentes provee elementos básicos para la elaboración de un proyecto, en dicha etapa se deberá obtener información de los organismos oficiales, los que además deberán ser confirmados por los estudios de campo correspondientes. En este caso como es un análisis de un proyecto existente se simplifican varia información que sería indispensable en la realización de un proyecto.

1.1.1 Aspectos Físicos

- Topográficos

- _ Recopilación de mapas, fotografías aéreas e imágenes satelitales si las hubiera.

- _ Recopilación de planos resultantes de relevamientos altimétricos ya efectuados en escala conveniente.

- _ Recopilación de planos con la red actual de la ciudad.

- _ Datos geométricos de las cañerías utilizadas.

- Edafológicos

- _ Tipos y distribución espacial de suelos (mapas)

- _ Déficit/exceso de agua en el suelo

- _ Red de drenaje natural y artificial

- Geotécnicos

- _ Estudios geotécnicos existentes

- _ Posición del nivel freático

1.1.2 Características De Las Fuentes De Abastecimiento De Agua:

Es necesario a la hora de realizar un análisis, saber con exactitud los caudales que puede aportar cada una de las fuentes. Estos datos fueron aportados por la Dirección de Agua de la Ciudad de Salsipuedes; los cuales son relevados periódicamente.

- Datos varios
 - _ Obras existentes y otros usos de la fuente
 - _ Cantidad de Conexiones de agua potable existentes.
 - _ Disponibilidad del recurso, capacidad máxima, media y mínima
 - _ Información específica requerida por los modelos a emplear

1.1.3 Aspectos Socio – Económicos Y Demográficos:

- Compilación de datos referentes a la creación y evolución histórica de la localidad
- Población actual y evolución demográfica histórica según los diferentes censos nacionales y provinciales, así como apreciaciones demográficas municipales necesarias para realizar los estudios demográficos. Es conveniente contar con los respectivos radios censales utilizados e indagar los motivos de posibles variaciones
- Población de verano, turística, temporaria, rotación de la población turística.
- Distancia a las ciudades y lugares más importantes de la Provincia y los medios de transporte locales e interurbanos existentes, tanto de pasajeros como de correspondencia de cargas.
- Ubicación e importancia de los establecimientos industriales, comerciales y oficinas públicas. En caso de parques industriales y/o grandes industrias es importante conocer el consumo de agua a fin de considerarlo como gasto puntual en el diseño de la red.

1.1.4 Infraestructura Urbana:

Toda información sobre el desarrollo urbano actual y futuro del área a abastecer será indispensable para establecer las áreas a servidas, los caudales de diseño usados . A tal fin se deberá contar con:

- Zonas hacia las cuales tiende a desarrollarse la localidad
- Datos sobre proyectos o estudios urbanísticos sectoriales existentes en el área de ejecución del proyecto.
- Programas de construcción de viviendas.
- Distribución espacial de las viviendas y baldíos en la planta urbana.
- Planos de proyecto y conformes a obra de pavimentos y cordones cuneta.

1.1.5 Abastecimiento Actual De Agua:

Se estudio la siguiente información:

- Calidad del agua para consumo humano, ya sea de perforaciones, de cursos superficiales y/o de planta potabilizadora.
- Planos de la red de agua potable con ubicación planialtimétrica de las tuberías acotadas respecto a la línea municipal. Planos de las instalaciones complementarias, estaciones de bombeo, reservas, etc. Radio actual servido y futuro. Horizonte del proyecto. Capacidad de las fuentes, de la planta y de las conducciones, actual y prevista. Posibilidades de ampliación.
- Evolución del número de conexiones y de la población servida en los últimos años. Comparación con la población actual.
- Identificación de grandes consumidores de agua potable con el objeto de determinar la ubicación de los grandes consumos de agua potable comerciales y/o industriales.
- Medianos y grandes usuarios de agua. Ubicación, actividad, consumo de agua. Fuentes de agua utilizadas.
- Forma de abastecimiento de la población que no cuenta con conexión al servicio público, caso barrio El Pueblito.

- Estado de las instalaciones actuales y situación de atención del servicio.
- Aplicación o no de sistema de medición de consumos domiciliarios, zonas, cantidad de conexiones con micro medición, tendencias, evolución, datos históricos, confiabilidad del sistema de lectura, nivel de pérdidas en el sistema, etc.
- Macromedición, en caso de fuentes subterráneas en los pozos y para los caudales de producción y distribución.
- Características del organismo que presta el servicio de abastecimiento de agua:
 - _ Aspectos institucionales:
 - _ Empresas y organismos que prestan los servicios de agua potable y desagüe (provincial, municipal, cooperativas, etc.)
 - _ Entes de Regulación y Control a nivel provincial y municipal
 - _ Leyes, Ordenanzas, Marcos Regulatorios y contratos de prestación de los servicios vigentes.
 - _ Aspectos comerciales:
 - _ Catastro de clientes
 - _ Sistema de facturación y cobranza
 - _ Atención a los clientes
 - _ Aspectos operativos:
 - _ Balances hídricos. Agua no contabilizada
 - _ Detección y reparación de fugas

1.2. Trabajo Y Estudios En Gabinete

Una vez realizada la recopilación de antecedentes y el relevamiento de campo, en gabinete se realizará el ordenamiento de la información recogida y se la analizará a fin de tomar las decisiones respecto a la modelización de la red y análisis de misma.

1.2.1. Parametros Básicos De Diseño

1.2.1.1. Periodo De Previsión O Diseño

Se considera período de diseño al tiempo la actualidad y el momento en que por agotamiento de materiales o por falta de capacidad para prestar eficientemente el servicio, se agota la vida útil no cumpliéndose las condiciones ideales de funcionamiento.

Los períodos de diseño de las distintas obras dependen de:

- La vida útil de las estructuras y equipos del proyecto
- Facilidad o dificultad para realizar ampliaciones
- El crecimiento demográfico, comercial e industrial
- Tasas de interés sobre el capital a invertir y posibilidad de amortizar las obras.

El manual del Ente Nacional de Obras Hídricas y Saneamiento brinda al proyectista la TABLA 1 que se adjunta, como guía para establecer el período de diseño de cada unidad componente del sistema:

TABLA 1: Períodos de diseño. Sistema de agua potable

Sector	Período de diseño en años
• Sistemas de Captación	
➤ Superficiales	20
➤ Pozos	10
• Líneas de impulsión ^a	15
• Plantas de Potabilización	
➤ Obras Civiles Básicas	20
➤ Obras Civiles Módulo de Tratamiento Primera Etapa	10
➤ Instalaciones electromecánicas	10
• Tanques y Cisternas de Almacenamiento ^b	10
• Redes de Distribución	15
• Estaciones de Bombeo	
➤ Obras Civiles	20
➤ Instalaciones electromecánicas	10
• Medidores domiciliarios	5 a 8

Se tomo 20 años de proyección poblacional para analizar la red actual en ese momento, para así poder ubicar los déficit en un futuro del sistema.

1.2.1.2 PROYECCIONES DE POBLACIÓN

En general es bastante incierto el cálculo del desenvolvimiento de la población de una ciudad, en cuanto al número de habitantes pues diversos factores pueden influir en este crecimiento tanto espacialmente como temporalmente y/o estacionalmente.

Las poblaciones crecen por el *movimiento vegetativo* dado por la diferencia entre nacimientos y defunciones, pero además crecen o decrecen por movimientos migratorios en función de mayor confort, atracciones laborales o educativas, etc.

Las variaciones en el índice de crecimiento poblacional pueden deberse a:

- el establecimiento de industrias,
- mejoras en la agricultura,
- nuevas vías y medios de comunicación,
- nuevas fuentes de energía
- avances en la medicina que reducen los índices de mortalidad
- avances o mejoras en las condiciones de agua potable y saneamiento
- adelantos en la nutrición aumentando la fertilidad
- fluctuaciones en la economía nacional que influyen en el índice de nacimientos
- Mejoras en los estándares de confort locales
- Costos tarifarios de los servicios

El ENOHSA, solicita un estudio demográfico y de distribución espacial que incluya como mínimo los siguientes aspectos:

- _ Población urbana de la localidad según los últimos tres censos nacionales.
- _ Distribución espacial actual (a la fecha del proyecto) de la población en la planta urbana, determinada basándose en censos de viviendas, fotografías aéreas, datos catastrales, etc.
- _ Plano de planta urbana, con zonificación según densidad actual de la población y ubicación de conjuntos habitacionales de alta densidad demográfica.
- _ Proyección demográfica para cada año del período de diseño por diferentes métodos, incluyendo la justificación de la estimación considerada como válida.
- _ Hipótesis adoptada para la distribución espacial de la población en la planta urbana para el último año del período de diseño, debidamente justificada.
- _ Análisis de consistencia entre la proyección demográfica, la distribución espacial adoptada y otros elementos vinculados, como por ejemplo reglamentos sobre uso del suelo, códigos de edificación y planes de desarrollo.
- _ Plano de la planta urbana futura, con la debida justificación de las hipótesis de expansión demográfica adoptadas y con zonificación según la densidad de población prevista para el último año del período de diseño.

Para introducirnos en los términos del ENOHSA, llamaremos:

- _ Población actual (**Pa**): población, expresada en número de habitantes, existente a la fecha de ejecución del proyecto.
- _ Población inicial (**P0**): población prevista para el año de habilitación de la obra (n=0, año inicial del período de diseño)
- _ Población en el año n (**Pn**): medido a partir del año inicial del período de diseño.
- _ Población final o futura (P20): población prevista para el último año del período de diseño (n=20)

1.2.1.3 METODOS DE CÁLCULO PARA UNA PROYECCIÓN DEMOGRAFICA

Las obras de saneamiento como se ha visto poseen una vida útil, por lo que hay que diseñarlas, proyectarlas y dimensionarlas para que presten servicio eficiente hasta el fin de ese período. Por ello la correcta proyección de la población futura, es fundamental para la estimación de los caudales de diseño de cualquier obra de Ingeniería Sanitaria.

Es necesario contar con una proyección demográfica fehaciente basada en censos nacionales de población y vivienda realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), así como de otras fuentes confiables.

Existen diferentes métodos a utilizar para efectuar la proyección demográfica:

- _ Curva logística
- _ Tasas geométricas decrecientes
- _ Relación – Tendencia
- _ Incremento Relativo
- _ Método de los componentes

El método de **Curva Logística** es de aplicación en aquellas localidades que han experimentado un crecimiento acelerado, el cual posteriormente ha sufrido una atenuación observable en la estabilización de tasas de crecimiento. En general se utiliza en poblaciones consolidadas, donde el aumento de la población en un intervalo cualquiera de tiempo es constante.

El método de las **Tasas Geométricas Decrecientes** es apto para localidades que han sufrido un aporte migratorio o un incremento de la población significativo en el pasado reciente, debido a factores que generan atracción demográfica tales como, por ejemplo instalación de parques industriales, mejores niveles de ingreso y/o calidad de vida, nuevas vías de comunicación, etc. y cuyo crecimiento futuro previsible sea de menor importancia. Los métodos de **Relación - Tendencia** e **Incremento Relativo** se adaptan mejor a localidades más asentadas y cuyo crecimiento futuro esté más relacionado con el crecimiento de la Provincia y del País en su conjunto que con las condiciones locales.

El método de **Relación - Tendencia** se basa en la relación entre la población total del país, la total de la provincia, el partido o departamento y la localidad y en las tendencias de evolución que presentan las mismas.

La técnica de los **Incrementos Relativos** se fundamenta en la proporción del crecimiento absoluto de un área mayor, que corresponde a áreas menores en un determinado período de referencia, para lo que se necesita como información básica la proyección del área mayor para el período en estudio y la población de cada una de las áreas menores correspondiente a las dos últimas fechas censales.

Cuando se cuenta con datos suficientes como para analizar los componentes de crecimiento vegetativo y de movimientos migratorios es conveniente el uso del **Método de los Componentes**, ya que realiza una estimación más aproximada que los métodos basados en algoritmos y procedimientos matemáticos. El método de las Componentes proyecta la población por sexo y grupos de edad, se basa en un análisis detallado de los nacimientos, defunciones y movimientos migratorios. Como muchos factores afectan a la migración, el uso del método solo se limita a grandes conglomerados. Cuando la migración neta no es significativa, puede suponerse nula.

Es aconsejable hacer proyecciones por diferentes métodos para luego seleccionar el que se ajuste más al crecimiento y realidades de la localidad.

Método de Tasa Geométrica Decreciente

La tasa media anual para la proyección de la población se define en base al análisis de las tasas medias anuales de los dos últimos períodos intercensales.

Se determinan las tasas medias anuales de variación poblacional de los dos últimos períodos intercensales (basándose en datos oficiales de los tres últimos censos de población y vivienda):

$$I_1 = \sqrt[m]{\frac{P_2}{P_1} - 1}$$

$$I_{11} = \sqrt[n_2]{\frac{P_2}{P_2} - 1}$$

Donde:

I = tasa media anual de variación de la población durante el penúltimo período censal

II = tasa media anual de variación de la población del último período censal

P1 = Número de habitantes correspondientes al primer censo en estudio

P2 = Número de habitantes correspondientes al penúltimo censo en estudio

P3 = Número de habitantes correspondientes al último censo

n1 = número de años del período censal entre el primero y segundo Censo

n2 = número de años del período censal entre el segundo y último Censo

Para el intervalo comprendido entre el último y el año inicial del período de diseño así como el primer subperíodo de *n1* años, se debe efectuar la proyección con las tasas media anual del último período intercensal utilizando las siguientes expresiones:

$$P_s = P_3 (1 + i)^{na}$$

$$P_o = P_s (1 + i)^{n0}$$

$$P_n = P_o (1 + i)^n$$

Siendo:

Pa = estimaciones de población existente a la fecha de ejecución del proyecto

P0 = estimaciones de población al año previsto para la habilitación del sistema

Pn = estimaciones de población al año “n”

i = tasa media anual de proyección

na = número de años transcurridos entre el último censo y la fecha de ejecución del proyecto

n0 = número de años transcurridos entre la fecha de ejecución del proyecto y la habilitación del sistema

n = número de años transcurridos entre la población base y el año inicial de proyección.

Para cada subperíodo se determina la tasa media anual de proyección comparando los valores de las tasas medias históricas i e ii . Considerando los datos de los tres últimos censos i correspondería a la calculada con los dos primeros valores e ii con los dos últimos. Si i resulta menor que ii la tasa utilizada en la proyección del primer subperíodo debe ser igual al promedio entre ambas, resultando:

$$P_1 = P_0 \left(1 + \frac{(i_1 + i_{II})}{2} \right)^{nt}$$

En el caso que i resulte mayor que ii , la tasa de proyección debe ser igual al valor de ii , resultando:

$$P_1 = P_0 (1 + i_{II})^{nt}$$

Los valores de las tasas medias anuales de proyección que han sido determinados por este procedimiento son válidos para la generalidad de los casos. No obstante ello, si por las características particulares de la localidad en estudio los valores no se ajustan a la realidad observable, el proyectista puede adoptar otras tasas de crecimiento, debiendo en ese caso suministrar las razones que lo justifiquen.

1.2.1.4. CONSUMOS

• **Dotación media anual efectiva:** Es la cantidad de agua promedio consumida en un determinado año n por cada habitante servido por día y se expresa:

$$D_n \text{ (litros/hab.día)} = \frac{\text{Consumo total residencial durante el año } n}{365 \text{ días} \times \text{población total servida al año } n} = \frac{V_{\text{res}}}{365 \text{ días} \times P_n}$$

Donde:

D_n (litros/hab.día): Dotación efectiva (en el año n)

V_{resn} (litros): Volumen total consumido por usuarios residenciales durante el año n

P_{sn} (habitantes): Población servida en el año n

• **Dotación media anual Aparente:** Es el cociente entre el consumo medio diario total de agua potable del año n, por cualquier concepto (consumos residenciales y no residenciales) y la población total servida exclusivamente.

$$Da_n \text{ (litros/hab.día)} = \frac{V_{cn}}{365 \text{ días} \times P_{sn}}$$

Donde:

D_an (litros/hab.día): Dotación aparente (en el año n)

V_{cn} (litros) : Volumen medio consumido total de agua potable en el año n

P_{sn} (habitantes) : Población servida con agua potable en el año n

Esta dotación aparente puede usarse para realizar cálculos estimativos o comparativos.

1.2.1.4. DOTACIÓN DE DISEÑO

La dotación de consumo a utilizar como dotación de diseño media anual, debe calcularse para cada caso en base a la capacidad de la fuente, la influencia del clima, las características socio - económicas locales y al tipo de servicio y de usuarios.

A continuación se transcriben valores de dotación efectiva de consumo o de diseño media anual sugeridos por el ENOHSA para las realidades locales, los que deben ser chequeados al momento de proyectar de acuerdo a las costumbre del lugar de proyecto:

- Surtidores públicos: 40 l/hab.día
- Conexiones domiciliarias con medidor: 150 a 200 l/hab.día con un máximo de 250 l/hab.día cuando hay condiciones de clima semiárido y árido (a)

- Conexiones domiciliarias sin medidor: 150 l/hab.día a 300 l/hab.día (a)
- Conexiones para comercios, los consumos se deben calcular y justificar en función del número de empleados o locales sanitarios.
- Conexiones para industrias que produzcan alimentos destinados al consumo de la población, el consumo se debe determinar en base al tipo de industria y al volumen de producción. Es conveniente individualizarlos e indagar el consumo real requerido.
- Conexiones de industrias o grandes consumidores, se los deberá individualizar e indagar cual es el consumo real requerido.
- Conexiones para escuelas, hospitales y hoteles, se calcula el consumo según (b):
 - _ Escuelas: 20 a 100 l/alumno. Turno
 - _ Hospitales y clínicas con internación: 200 a 300 l/cama.día
 - _ Hoteles: 100 a 250 l/cama.día (otros autores estiman dependiendo del número de huéspedes 1000 l/habitación.día)

(a) Los expuestos son consumos racionales, en lo posible deben justificarse en cada caso en base a datos de campo pues no siempre se hace uso racional del agua potable.

(b) Es conveniente confirmar estos valores con los establecimientos correspondientes del lugar de proyecto.

1.2.1.5. CAUDALES

Las causas mencionadas que afectan el consumo de una población, no actúan simultáneamente y pueden variar a través de intervalos de tiempo, durante las horas del día, de un día respecto a otro o de una estación del año respecto a otra.

Estas fluctuaciones pueden ser fácilmente observadas cuando se cuenta con un aforador o caudalímetro que mida macrométricamente los consumos de la población, de lo contrario se tendrán que estimar por comparación con localidades similares. Dichas fluctuaciones se ven reflejadas en coeficientes de relación que iremos incorporando. La nomenclatura propuesta por el organismo ENOHSA es la siguiente:

TABLA N°1:
Denominación de caudales

Caudal (Q)	Nomenclatura ^(*)
Mínimo horario	Q _A
Mínimo diario	Q _B
Medio diario	Q _C
Máximo diario	Q _D
Máximo horario	Q _E

(*) Q: Caudal

TABLA N°2:
Definición de caudales de diseño

	Denominación	Definición
Q _{An}	Caudal mínimo horario del año n	Menor caudal instantáneo del día de menor consumo de agua potable de ese año
Q _{Bn}	Caudal medio mínimo diario del año n	Caudal medio del día de menor consumo de agua potable del año n
Q _{Cn}	Caudal medio diario del año n	Caudal medio diario del año n (en función habitante servido)
Q _{Dn}	Caudal medio máximo diario del año n	Caudal medio del día de mayor consumo de agua potable del año n
Q _{En}	Caudal máximo diario del año n	Mayor caudal instantáneo del día de mayor consumo (Q _{Dn}) del año n. Caudal horario máximo absoluto del año.

N: el subíndice "n" se debe reemplazar por el año del período de diseño que corresponda.

En todo proyecto se debe incluir un cuadro en el que se especifiquen los coeficientes adoptados y los valores de caudales definidos en la tabla precedente, para el año inicial del período de diseño (n=0), el intermedio (n=10 años) y el final (n=20 años)

Si relacionamos los distintos caudales obtenemos los siguientes coeficientes de relación que nos serán luego útiles para determinar el caudal de diseño de cada parte de una instalación de suministro de agua potable, pues cada estructura componente del sistema se dimensiona en función de distintos caudales.

TABLA N°3:
Definición de coeficientes de caudal

α_{1n}	Coeficiente máximo diario del año n	$\alpha_{1n} = Q_{Dn} / Q_{Cn}$
α_{2n}	Coeficiente máximo horario del año n	$\alpha_{2n} = Q_{En} / Q_{Dn}$
α_n	Coeficiente total máximo horario del año n	$\alpha_n = Q_{En} / Q_{Cn}$
β_{1n}	Coeficiente mínimo diario del año n	$\beta_{1n} = Q_{Bn} / Q_{Cn}$
β_{2n}	Coeficiente mínimo horario del año n	$\beta_{2n} = Q_{An} / Q_{Bn}$
β_n	Coeficiente total mínimo horario del año n	$\beta_n = Q_{An} / Q_{Cn}$

En los coeficientes n se considera agua no contabilizada ni consumos puntuales concentrados

$$\alpha_{1n} = \frac{\text{caudal medio del día de mayor consumo}}{\text{caudal medio diario anual}} = Q_{Dn} / Q_{Cn}$$

$$\alpha_{2n} = \frac{\text{caudal máximo horario}}{\text{caudal medio del día de mayor consumo}} = Q_{En} / Q_{Dn}$$

$$\alpha_n = \alpha_{1n} \times \alpha_{2n} = \frac{\text{caudal máximo horario}}{\text{caudal medio diario anual}} = Q_{En} / Q_{Cn}$$

$$\beta_{1n} = \frac{\text{caudal medio del día de menor consumo}}{\text{caudal medio anual}} = Q_{Bn} / Q_{Cn}$$

$$\beta_{2n} = \frac{\text{caudal mínimo horario}}{\text{caudal medio del día de menor consumo}} = Q_{An} / Q_{Bn}$$

$$\beta_n = \beta_{1n} \times \beta_{2n} = \frac{\text{caudal mínimo horario}}{\text{caudal medio anual}} = Q_{An} / Q_{Cn}$$

Los valores de estos coeficientes pueden permanecer invariables en el tiempo o variar dependiendo de las condiciones y características del servicio bajo las que se definen.

El caudal medio diario de consumo de agua potable (Q_{Cn}) para el año n, se determina tomando en cuenta:

- _ Caudales medios diarios consumidos residenciales (Q_{Cres})
- _ Caudales medios diarios consumidos no residenciales originados por instituciones públicas, privadas, comercios, industrias (Q_{Cnores})
- _ Caudales medios diarios Consumidos por Grandes Usuarios comerciales o industriales (Q_{Cgun})

Q_{Cgun})

$$Q_{Cn} = Q_{Cres} + Q_{Cnores} + Q_{Cgun}$$

Los Q_{Cgun} consumidos por grandes usuarios se deben determinar en base a datos aportados por los mismos, tomando en cuenta el consumo medido de agua potable desde la red pública (cuando se abastezca en esta forma), la producción propia de agua de cada usuario, las características del proceso industrial, los datos que recoja in situ el proyectista y todo otro elemento que

pueda ayudar a evaluar los consumos medios y máximos de cada uno y su evolución en el tiempo. Los consumos de grandes usuarios se deben considerar como gastos puntuales cuando el valor máximo horario previsto para los mismos sea igual o mayor a 5 veces el consumo máximo horario de una conexión típica de la localidad.

Cuando no existan registros confiables interrumpidos, de al menos los 36 últimos meses de consumos de agua potable, que permitan determinar los coeficientes de caudal, se pueden adoptar los valores que especifica el ENOHSA que se transcriben en TABLA N°5.

TABLA N°5:
Coeficientes de caudal

Población Servida	α_{1n}	α_{2n}	α_n	β_{1n}	β_{2n}	β_n
500 hab < P < 3000 hab	1,40	1,90	2,66	0,60	0,50	0,30
3000 hab < P < 15.000 hab	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35
15.000 hab <P	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42

Estos coeficientes van variando según costumbres y usos, por lo que se recomienda confirmar siempre con nuevas bibliografías.

En las etapas de tratamiento, transporte, almacenamiento y distribución se produce una merma en la cantidad de agua ya que los procesos correspondientes a cada etapa y las fallas (técnicas, administrativas y contables) disminuyen la cantidad real de agua disponible, lo que para cada etapa puede expresarse como:

$$Q_s = Q_i - D_i - ANC$$

Donde:

Q_s = caudal de salida de cada etapa

Q_i = caudal que ingresa a cada etapa

D_i = agua consumida en el proceso

ANC= agua no contabilizada por fallas técnicas D_t + fallas administrativas D_a + fallas contables

1.2.2. Determinación Del Caudal De Diseño En Redes De Distribución

El caudal de diseño debe ser el correspondiente al consumo máximo horario de la población de diseño.

De acuerdo a lo expresado precedentemente, para determinarlo se debe afectar al consumo medio diario establecido en base a la dotación y población futura de tres coeficientes:

α_{1n} que permite pasar del consumo medio diario al consumo máximo diario (notar que es siempre mayor que 1 y lo multiplica)

α_{2n} que permite pasar del consumo máximo diario al consumo máximo horario (notar que es siempre mayor que 1 y lo multiplica)

Recordar que $\alpha_n = \alpha_{1n} \cdot \alpha_{2n}$ permite pasar del consumo medio diario al consumo máximo horario.

Además, se debe estimar el rendimiento de la red:

1.2.2.1. DEMANDA DE SERVICIOS

La demanda en un servicio de agua potable, es la cantidad y calidad de agua que satisface los requerimientos de los usuarios, incluyendo además todos aquellos usos no directamente requeridos por los usuarios residenciales, pero que hacen al funcionamiento de toda la infraestructura social y al sistema de abastecimiento en particular.

Para la satisfacción de dicha demanda pueden existir condicionantes particulares tales como:

- _ Limitaciones por producción insuficiente
- _ Estado operativo de las redes que puede dar origen a caudales insuficientes y bajas presiones.
- _ Inadecuada calidad de agua

_ Régimen tarifario

CAPITULO II
ENOHSa
ENTE NACIONAL DE OBRAS
HÍDRICAS DE SANEAMIENTO

2. ENOHSa

Es de destacar que el objetivo del presente trabajo no es tocar en profundidad cada uno de los puntos desarrollados en El ENOHSa sino hacer mención a los más relevantes a este proyecto. A continuación paso a mencionar algunos aspectos importantes.

La Misión del ENOHSa es organizar, administrar y ejecutar Programas de Infraestructura que deriven de las políticas nacionales del sector Agua Potable y Saneamiento básico, en toda la extensión del territorio País.

Dichas políticas y programas deberán comprender, armonizar y coordinar las estrategias y acciones provinciales y municipales, tanto sean públicas como privadas que estuvieren orientadas al mismo objetivo y que sean tendientes a promover:

La expansión y explotación eficiente de los servicios, asegurando el acceso universal, el uso racional del recurso medio ambiente, la calidad de los productos y prestaciones, y la aplicación de tarifas justas y equitativas que permitan la sostenibilidad y expansión de los sistemas.

La regulación y control de los servicios, preservando equilibradamente los derechos y obligaciones de los titulares de los sistemas, de los usuarios, y de los prestadores (públicos y privados).

La integración y participación de empresas públicas, privadas, cooperativas, entidades comunitarias y trabajadores de la actividad en la gestión de los servicios y en el financiamiento de su optimización y crecimiento en términos de sustentabilidad y eficiencia.

2.1 Aspectos A Considerar En Un Proyecto

En el caso de sistemas de agua potable un Proyecto debe tener un enfoque integral, el que debe comprender -en todos los casos- en forma simultánea un conjunto de actividades relacionadas con el mejoramiento comercial, el mejoramiento operativo, la optimización, rehabilitación y ampliación de las instalaciones existentes, la ejecución de nuevas instalaciones y el fortalecimiento del ente prestador del servicio de agua potable. Se debe siempre considerar, además en función de las mejoras del servicio de agua potable y sus instalaciones, las necesidades complementarias de optimizar, rehabilitar, ampliar o construir nuevas instalaciones de desagües cloacales.

En el caso de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable el Proyecto puede integrar un sistema local o regional tanto desde el punto de vista de la captación como del tratamiento. Se debe basar en un diagnóstico integral y debe considerar todas las partes componentes, obras, instalaciones y equipos del sistema en su conjunto, tanto para sistemas nuevos como para la ampliación o rehabilitación de sistemas existentes.

El Proyecto debe incluir tanto análisis de la calidad del agua cruda como los caudales disponibles y de sus variaciones durante el año para cada una de las fuentes previstas.

2.1.1 Formulación De Alternativas

Se debe tener en cuenta las etapas en las que secuencialmente se desarrollará el diseño de las obras y cuál o cuáles son las oportunidades de evaluación, utilizando para ello metodologías compatibles con los datos disponibles y su grado de precisión. Debe tener en cuenta en la enumeración de las tareas previas que se requieren para realizar la evaluación de diseños alternativos, que no es necesario completar el diseño de las obras para realizar su análisis, basta para ello:

- Identificación de las obras a diseñar.
- Estudios de Base (Información secundaria).
- Diseños de ingeniería a nivel de Anteproyecto.
- Estudios de impacto ambiental.
- Estudio preliminar de costos y operación.
- Evaluación.

En caso de ser viable la ejecución de las obras se desarrollará la etapa posterior que consta de los siguientes pasos:

- Estudios de Base (Información primaria).
- Desarrollo de la Ingeniería.

2.2 Criterios De Calidad Del Agua

2.2.1 Calidad Del Agua A Tratar

Se considerarán como aguas a tratar a aquellas que se utilicen como fuente de ingreso a un sistema de abastecimiento público, sean éstas de tipo superficial o subterráneo.

2.2.1.1 Calidad del agua en las fuentes

Para evaluar las posibles fuentes a utilizar se puede emplear la clasificación de los cuerpos de agua, que de acuerdo con su calidad y requerimiento de tratamiento pueden cumplir con las Normas de potabilidad.

Esta clasificación se basa en las siguientes categorías:

- **Tipo A:** Aguas subterráneas o superficiales, provenientes de cuencas con protección sanitaria estando los parámetros de calidad de acuerdo con los requerimientos estándar de potabilidad.
- **Tipo B:** Aguas superficiales o subterráneas, provenientes de cuencas no protegidas que puedan satisfacer el estándar de potabilidad con tecnologías de tratamiento que no demanden coagulación química.
- **Tipo C:** Aguas superficiales provenientes de cuencas no protegidas que exijan tecnologías de tratamiento con coagulación química para alcanzar el estándar de potabilidad.
- **TIPO D:** Aguas superficiales de cuencas no protegidas, sujetas a contaminación que requieren tratamientos especiales para alcanzar el estándar de potabilidad.

2.2.1.2 Protección de fuentes

Aunque existen tecnologías de tratamiento de agua para permitir que casi cualquier fuente pueda cumplir con las normas de calidad de agua de bebida, deberán arbitrarse los medios necesarios para evitar el deterioro y lograr la mejoría de la calidad de la fuente de agua.

- Se debe elaborar y aplicar un Programa para el Manejo y Protección de la Calidad de la Fuente de suministro de agua, cuyo objetivo principal será mantener o mejorar la calidad de la fuente de agua, tendiendo a controlar o eliminar las fuentes de contaminación.

- Cuando sea posible, el Programa para el Manejo y Protección de la Calidad de la Fuente de suministro de agua formará parte de un Plan Integral de Protección de Cuenca el cual tendrá un enfoque más abarcativo y tomará en consideración diferentes aspectos relacionados con la salud humana y la calidad del ambiente dentro de la cuenca de interés, buscando integrar el cumplimiento de normas obligatorias con el incentivo al desarrollo de los recursos naturales

- El Programa de Manejo y Protección de la Fuente se basará en un Plan de Monitoreo cuyo objetivo será generar información confiable con relación a la fuente de agua y su evolución. Los datos obtenidos y procesados permitirán evaluar el resultado de medidas aplicadas para la protección y mejoramiento del recurso de agua, así como también seguir el impacto de eventuales descargas accidentales de contaminantes.

- El Plan de Monitoreo puede tener objetivos amplios respecto de la protección del recurso. Cuando enfoque su atención en la protección de la fuente de agua deberá atender como mínimo los siguientes aspectos:

Definición de los objetivos y metas parciales del programa de monitoreo.

Recopilación y generación de información básica.

Desarrollo de un modelo conceptual que relacione los datos de calidad de agua conocidos con el sistema físico, químico y biológico que constituye la fuente de agua y las entradas al mismo ya sean éstas de origen natural o antrópico.

Definición de objetivos en cuanto al tipo, cantidad y calidad de información a producir. Esta decisión estará dada por el uso previsto de la información generada y permitirá establecer metodologías de monitoreo y sus costos asociados.

Establecimiento de estrategias para las mediciones de campo, y determinaciones analíticas, definiendo criterios de aceptación de datos.

Definición de los sistemas de transferencia, procesamiento y almacenamiento de datos a emplear. Una parte esencial de este aspecto es el establecimiento de una metodología de evaluación de la calidad de los datos.

Definición de una metodología para el análisis, evaluación e interpretación de los datos recolectados.

Establecimiento de métodos de evaluación del Programa de Monitoreo a fin de poder detectar problemas y elaborar recomendaciones para su solución.

Definición de métodos de comunicación de la información reunida.

- Cuando la fuente a proteger sea de tipo subterráneo, deberán identificarse las áreas de recarga de la misma a fin de establecer un programa de protección adecuado para estas áreas.

2.2.1.3 Tratamiento

- El objetivo de todo sistema de tratamiento intercalado entre la fuente de agua y la población servida será mejorar la calidad de la fuente de modo que el agua distribuida sea segura, con sabor y olor aceptables y de características organolépticas agradables para su consumo, cumpliendo con las características de agua de bebida establecidas en la presente Norma.

- La elección de los procesos de tratamiento deberá basarse en los siguientes criterios:

Calidad del agua a tratar.

Calidad de agua tratada requerida para el consumo, la cual se establece en la presente Norma.

Condiciones ambientales y socioeconómicas locales.

Características de la población a servir.

Nivel de tecnología disponible localmente.

2.2.2 Calidad del agua tratada

- De acuerdo con lo establecido por la Resolución No. 494 del Ministerio de Salud y Acción Social (Art. 982), el Agua potable de suministro público y Agua potable de uso domiciliario, es aquella que es apta para la alimentación y uso doméstico. El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios.

- Para cumplir con esta definición no debe contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud.

- Debe presentar además sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente.

- Con respecto a la calidad que debe poseer el agua potable, debe tomarse como referencia a las Normas establecidas en el Código Alimentario Argentino Actualizado

- Con respecto al parámetro Turbiedad, teniendo en cuenta los numerosos estudios realizados internacionalmente que demostraron la estrecha vinculación entre los valores de este parámetro y la calidad microbiológica del agua, así como las recomendaciones de organismos reconocidos internacionalmente, se establecen los siguientes valores:

Valor máximo admisible para la turbiedad del agua tratada: 1 UNT.

Valor recomendado de la turbiedad para el agua tratada: 0,5 UNT.

- Podrán adoptarse otras normas de calidad (provinciales, municipales y/o internacionales) siempre y cuando los valores límites para cada uno de los parámetros fueran menores a los establecidos en el Código Alimentario Argentino.

- Podrán incorporarse parámetros de calidad que no figuren en el Código Alimentario y su inclusión deberá justificarse debidamente tomando en cuenta:

Antecedentes de datos de calidad de la fuente de provisión.

Recomendaciones de organismos internacionales relacionados con la provisión de agua potable.

2.3 Almacenamiento Y Regulación De La Presión

Todo sistema de agua potable debe disponer de un almacenamiento cuya finalidad básica es la de efectuar la regulación entre la producción de agua y la demanda del consumo, esencialmente variable y de disponer de reservas estratégicas.

El dimensionamiento del almacenamiento debe contemplar:

- Las reglamentaciones locales que exijan reservas, para atender las necesidades de combate de incendios.

- El volumen necesario para la regulación indicada.

- La reserva necesaria para una interrupción de energía o de las fuentes de abastecimiento. El diseño del sistema debe contemplar la instalación de cisternas enterradas o semienterradas y/o de tanques elevados, de manera de lograr la configuración más económica para el sistema de distribución.

Cuando sea necesario, los tanques elevados y las cisternas pueden, además, ser aptos de acuerdo a su ubicación topográfica o su propia elevación, para la regulación de las presiones en el sistema de distribución.

En los casos donde se justifique técnica y económicamente, la regulación de la presión puede realizarse como alternativa por tanques hidroneumáticos o con bombas de velocidad variable.

Cuando se trate de sistemas sectorizados en terrazas de presión debe considerarse la conveniencia de la interconexión de los sectores mediante la instalación de tanques rompedores de presión o válvulas reguladoras de la presión.

2.3.1 Capacidades de las Cisternas y Tanques

Como criterio general se establece que el volumen mínimo de almacenamiento para la regulación y para considerar una interrupción de energía o de las fuentes de abastecimiento, debe ser en todos los casos, como mínimo, el 25% del gasto medio diario para la población al horizonte de diseño, lo que representa una reserva del orden de 6 horas para ese consumo.

Cuando se utilice el almacenamiento, además, para uso de la planta de potabilización, debe incrementarse su volumen con los consumos propios de ésta.

2.3.1.1 Reducción y/o distribución de capacidades

Puede proyectarse capacidades mínimas de almacenamiento distintas a las consignadas en el punto anterior, siempre que se dé las razones técnico – económicas correspondientes, que a criterio del ENHOSa, justifiquen los volúmenes adoptados.

En especial, en el caso de sistemas con conducciones de escasa longitud entre el almacenamiento y el sistema de distribución, cuando se cuente con dos fuentes de energía independientes entre sí, puede disminuirse o distribuirse el volumen de almacenamiento, de acuerdo con lo que a continuación se indica:

- 1). En el caso de fuente subterránea se puede reducir el volumen de almacenamiento, pues se considera que el acuífero cumple las funciones de reserva. En este caso el depósito elevado debe cumplir fundamentalmente con la función de regulación de presión.

- 2). Para los casos en que la captación es de agua superficial se puede distribuir el volumen de almacenamiento entre una cisterna enterrada o semienterrada y uno o varios tanques elevados.

En todos los casos se debe determinar el régimen de bombeo y la conveniencia económica de la solución propuesta.

2.3.1.2 Reserva contra incendio

En todos los casos debe cumplirse con las reglamentaciones locales que exijan reservas contra incendios.

Cuando no existan reglamentaciones locales el ENOHSa puede exigir el cumplimiento de las exigencias de los cuerpos locales de bomberos, los que deben ser consultados formalmente por el proyectista o definir, según su exclusivo criterio, el volumen a exigir.

El volumen de las reservas contra incendio debe separarse físicamente del volumen de las reservas para la regulación y no ser afectadas por ésta.

2.3.2 Proyecto de tanque y cisternas

En general, por razones económicas, se deben adoptar como criterios para la ubicación de los tanques los siguientes:

- En las proximidades de la fuente de abastecimiento o de la planta de tratamiento.
- Dentro o en las cercanías de la zona de mayores consumos.
- En una zona alta de la localidad.

En todos los casos se debe justificar las razones que llevaron a definir la ubicación de tanques y cisternas, considerando además que preferentemente deben localizarse en cada sector de importancia en que esté subdividida la red.

La cota del fondo de tanque o de la cisterna debe garantizar, cuando corresponda, las presiones mínimas necesarias en la red de distribución.

Dado que los materiales a utilizar deben ser durables, impermeables y de resistencia estructural adecuada, las cisternas se pueden construir de hormigón armado o mampostería y los tanques elevados de hormigón armado, plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) o metálicos, queda librado, en todos los casos, a un cotejo económico la elección de uno u otro material.

A fin de defender a las superficies metálicas de posibles acciones agresivas de las aguas, el proyecto debe contemplar la debida protección de las mismas por medio de un revestimiento adecuado.

2.4 Sistema De Distribución

Es el sistema integrado por una serie de tuberías generalmente enterradas y sus piezas de unión y accesorios necesarios para operarla, cuya función principal es conducir en forma continua agua para la prestación del servicio a los consumidores en cantidad y con la presión adecuada.

Está formada por cañerías maestras o principales, distribuidoras o secundarias y subsidiarias y sus válvulas y piezas especiales.

2.4.1 Información Requerida

El planteo, diseño y cálculo de una red de distribución de agua requiere contar con la siguiente información:

- Sectores del sistema de abastecimiento con redes existentes y de proyectos anteriores.
- Relevamiento topográfico planialtimétrico del perímetro actual y sus áreas de expansión, indicando:

Loteos existentes y aprobados.

Plan director para determinar el desarrollo futuro de la población: reordenamiento urbanístico.

3. Cursos de agua con las obras existentes (viaductos, alcantarillas, etc.) y las instalaciones proyectadas.

4. Características topográficas de la localidad.

5. Singularidades: vías del ferrocarril, calles pavimentadas actuales y futuras (tipo de pavimento y veredas).

6. Instalaciones importantes tanto a la vista como enterradas de los principales servicios públicos de la localidad.

7. Radio servido actual y futuro.

- Población existente y prevista en el horizonte de diseño y períodos intermedios.
- Densidad de la población y variación de la densidad y expansión del área a servir.
- Características socioeconómicas de la población en las diferentes zonas a servir.

Áreas residenciales, comerciales, industriales y mixtas.

2.4.2 Parámetros de Diseño

2.4.2.1 Caudal de diseño

El caudal de diseño debe ser el correspondiente al consumo máximo horario, de la población de diseño, más el agua no contabilizada.

Para determinarlo se debe afectar al consumo medio diario establecido en base a la dotación y población futuras de tres coeficientes:

1. α_1 que permite pasar del consumo medio diario al consumo máximo diario. Es siempre mayor que uno (1) y lo multiplica.
2. α_2 que permite pasar del consumo máximo diario al consumo máximo horario. Es siempre mayor que uno (1) y lo multiplica.
3. η rendimiento de la red = $\frac{1 - \text{Agua no Contabilizada}}{100}$

η es siempre menor que uno (1) y lo divide.

El caudal de diseño debe ser entonces: $\frac{\alpha_1 \alpha_2 \text{ consumo medio diario}}{\eta}$

η

El proyectista debe someter en todos los casos a consideración del ENOHSa, las razones que lo llevan a fijar valores para los coeficientes α_1 , α_2 y η .

2.4.2.2 Velocidades

Se establecen como velocidades usuales las siguientes

DN de la tubería	Velocidad
mm	m/s
Menor o igual a 200	0,30 a 0,90
250 a 500	0,60 a 1,30
Mayor de 600	0,80 a 2,00

Valores mayores o menores deben ser adecuadamente justificados.

La velocidad máxima no debe superar 3,00 m/s.

2.4.2.3 Diámetros

El diámetro a utilizar para las cañerías que forman las mallas o conforman las cañerías principales, debe resultar del respectivo cálculo de la red. El diámetro mínimo debe ser de 60 mm.

Las cañerías secundarias y subsidiarias se podrán proyectar con el diámetro mínimo antes indicado, salvo en zonas de elevada densidad demográfica donde debe justificarse en cada casa el diámetro a adoptar.

No se acepta la instalación de conexiones domiciliarias sobre cañerías de diámetro 300 mm o superior. De presentarse esta situación deben proyectarse las correspondientes cañerías subsidiarias.

2.4.3 Presión de Servicio

Las presiones deben ser tales que no excedan las máximas de trabajo de acuerdo al tipo y clase de cañerías utilizada, tanto para la red de distribución como para las conexiones domiciliarias.

Presión Mínima

La presión dinámica no debe ser inferior a 12 m. de columna de agua, medida sobre nivel de vereda en los puntos más desfavorables de la red, los más alejados del tanque o los más altos.

Se aceptan que en puntos aislados la presión dinámica mínima sea 8 m.c.a., la que debe ser debidamente justificada y su aprobación queda sujeta al solo juicio del ENOHSa.

Presión Máxima

Se establece como máxima presión estática de servicio 50 m.c.a.

2.4.4 Diseño de la Red de Distribución

En todos los casos la red debe sectorizarse y debe procurarse proyectar mallas cerradas; la forma de las mismas y la longitud de las cañerías principales que las integran deben ceñirse a las características topográficas de la localidad, a la situación relativa de la densidad de población por abastecer y a la ubicación de tanques o cisternas. Se debe contemplar el desarrollo futuro de la localidad a fin de prever las posibilidades de ampliación.

La distribución abierta sólo se debe aplicar en poblaciones poco densas donde los tramos de cañerías necesarios para cerrar circuitos resulten muy largos o de escasa utilización.

La sectorización debe realizarse considerando una zonificación por zona de presión de manera que no se excedan la presión máxima establecida

En lo posible los sectores no deben exceder los 2.000 usuarios domiciliarios.

2.4.4.1 Métodos de CÁLCULO

En primer lugar se debe definir, en base a los antecedentes reunidos, la proyección estimada y el crecimiento previsto de la localidad, el “radio a servir” futuro, para el que se proyecta la red. Esta zona debe identificarse claramente en el plano correspondiente.

Utilizando los datos anteriores y la densidad de población, topografía de la localidad y ubicación de las reservas o alimentaciones a la red, se deben definir las mallas de cañerías principales y atribuir las secundarias.

En caso de proyectarse el enlace a la red de edificios de importancia donde el consumo puede ser elevado (industrias, hospitales, etc.) podrá considerarse en el cálculo de la red el gasto concentrado y no incluirse la correspondiente demanda en la estimación del gasto hectométrico, el gasto superficial o el gasto por vivienda.

Los diámetros, pérdidas de carga y velocidades se deben establecer por cualquiera de los métodos usuales para el cálculo de redes pudiendo utilizarse programas de software reconocidos.

En todos los casos se debe acompañar una memoria técnica con la descripción del procedimiento seguido para la determinación del gasto hectométrico, el gasto superficial o el gasto por vivienda, el método de cálculo y/o el software utilizado, etc.

Dados los errores inherentes a los métodos e hipótesis de cálculo, se considerar aceptable un error de cierre en cada malla que no exceda de 1 m para aquellos que utilicen los denominados puntos de equilibrio total o parcial. Para los cálculos efectuados por modelos matemáticos resueltos por computación se admite un error máximo del 1% (uno por ciento) en la determinación de los caudales.

2.4.4.2 Detalles Constructivos

- **Ubicación**

Las cañerías de la red de distribución podrán colocarse por vereda o por calzada estableciéndose en 1,00 m. la distancia mínima, en horizontal, a las cañerías de cloacas o pluviales paralelas, debiendo éstas estar a mayor profundidad.

Cuando no se pueda cumplir con las separaciones mínimas o sea necesario pasar por debajo de desagües, se deben tomar todas las precauciones de impermeabilidad y soporte que el caso requiera, instalaciones que deben estar detalladamente indicadas en los planos de proyecto.

Hasta el diámetro DN 300 mm podrán colocarse indistintamente por vereda o calzada.

Los diámetros iguales o superiores a DN 400 mm se deben colocar únicamente por calzada.

En avenidas, rutas, calles pavimentadas o calles de gran ancho podrá proyectarse la colocación de cañerías de distribución a cada lado de la calle en lugar de realizar las denominadas conexiones largas. En cada caso la conveniencia de esta solución debe demostrarse mediante el correspondiente estudio económico.

- **Pendientes**

Las cañerías de DN 300 mm o mayores deben ser colocadas con una pendiente del 2 0/00 cuando la tubería aumenta su cota en el sentido de escurrimiento del agua y del 3 0/00 cuando la tubería disminuye su cota en el sentido de escurrimiento del agua.

- **Prueba del Mandrilado**

Se debe realizar una prueba de mandrilado sobre todos los caños después de tapar y compactar la zanja, pero antes de colocarse el pavimento o terminación superficial definitiva y antes de que se efectúe la prueba para determinar pérdidas. Se debe pasar a mano un mandril cilíndrico rígido cuyo diámetro debe ser por lo menos el 97 % del diámetro interno de diseño para las tuberías de PVC, PRFV, PEAD y acero. La longitud del mandril debe ser igual al diámetro de diseño del caño.

Si el mandril se atasca dentro del caño en cualquier punto, debe retirarse y reemplazarse el caño.

- **Materiales**

Se recomienda, a fin de facilitar las tareas de mantenimiento y reparaciones y evitar la existencia en el depósito de materiales de distintas clases, proyectar las redes y sus ampliaciones tratando, en lo posible de uniformar los materiales, diámetros y piezas especiales a utilizar.

2.4.4.3 Válvulas y accesorios

- **Válvulas de Cierre**

Se deben proyectar con el fin de dividir la red en secciones, para poder aislar posibles fallas o trabajos complementarios, sin interrumpir el servicio en el resto de la población.

Debe estudiarse muy cuidadosamente el número de válvulas a colocar, debiendo prevalecer un criterio de economía combinado con la funcionalidad normal del servicio. No se admite el empleo de válvulas de cierre para regular caudales.

- **Válvulas de Aire**

En las tuberías principales de diámetro igual o superior a DN 100 mm sin conexiones domiciliarias se deben colocar válvulas de aire en los puntos altos de quiebre así como en la tuberías de DN 300 mm o superior.

Deben ser del tipo denominado tres funciones:

- 1_ Salida de aire a gran caudal durante el llenado.
- 2_ Salida de aire a caudal reducido bajo presión.
- 3_ Entrada de aire a gran caudal durante el vaciado.

Deben ir alojadas en cámaras y luego del ramal de conexión debe preverse una válvula esclusa de cierre del mismo diámetro que la válvula de aire.

- **Hidrantes**

Se deben conectar sobre las tuberías de DN 75 mm o superior, en vereda, cercanos a las esquinas y con una distancia máxima de 200 m entre ellos.

Luego del ramal de conexión debe preverse una válvula esclusa de cierre del mismo diámetro que el del hidrante.

- **Toma Motobomba**

Las tuberías de DN 150 mm o mayores pueden abastecer las tomas motobomba.

Se deben colocar en cámaras, bajo vereda, en las esquinas, con una distancia máxima entre ellas o entre toma e hidrante de 200 m.

- **Cámara de Limpieza**

Permiten la descarga de los sedimentos acumulados en el sistema. Se deben colocar en puntos bajos y consisten en derivaciones de la tubería provistas de una válvula de cierre y los elementos para alejar el líquido contenido en la red.

Los puntos bajos deben seleccionarse en forma tal que las cámaras de limpieza respectivas puedan drenar y limpiar toda la red.

2.5 Impacto Ambiental

Como toda obra de ingeniería que se ejecuta genera un impacto ambiental, este debe ser analizado con la normativa correspondiente se especifican los criterios y exigencias técnicas para:

(1) Identificar y cuantificar impactos ambientales, (2) formular medidas preventivas y correctivas de dichos impactos, y (3) establecer pautas y procedimientos comunes a los distintos estudios e informes ambientales durante las etapas de planificación, diseño, construcción y operación de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

La observancia de los requisitos y exigencias establecidos no exime de cumplir otras normas nacionales, provinciales o municipales, debiendo satisfacerse las condiciones de la que resulta más estricta para cada aspecto o factor ambiental.

2.5.1 Especificaciones del Estudio Ambiental

Se deben establecer los objetivos en un Estudio Ambiental Previo (EAP), los alcances del mismo y los antecedentes pertinentes al área de estudio con implicancias directas a la problemática ambiental del Anteproyecto.

Seguidamente el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) debe estar orientado exclusivamente a identificar, valorar y cuantificar, en forma detallada, los potenciales impactos ambientales que pueden generar las obras, en este caso el acueducto en cuestión, y tareas de construcción y operación de la alternativa seleccionada del sistema de abastecimiento de agua.

El EIA adopta un enfoque detallado de evaluación considerando todos los impactos posibles, pero orientando los análisis en los aspectos más significativos y que requieran mayores necesidades de protección.

En todos los casos, las evaluaciones del EIA deben ser complementarias y de mayor profundidad que las realizadas en el EAP.

2.5.2 Diagnostico Ambiental

El diagnóstico ambiental del EIA debe estar basado inicialmente en una indagación exhaustiva de la información existente, priorizando aquella vinculada al conocimiento científico y técnico de los recursos ambientales comprometidos en el área de estudio.

El Diagnóstico Ambiental debe estar organizado y debidamente detallado.

Finalmente se debe interpretar, concisamente, los resultados obtenidos y vincularlos con las necesidades de protección ambiental (reducción o eliminación de los impactos previstos) Asimismo, se los debe comparar con los obtenidos en otros estudios similares e identificar las limitaciones, alcances y problemas de inconsistencia de los resultados

CAPITULO III

MINISTERIO DE AGUA, AMBIENTE Y ENERGÍA

3. LA INSTITUCION

3.1. Datos Y Ubicación.

El Ministerio de Agua, Ambiente y Energía se encuentra en calle Humberto 1° N° 607 3° Piso de la Provincia de Córdoba. Allí desempeñan sus actividades cotidianas, entre otros, los siguientes profesionales son los que tuve contacto a lo largo de la realización del trabajo:

- Ing. Pablo Wierzbicki,
- Ing. Juan Dante Bresciano, Director de Jurisdicción de Estudios y Proyectos
- Ing. Hugo Porchietto, Jefe de Área: Proyecto de Agua Potable y Desagüe Cloacal
- Inga. Silvia Simonian, Jefa de Departamento Desagües Cloacales.

En esta Institución se desarrollan y ejecutan importantes proyectos de desagüe cloacal y agua potable,

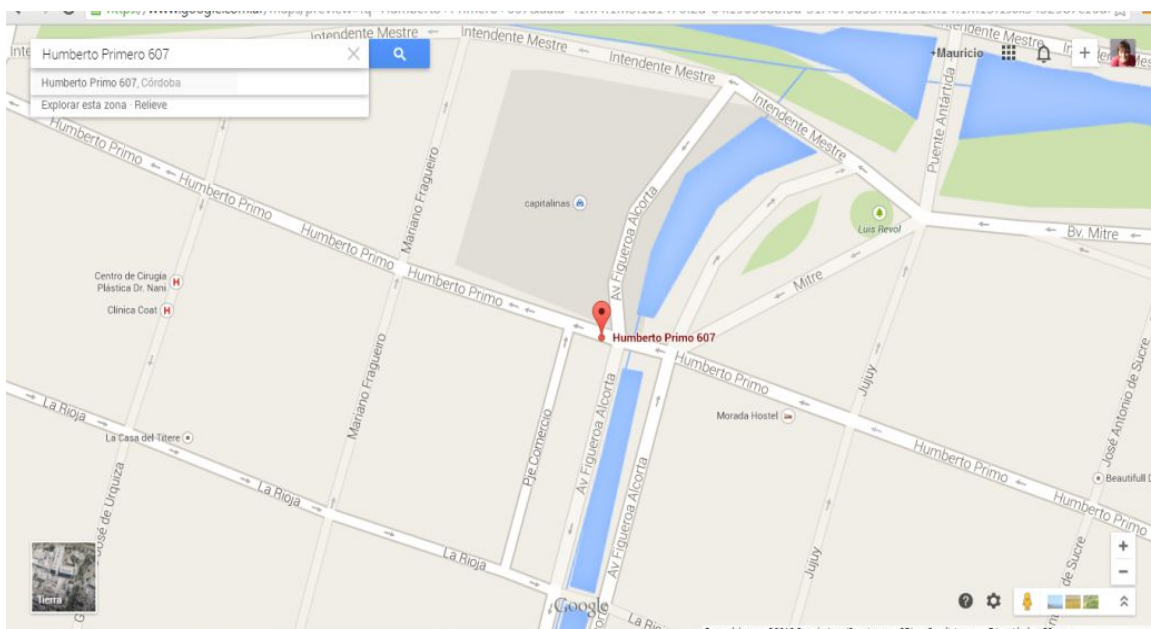


Ilustración 1: El Ministerio de Agua, Ambiente y Energía

CAPITULO IV
DESCRIPCION DE SALSIPUEDES

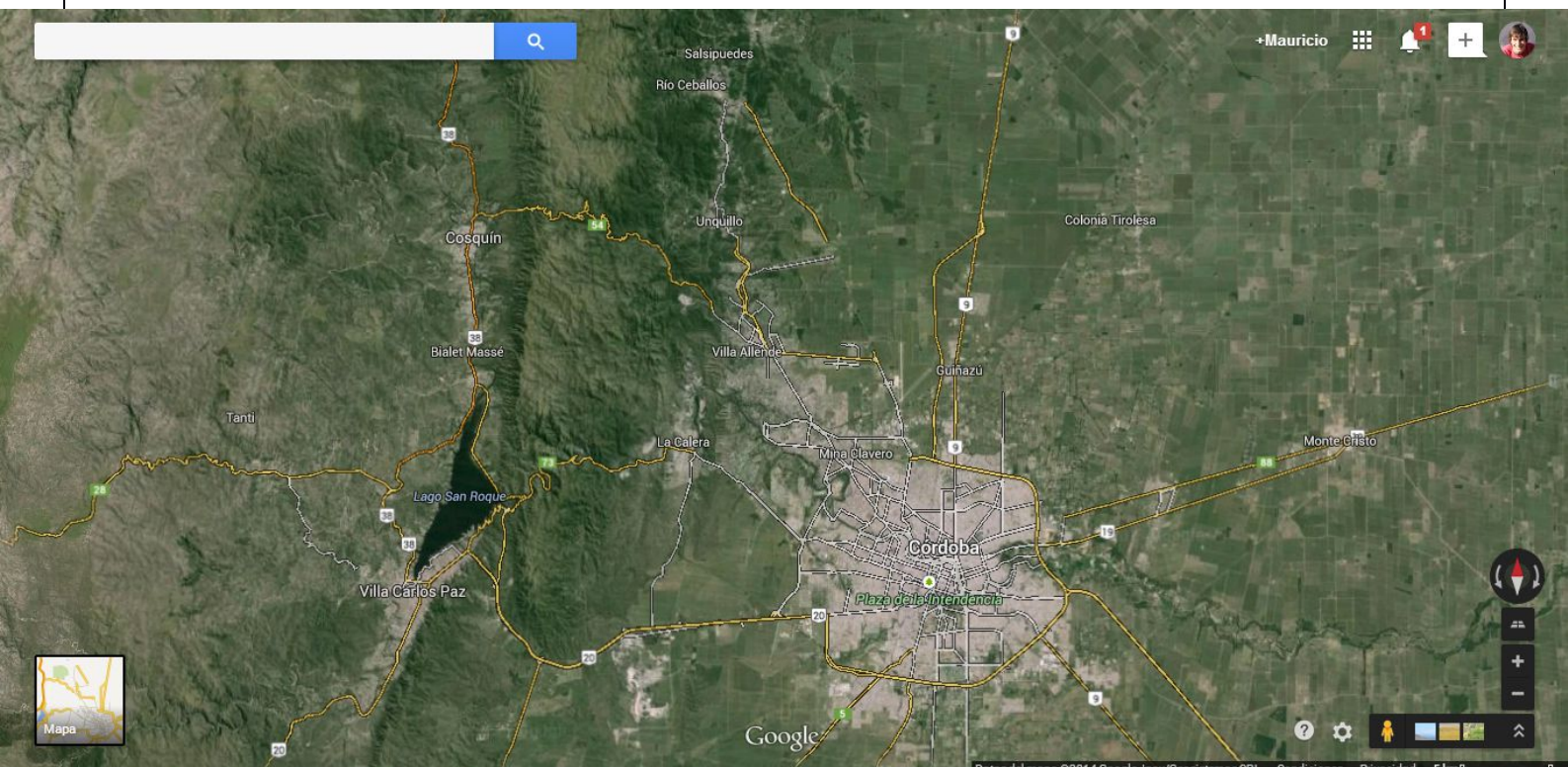
4. LOCALIDAD

4.1 Salsipuedes

Salsipuedes es una ciudad en las Sierras Chicas de Córdoba, Argentina. Se encuentra en el Departamento Colón a 35 km de la ciudad de Córdoba, capital de la provincia homónima y a 22 km del Aeropuerto Internacional Córdoba, a 685 m. sobre el nivel del mar. Forma parte del aglomerado urbano del Gran Córdoba.



Ilustración 2: Ubicación Salsipuedes



La jurisdicción de Salsipuedes ocupa un área de 114 km cuadrados, situada una mitad en la pedanía San Vicente y la otra en la pedanía Río Ceballos; el eje Norte-Sur tiene una longitud de 10,5 km y el eje Este-Oeste unos 20,3 km. Salsipuedes se ubica en la línea límite entre ambas pedanías, en el centro de la jurisdicción. En los primeros escalones de las Sierras Chicas, Salsipuedes está situado a 685 metros sobre el nivel del mar.

Cuenta con unas 9000 habitantes aproximadamente, llegando a 12000 en épocas de verano.

Su clima es templado, seco y sin grandes vientos, con lluvias anuales de 1000 mm y con temperaturas medias de 12° en invierno y 22° en verano. El río Salsipuedes, que atraviesa la localidad, nace de vertientes naturales en lo alto de las sierras y de desagües pluviales existentes en el camino denominado El Cuadrado (que une Salsipuedes con La Falda).

Los barrios, más significativos, en los cuales se desarrollo el trabajo son:

- El Pueblito
- Villa Silvina
- Alto Cerro del Sol
- Villa del Sol
- Ariel
- Cerro del Sol
- El Bosque
- El Talita

- Supe(Centro)

- Villa la Selva

- Oro Verde

- Plasman

4.2 La Red de Agua Potable

Con respecto a su red de distribución se puede decir que esta compuesto por mallas abiertas e independientes una de la otra, separadas por sectores barriales.

En general cada sistema tiene su fuente de abastecimiento, su almacenamiento y estos comunicados entre sí por la cañería de alimentación

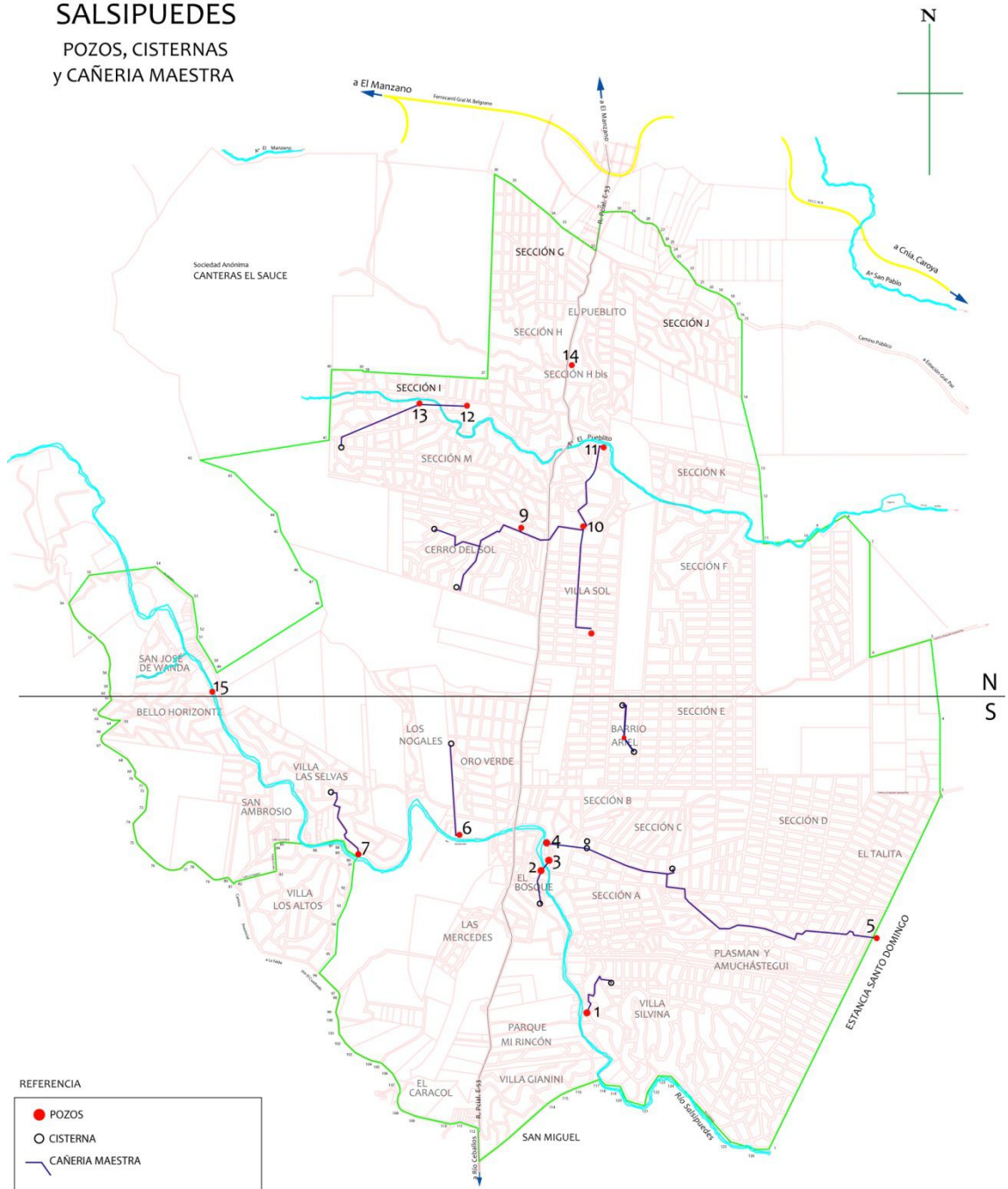
Con respecto a las fuentes de abastecimiento cuenta con 13 pozos (no todos en funcionamiento, y se está viendo de ejecutar 2 más) y 2 galerías filtrantes

Hay que tener en cuenta que este tipo de solución con mallas abiertas puede ser producto de la topografía montañosa que tiene la ciudad, y que a medida que fue creciendo la ciudad se fue ejecutando las redes en esos sectores.

A continuación se muestra en la imagen lo recién desarrollado

SALSIPUEDES

POZOS, CISTERNAS y CAÑERÍA MAESTRA



REFERENCIA	
●	POZOS
○	CISTERNA
—	CAÑERÍA MAESTRA

1) Pozo Villa Silvina	8) Pozo Ariel
2) Pozo El Bosque	9) Pozo Cerro del Sol
3) Galería Filtrante El Bosque	10) Pozo Villa Sol
4) Pozo SUPE	11) Galería Filtrante El Pueblito
5) Pozo Plasman	12) Pozo Los Torres
6) Pozo Hidráulica	13) Pozo Suárez
7) Pozo Las Selvas	14) Pozo Flores
	15) Pozo Bello Horizonte



Ilustración 3: Pozos y cisternas

4.2 Trabajos En Campo

A continuación se describe brevemente los trabajos en campo que se realizaron.

- Reuniones con personal encargo del servicio de abastecimiento de agua en Salsipuedes.

Las cuales tuvieron como fin, conocer más sobre la situación del servicio, sus formas y políticas de trabajo. Además de recolección de información que se detalla:

- Cartas IGM de la ciudad de Salsipuedes
 - Relevamiento de la red actual de Salsipuedes, Proyectos a Futuros y toda aquella información técnica de alguna modificación en la red.
 - Planilla de Almacenamientos existentes con sus volúmenes.
 - Planilla de Fuentes de abastecimiento con sus aportes de caudal.
 - Cantidad de conexiones declaradas.
-
- Recorrida en campo, con esta tarea, se tuvo como fin, confirmar que la información proporcionada era válida. Además de hacer un reconocimiento físico de cada elemento de la red.
 - Relevamiento de Almacenamientos existentes con sus volúmenes.
 - Relevamiento de Fuentes de abastecimiento con sus aportes de caudal.
 - Se control que elementos estaban sin funcionar en la red(almacenamientos y fuentes)

CAPITULO V
COMIENZO DE MODELACION

5. TRABAJO EN EPANET

5.1 Características Del Programa

EPANET es un programa que realiza simulaciones en periodo extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de distribución a presión. Este programa determina el caudal que circula por cada una de las conducciones, la presión en cada uno de los nudos, el nivel de agua en cada tanque y la concentración de diferentes componentes químicos en la red durante un periodo de simulación analizado en diferentes intervalos de tiempo.

EPANET puede emplearse para multitud de aplicaciones en el análisis de sistemas de distribución. Esto incluye:

- Utilización alternativa de las fuentes de suministro en sistemas que disponen de múltiples fuentes de abastecimiento,
- Variación de los esquemas de bombeo, llenado y vaciado de los depósitos,
- Uso de técnicas de tratamiento satélite, tales como la recloración en determinados depósitos de almacenamiento,
- Determinación de conducciones que deben ser limpiadas o sustituidas.

5.1.1 Características Del Modelo Hidráulico

Epanet posee las siguientes características en relación al modelo hidráulico:

- No existe límite en el tamaño de la red
- Calcula las pérdidas por fricción en las conducciones mediante las expresiones de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Chezy-Manning.
- Incluye pérdidas menores en elementos tales como codos, acoplamientos, etc.
- Modela bombas funcionando tanto a velocidad de giro constante como a velocidad de giro variables.
- Calcula la energía consumida y el costo de bombeo de las estaciones.
- Modela diferentes tipos de válvulas, incluyendo válvulas de regulación, de retención, de aislamiento, válvulas reductoras de presión, válvulas de control de caudal, etc.
- Permite el almacenamiento de agua en tanques que presenten cualquier geometría.

- Considera la posibilidad de establecer diferentes categorías de consumo en los nudos, cada una de ellas con su propia curva de modulación.
- Puede determinar el funcionamiento del sistema simplemente con el nivel de agua en el tanque y controles de tiempo o utilizar un complicado sistema de regulación temporal.

5.1.2 Características Del Modelo De Calidad Del Agua

En la modelización de la calidad del agua EPANET tiene las siguientes capacidades:

- Realiza el seguimiento en el tiempo de sustancias no reactivas que se encuentran en la red
- Modela el comportamiento de un material reactivo tanto si aumenta su concentración como si se disipa a lo largo del tiempo.
- Modela la edad del agua a lo largo de la red.
- Realiza el seguimiento de una porción de fluido desde un nudo dado a través de todos los demás a lo largo del tiempo.
- Modela reacciones en el seno del fluido y en la capa de la pared de la tubería.
- Utiliza ecuaciones cinéticas polinómicas para modelar las reacciones en el seno del fluido.
- Utiliza coeficientes y ecuaciones lineales para modelar las reacciones en la pared de la tubería.
- Permite el crecimiento o descenso de la reacción hasta una concentración límite.
- Emplea coeficientes generales en las reacciones que pueden ser modificados tubería a tubería.
- Permite que los coeficientes de las reacciones de pared sean correlativos con la rugosidad de la tubería.
- Permite a lo largo del tiempo entradas de concentración o masa en cualquier punto de la instalación.
- Modela los depósitos de tres formas: de mezcla completa, de flujo en pistón, o con dos compartimentos de mezcla.

Con todas las características descritas se puede estudiar cualquier fenómeno de la calidad del agua, tales como:

- Mezclado de aguas de diferentes fuentes.
- Edad del agua a lo largo del sistema.
- Disminuciones del cloro residual.
- Crecimiento de los subproductos de desinfección.
- Seguimiento de posibles situaciones de propagación de la contaminación.

El análisis de la calidad del agua escape el alcance del presente trabajo pero es importante destacarlo como una de las funciones que puede desarrollar el programa.

5.1.3 Componentes Físicos

El programa EPANET modeliza un sistema de distribución de agua como una serie de líneas conectadas a los nudos. Las líneas representan tuberías, bombas y válvulas de control. Los nudos representan conexiones, tanques y depósitos. A continuación paso a describir las características de cada componente físico del modelo:

5.1.3.1 Conexiones

Las conexiones son puntos en la red donde se unen las líneas o por donde entra o sale el agua de la red. La información que se requiere para las conexiones es:

- Cota
- Demanda de agua
- Calidad del agua inicial

Los resultados que obtengo de las conexiones a lo largo de toda la simulación son:

- Altura piezométrica
- Presión
- Calidad del agua

Las conexiones también pueden:

- Tener una demanda que varíe en el tiempo
- Tener diferentes categorías de demandas asignadas
- Tener una demanda negativa indicando que el agua entra en la red
- Ser fuente de calidad del agua por donde los constituyentes entran en la red

- Contener emisores o aspersores haciendo que el caudal descargado dependa de la presión

5.1.3.2 Depósitos

Los depósitos son utilizados para modelizar lagos, ríos y conexiones a otros sistemas. Sus principales características son su altura piezométrica y su calidad inicial para el análisis de la calidad del agua. El depósito es un punto frontera de la red, su altura y calidad del agua no pueden verse afectadas por lo que ocurra en el resto del sistema. Por lo tanto no se ordenan características de salida. A pesar de todo, podemos hacer variar su altura con el tiempo si le asignamos un patrón de tiempo.

6.1.3.3 Tanque

Los tanques son nudos con capacidad de almacenamiento, donde el volumen de agua almacenada puede variar con el tiempo a lo largo de la simulación.

Las principales características de los tanques son:

- Cota
- Diámetro
- Valores iniciales máximos y mínimos de agua
- Calidad del agua inicial

Los principales valores que se piden a lo largo del tiempo son:

- Nivel de la superficie libre de agua
- Calidad del agua

Los tanques operan limitados por sus niveles máximo y mínimo. EPANET detiene el aporte de caudal si el nivel del tanque esta al mínimo y detiene el consumo de caudal si el nivel del tanque se encuentra en su máximo.

5.1.3.4 Tuberías

Las tuberías son líneas que llevan el agua de un punto de la red a otro. EPANET asume que todas las tuberías se encuentran completamente llenas en todo momento. Los parámetros hidráulicos más importantes para las tuberías son:

- Nudos de entrada y salida
- Diámetro
- Longitud
- Coeficiente de rugosidad
- Estado (abierta, cerrada o con una válvula)

Las características de la calidad del agua para las tuberías consisten en:

- Coeficiente de reacción del flujo
- Coeficiente de reacción de pared

Los principales valores que podemos obtener son:

- Caudal
- Velocidad
- Perdidas
- Factor de fricción Darcy-Weisbach
- Variación de la velocidad de reacción a lo largo de su longitud
- Variación de la calidad del agua a lo largo de su longitud

Las pérdidas de carga en la conducción debido a la rugosidad de las paredes de la tubería pueden medirse utilizando las ecuaciones siguientes:

1. Hazen-Williams
2. Darcy-Weisbach
3. Chezy-Manning

6.1.3.5 Perdidas Menores

Las pérdidas menores (o pérdidas locales) se deben a la existencia de turbulencias en codos y conexiones. La importancia de incluir estas pérdidas depende de la distribución en planta de la red y el grado de exactitud requerido. Pueden contabilizarse asignando a la tubería un coeficiente de pérdidas menores y multiplicando este coeficiente por la energía cinética de entrada en la tubería obtenemos las pérdidas menores en la tubería.

5.1.3.6 Bombas

Las bombas son elementos que aportan energía al fluido incrementando su altura piezométrica. Las características más importantes para una bomba son su entrada y salida y su curva característica (relación entre altura y caudal de la bomba).

Los parámetros de salida más importantes son el caudal y la carga.

Al igual que las tuberías, las bombas pueden activarse y desactivarse en determinados momentos establecidos por el usuario o bien cuando existan ciertas condiciones en la red. El caudal que atraviesa la bomba es unidireccional pero si las condiciones del sistema requieren que la bomba trabaje fuera de sus posibilidades, EPANET intentara desconectarla.

5.1.3.7 Válvulas

Las válvulas son líneas que limitan la presión y el caudal en puntos específicos de la red. Sus principales parámetros característicos son:

- Nudos de entrada y salida
- Diámetro
- Consigna
- Estado

Los valores de salida que arroja el programa suelen ser el caudal y las pérdidas.

Los diferentes tipos de válvulas que incluye EPANET son:

- Válvulas Reductoras de Presión (VRP)
- Válvulas Sostenedoras de Presión (VSP)
- Válvulas de Rotura de Carga (VRC)
- Válvulas Controladoras de Caudal (VCQ)
- Válvulas Reguladoras por Estrangulación (VRG)
- Válvulas de Propósito General (VPG)

Cada tipo de válvula tiene un parámetro consigna que define su punto de operación (presión para las VRPs, VSPs y vecS; caudal para las VCQs; coeficiente de pérdida para las VRGs, y curva característica de pérdidas para las VPGs)

Las válvulas pueden caracterizar su estado de control especificando si están completamente abiertas o completamente cerradas. El estado de una válvula y su consigna o tarado puede cambiarse durante la simulación utilizando los controles de estado.

5.1.4 Componentes No Físicos

Además de los componentes físicos, EPANET utiliza tres tipos de objetos informativos – curvas, patrones y controles – que describen el comportamiento y los aspectos operacionales de un sistema de distribución.

6.1.4.1 Curvas

Las curvas son objetos que representan la relación existente entre pares de datos por medio de dos magnitudes o cantidades. Dos o más objetos pueden formar parte de la misma curva. Un modelo de EPANET puede utilizar los siguientes tipos de curvas:

- Curva de Características de una Bomba
- Curva de Rendimiento
- Curva de Volumen
- Curva de Perdidas

Paso a detallar brevemente cada una de las curvas mencionadas. La curva característica representa la relación entre la altura y el caudal que puede desarrollar a su velocidad nominal. La altura es la energía que la bomba aporta al agua y se representa en el eje vertical (Y) en metros. El caudal se representa en el eje horizontal (X) en unidades de caudal. Esta curva debe disminuir la altura a medida que aumenta el caudal.

La curva de rendimiento determina el rendimiento de la bomba como función del caudal de la bomba. Esta curva se usa únicamente para cálculos energéticos.

La curva de volumen determina como el volumen de agua en el tanque varía en función del nivel de agua. Se usa cuando es necesario representar exactamente tanques cuya sección transversal varía con la altura. Los valores

máximos y mínimos de niveles de agua representados por la curva deben ser los niveles máximos y mínimos entre los que trabaja el tanque.

La curva de pérdidas se usa para representar las pérdidas en una válvula de propósito general en función del caudal. Esto nos da la posibilidad de modelizar dispositivos y situaciones con una relación de pérdidas-caudal específica, tales como válvulas de control de flujo o control de flujo inverso, turbinas y descenso dinámico del nivel en pozos.

5.1.4.2 Patrones de tiempo

Un patrón de tiempo es una colección de factores que pueden aplicarse a una cantidad para representar que varía a lo largo del tiempo.

Los patrones de tiempo pueden asociarse a demandas en los nudos, alturas de depósitos, programas de bombas y fuentes de calidad de agua. El intervalo de tiempo utilizado en todos los patrones es un valor fijo, determinado con las opciones de tiempo del proyecto. Dentro de este intervalo la cantidad asociada permanece constante, igual al producto de su valor nominal y el factor en ese periodo de tiempo. Además todos los patrones deben utilizar el mismo intervalo de tiempo, cada uno puede tener un diferente número de periodos.

5.1.4.3 Controles

Los controles son consignas que determinan como la red trabaja a lo largo del tiempo. En ellos se especifica el comportamiento de las líneas seleccionadas como una función del tiempo, niveles de agua del tanque y presiones en puntos determinados del sistema. Existen dos categorías de controles que pueden utilizarse:

- Controles Simples
- Controles Programados

Es de destacar que los controles simples cambian el estado o el tarado de un elemento basándose en:

- El nivel de agua en el tanque
- La presión en una conexión

- El tiempo de simulación
- Hora diaria

Los controles programados permiten determinar el estado de un elemento y su caracterización por medio de una combinación de condiciones que podrían existir en el sistema después de que el estado inicial hidráulico este programado.

5.1.5 Modelo De Simulacion Hidraulica

El modelo de simulación hidráulica de EPANET calcula alturas en conexiones y caudales en líneas para un conjunto fijo de niveles de depósitos, niveles de tanques y demandas de agua a lo largo de una sucesión de instantes temporales. La solución de altura y caudal en un determinado punto a lo largo del tiempo supone el cálculo simultaneo de la conservación del caudal en cada conexión y la relación de pérdidas que supone su paso a través de los elementos de todo el sistema. Este proceso requiere métodos iterativos de resolución de ecuaciones no lineales. EPANET utiliza el “Algoritmo del Gradiente” con este propósito.

Un valor de intervalo bastante usado es el de 1 hora. Pueden darse intervalos de cálculo inferiores al normal cuando ocurra alguno de los sucesos:

- Cuando ocurre el siguiente periodo de obtención de resultados
- Cuando ocurre el siguiente periodo del patrón de tiempos
- Cuando se produce el llenado o vaciado de un tanque
- Cuando se activa un control simple o un control programado

5.1.6 Modelo De Simulacion De La Calidad Del Agua

5.1.6.1 Transporte Basico

El simulador de la calidad del agua de EPANET utiliza el Lagrangiano para aproximar el movimiento del agua a volúmenes discretos de agua que se mueven a lo largo de las tuberías y se mezclan en las conexiones en intervalos de longitud fija. Estos intervalos de tiempo para la calidad del agua son mucho más cortos que los intervalos de tiempo del modelo hidráulico para acomodarlos dentro de los intervalos de tiempo de desplazamiento dentro de las tuberías.

Para cada periodo de calidad del agua, el contenido de cada segmento está sujeto a una reacción, un incremento de la cantidad de la masa total y del volumen de caudal que entra en cada nudo se mantiene, y las posiciones de los segmentos son actualizadas

5.2 Hipótesis Y Ecuaciones Utilizadas En EPANET

5.2.1 Hipótesis Simplificativas

Cuando las variaciones de caudal y presión son pequeñas, podemos despreciarlas sin conducir a demasiados errores, considerando el sistema como permanente. De este modo, las hipótesis simplificativas serán las siguientes:

a. Hipótesis referentes al flujo:

- flujo unidimensional en el sentido del eje de la conducción.
- invariabilidad temporal de las variables relacionadas con el flujo.
- distribución uniforme de velocidad y presión en secciones transversales.

b. Hipótesis referentes al fluido:

- incompresible
- monofásico
- homogéneo
- newtoniano

c. Hipótesis referentes a las conducciones:

- homogeneidad y constancia en:
 - material
 - sección transversal
 - espesor

5.2.2 Ecuaciones Fundamentales

Se aplican los principios de conservación de masa y energía. De modo que las ecuaciones planteadas serán:

a. La *ecuación de continuidad en nudos*: enunciada de la siguiente manera:

“la suma algebraica de los caudales másicos (o volumétricos, ya que el fluido es incompresible) que confluyen en el nudo debe ser 0”.

lo que queda representado en la figura 4.1, en la que se ha adoptado como criterio de signos el positivo si el caudal se dirige del nudo i al j , si se trata de caudales que circulan por líneas de la red, siendo también de signo positivo aquellos caudales que salen de la red a través del nudo i , es decir, los consumos.

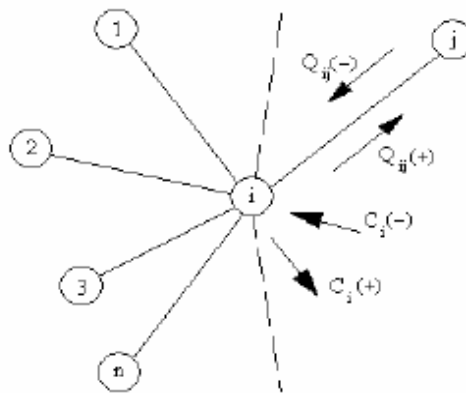


Fig. 4.1. Ecuación de continuidad para el nudo genérico i .

$$\sum_{j=1}^{n_i} Q_{ij} = C_i$$

donde:

Q_{ij} : caudal que circula en la línea que une el nudo i al j ;

n_i : número total de líneas que convergen en el nudo i ;

C_i : caudal de alimentación o consumo en el nudo i .

En lo que respecta a la conservación de energía, se aplica:

b. La *ecuación de Bernoulli*: expresada como sigue:

“la energía por unidad de peso del fluido en la sección aguas arriba (E_1), más la energía por unidad de peso cedida al mismo a través de elementos activos, tales como bombas (h_b) en el trayecto de 1 a 2 es igual a la energía por unidad de peso en la sección aguas abajo (E_2) más las pérdidas de energía por unidad de peso entre las secciones 1 y 2 (h_{1-2})”.

$$E_1 + h_b = E_2 + h_{1-2}$$

La energía por unidad de peso en una determinada sección consta de tres componentes:

$$E = \frac{p}{\gamma} + Z + \frac{v^2}{2g}$$

donde:

p/γ : altura de presión.

Z: cota geométrica.

$v^2/2g$: altura cinética.

5.2.3 Ecuaciones De Comportamiento De Los Elementos De La Red

Son aquellas que establecen una relación entre la diferencia de alturas piezométricas entre los extremos del elemento y el caudal circulante.

5.2.3.1. Tuberías

La pérdida de carga o altura piezométrica en una tubería debida a la fricción por el paso del agua, puede calcularse con EPANET utilizando las siguientes formulaciones:

- Darcy-Weisbach (para todo tipo de líquidos y regímenes)
- Hazen-Williams (sólo para agua)
- Chezy-Manning (para canales y tuberías de gran diámetro)

La ecuación básica de estas tres fórmulas es:

$$h_L = A Q^B$$

donde:

h_L : pérdida de carga

Q: caudal

A: coeficiente de resistencia

B: exponente de caudal

Los valores de los parámetros A y B se encuentran representados en la tabla 4.1.:

<i>Fórmula</i>	<i>Coeficiente de Resistencia (A)</i>	<i>Exponente de Caudal (B)</i>
Hazen-Williams	$10.674 C^{-1.852} d^{-4.871} L$	1.852
Darcy-Weisbach	$0.0827 f(\epsilon, d, Q) d^{-5} L$	2
Chezy-Manning	$10.294 n^2 d^{-5.33} L$	2

donde:

- C: coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams
- ϵ : coeficiente de rugosidad de Darcy-Weisbach (m)
- f: factor de fricción (depende de ϵ , d y Q)
- n: coeficiente de rugosidad de Manning
- d: diámetro de la tubería (m)
- L: longitud de la tubería (m)
- Q: caudal (m³/seg)

Tabla 4.1. Fórmulas de Pérdida de Carga para tubería en presión

Los coeficientes de rugosidad que aparecen en las tres formulaciones se encuentran clasificados según el tipo de tuberías en la tabla 4.2.

<i>Material</i>	<i>C Hazen-Williams (universal)</i>	<i>ϵ Darcy-Weisbach (mm)</i>	<i>n Manning (universal)</i>
fundición	130 – 140	0.26	0.012 – 0.015
hormigón	120 – 140	0.3 – 3.0	0.012 – 0.017
hierro galvanizado	120	0.15	0.015 – 0.017
plástico	140 – 150	0.0015	0.011 – 0.015
acero	140 – 150	0.045	0.015 – 0.017
cerámica	110	0.3	0.013 – 0.015

Tabla 4.2. Coeficientes de Rugosidad para Tubería Nueva

El factor de fricción f de la fórmula de Darcy-Weisbach se calcula, según el tipo de régimen, con uno de los siguientes métodos:

- Para flujo laminar ($Re < 2.000$) emplea la fórmula de Hazen-Poiseuille:

$$f = \frac{64}{Re}$$

- Para flujo turbulento ($Re > 4.000$) emplea la aproximación explícita de Swamee y Jain a la fórmula de Colebrook-White:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{3.7d} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

- Para el flujo de transición ($2000 < Re < 4000$) aplica una interpolación cúbica al diagrama de Moody:

5.2.3.2. Bombas

En caso de bombas, la altura suministrada al fluido se considerará como pérdidas cambiadas de signo, según la siguiente expresión:

$$h_{ij} = -\omega^2 \left(h_0 - r \left(\frac{Q_{ij}}{\omega} \right)^n \right)$$

donde:

h_0 : altura a caudal nulo

ω : velocidad relativa de giro

r y n : son parámetros de la curva de la bomba

Q_{ij} : caudal que circula en la línea que une el nudo i al j .

El estado de las bombas se comprueba en cada instante de cálculo tras cada iteración sólo en las 10 primeras iteraciones. En las siguientes iteraciones deja de comprobarse hasta que se produce la convergencia.

Como consecuencia de la comprobación del estado, las bombas se paran si la altura que debe suministrar es superior a su altura a caudal cero. En este caso se fuerza el caudal de paso a un valor de 10^{-6} pies³/seg ($2.8316 \cdot 10^{-8}$ m³/seg), lo que se puede considerar como un caudal nulo que representa el cierre de la bomba. Ésta se pondrá en marcha de nuevo cuando dejen de darse altas demandas, siendo entonces el caudal de paso el que se obtiene al entrar en la curva característica de la bomba con la altura requerida en el nuevo intervalo.

5.2.4 Proceso Analítico De Resolución

EPANET aplica el método de iteraciones sucesivas conocido como Método del Gradiente, propuesto en 1987 por Todini y Pilati. Aúna técnicas basadas en

métodos de optimización, así como técnicas basadas en el método de Newton-Raphson nodal. Comienza aplicando las técnicas de optimización, las cuales garantizan la existencia y unicidad de la solución minimizando la función objetivo, condiciones indispensables para que se produzca la convergencia posteriormente al utilizar las técnicas del método de Newton-Raphson. El problema es finalmente conducido a una solución algebraica mediante el proceso iterativo conocido como Algoritmo de Factorización Incompleta de Choleski / Gradiente Conjugado Modificado, cuyas siglas en inglés corresponden a ICF/MCG (Incomplete Choleski Factorization / Modified Conjugate Gradiente).

Propone dos sistemas de ecuaciones, uno basado en las pérdidas de carga de los elementos de la red, y otro aplicando la ecuación de continuidad en nudos, de modo que en ambos casos, las incógnitas son los caudales circulantes.

El método de resolución del gradiente comienza estimando inicialmente el caudal que atraviesa cada tubería, sin necesidad de cumplir la ecuación de continuidad. Este caudal será el correspondiente a una velocidad de 1 pie/s (0,3048 m/s).

En cada iteración, el método calcula las alturas piezométricas en los nudos resolviendo el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\mathbf{TH} = \mathbf{F}$$

donde:

T: matriz Jacobiana (n, n)

H: vector de incógnitas nodales (n, 1)

F: vector de términos independientes (n, 1)

Los elementos de la diagonal principal de la matriz jacobiana vienen dados por:

$$T_{ii} = \sum_j p_{ij}$$

Los elementos no nulos que quedan fuera de la diagonal principal por:

$$T_{ij} = -p_{ij}$$

donde p_{ij} es la inversa de la derivada respecto al caudal, de la pérdida de carga en la línea que va del nudo i al j:

$$P_{ij} = \frac{1}{BA|Q_{ij}|^{B-1} + 2m|Q_{ij}|}$$

donde:

A: coeficiente de resistencia

B: exponente de caudal

m: coeficiente de pérdidas menores

y para bombas:

$$P_{ij} = \frac{1}{n\omega^2 r \left(\frac{Q_{ij}}{\omega}\right)^{n-1}}$$

donde:

n y r: parámetros de la curva de la bomba

Los términos independientes son la suma del caudal residual no equilibrado en el nudo más el factor de corrección y_{ij} según la siguiente expresión:

$$F_i = \left(\sum_j Q_{ij} - D_i \right) + \sum_j y_{ij} + \sum_f P_{if} H_f$$

Donde f es un nudo de altura conocida.

El factor de corrección del caudal se calcula en tuberías como:

$$y_{ij} = P_{ij} \left(A|Q_{ij}|^B + m|Q_{ij}|^2 \right) \text{sgn}(Q_{ij})$$

La función $\text{sgn}(Q_{ij})$ vale 1 cuando el caudal circula del nudo i al j y negativo en caso contrario.

En bombas el factor de corrección es de la forma:

$$y_{ij} = -P_{ij} \omega^2 \left(h_0 - r \left(\frac{Q_{ij}}{\omega} \right)^n \right)$$

Una vez que se ha resuelto el sistema matricial obteniéndose las alturas, los nuevos caudales se calculan como:

$$Q_{ij} = Q_{ij} - (y_{ij} - p_{ij}(H_i - H_j))$$

Si la suma, extendida a todas las líneas, del valor absoluto de la variación del caudal respecto al caudal total de cada línea es mayor que una cierta tolerancia se calcula de nuevo el sistema matricial.

Sin embargo, la mayoría de las veces la simulación tendrá lugar en periodo extendido, es decir, a lo largo de un cierto periodo de tiempo. En este caso EPANET tiene en cuenta una serie de consideraciones:

- Una vez que se ha solucionado el modelo para el instante actual, el incremento de tiempo adoptado para avanzar al instante siguiente será el mínimo entre los siguientes:

- el instante en que comienza un nuevo periodo de demanda
- el menor intervalo de tiempo que hace que se llene o vacíe algún depósito
- el menor intervalo de tiempo en el que tiene lugar el cambio de estado de una línea
- el próximo instante en el que debe actuar algunas de las leyes de control reguladas por tiempo o produzcan un cambio en la red.

Para calcular el instante en el que se alcanza un determinado nivel en un depósito, se supone que éste evoluciona linealmente según los caudales entrantes o salientes.

El instante de reactivación de las leyes de control basadas en reglas, se determina del siguiente modo:

- las reglas se analizan a intervalos de tiempo fijos, cuyo valor por defecto es 1/10 del intervalo de cálculo hidráulico.
- según este intervalo de tiempo, se actualizan la hora de la simulación y los niveles de agua en los depósitos.

- las actuaciones derivadas del cumplimiento de reglas se añaden a una lista, prevaleciendo la actuación de prioridad más alta, o bien la que ya estaba en la lista.

- si como consecuencia de dichas actuaciones el estado de una o más líneas cambia, se obtiene una nueva solución.

- una vez determinado el intervalo de avance, se actualiza el tiempo de la simulación, se calculan las nuevas demandas, se ajustan los niveles en los depósitos y se verifican las reglas de control.

- finalmente se desencadena un nuevo proceso iterativo para resolver el sistema de ecuaciones, partiendo de los caudales actuales.

Una vez que se conocen las posibilidades y limitaciones de EPANET en la modelización hidráulica de redes de abastecimiento se procede al cálculo del acueducto.

5.3 Desarrollo del Modelo

Utilizando el software Google Earth y Global Mapper, obtuvimos las imágenes de la ciudad de Salsipuedes en alta definición geo referenciadas según sistema de coordenadas Gauss Kruger Argentina (UTM 1984); que luego se importaron a Autocad y de aquí sobre estas se trazo en escala la red de agua potable de la ciudad. La misma red actual fue provista por la Dirección de Agua de la localidad.

Vale aclarar que los puntos en cada tramo se le tuvo que asignar la coordenada en el eje z, que vendría a representar la cota en la realidad. Además se debió trazar la cañería con la Poli línea 3D, esto fue para acompañar el relieve de los puntos.

Una vez finalizado el dibujo, con la ayuda del programa EPACAD, se convierte el archivo para utilizarlo con el programa EPANET

Ilustración 4: Plano de red superpuesto con imágenes



Ilustración 6: Modelo en Epanet/sin almacenamientos

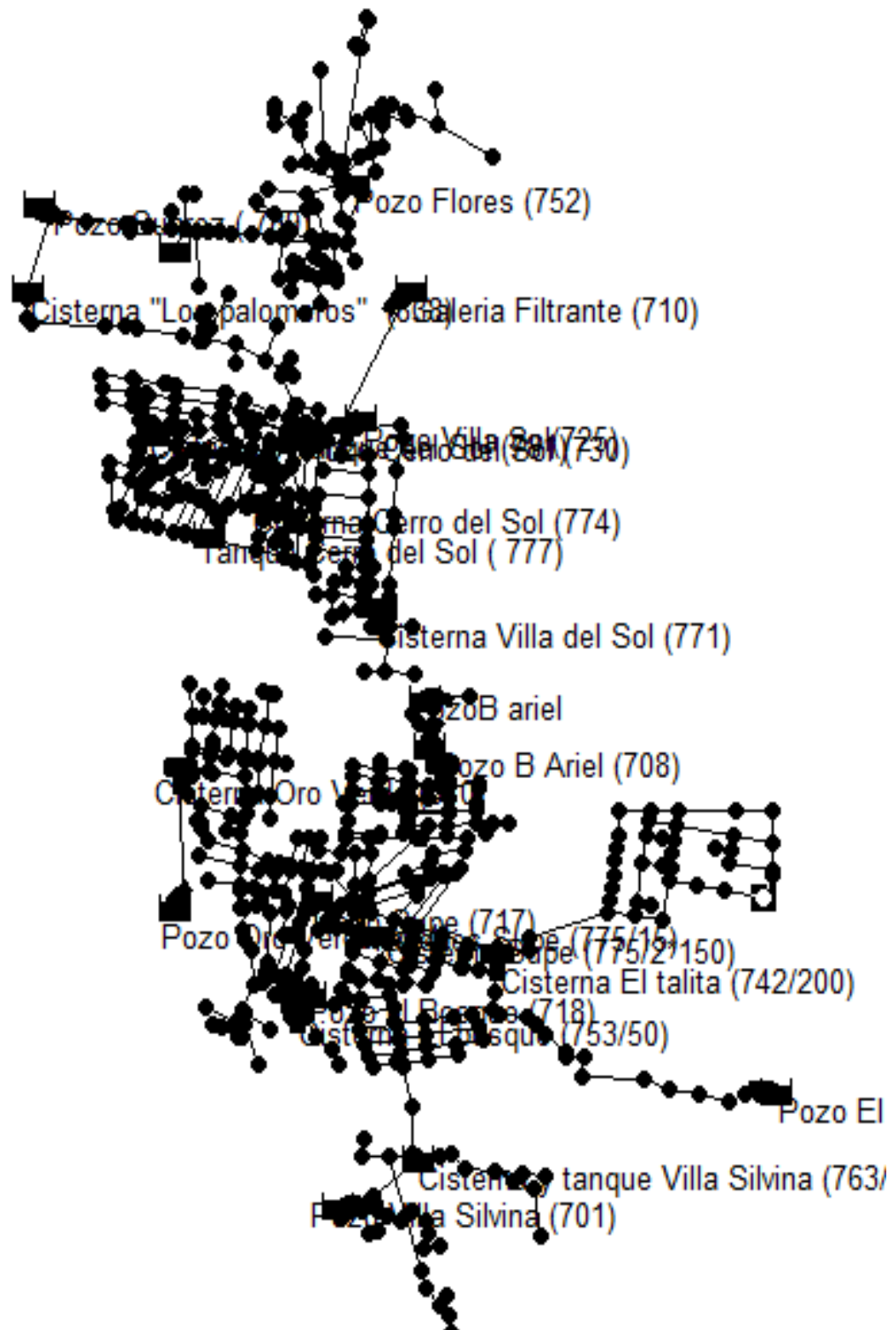


Ilustración 8: Modelo Con Almacenamientos

CAPITULO VI
CALCULO BASE

6. CALCULOS Y ENFOQUES

6.1. Introducción y enfoque de los cálculos

Los enfoques que se eligió para desarrollar el trabajo, son, en una primera parte suponer que “la oferta” de agua es ilimitada, así se analiza el comportamiento de la red, en particular las cañerías que son las responsables de la distribución del servicio.

El segundo analisis que vamos a realizar es comparar la demanda de agua vs. la oferta de la misma, de esta manera su busca dejar en evidencia si los caudales aportados por las fuentes son capaces de abastecer al su sector.

Por último y en función de la población se calculó los almacenamientos mínimos que se requiere y se los comparo con los existentes.

De esta manera lo que se busca es poder encontrar los puntos débiles de la red, para, a partir de estos comparaciones, poder proponer soluciones a corto plazo.

6.2. Dotación De Agua – Caudal De Diseño

En base a lo expuesto, se presentan los cálculos de los consumos anteriormente citados para la localidad teniendo en cuenta el análisis poblacional (población de diseño) y las dotaciones suministrados por las Dirección de Agua. Por otro lado, se cotejaron estos cálculos con los suministrados por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba:

CÁLCULO GENERAL DE SISTEMA DE AGUA POTABLE

A) DATOS GENERALES

Población Actual:	9958	hab
Tasa de Crecimiento:	3.5	(%)
Período de Diseño:	4	años
Población Futura:	11428	hab
Dotación de Diseño:	250	l/hab.día

B) CAUDALES DE DISEÑO

Caudal Medio Diario (Qcn)

Actual:	2490	m3/día
Futuro:	2857	m3/día

Caudal Máximo Diario (Qdn)

Coefficiente de pico:	1.2	(α_1)
Actual:	2988	m3/día
Futuro:	3428	m3/día

Caudal Máximo Horario (Qen)

Coefficiente de pico:	1.68	(α)
Actual:	4183	m3/día
Futuro:	4800	m3/día

C.1) VOLUMEN DEL ALMACENAMIENTO_AÑO 0

Mínimo	622	m3
--------	-----	----

C.2) VOLUMEN DEL ALMACENAMIENTO_2014

Mínimo	714	m3
--------	-----	----

Vale aclarar que el caudal medio diario es utilizado para evaluar los almacenamientos, ya que se adopta como criterio que la diferencia con el pico horario puede ser “amortiguado con los tanques residenciales.

Mientras que el máximo horario es utilizado para evaluar la cañería, ya que es la que tiene que soportar esta demanda extrema.

6.2.1 Justificación de valores adoptados

Tasa de Crecimiento: El valor se obtuvo a partir de los valores de CENSOS de años anteriores, con los mismos se hizo un ajuste, y utilizando el método de la tasa decreciente definimos el valor.

(α_1, α): Los valores fueron consensuados con el tutor, teniendo el criterio que se está tratando de evaluar la cañería en su situación actual y no en proyectarla, con lo que los valores que se ven son numericamente mas bajos que los que recomienda la ENOSHA

Periodo de diseño: Se hizo una mínima proyección para llevar los valores de 2010 a 2014

6.3 Calculo de Almacenamientos

6.3.1 Almacenamientos actuales:

Estos almacenamientos fueron proporcionados por la Secretaria de agua de Salsipuedes y relevados en campo.

Nº	ALMACENAMIENTO	Cota (m)	Altura (m)	Diámetro (m)	Capacidad (m3)
1	Cisterna Villa Silvina	763.19	1.30	12.00	140
2	Tanque Villa Silvina		15.00		30
3	Cisterna El Bosque	753.14	3.00	6.50	50
4	Cisterna El Talita	742.34	1.50	13.00	200
5	Cisterna SUPE I	775.07	1.50	12.00	150
6	Cisterna SUPE II	775.07	1.50	13.00	200
7	Tanque SUPE		4.00	2.50	15
8	Tanque Ariel Norte	738.69		rectangular	20
9	Tanque Ariel Sur	738.69		rectangular	20
10	Cisterna Villa Sol - Centro Vecinal	770.61	2.00	rect 4 x 6,5	52
11	Cisterna La Virgen	804.00		13.00	500
12	Cisterna entre Torres y Ruta	770.45	4.00	4.00	50
13	Cisterna Los Palomeros	838.50	1.30	octogonal	150
14	Cisterna Cerro Del Sol	781.88			50
15	Tanque Cerro del Sol		18.00		15
16	Tanque Cerro del Sol 2°	776.86	18.00		15
17	Cisterna Oro Verde	810.24	1.30	rect 8,2m x 4,2m	45

18	Cisterna Oro Verde	810.24	1.30	12.00	110
19	Cisterna Villa los Altos	801.67	3.00	3.40	30

6.3.2. Almacenamientos Mínimos

Estos almacenamientos fueron calculados en función de la población, ya que la ENHOSA en el apartado 6.3.1 Capacidad en Cisternas y Tanques, exige que los almacenamientos tenga como mínimo “el 25% del gasto medio diario para la población al horizonte de diseño, lo que representa una reserva del orden de 6 horas para ese consumo.”

La forma con la que calculamos el volumen, fue multiplicar las conexiones por los habitantes promedios por vivienda por el consumo diario por persona (250) por el 25% que es lo que exige la ENHOSA

6.4. Cálculo De Consumos

Conexiones por barrio		Consumo por barrio(2014)
<u>Barrio</u>	<u>Conexiones(2014)</u>	<u>(l/día)</u>
Ariel	100	76,465.96
Cerro del Sol I	294	225,712.77
Cerro del Sol II	157	120,687.23
Alto Cerro	17	12,897.87
El bosque A	182	140,034.04
EL bosque B	35	26,717.02
Oro Verde	29	22,110.64
Oro Verde II	642	492,882.98
Centro A	224	172,278.72
Centro B	785	602,514.89
Centro C	106	81,072.34
Talita	49	37,772.34
Ariel	64	48,827.66
Pueblito I	1	921.28
Pueblito II	298	228,476.60
Pueblito III	37	28,559.57
Pueblito/Cerro Del Sol	38	29,480.85
Loma de la Virgen	2	1,842.55
Pueblito Av. Argentina	79	60,804.26

Villa la selva	139	106,868.09
Villa Silvina	91	70,017.02
Villa Sol	522	400,755.32
<i>Total Conexiones</i>	<i>3891.</i>	<i>2,987,700.0</i> <i>0</i>

6.5. Habitantes por vivienda

Con la cantidad de conexiones y la población relevada se obtuvo el promedio de personas por vivienda.

Población =11425

Conexiones= 3891

Habitantes por vivienda = 3 personas

6.6. Cálculo Almacenamiento mínimo

Conexiones por barrio		Almacenamiento mínimo (m3)
<u>Barrio</u>	<u>Conexiones(2010)</u>	
Ariel	83	17
Cerro del Sol I	245	50
Cerro del Sol II	131	27
Alto Cerro	14	3
El bosque A	152	31
EL bosque B	29	6
Oro Verde	24	5
Oro Verde II	535	110
Centro A	187	38
Centro B	654	134
Centro C	88	18
Talita	41	8
Ariel	53	11
Pueblito I	1	0
Pueblito II	248	51
Pueblito III	31	6
Pueblito/Cerro Del Sol	32	7
Loma de la Virgen	2	0
Pueblito Av. Argentina	66	14
Villa la selva	116	24
Villa Silvina	76	16

Villa Sol	435	89
<i>Total</i>	<i>3243</i>	<i>667</i>

6.7. Asignación de Demandas

Una vez obtenidos los consumos por barrio, se paso a discretizar estos valores por tramos de red, ya que, como se desarrolla en la unidad siguiente en el modelo se debe cargar por nodo.

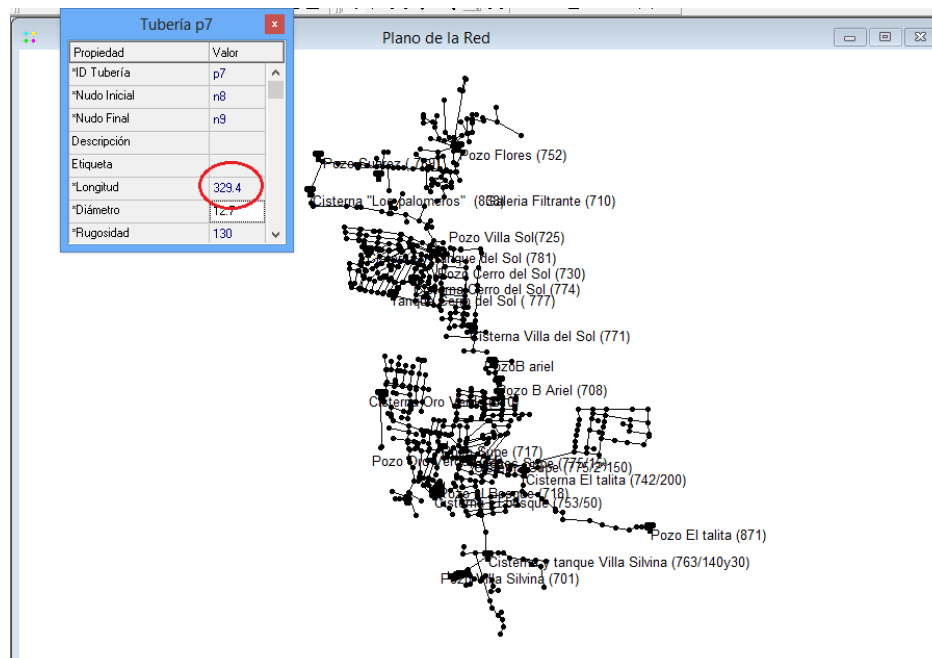
Se trabajó de la siguiente manera: Con el consumo que se obtuvo de cada barrio, la cantidad de conexiones del mismo y los metros lineales de cañería se calculo cuando conexiones y caudal se consumía por metro lineal de cañería. Una vez calculado este valor, se lo multiplico por el tramo correspondiente y así se obtuvo el caudal consumido en ese sector de cañería.

A continuación el desarrollo del mismo.

5.3.1.1 Metodología de trabajo

El método que se eligió para asignar los valores, fue sintetizar la demanda por metro lineal de cañería, luego con el valor de cada tramo, se obtenia la demanda en el nudo de la cañería.

La planilla con la que se trabajó, se explica de la siguiente manera:



Primero se obtuvo el valor de consumo del barrio y las conexiones. Luego, se detallo tramo por tramo de tubería con el nodo de inicio y final, su longitud y su diámetro.

Con la suma de todos los tramos, se obtuvo la longitud total de cañería de ese barrio, que dividiendo el valor por el consumo, obtuvimos la demanda por metro lineal de cañería

Nº Tubería	Desde	Hasta	Long (m)	Ø (mm)	Conex.xTramo	Qxmts (l/s)	QxCone(l/s)	
P34	34	35	64,82	75	1	0,01	0,01	EL TALITA
P35	35	36	76,60	90	1	0,01	0,01	
P36	36	37	100,20	90	2	0,01	0,01	
P37	37	38	173,70	90	3	0,02	0,02	
P38	38	39	172,10	90	3	0,02	0,02	
P39	39	40	162,70	75	3	0,02	0,02	
P40	40	41	346,20	90	6	0,05	0,05	
P41	41	42	99,66	90	2	0,01	0,01	QT= 0,40 l/seg
P42	42	43	94,32	75	2	0,01	0,01	Q/m 0,0001 l/seg/m
								Q/c 0,008 lts/(s*cx)
								Conex 49
								Conex/m 0,017
P59	59	60	139,20	75	2	0,02	0,02	
P60	60	61	68,72	75	1	0,01	0,01	
P61	61	62	14,22	75	0	0,00	0,00	
28	62	Tanque	1,00	90	0	0,00	0,00	
			2802,72		49		0,40	

De la misma forma se obtiene las conexiones por metro lineal. Luego, multiplicando la longitud de cada tramo por la demanda por metro, se obtiene el valor que se le asignara al nodo en el modelo.

Nº Tubería	Desde	Hasta	Long (m)	Ø (mm)	Conex.xTramo	Qxmts (l/s)	QxCone(l/s)	
P34	34	35	64,82	75	1	0,01	0,01	EL TALITA
P35	35	36	76,60	90	1	0,01	0,01	
P36	36	37	100,20	90	2	0,01	0,01	
P37	37	38	173,70	90	3	0,02	0,02	
P38	38	39	172,10	90	3	0,02	0,02	
P39	39	40	162,70	75	3	0,02	0,02	
P40	40	41	346,20	90	6	0,05	0,05	
P41	41	42	99,66	90	2	0,01	0,01	QT= 0,40 l/seg
P42	42	43	94,32	75	2	0,01	0,01	Q/m 0,0001 l/seg/m
P43	43	44	26,64	90	0	0,00	0,00	Q/c 0,008 lts/(s*cx)
P44	44	45	149,80	90	3	0,02	0,02	Conex 49
P45	45	46	78,72	90	1	0,01	0,01	Conex/m 0,017
P46	46	47	66,15	90	1	0,01	0,01	
P47	47	48	152,60	90	3	0,02	0,02	
P48	48	49	51,00	110	1	0,01	0,01	

EPANET 2 - Salsipuedes Final.rev3.NET

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda

Conexión n45

Propiedad Valor

ID Conexión n45

CoordenadaX 4377910.3

CoordenadaY 6554173.7

Descripción

Etiqueta

Cota 716.72

Demanda Base 0.01

Patrón de Demanda

Plano de la Red

Nº Tubería	Desde	Hasta	Long (m)	Ø (mm)	Conex.xTramo	Qxmts (l/s)	QxCone(l/s)
------------	-------	-------	----------	--------	--------------	-------------	-------------

P34	34	35	64,82	75	1	0,01	0,01	EL TALITA		
P35	35	36	76,60	90	1	0,01	0,01			
P36	36	37	100,20	90	2	0,01	0,01	QT=	0,40	l/seg
P37	37	38	173,70	90	3	0,02	0,02	Q/m	0,0001	l/seg/m
P38	38	39	172,10	90	3	0,02	0,02	Q/c	0,008	lts/(s*cx)
P39	39	40	162,70	75	3	0,02	0,02	Conex	49	
P40	40	41	346,20	90	6	0,05	0,05	Conex/ m	0,017	
P41	41	42	99,66	90	2	0,01	0,01			
P42	42	43	94,32	75	2	0,01	0,01			
P43	43	44	26,64	90	0	0,00	0,00			
P44	44	45	149,80	90	3	0,02	0,02			
P45	45	46	78,72	90	1	0,01	0,01			
P46	46	47	66,15	90	1	0,01	0,01			
P47	47	48	152,60	90	3	0,02	0,02			
P48	48	49	51,00	110	1	0,01	0,01			
P49	49	50	85,49	90	1	0,01	0,01			
P50	50	51	116,00	90	2	0,02	0,02			
P51	51	52	64,98	75	1	0,01	0,01			
30	52	Tanque	1,00	90	0	0,00	0,00			
P52	51	53	101,30	90	2	0,01	0,01			
P53	53	54	101,40	90	2	0,01	0,01			
P57	54	58	145,00	90	3	0,02	0,02			
P58	58	59	149,20	90	3	0,02	0,02			

P59	59	60	139,20	75	2	0,02	0,02
P60	60	61	68,72	75	1	0,01	0,01
P61	61	62	14,22	75	0	0,00	0,00
28	62	Tanque	1,00	90	0	0,00	0,00
			2802,72		49		0,40

P139	129	130	148,90	90	12	0,08	0,08	BARRIO SUPE		
P135	128	129	164,80	90	13	0,09	0,09			
P134	126	128	60,22	75	5	0,03	0,03	QT=	8,84	l/seg
P133	126	127	161,10	75	13	0,09	0,09	Q/m	0,001	l/seg/m
P132	125	126	169,40	90	13	0,09	0,09	Q/c	0,007	lts/(s*cx)
P131	124	125	152,70	90	12	0,08	0,08	Conex	1264	
P130	121	124	178,90	90	14	0,10	0,10	Conex/ m	0,078	
P129	122	123	144,40	90	11	0,08	0,08			
P128	121	122	55,04	90	4	0,03	0,03			
P127	120	121	74,50	90	6	0,04	0,04			
P125	119	120	192,70	160	15	0,10	0,10			
P124	118	119	164,30	150	13	0,09	0,09			
P123	117	118	299,30	100	23	0,16	0,16			
P126	120	112	75,50	100	6	0,04	0,04			
P119	112	113	205,20	100	16	0,11	0,11			
P120	113	114	161,10	75	13	0,09	0,09			
P121	114	115	167,90	75	13	0,09	0,09			
P122	115	116	111,30	50	9	0,06	0,06			
P118	110	112	72,44	50	6	0,04	0,04			
P116	110	103	214,40	50	17	0,12	0,12			

P115	108	110	122,50	50	10	0,07	0,07
P114	108	109	78,86	50	6	0,04	0,04
P113	96	108	46,06	50	4	0,03	0,03
P101	95	96	82,94	50	6	0,05	0,05
P102	95	97	53,70	100	4	0,03	0,03
P109	97	104	121,20	100	9	0,07	0,07
P110	104	105	15,29	100	1	0,01	0,01
P112	105	107	107,10	75	8	0,06	0,06
P111	105	106	149,80	75	12	0,08	0,08
P103	97	98	115,20	50	9	0,06	0,06
P104	98	99	74,42	50	6	0,04	0,04
P105	99	100	75,44	50	6	0,04	0,04
P106	100	101	18,82	50	1	0,01	0,01
P107	101	102	125,30	50	10	0,07	0,07
P108	99	103	132,30	50	10	0,07	0,07
P117	103	107	72,90	150	6	0,04	0,04
P100	91	95	119,50	150	9	0,06	0,06
P97	92	91	38,82	150	3	0,02	0,02
P98	92	93	10,60	50	1	0,01	0,01
P99	93	94	129,10	50	10	0,07	0,07
P96	83	92	74,03	50	6	0,04	0,04
P86	81	83	98,90	50	8	0,05	0,05
P85	81	82	8,59	50	1	0,00	0,00
27	82	Tanque	1,00	50	0	0,00	0,00
P84	80	81	63,56	50	5	0,03	0,03
P92	80	89	113,50	50	9	0,06	0,06
P95	89	91	168,40	50	13	0,09	0,09
P94	89	90	132,80	50	10	0,07	0,07

P87	80	84	118,10	50	9	0,06	0,06
P88	84	85	40,57	50	3	0,02	0,02
P89	85	86	43,56	50	3	0,02	0,02
P83	72	80	126,40	50	10	0,07	0,07
P76	72	73	138,50	50	11	0,08	0,08
P75	71	72	81,98	50	6	0,04	0,04
P74	70	71	57,25	50	4	0,03	0,03
P81	70	78	67,33	50	5	0,04	0,04
P82	78	79	57,21	50	4	0,03	0,03
P80	77	78	143,90	50	11	0,08	0,08
P73	69	70	159,70	50	12	0,09	0,09
P79	69	76	125,50	50	10	0,07	0,07
P78	75	76	154,00	50	12	0,08	0,08
P77	74	75	64,33	50	5	0,03	0,03
P90	76	87	72,88	50	6	0,04	0,04
P91	87	88	140,60	50	11	0,08	0,08
P72	68	69	146,00	50	11	0,08	0,08
P71	67	68	169,60	50	13	0,09	0,09
P70	66	67	31,79	50	2	0,02	0,02
P195	71	191	342,20	50	27	0,19	0,19
P196	70	192	402,20	50	31	0,22	0,22
P197	192	193	92,26	50	7	0,05	0,05
P201	196	193	183,90	50	14	0,10	0,10
P198	193	194	73,28	50	6	0,04	0,04
P199	194	195	260,60	50	20	0,14	0,14
P200	195	196	95,28	50	7	0,05	0,05
P252	243	196	127,30	50	10	0,07	0,07
P251	243	244	74,24	50	6	0,04	0,04

P250	243	197	75,17	50	6	0,04	0,04
P202	197	198	24,35	50	2	0,01	0,01
P203	198	199	66,15	50	5	0,04	0,04
P212	208	195	27,25	50	2	0,01	0,01
P216	210	208	257,80	50	20	0,14	0,14
P215	209	210	74,00	50	6	0,04	0,04
P214	207	209	150,80	50	12	0,08	0,08
P213	208	207	351,40	50	27	0,19	0,19
P211	204	207	44,58	50	3	0,02	0,02
P207	203	204	220,60	50	17	0,12	0,12
P206	202	203	26,05	50	2	0,01	0,01
P205	201	202	144,30	50	11	0,08	0,08
P204	200	201	28,65	50	2	0,02	0,02
P210	205	204	16,57	50	1	0,01	0,01
P208	205	206	223,90	50	17	0,12	0,12
P209	188	205	60,37	50	5	0,03	0,03
P191	187	188	40,96	50	3	0,02	0,02
P192	188	189	279,20	50	22	0,15	0,15
P193	190	189	23,71	50	2	0,01	0,01
P194	190	72	187,20	50	15	0,10	0,10
P221	214	209	92,44	50	7	0,05	0,05
P222	214	215	180,80	50	14	0,10	0,10
P220	213	214	78,51	50	6	0,04	0,04
P223	213	216	109,30	50	8	0,06	0,06
P224	213	217	136,50	50	11	0,07	0,07
P219	211	213	78,03	50	6	0,04	0,04
P217	211	212	133,10	50	10	0,07	0,07
P218	211	150	21,60	50	2	0,01	0,01

P156	150	151	184,90	50	14	0,10	0,10
P157	151	152	17,17	50	1	0,01	0,01
P155	149	150	70,51	50	5	0,04	0,04
P154	147	149	88,27	50	7	0,05	0,05
P153	148	147	27,55	50	2	0,01	0,01
P152	143	147	16,65	50	1	0,01	0,01
P149	143	144	164,70	50	13	0,09	0,09
P151	144	146	60,11	50	5	0,03	0,03
P150	144	145	48,69	50	4	0,03	0,03
P148	142	143	75,07	50	6	0,04	0,04
P146	140	142	148,00	50	11	0,08	0,08
P144	139	140	54,01	50	4	0,03	0,03
P145	140	141	150,10	50	12	0,08	0,08
P147	135	142	72,15	50	6	0,04	0,04
P141	135	136	156,90	50	12	0,09	0,09
P142	136	137	152,40	50	12	0,08	0,08
P143	137	138	281,40	50	22	0,15	0,15
P140	134	135	55,19	50	4	0,03	0,03
P139	132	134	148,10	50	11	0,08	0,08
P138	133	132	34,64	50	3	0,02	0,02
P137	131	132	145,80	50	11	0,08	0,08
P190	185	187	112,40	50	9	0,06	0,06
P189	185	186	96,30	50	7	0,05	0,05
25	186	Tanque	1,00	50	0	0,00	0,00
P225	187	218	49,98	50	4	0,03	0,03
P226	218	219	50,51	50	4	0,03	0,03
P227	218	220	56,24	50	4	0,03	0,03
P228	220	221	80,77	50	6	0,04	0,04

P229	221	222	62,93	50	5	0,03	0,03
P230	222	223	48,30	50	4	0,03	0,03
P231	223	224	35,23	50	3	0,02	0,02
P232	220	225	191,80	50	15	0,10	0,10
P233	225	226	42,31	50	3	0,02	0,02
P234	226	227	74,02	50	6	0,04	0,04
P235	227	228	71,78	50	6	0,04	0,04
P236	227	229	116,80	50	9	0,06	0,06
P237	229	230	125,40	50	10	0,07	0,07
P238	230	231	59,62	50	5	0,03	0,03
P243	236	229	14,25	50	1	0,01	0,01
P242	234	236	47,30	50	4	0,03	0,03
P241	234	235	19,60	50	2	0,01	0,01
P240	233	234	46,26	50	4	0,03	0,03
P239	232	233	30,26	50	2	0,02	0,02
P244	237	236	161,20	50	13	0,09	0,09
P245	237	238	67,33	50	5	0,04	0,04
P248	241	238	160,90	50	12	0,09	0,09
P246	238	239	59,62	50	5	0,03	0,03
P247	239	240	174,40	50	14	0,09	0,09

16277,30

1264

								BARRIO ORO VERDE		
P292	286	287	226,30	91	18	0,15	0,15			
P293	287	288	70,14	92	6	0,05	0,05			
P302	288	297	174,70	93	14	0,12	0,12	QT=	5,43	l/seg
P294	288	289	8,10	94	1	0,01	0,01	Q/m	0,001	l/seg/m

P298	292	293	19,95	95	2	0,01	0,01	Q/c	0,008	lts/(s*cx)
P297	291	292	70,27	96	6	0,05	0,05	Conex	671	
P296	290	291	20,01	97	2	0,01	0,01	Conex/ m	0,082	
P301	295	296	48,42	98	4	0,03	0,03			
P300	290	295	74,68	99	6	0,05	0,05			
P299	290	294	179,80	100	15	0,12	0,12			
P295	289	290	81,33	101	7	0,05	0,05			
P303	289	298	152,80	102	12	0,10	0,10			
P304	298	299	182,00	103	15	0,12	0,12			
P305	299	300	73,79	104	6	0,05	0,05			
P306	300	301	47,57	105	4	0,03	0,03			
P307	301	302	118,80	106	10	0,08	0,08			
P308	302	303	9,83	107	1	0,01	0,01			
P309	303	304	98,61	108	8	0,07	0,07			
P313	308	309	29,42	109	2	0,02	0,02			
P312	307	308	24,60	110	2	0,02	0,02			
P311	306	307	58,72	111	5	0,04	0,04			
15	305	306	1,00	112	0	0,00	0,00			
P310	304	305	129,20	113	11	0,09	0,09			
P317	304	311	5,67	114	0	0,00	0,00			
P314	310	311	72,05	115	6	0,05	0,05			
P315	311	312	193,10	116	16	0,13	0,13			
P316	311	313	112,80	117	9	0,07	0,07			
P318	313	314	96,61	118	8	0,06	0,06			
P319	313	315	257,10	119	21	0,17	0,17			
P320	313	316	85,21	120	7	0,06	0,06			
P321	316	317	167,30	121	14	0,11	0,11			

P322	316	318	200,50	122	16	0,13	0,13
P323	318	319	66,24	123	5	0,04	0,04
P324	319	320	30,36	124	2	0,02	0,02
P325	320	321	33,86	125	3	0,02	0,02
P326	320	322	90,67	126	7	0,06	0,06
P330	322	326	177,50	127	14	0,12	0,12
P327	322	323	114,10	128	9	0,08	0,08
P328	323	324	46,72	129	4	0,03	0,03
P329	324	325	59,95	130	5	0,04	0,04
P339	335	336	80,74	131	7	0,05	0,05
P338	334	335	87,09	132	7	0,06	0,06
P337	333	334	58,64	133	5	0,04	0,04
P336	331	333	36,96	134	3	0,02	0,02
P335	331	332	19,00	135	2	0,01	0,01
P334	327	331	64,03	136	5	0,04	0,04
P876	556	327	88,99	137	7	0,06	0,06
P562	557	558	25,50	138	2	0,02	0,02
P561	556	557	184,00	139	15	0,12	0,12
P560	555	556	91,71	140	7	0,06	0,06
P559	554	555	94,46	141	8	0,06	0,06
P558	553	554	96,79	142	8	0,06	0,06
P557	549	553	96,23	143	8	0,06	0,06
P331	327	328	72,34	144	6	0,05	0,05
P332	328	329	70,99	145	6	0,05	0,05
P333	329	330	121,80	146	10	0,08	0,08
P877	329	563	167,30	147	14	0,11	0,11
P568	563	564	61,46	148	5	0,04	0,04
P569	563	565	185,60	149	15	0,12	0,12

P567	562	563	93,77	150	8	0,06	0,06
P572	567	568	38,35	151	3	0,03	0,03
P573	567	569	32,37	152	3	0,02	0,02
P571	566	567	176,30	153	14	0,12	0,12
P570	562	566	183,50	154	15	0,12	0,12
P863	328	824	176,70	155	14	0,12	0,12
1	824	562	1,00	156	0	0,00	0,00
P566	561	562	90,75	157	7	0,06	0,06
P575	570	571	78,20	158	6	0,05	0,05
P574	561	570	180,00	159	15	0,12	0,12
P565	560	561	93,61	160	8	0,06	0,06
P576	572	573	81,04	161	7	0,05	0,05
P578	573	575	49,16	162	4	0,03	0,03
P577	573	574	83,96	163	7	0,06	0,06
P579	573	560	179,70	164	15	0,12	0,12
P564	559	560	96,63	165	8	0,06	0,06
P584	579	580	81,38	166	7	0,05	0,05
P583	578	579	88,42	167	7	0,06	0,06
P587	581	583	103,10	168	8	0,07	0,07
P586	581	582	36,41	169	3	0,02	0,02
P585	578	581	92,59	170	8	0,06	0,06
P582	577	578	130,70	171	11	0,09	0,09
P581	576	577	19,23	172	2	0,01	0,01
P580	559	576	31,34	173	3	0,02	0,02
P563	550	559	99,54	174	8	0,07	0,07
P556	551	552	166,70	175	14	0,11	0,11
P555	550	551	176,60	176	14	0,12	0,12
P554	549	550	13,61	177	1	0,01	0,01

P553	548	549	99,53	178	8	0,07	0,07
P552	547	548	36,61	179	3	0,02	0,02
Tanque	15	325	1,00	180	0	0,00	0,00

8225,21

671

P352	348	349	51,80	91	4	0,03	0,03	BARRIO EL BOSQUE		
P351	344	348	233,10	92	17	0,11	0,11			
P346	343	344	36,50	93	3	0,02	0,02	QT=	1,47	l/seg
P347	344	345	50,95	94	4	0,03	0,03	Q/m	0,000	l/seg/m
P344	341	342	274,80	95	20	0,14	0,14	Q/c	0,007	lts/(s*cx)
P343	340	341	92,72	96	7	0,05	0,05	Conex	217	
P345	340	343	121,10	97	9	0,06	0,06	Conex/ m	0,073	
P346	343	344	36,50	98	3	0,02	0,02			
P342	339	340	27,62	99	2	0,01	0,01			
P341	338	339	110,40	100	8	0,05	0,05			
P340	337	338	45,32	101	3	0,02	0,02			
P350	347	338	73,24	102	5	0,04	0,04			
P349	346	347	56,36	103	4	0,03	0,03			
P348	345	346	16,95	104	1	0,01	0,01			
P353	345	350	92,28	105	7	0,05	0,05			
P354	350	351	96,36	106	7	0,05	0,05			
P355	351	352	73,88	107	5	0,04	0,04			
P376	352	374	98,10	108	7	0,05	0,05			
P356	352	353	56,27	109	4	0,03	0,03			
P371	370	353	214,00	110	16	0,11	0,11			
P357	353	354	57,22	111	4	0,03	0,03			

P358	354	355	47,89	112	3	0,02	0,02
P360	356	357	51,73	113	4	0,03	0,03
P359	355	356	91,56	114	7	0,05	0,05
P374	373	355	55,65	115	4	0,03	0,03
P375	373	358	40,03	116	3	0,02	0,02
P361	358	359	55,78	117	4	0,03	0,03
P362	360	361	40,55	118	3	0,02	0,02
P363	361	362	103,50	119	8	0,05	0,05
P364	362	363	159,20	120	12	0,08	0,08
P365	363	364	24,29	121	2	0,01	0,01
P370	368	369	93,59	122	7	0,05	0,05
P369	367	368	100,90	123	7	0,05	0,05
P368	366	367	120,00	124	9	0,06	0,06
P367	364	366	61,62	125	4	0,03	0,03
P366	364	365	16,79	126	1	0,01	0,01
41	359	365	1,00	127	0	0,00	0,00
Tanque	18	359	1,00	128	0	0,00	0,00
			2980,55		213	1,44	1,44

								BARRIO VILLA SILVINA		
P253	245	246	105,20	91	2	0,02	0,02			
P254	246	247	92,02	92	2	0,02	0,02			
P255	247	248	72,64	93	2	0,01	0,01	QT=	0,74	l/seg
P256	248	249	62,58	94	1	0,01	0,01	Q/m	0,0002	l/seg/m
P257	248	250	125,10	95	3	0,02	0,02	Q/c	0,008	lts/(s*cx)
P258	250	251	92,42	96	2	0,02	0,02	Conex	91	
P259	251	252	299,90	97	7	0,06	0,06	Conex/ m	0,024	
P269	261	262	94,16	98	2	0,02	0,02			
P268	260	261	79,16	99	2	0,02	0,02			
P267	259	260	76,74	100	2	0,01	0,01			
P266	258	259	94,35	101	2	0,02	0,02			
P265	252	258	43,62	102	1	0,01	0,01			
P264	255	257	216,00	103	5	0,04	0,04			
P263	255	256	74,57	104	2	0,01	0,01			
P262	254	255	56,02	105	1	0,01	0,01			
P285	277	278	55,11	106	1	0,01	0,01			
P284	254	277	92,02	107	2	0,02	0,02			
P261	253	254	80,24	108	2	0,02	0,02			
P260	252	253	50,36	109	1	0,01	0,01			
P270	252	263	329,90	110	8	0,06	0,06			
P272	264	265	95,18	111	2	0,02	0,02			
P271	263	264	160,20	112	4	0,03	0,03			
P273	263	266	157,40	113	4	0,03	0,03			
P283	275	276	255,90	114	6	0,05	0,05			
P282	274	275	124,60	115	3	0,02	0,02			

P281	274	271	121,20	116	3	0,02	0,02
P280	272	273	133,10	117	3	0,03	0,03
P279	271	272	153,00	118	4	0,03	0,03
P278	270	271	176,80	119	4	0,03	0,03
P277	269	270	105,90	120	2	0,02	0,02
P276	268	269	67,22	121	2	0,01	0,01
P275	266	268	125,20	122	3	0,02	0,02
Tanque	26	266	1,00	123	0	0,00	0,00

3868,81

91

P391	n394	n395	201,00	150	8	0,05	0,05	BARRIO EL PUEBLITO		
P392	n395	n396	242,00	150	9	0,06	0,06			
P393	n396	n397	13,58	150	1	0,00	0,00	QT=	2,75	l/seg
P394	n397	n398	109,40	50	4	0,03	0,03	Q/m	0,000	l/seg/m
P395	n398	n399	125,00	50	5	0,03	0,03	Q/c	0,007	lts/(s*cx)
P396	n396	n399	81,22	50	3	0,02	0,02	Conex	415	
P397	n400	n401	62,30	50	2	0,02	0,02	Conex/ m	0,039	
P398	n401	n402	68,77	50	3	0,02	0,02			
P399	n402	n403	61,96	50	2	0,02	0,02			
P400	n403	n404	70,27	50	3	0,02	0,02			
P401	n404	n405	123,70	50	5	0,03	0,03			
P402	n405	n406	106,50	50	4	0,03	0,03			
P403	n406	n407	63,77	50	2	0,02	0,02			
P404	n407	n408	231,50	50	9	0,06	0,06			
P405	n408	n409	85,99	50	3	0,02	0,02			

P406	n409	n410	81,67	50	3	0,02	0,02
P407	n397	n411	32,82	50	1	0,01	0,01
P408	n400	n412	189,40	50	7	0,05	0,05
P409	n412	n413	55,60	50	2	0,01	0,01
P410	n401	n414	297,10	50	12	0,08	0,08
P411	n415	n416	34,54	50	1	0,01	0,01
P412	n416	n417	155,40	50	6	0,04	0,04
P413	n417	n418	71,11	50	3	0,02	0,02
P414	n418	n419	11,01	50	0	0,00	0,00
P415	n419	n420	65,46	50	3	0,02	0,02
P416	n420	n421	124,50	50	5	0,03	0,03
P417	n421	n422	32,48	50	1	0,01	0,01
P418	n422	n423	147,70	50	6	0,04	0,04
P419	n423	n424	39,49	50	2	0,01	0,01
P420	n424	n425	187,30	50	7	0,05	0,05
P421	n425	n426	184,20	50	7	0,05	0,05
P422	n425	n427	357,70	50	14	0,09	0,09
P423	n418	n428	194,10	50	8	0,05	0,05
P424	n428	n429	71,03	50	3	0,02	0,02
P425	n429	n430	48,53	50	2	0,01	0,01
P426	n430	n431	45,01	50	2	0,01	0,01
P427	n419	n432	168,50	50	7	0,04	0,04
P428	n418	n433	110,80	50	4	0,03	0,03
P429	n417	n434	103,50	50	4	0,03	0,03
P430	n434	n435	615,70	50	24	0,16	0,16
P431	n435	n436	14,29	50	1	0,00	0,00
P432	n436	n437	27,80	50	1	0,01	0,01
P433	n436	n438	163,00	50	6	0,04	0,04

P434	n439	n435	149,80	50	6	0,04	0,04
P435	n434	n416	87,42	50	3	0,02	0,02
P436	n416	n440	19,94	50	1	0,01	0,01
P437	n440	n441	16,87	50	1	0,00	0,00
P438	n441	n442	64,50	50	3	0,02	0,02
P439	n442	n443	47,06	50	2	0,01	0,01
P440	n443	n444	53,12	50	2	0,01	0,01
P441	n444	n445	80,36	50	3	0,02	0,02
P442	n445	n446	417,80	50	16	0,11	0,11
P443	n442	n447	112,90	50	4	0,03	0,03
P444	n447	n448	80,84	50	3	0,02	0,02
P445	n448	n449	146,60	50	6	0,04	0,04
P446	n449	n450	54,62	50	2	0,01	0,01
P447	n450	n451	93,25	50	4	0,02	0,02
P449	n450	n453	23,81	50	1	0,01	0,01
P450	n453	n454	118,20	50	5	0,03	0,03
P451	n453	n455	132,70	50	5	0,03	0,03
P452	n455	n456	41,76	50	2	0,01	0,01
P453	n441	n457	298,60	50	12	0,08	0,08
P454	n440	n458	219,70	50	9	0,06	0,06
P455	n458	n459	223,10	50	9	0,06	0,06
P456	n458	n460	77,00	50	3	0,02	0,02
P457	n460	n461	12,70	50	0	0,00	0,00
P458	n461	n462	175,90	50	7	0,05	0,05
P459	n463	n460	148,00	50	6	0,04	0,04
P460	n460	n464	195,60	50	8	0,05	0,05
P461	n464	n465	128,30	50	5	0,03	0,03
P462	n464	n466	108,20	50	4	0,03	0,03

P463	n467	n468	19,05	50	1	0,00	0,00
P467	n470	n471	41,08	50	2	0,01	0,01
P468	n471	n472	71,40	50	3	0,02	0,02
P469	n472	n473	14,18	50	1	0,00	0,00
P470	n473	n474	128,40	50	5	0,03	0,03
P471	n474	n475	138,90	50	5	0,04	0,04
P472	n475	n476	107,50	50	4	0,03	0,03
P473	n476	n477	172,30	50	7	0,04	0,04
P474	n475	n440	56,78	50	2	0,01	0,01
P475	n472	n478	115,50	50	5	0,03	0,03
P477	n472	n478	0,00	0	0	0,00	0,00
P478	n479	n480	45,43	50	2	0,01	0,01
P479	n480	n481	21,73	50	1	0,01	0,01
P480	n481	n482	65,89	50	3	0,02	0,02
P481	n482	n483	41,39	50	2	0,01	0,01
P482	n483	n484	123,10	50	5	0,03	0,03
P483	n484	n485	102,60	50	4	0,03	0,03
P484	n480	n486	103,50	50	4	0,03	0,03
P485	n486	n487	113,00	50	4	0,03	0,03
P486	n487	n488	80,42	50	3	0,02	0,02
P487	n488	n489	62,45	50	2	0,02	0,02
P488	n489	n490	129,00	50	5	0,03	0,03
P490	n491	n490	12,70	50	0	0,00	0,00
P491	n491	n490	12,70	50	0	0,00	0,00
P492	n490	n470	95,74	50	4	0,02	0,02

TOTAL

10619,29

415

								BARRIO CERRO/VILLA DEL SOL		
p2	n415	Deposito	1,00	50	0	0,00	0,00			
P493	n493	n494	0,00	50	0	0,00	0,00			
P494	n494	n495	0,00	50	0	0,00	0,00	QT=	8,16	l/seg
P495	n495	n496	0,00	50	0	0,00	0,00	Q/m	0,0003 1	l/seg/m
P496	n496	n497	0,00	50	0	0,00	0,00	Q/c	0,016	lts/(s*cx)
P497	n497	n498	0,00	50	0	0,00	0,00	Conex	522	
P498	n498	n499	0,00	50	0	0,00	0,00	Conex/ m	0,020	
P501	n499	n500	0,00	50	0	0,00	0,00			
P502	500	501	0,00	50	0	0,00	0,00			
P503	501	502	0,00	50	0	0,00	0,00			
P504	502	503	0,00	50	0	0,00	0,00			
P505	503	504	0,00	50	0	0,00	0,00			
P507	505	506	0,00	50	0	0,00	0,00			
P508	506	507	54,22	50	1	0,02	0,02			
P509	507	508	140,30	50	3	0,04	0,04			
P510	507	509	100,60	50	2	0,03	0,03			
P511	507	510	70,15	50	1	0,02	0,02			
P512	510	511	172,70	50	3	0,05	0,05			
P513	511	512	173,50	50	3	0,05	0,05			
P515	511	514	116,40	50	2	0,04	0,04			
P516	510	515	356,50	50	7	0,11	0,11			
P517	516	517	102,20	50	2	0,03	0,03			
P518	517	518	69,05	50	1	0,02	0,02			
P519	518	519	168,70	50	3	0,05	0,05			
P520	519	520	120,80	50	2	0,04	0,04			
P522	519	521	104,80	50	2	0,03	0,03			

P523	519	522	70,80	50	1	0,02	0,02
P524	518	523	72,50	50	1	0,02	0,02
P525	523	524	13,32	50	0	0,00	0,00
P526	524	525	108,40	50	2	0,03	0,03
P527	523	526	46,60	50	1	0,01	0,01
P528	524	527	74,61	50	1	0,02	0,02
P529	527	528	108,30	50	2	0,03	0,03
P530	527	529	57,58	50	1	0,02	0,02
P531	527	530	73,01	50	1	0,02	0,02
P532	530	531	289,30	50	6	0,09	0,09
P533	531	530	289,30	50	6	0,09	0,09
P534	503	532	75,79	50	1	0,02	0,02
P535	532	533	292,60	50	6	0,09	0,09
P536	533	534	56,90	50	1	0,02	0,02
P537	533	535	73,23	50	1	0,02	0,02
P538	535	536	129,40	50	3	0,04	0,04
P539	532	537	72,54	50	1	0,02	0,02
P540	537	538	288,40	50	6	0,09	0,09
P541	537	539	146,50	50	3	0,04	0,04
P542	539	540	280,30	50	5	0,09	0,09
P544	539	541	133,60	50	3	0,04	0,04
P545	541	542	268,30	50	5	0,08	0,08
P546	543	544	0,00	50	0	0,00	0,00
P547	544	545	0,00	50	0	0,00	0,00
P548	545	494	0,00	50	0	0,00	0,00
P550	517	546	96,16	50	2	0,03	0,03
P588	584	585	104,00	110	2	0,03	0,03
P589	585	586	70,55	110	1	0,02	0,02

P590	585	587	92,94	110	2	0,03	0,03
P592	n588	n589	84,86	110	2	0,03	0,03
P593	n589	n590	38,50	110	1	0,01	0,01
P594	n590	n591	17,46	160	0	0,01	0,01
P595	n591	n592	125,40	160	2	0,04	0,04
P596	n592	n593	25,90	160	1	0,01	0,01
P597	n592	n594	13,35	160	0	0,00	0,00
P598	n594	n595	45,85	90	1	0,01	0,01
P599	n595	n596	66,53	90	1	0,02	0,02
P600	n596	n597	0,00	110	0	0,00	0,00
P601	n595	n596	0,00	110	0	0,00	0,00
P602	n596	n597	0,00	160	0	0,00	0,00
P603	n597	n598	0,00	160	0	0,00	0,00
P604	n598	n599	0,00	75	0	0,00	0,00
P605	n605	n600	0,00	75	0	0,00	0,00
P606	n600	n601	0,00	75	0	0,00	0,00
P607	n601	n602	15,67	90	0	0,00	0,00
P608	n601	n603	20,49	90	0	0,01	0,01
P609	n603	n604	98,57	90	2	0,03	0,03
P610	n604	n605	98,12	90	2	0,03	0,03
P611	n605	n606	101,30	90	2	0,03	0,03
P612	n606	n607	0,00	90	0	0,00	0,00
P613	n595	n608	0,00	75	0	0,00	0,00
P614	n608	n609	0,00	75	0	0,00	0,00
P615	n609	n610	0,00	90	0	0,00	0,00
P616	n610	n611	0,00	90	0	0,00	0,00
P617	n611	n612	0,00	90	0	0,00	0,00
P618	n612	n613	0,00	90	0	0,00	0,00

P619	n613	n614	0,00	75	0	0,00	0,00
P620	n614	n615	0,00	90	0	0,00	0,00
P621	n615	n616	0,00	90	0	0,00	0,00
P622	n607	n617	15,97	75	0	0,00	0,00
P623	n617	n618	9,16	90	0	0,00	0,00
P624	n618	n619	269,00	90	5	0,08	0,08
P625	n619	n620	163,70	90	3	0,05	0,05
P626	n620	n621	71,93	90	1	0,02	0,02
P627	n621	n622	71,61	90	1	0,02	0,02
P628	n621	n623	180,00	110	4	0,06	0,06
P629	n623	n624	49,54	90	1	0,02	0,02
P631	n624	n625	76,54	75	1	0,02	0,02
P632	n625	n626	6,82	90	0	0,00	0,00
P633	n626	n627	56,28	90	1	0,02	0,02
P634	n627	n628	90,61	90	2	0,03	0,03
P635	n628	n619	70,83	90	1	0,02	0,02
P636	n625	n629	135,70	90	3	0,04	0,04
P637	n629	n628	99,65	75	2	0,03	0,03
P638	n629	n630	70,40	75	1	0,02	0,02
P639	n630	n631	14,19	75	0	0,00	0,00
P640	n631	n632	95,01	90	2	0,03	0,03
P641	n632	n633	19,65	90	0	0,01	0,01
P642	n633	n634	56,38	90	1	0,02	0,02
P643	n634	n624	88,21	75	2	0,03	0,03
P644	n635	n636	64,85	75	1	0,02	0,02
P645	n636	n637	49,56	90	1	0,02	0,02
P646	n637	n638	71,86	90	1	0,02	0,02
P647	n638	n639	97,70	90	2	0,03	0,03

P648	n639	n640	68,08	90	1	0,02	0,02
P649	n640	n641	73,84	90	1	0,02	0,02
P650	n641	n642	20,84	90	0	0,01	0,01
P651	n642	n636	93,71	160	2	0,03	0,03
P652	n643	n638	193,70	150	4	0,06	0,06
P653	n644	n645	39,79	100	1	0,01	0,01
P654	n645	n646	70,74	100	1	0,02	0,02
P655	n646	n647	61,02	100	1	0,02	0,02
P656	n647	n648	65,90	75	1	0,02	0,02
P657	n648	n649	147,10	75	3	0,05	0,05
P658	n649	n602	9,30	50	0	0,00	0,00
P659	n649	n650	29,11	50	1	0,01	0,01
P660	n650	n651	108,90	50	2	0,03	0,03
P661	n651	n652	94,42	50	2	0,03	0,03
P662	n652	n617	98,90	50	2	0,03	0,03
P663	n647	n653	69,16	50	1	0,02	0,02
P665	n654	n655	56,74	100	1	0,02	0,02
P666	n655	n659	110,10	100	2	0,03	0,03
P667	n659	n657	25,77	100	1	0,01	0,01
P668	n657	n658	62,48	75	1	0,02	0,02
P669	n658	n659	70,67	75	1	0,02	0,02
P670	n659	n660	12,11	50	0	0,00	0,00
P671	n660	n661	64,93	50	1	0,02	0,02
P672	n661	n662	65,30	50	1	0,02	0,02
P673	n662	n663	97,68	50	2	0,03	0,03
P674	n663	n598	84,21	50	2	0,03	0,03
P675	n598	n659	49,08	50	1	0,02	0,02
P676	n598	n664	74,50	150	1	0,02	0,02

P677	n664	n665	71,47	150	1	0,02	0,02
P678	n665	n666	48,09	150	1	0,01	0,01
P679	n666	n667	85,07	50	2	0,03	0,03
P680	n667	n668	32,57	50	1	0,01	0,01
P681	n668	n657	36,61	50	1	0,01	0,01
P682	n668	n642	175,60	50	3	0,05	0,05
P683	n641	n669	214,30	50	4	0,07	0,07
P684	n669	n670	60,00	50	1	0,02	0,02
P685	n670	n671	31,92	50	1	0,01	0,01
P686	n671	n672	26,57	50	1	0,01	0,01
P687	n672	n669	76,25	50	1	0,02	0,02
P688	n672	n673	68,77	50	1	0,02	0,02
P689	n673	n674	179,30	50	4	0,05	0,05
P690	n673	n674	66,69	50	1	0,02	0,02
P691	n674	n675	187,70	50	4	0,06	0,06
P692	n675	n676	71,62	50	1	0,02	0,02
P693	676	677	41,40	50	1	0,01	0,01
P694	677	671	72,72	50	1	0,02	0,02
P695	677	696	74,93	50	1	0,02	0,02
P696	676	678	154,50	50	3	0,05	0,05
P697	678	679	83,73	50	2	0,03	0,03
P698	679	680	19,36	50	0	0,01	0,01
P699	680	681	112,80	50	2	0,03	0,03
P700	681	682	84,82	50	2	0,03	0,03
P701	682	683	70,00	50	1	0,02	0,02
P702	683	662	14,85	50	0	0,00	0,00
P703	683	684	292,50	50	6	0,09	0,09
P704	684	685	72,94	50	1	0,02	0,02

P705	685	686	171,90	50	3	0,05	0,05
P706	686	682	80,56	50	2	0,02	0,02
P707	661	687	271,20	50	5	0,08	0,08
P708	687	684	97,80	50	2	0,03	0,03
P709	687	688	95,74	50	2	0,03	0,03
P710	688	689	165,90	50	3	0,05	0,05
P711	689	660	72,69	50	1	0,02	0,02
P712	690	691	271,50	50	5	0,08	0,08
P713	691	692	61,27	50	1	0,02	0,02
P714	691	693	69,70	50	1	0,02	0,02
P715	693	694	271,30	50	5	0,08	0,08
P716	693	695	157,40	50	3	0,05	0,05
P717	693	696	69,18	50	1	0,02	0,02
P718	696	697	138,60	50	3	0,04	0,04
P719	697	698	123,90	50	2	0,04	0,04
P720	699	700	170,50	50	3	0,05	0,05
P721	700	701	69,58	50	1	0,02	0,02
P722	701	702	74,13	50	1	0,02	0,02
P723	701	703	71,37	50	1	0,02	0,02
P724	703	704	62,08	50	1	0,02	0,02
P725	704	696	179,70	50	4	0,06	0,06
P726	705	706	197,60	50	4	0,06	0,06
P727	706	707	70,43	50	1	0,02	0,02
P728	707	708	177,80	50	3	0,05	0,05
P729	708	705	68,46	50	1	0,02	0,02
P730	707	709	75,60	50	1	0,02	0,02
P731	709	710	165,60	50	3	0,05	0,05
P732	710	711	62,08	50	1	0,02	0,02

P733	711	712	30,97	50	1	0,01	0,01
P734	712	713	49,94	50	1	0,02	0,02
P735	712	714	84,32	50	2	0,03	0,03
P736	715	714	70,02	50	1	0,02	0,02
P737	715	716	127,30	50	2	0,04	0,04
P738	716	714	47,39	50	1	0,01	0,01
P739	717	718	85,92	50	2	0,03	0,03
P740	718	719	16,33	50	0	0,00	0,00
P741	720	713	59,80	50	1	0,02	0,02
P742	675	721	100,00	50	2	0,03	0,03
P743	721	722	167,70	50	3	0,05	0,05
P744	722	723	118,90	50	2	0,04	0,04
P745	723	724	67,67	50	1	0,02	0,02
P746	724	725	109,50	50	2	0,03	0,03
P747	725	722	63,28	50	1	0,02	0,02
P748	725	726	57,58	50	1	0,02	0,02
P749	726	678	55,47	50	1	0,02	0,02
P750	726	727	42,04	50	1	0,01	0,01
P751	727	728	48,83	50	1	0,01	0,01
P752	727	729	113,80	50	2	0,03	0,03
P753	729	730	38,03	50	1	0,01	0,01
P754	730	731	38,04	50	1	0,01	0,01
P755	731	724	81,15	50	2	0,02	0,02
P756	732	733	206,60	50	4	0,06	0,06
P757	733	734	90,10	50	2	0,03	0,03
P758	734	735	44,51	50	1	0,01	0,01
P759	735	736	87,87	50	2	0,03	0,03
P760	734	737	84,21	50	2	0,03	0,03

P761	737	738	175,30	50	3	0,05	0,05
P762	738	739	77,19	50	2	0,02	0,02
P763	739	740	41,51	50	1	0,01	0,01
P764	740	741	88,09	50	2	0,03	0,03
P765	741	742	5,87	50	0	0,00	0,00
P766	742	743	8,60	50	0	0,00	0,00
P767	743	744	153,00	50	3	0,05	0,05
P768	744	745	57,74	50	1	0,02	0,02
P769	716	746	47,53	50	1	0,01	0,01
P770	764	747	33,72	50	1	0,01	0,01
P771	747	748	137,90	50	3	0,04	0,04
P772	748	749	71,43	50	1	0,02	0,02
P773	749	750	115,40	50	2	0,04	0,04
P774	750	751	160,50	50	3	0,05	0,05
P775	751	752	48,22	50	1	0,01	0,01
P776	752	749	178,80	50	4	0,05	0,05
P777	752	753	54,00	50	1	0,02	0,02
P778	753	754	100,90	50	2	0,03	0,03
P779	754	755	77,41	50	2	0,02	0,02
P780	755	756	70,21	50	1	0,02	0,02
P781	756	754	86,00	50	2	0,03	0,03
P782	757	758	66,95	50	1	0,02	0,02
P783	755	759	147,10	50	3	0,05	0,05
P784	759	760	69,17	50	1	0,02	0,02
P785	761	762	167,10	50	3	0,05	0,05
P786	762	763	17,77	50	0	0,01	0,01
P787	763	764	167,40	50	3	0,05	0,05
P788	764	743	66,14	50	1	0,02	0,02

P789	741	761	74,78	50	1	0,02	0,02
P790	761	765	79,75	50	2	0,02	0,02
P791	756	766	140,30	50	3	0,04	0,04
P792	766	767	89,03	50	2	0,03	0,03
P793	767	768	73,58	50	1	0,02	0,02
P794	768	759	137,70	50	3	0,04	0,04
P795	744	768	87,42	50	2	0,03	0,03
P796	768	769	169,30	50	3	0,05	0,05
P797	769	770	38,71	50	1	0,01	0,01
P798	770	771	53,56	50	1	0,02	0,02
P799	771	772	111,10	50	2	0,03	0,03
P800	772	773	16,79	50	0	0,01	0,01
P801	773	774	23,93	50	0	0,01	0,01
P802	774	775	46,42	50	1	0,01	0,01
P803	772	776	68,40	50	1	0,02	0,02
P804	777	778	203,40	50	4	0,06	0,06
P805	778	779	69,38	50	1	0,02	0,02
P806	779	618	77,95	50	2	0,02	0,02
P807	779	780	167,50	50	3	0,05	0,05
P808	757	773	212,70	50	4	0,07	0,07
P809	665	658	125,90	50	2	0,04	0,04
P810	781	782	189,30	50	4	0,06	0,06
P811	782	733	19,87	50	0	0,01	0,01
P812	782	783	101,60	50	2	0,03	0,03
P813	782	784	57,97	50	1	0,02	0,02
P814	784	785	92,25	50	2	0,03	0,03
P815	784	770	76,99	50	2	0,02	0,02
P816	770	786	75,21	50	1	0,02	0,02

P817	681	729	83,52	50	2	0,03	0,03
P818	679	664	95,12	50	2	0,03	0,03
P819	620	787	71,73	50	1	0,02	0,02
P820	787	626	55,10	50	1	0,02	0,02
P821	697	788	136,40	50	3	0,04	0,04
P823	788	790	18,39	50	0	0,01	0,01
P824	790	791	105,30	50	2	0,03	0,03
P825	788	792	34,28	50	1	0,01	0,01
P826	792	793	94,31	50	2	0,03	0,03
P827	793	794	123,60	50	2	0,04	0,04
P828	793	737	151,40	50	3	0,05	0,05
P829	386	795	99,18	50	2	0,03	0,03
P830	387	796	198,60	50	4	0,06	0,06
P831	391	797	111,80	50	2	0,03	0,03
P832	384	798	52,98	50	1	0,02	0,02
P833	385	799	75,74	50	1	0,02	0,02
P834	799	800	47,56	50	1	0,01	0,01
P835	800	801	210,00	50	4	0,06	0,06
P836	802	803	55,29	50	1	0,02	0,02
P838	399	805	97,18	50	2	0,03	0,03
P854	817	818	265,10	50	5	0,08	0,08
P855	818	819	61,77	50	1	0,02	0,02
P856	817	818	265,10	50	5	0,08	0,08
P857	818	819	61,77	250	1	0,02	0,02
P858	819	820	122,70	200	2	0,04	0,04
P859	820	821	427,00	160	8	0,13	0,13
P860	821	822	36,25	160	1	0,01	0,01
P861	822	823	106,50	160	2	0,03	0,03

0	0	23	32,01	160	1	0,01	0,01
		TOTAL	26646,42	522			

p2	n415	Deposito	1,00	50	0	0,00	0,00
P493	n493	n494	0,00	50	0	0,00	0,00
P798	770	771	53,56	50	1	0,02	0,02
P799	771	772	111,10	50	2	0,03	0,03
P800	772	773	16,79	50	0	0,01	0,01
P801	773	774	23,93	50	0	0,01	0,01
P802	774	775	46,42	50	1	0,01	0,01
P803	772	776	68,40	50	1	0,02	0,02
P804	777	778	203,40	50	4	0,06	0,06
P805	778	779	69,38	50	1	0,02	0,02
P806	779	618	77,95	50	2	0,02	0,02
P807	779	780	167,50	50	3	0,05	0,05
P808	757	773	212,70	50	4	0,07	0,07
P809	665	658	125,90	50	2	0,04	0,04
P810	781	782	189,30	50	4	0,06	0,06
P811	782	733	19,87	50	0	0,01	0,01
P812	782	783	101,60	50	2	0,03	0,03
P813	782	784	57,97	50	1	0,02	0,02
P814	784	785	92,25	50	2	0,03	0,03
P815	784	770	76,99	50	2	0,02	0,02
P816	770	786	75,21	50	1	0,02	0,02
P817	681	729	83,52	50	2	0,03	0,03
P818	679	664	95,12	50	2	0,03	0,03

P819	620	787	71,73	50	1	0,02	0,02	
P820	787	626	55,10	50	1	0,02	0,02	
P821	697	788	136,40	50	3	0,04	0,04	
P823	788	790	18,39	50	0	0,01	0,01	
P824	790	791	105,30	50	2	0,03	0,03	
P825	788	792	34,28	50	1	0,01	0,01	
P826	792	793	94,31	50	2	0,03	0,03	
P827	793	794	123,60	50	2	0,04	0,04	
P828	793	737	151,40	50	3	0,05	0,05	
P829	386	795	99,18	50	2	0,03	0,03	
P830	387	796	198,60	50	4	0,06	0,06	
P831	391	797	111,80	50	2	0,03	0,03	
P832	384	798	52,98	50	1	0,02	0,02	
P833	385	799	75,74	50	1	0,02	0,02	
P834	799	800	47,56	50	1	0,01	0,01	
P835	800	801	210,00	50	4	0,06	0,06	
P836	802	803	55,29	50	1	0,02	0,02	
P838	399	805	97,18	50	2	0,03	0,03	
P854	817	818	265,10	50	5	0,08	0,08	
P855	818	819	61,77	50	1	0,02	0,02	
P856	817	818	265,10	50	5	0,08	0,08	
P857	818	819	61,77	250	1	0,02	0,02	
P858	819	820	122,70	200	2	0,04	0,04	
P859	820	821	427,00	160	8	0,13	0,13	
P860	821	822	36,25	160	1	0,01	0,01	
P861	822	823	106,50	160	2	0,03	0,03	
0	0	23	32,01	160	1	0,01	0,01	
		TOTAL	53407,38					1046

Tubería p137	n635	n636	145,8	12,7	4	0,03	0,03	ARIEL		
Tubería p138	n636	n637	34,64	45,2	1	0,01	0,01			
Tubería p139	n637	n638	148,1	16,4	4	0,03	0,03	QT=	1,29	l/seg
Tubería p140	n638	n639	55,19	45,2	2	0,01	0,01	Q/m	0,0002 3	l/seg/m
Tubería p141	n639	n640	156,9	45,2	4	0,04	0,04	Q/c	0,008	lts/(s*cx)
Tubería p142	n640	n641	152,4	45,2	4	0,03	0,03	Conex	163	
Tubería p143	n641	n642	281,4	45,2	8	0,06	0,06	Conex/ m	0,029	
Tubería p144	n642	n636	54,01	16,4	2	0,01	0,01			
Tubería p145	n643	n638	150,1	12,7	4	0,03	0,03			
Tubería p146	n644	n645	148	16,4	4	0,03	0,03			
Tubería p147	n645	n646	72,15	45,2	2	0,02	0,02			
Tubería p148	n646	n647	75,07	45,2	2	0,02	0,02			
Tubería p149	n647	n648	164,7	45,2	5	0,04	0,04			
Tubería p150	n648	n649	48,69	45,2	1	0,01	0,01			
Tubería p151	n649	n602	60,11	45,2	2	0,01	0,01			
Tubería p152	n649	n650	16,65	45,2	0	0,00	0,00			
Tubería p153	n650	n651	27,55	57,17	1	0,01	0,01			
Tubería p154	n651	n652	88,27	57,15	3	0,02	0,02			
Tubería p158	n652	n617	17,54	45,2	1	0,00	0,00			
Tubería p159	n647	n653	27,12	45,2	1	0,01	0,01			
Tubería p160	n654	n655	59,36	45,2	2	0,01	0,01			
Tubería p161	n655	n659	167,5	45,2	5	0,04	0,04			
Tubería p162	n659	n657	24,2	45,2	1	0,01	0,01			

Tubería p163	n657	n658	64,04	45,2	2	0,01	0,01
Tubería p164	n658	n659	117,7	45,2	3	0,03	0,03
Tubería p165	n659	n660	66,19	45,2	2	0,01	0,01
Tubería p166	n660	n661	107,5	45,2	3	0,02	0,02
Tubería p167	n661	n662	107,3	45,2	3	0,02	0,02
Tubería p168	n662	n663	224,6	45,2	6	0,05	0,05
Tubería p169	n663	n598	7,762	45,2	0	0,00	0,00
Tubería p170	n598	n659	64,67	45,2	2	0,01	0,01
Tubería p171	n598	n664	40,19	45,2	1	0,01	0,01
Tubería p172	n664	n665	164,6	45,2	5	0,04	0,04
Tubería p173	n665	n666	8,209	45,2	0	0,00	0,00
Tubería p174	n666	n667	225,3	45,2	6	0,05	0,05
Tubería p175	n667	n668	14,28	45,2	0	0,00	0,00
Tubería p176	n668	n657	220,8	45,2	6	0,05	0,05
Tubería p177	n668	n642	64,53	45,2	2	0,01	0,01
Tubería p178	n641	n669	114,5	45,2	3	0,03	0,03
Tubería p179	n669	n670	110,5	45,2	3	0,03	0,03
Tubería p180	n670	n671	25,49	45,2	1	0,01	0,01
Tubería p181	n671	n672	92,14	45,2	3	0,02	0,02
Tubería p182	n672	n669	133,6	45,2	4	0,03	0,03
Tubería p183	n672	n673	114,1	45,2	3	0,03	0,03
Tubería p184	n673	n674	8,743	45,2	0	0,00	0,00
Tubería p185	n673	n674	166,5	45,2	5	0,04	0,04
Tubería p186	n674	n675	87,97	45,2	3	0,02	0,02
Tubería p187	n675	n676	100,4	50	3	0,02	0,02
Tubería p188	676	677	64,79	45,2	2	0,01	0,01
Tubería p249	677	671	45,88	45,2	1	0,01	0,01
Tubería p864	677	696	17,42	45,2	0	0,00	0,00

Tubería p865	676	678	205	45,2	6	0,05	0,05
Tubería p866	678	679	72,46	45,2	2	0,02	0,02
Tubería p867	679	680	35,95	45,2	1	0,01	0,01
Tubería p868	680	681	98,75	45,2	3	0,02	0,02
Tubería p869	681	682	80,59	45,2	2	0,02	0,02
Tubería p870	682	683	76,47	45,2	2	0,02	0,02
Tubería p871	n635	n636	124,5	45,2	4	0,03	0,03
Tubería p872	n636	n637	35,74	45,2	1	0,01	0,01
Tubería p874	n637	n638	29,47	45,2	1	0,01	0,01
Tubería p875	n638	n639	198,2	45,2	6	0,04	0,04
			5712,28		163		

CAPITULO VII
DATOS DE ENTRADA EN MODELO

7 DATOS ENTRADAS

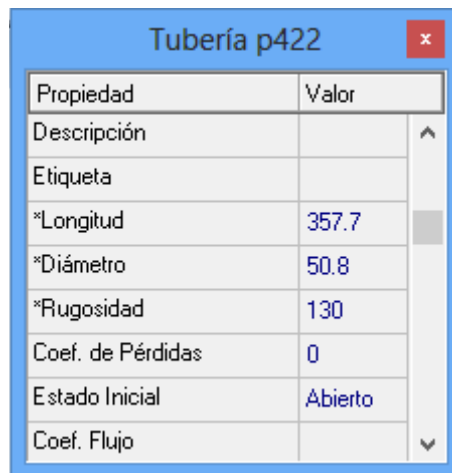
7.1. Asignación de Valores y características del Modelo

7.1.2. Características de entrada

El programa EPANET te exige varios datos de entrada para poder luego simular la red.

-TUBERIA:

- Diametros, rugosidad(tipo de tubería)



Propiedad	Valor
Descripción	
Etiqueta	
*Longitud	357.7
*Diámetro	50.8
*Rugosidad	130
Coef. de Pérdidas	0
Estado Inicial	Abierto
Coef. Flujo	

Ilustración 7: Asignación propiedades Tuberías

Tanto los valores de diámetro como las rugosidades fueron sacadas a partir de tablas de tuberías comerciales.

Con la tabla 5.4 asignamos a cada nodo en el modelo realizado en EPANET, los valores de demanda base obtenida.

Con las tablas de diámetros comerciales asignamos las propiedades de los tubos



Cuadro 6.1: Diámetros hidráulicos de tuberías de PVC

Diámetro Nominal	Presión nominal de trabajo en Kg/cm ²			
	4	6	10	16
25			22.0	21.2
32			28.4	27.2
40		36.4	36.0	35.2
50	47.2	46.4	45.2	42.6
63	59.4	59.2	57.0	53.6
75	71.4	70.6	67.8	63.8
90	86.4	84.6	81.4	76.6
110	105.6	103.6	99.4	93.6
125	120.0	117.6	113.0	106.4
140	134.4	131.8	126.6	119.2
160	153.6	150.6	144.5	136.2
180	172.8	169.4	162.8	
200	192.0	188.2	180.8	
250	240.2	235.4	226.2	
315	302.6	296.6	285.0	
355	341.0	334.2		
400	384.2	376.6		
500	480.4			

Ilustración 8: Diametros Comerciales PVC

DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA PARA CONDUCCIÓN DE AGUA, GAS Y AIRE NMX-B-177																
DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR		ESPESOR		CÉD	PESO EXT. LISO		PESO POR TUBO (kg.)		TUBOS/TON.	PRESIÓN DE PRUEBA ASTM-A-53-A		SISTEMA PARA EMPACAR peso por paquete			
	pulg.	mm.	pulg.	mm.		lb./pie	kg./m.	extr. liso	c/rosca y cople		lb./pulg. ²	kg./cm. ²	Tubos/Paq.	kg.	lb.	
1/2	13	0.840	21.3	0.109	2.77	40	0.85	1.27	8.13	8.20	123	700	50	127	1033	2277
				0.147	3.73	80	1.09	1.62	10.37	10.44	97	850	60	127	1317	2903
3/4	19	1.050	26.7	0.113	2.87	40	1.13	1.69	10.82	10.92	93	700	50	127	1374	3029
				0.154	3.91	80	1.47	2.20	14.08	14.12	71	850	60	127	1781	3926
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	40	1.68	2.50	16.00	16.16	63	700	50	91	1456	3210
				0.179	4.55	80	2.17	3.24	20.74	20.90	48	850	60	91	1887	4160
1 1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	40	2.27	3.39	21.70	21.90	46	1200	85	91	1975	4354
				0.191	4.85	80	3.00	4.47	28.61	28.81	35	1800	127	61	1745	3847
1 1/2	38	1.900	48.3	0.145	3.68	40	2.72	4.05	25.92	26.20	39	1200	85	91	2359	5201
				0.200	5.08	80	3.63	5.41	34.62	34.90	29	1800	127	61	2112	4656
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	40	3.65	5.44	34.82	35.28	29	2300	162	61	2124	4683
				0.218	5.54	80	5.02	7.48	47.87	48.34	21	2500	176	32	1532	3377
2 1/2	64	2.875	73.0	0.203	5.15	40	5.79	8.63	55.23	56.28	18	2500	176	37	2041	4500
				0.160	4.06	NX	4.64	6.91	44.23	45.35	22	1950	137	37	1637	3609
3	76	3.500	88.9	0.216	5.49	40	7.58	11.29	72.26	73.78	14	2220	156	19	1373	3027
				0.170	4.32	NX	6.05	9.01	57.66	59.19	17	1930	136	19	1096	2416
4	102	4.500	114.3	0.237	6.02	40	10.78	16.07	102.85	104.82	10	1900	134	19	1953	4306
				0.188	4.78	NX	8.66	12.91	82.62	84.48	12	1500	105	19	1568	3457

Largo: 6.40 m.

Ilustración 9: Diametros Comerciales

TUBERÍA DE PEAD SEGÚN NORMA IRAM 13485*



Tubos de PE con tensión de diseño (ss) de 6.3 Mpa
Correspondiente a PE - 80 Factor de seguridad 1.25

Diámetro Externo (mm)	SDR 32 PN 4 Kg/cm2		SDR 21 PN 6 Kg/cm2		SDR 17 PN 8 Kg/cm2		SDR 13,6 PN 10 Kg/cm2		SDR 11 PN 12,5 Kg/cm2		SDR 9 PN 16 Kg/cm2	
	Espesor (mm)	Diámetro Interno (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interno (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interno (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interno (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interno (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interno (mm)
20	-	-	-	-	-	-	1,8	16,4	2,0	16	2,4	15,2
25	-	-	-	-	-	-	2,0	21	2,3	20,4	2,8	19,4
32	-	-	-	-	2,0	28,0	2,4	27,2	3,0	26,0	3,6	24,8
40	-	-	2,0	36,0	2,4	35,2	3,0	34,0	3,7	32,6	4,5	31,0
50	2,0	46,0	2,3	45,4	3,0	44,0	3,7	42,6	4,6	40,8	5,6	38,8
63	2,3	58,4	2,8	57,4	3,8	55,4	4,7	53,6	5,8	51,4	7,1	48,8
75	2,4	70,2	3,4	68,2	4,5	66,0	5,6	63,8	6,8	61,4	8,4	58,2
90	2,8	84,4	4,3	81,4	5,4	79,2	6,7	76,6	8,2	73,6	10,1	69,8
110	3,4	103,2	5,3	99,4	6,6	96,8	8,1	93,8	10,0	90,0	12,3	85,4
125	3,9	117,2	6,0	113,0	7,4	110,2	9,2	106,6	11,4	102,2	14	97,0
140	4,3	131,4	6,7	126,6	8,3	123,4	10,3	119,4	12,7	114,6	15,7	108,6
160	5,0	150,0	7,7	144,6	9,5	141,0	11,8	136,4	14,6	130,8	17,9	124,2
180	5,6	168,8	8,6	162,8	10,7	158,6	13,3	153,4	16,4	147,2	20,1	139,8
200	6,2	187,6	9,6	180,8	11,9	176,2	14,7	170,6	18,2	163,6	22,4	155,2

LAS MEDIDAS SOBREADAS SE PUEDEN ENTREGAR EN ROLLOS, EL RESTO EN BARRAS DE 12 A 14 MTS.

Ilustración 10: Diametros Comerciales II

-NODO

En los nodo las propiedades que asignamos son: coordenadas x,y,z (que las asignamos desde el autoad), demanda base que se asigna en función de los valores obtenidos en la tabla 5.5

Propiedad	Valor
*ID Conexión	n427
Coordenada-X	4377596.3
Coordenada-Y	6558817.4
Descripción	
Etiqueta	
*Cota	730
Demanda Base	0.13
Patrón de Demanda	

Ilustración 11: Asignación propiedades nodo

-ALMACENAMIENTOS

Recordando que nosotros hacemos el supuesto que la oferta es ilimitada, las característica que nos importo al asignar un almacenamiento fue la cota del mismo.



Propiedad	Valor
*ID Depósito	39
Coordenada-X	4379222.7
Coordenada-Y	6553849.7
Descripción	
Etiqueta	
*Cota	871
*Nivel Inicial	10
*Nivel Mínimo	0

Ilustración 12: Asignación propiedades almacenamiento

Las propiedades de los almacenamientos fueron relevados con la Secretaria de Agua de la ciudad.

7.2. Corrida del Modelo

Una vez asignado todos los valores al programa, se lo corrió para luego analizar los datos obtenidos.

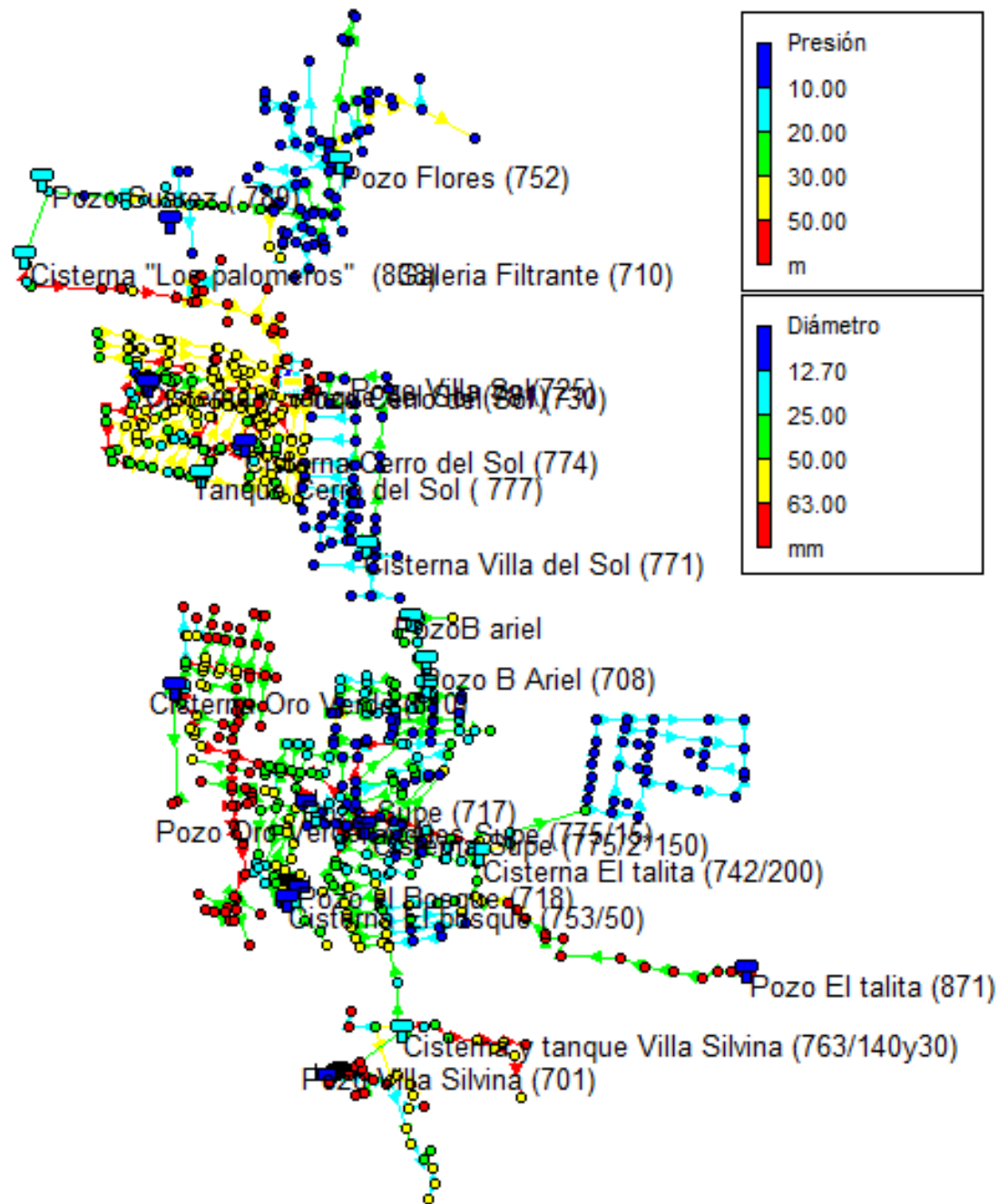


Ilustración 13: Ejecución de modelo

CAPITULO VIII
DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

8. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

8.1. Introducción

Analizando los valores obtenidos en el modelo se trata de encontrar los problemas que tiene la Red, por la cual no puede prestar un servicio con normalidad.

8.2 Posibles Problemas en la Red

Las condiciones por las que la red puede ser no brindar el servicio o ser insuficiente son:

- Presiones menores a las mínimas (12mca) o negativas.
- Falta de almacenamiento o volúmenes insuficientes.
- Fuentes con aporte de caudal menores a la demanda mínima.

8.2.1 Fuentes con aporte de caudal menores a la demanda mínima.

En función de la demanda como se vio en la unidad pasada pudimos estimar la demanada que va tener cada barrio, en función de esto y con los valores reelavos en las fuentes de aporte se compara los valores obtenidos para conocer en que barrios es necesario aumentar el caudal de aporte.

Conexiones por barrio		Consumo por barrio(2014) (m3/dia)
Barrio	Conexiones(2014)	
Ariel	100	68,26
Cerro del Sol I	294	201,48
Cerro del Sol II	157	107,73
Alto Cerro	17	11,51
El bosque A	182	125,00
EL bosque B	35	23,85
Oro Verde	29	19,74
Oro Verde II	642	439,98
Centro A	224	153,79
Centro B	785	537,84
Centro C	106	72,37
Talita	49	33,72
Ariel+imos	64	43,59
Pueblito I	1	0,82
Pueblito II	298	203,95
Pueblito III	37	25,49
Pueblito/Cerro Del Sol	38	26,32

Loma de la Virgen	2	1,64
Pueblito Av. Argentina	79	54,28
Villa la selva	139	95,40
Villa Silvina	91	62,50
Villa Sol	522	357,74
<i>Total</i>	<i>3891,6</i>	<i>2.667,00</i>

<u>Barrio</u>	<u>Consumo</u>
Ariel	112
Cerro del Sol/Alto	347
El bosque	124
Oro Verde	460
Centro	764
Talita	34
Pueblito	232
Villa la selva	95
Villa Silvina	63
Villa Sol	358

Cabe aclarar que los valores de aporte de las fuentes fueron relevados y aportados por la Secretaria de Agua de la Ciudad de Salsipuedes.

POZO	M3
BELLO HORIZONTE	15
V. LAS SELVAS	8
ORO VERDE	12
EL BOSQUE	8
SUPE	25
VILLA SILVINA	10
PLASMAN	15
ARIEL	6
VILLA SOL	12
GALERIA FILTRANTE	11
FLORES	8
TORRES	8

8.2.3.1 Comparación

Tabla Resumen Aporte Caudal	Requerido(m3/hs)	Existente(m3/hs)	Deficit
Ariel	136	65	-71

Cerro del Sol	10	15	5
Alto Cerro	10	11	1
El bosque	7	8	1
Oro Verde	12	22	10
Centro	35	25	-10
Talita	9	15	6
Pueblito	14	-	14
Villa Silvina	3	10	7
Villa Sol	10	12	2

Los barrios Cerros y Altos de Sol, El bosque, Oro Verde, El Talita, Villa Silvina y Villa del Sol, están teniendo un aporte de caudal superior al mínimo, con lo cual es correcto.

Los barrios donde el aporte es insuficiente es en barrio Ariel, y Centro seguramente porque es donde se encuentra la mayor densificación de personas, y se corre el riesgo de que falte el servicio.

Como solución a corto plazo se trata de con lo sobrante de los barrios colindantes salvar esta diferencia.

8.1.2 Falta de almacenamiento o insuficientes.

Recordar que la ENOSHA en el apartado 6.3.1 Capacidad en Cisternas y Tanques, exige que los almacenamientos tenga como mínimo “el 25% del gasto medio diario para la población al horizonte de diseño, lo que representa una reserva del orden de 6 horas para ese consumo.”

El análisis se realiza sectorizado por sector.

Pasando en limpio la comparación entre almacenamientos existentes y requeridos tenemos:

Tabla Resumen Almacenamientos	Requerido	Existente
Ariel	28	40
Cerro del Sol/Alto	87	65
El bosque	149	50
Oro Verde	115	155
Centro	191	365
Talita	8	200
Pueblito	58	-
Villa la selva	24	30
Villa Silvina	16	170
Villa Sol	89	52

Podemos apreciar que existen barrios como el bosque, el centro, El Pueblito y villa sol, el volumen requerido está muy por encima del valor mínimo que exige la ENOHSA.

Un caso particular es el barrio El Pueblito, que no existe algún almacenamiento, sino que el pozo “Flores” está conectado directamente a la red.

8.2.3 Presiones menores a las mínimas (12mca) o negativas.

El problema de no tener suficiente presión en cada punto de la red, significa que el agua no puede llegar al tanque de cada vivienda, con lo cual el servicio es imposible de brindarlo.

Se puede observar que los barrios más afectados por esta condición son El Pueblito, parte de Villa del Sol y El Talita. Con prácticamente toda la red con presión insuficiente; este es producto de las dimensiones de la cañería utilizadas que rondan los $\frac{3}{4}$ ” de diámetro. Vale aclarar que la ENOSHA exige en el apartado **6.4.2.3 Diámetros** un diámetro mínimo de 60 mm.

En las imágenes que continúan, se busca mostrar como en el modelo puede observarse esta situación.

La primera imagen es un detalle en colores con los valores de presión. Puede verse que el azul muestran presiones menores a 10 m.a.c., con lo cual es insuficiente para el aporte de agua potable.

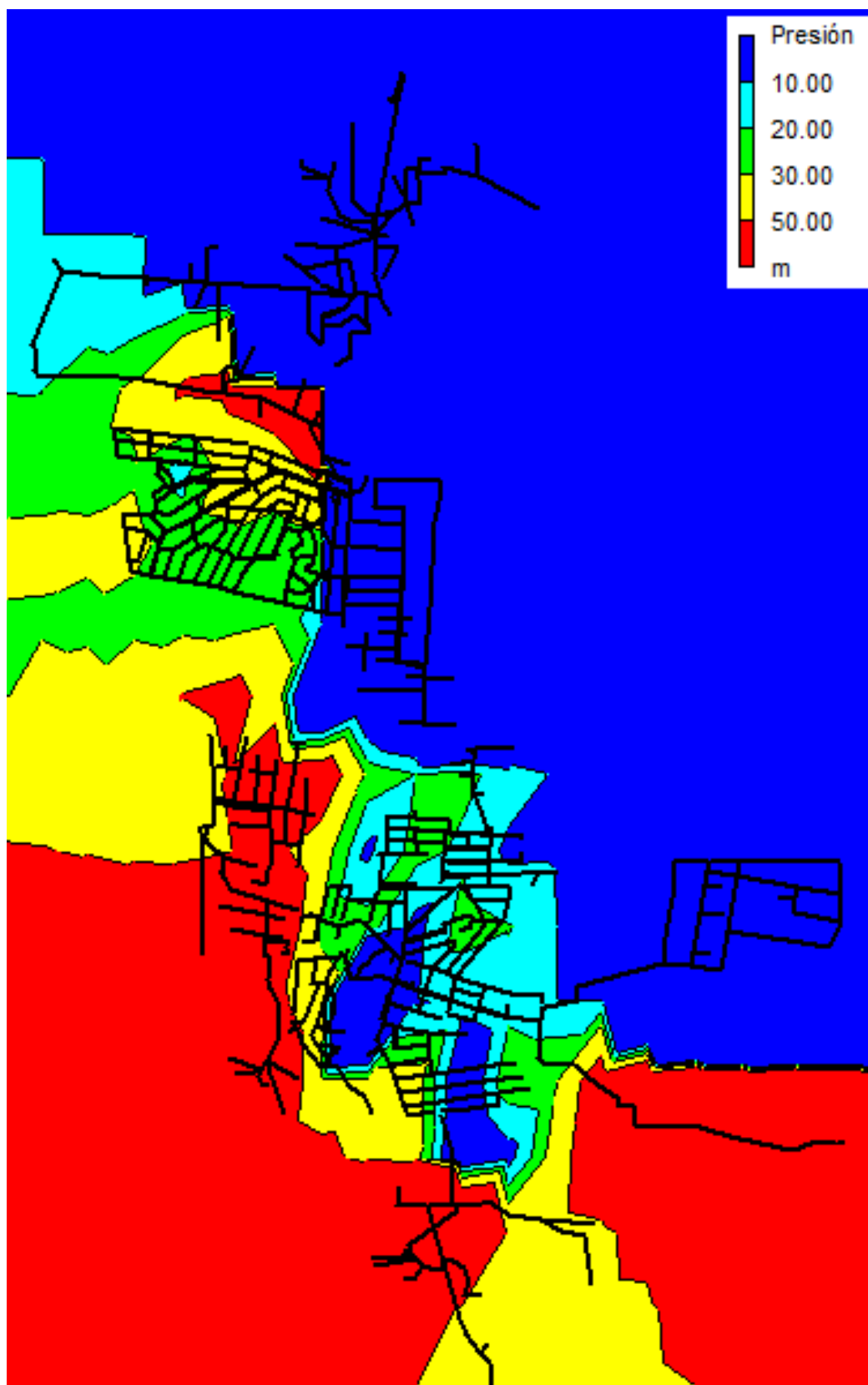


Ilustración 14: Mapa de Contorno de presiones

Ilustración 15: Presiones en El Pueblito

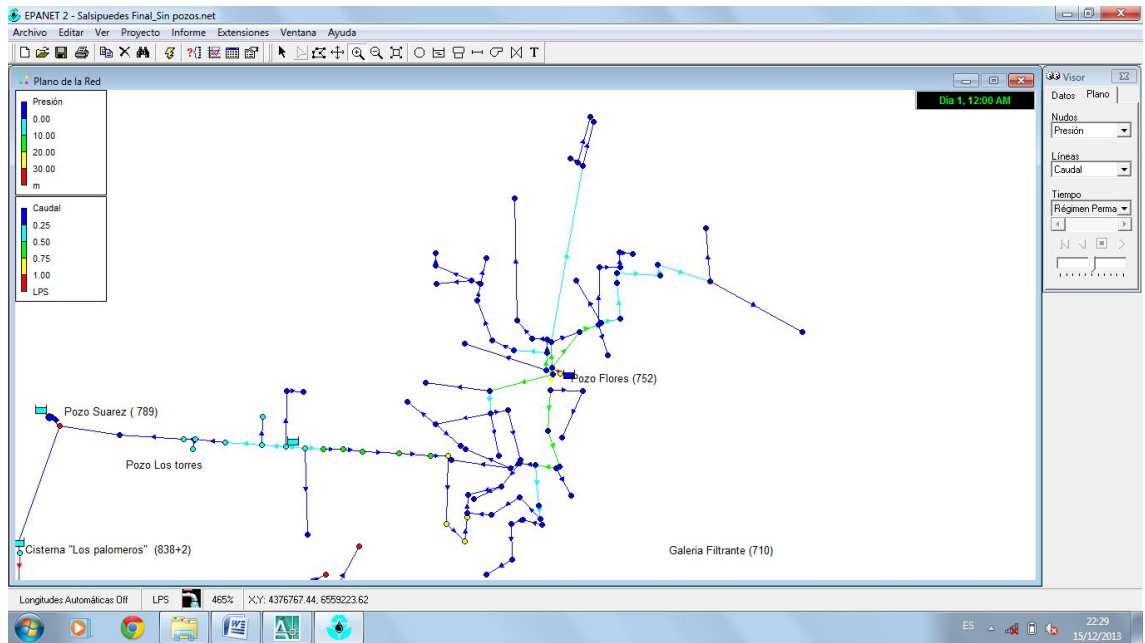


Ilustración 16: Presiones en El Talita

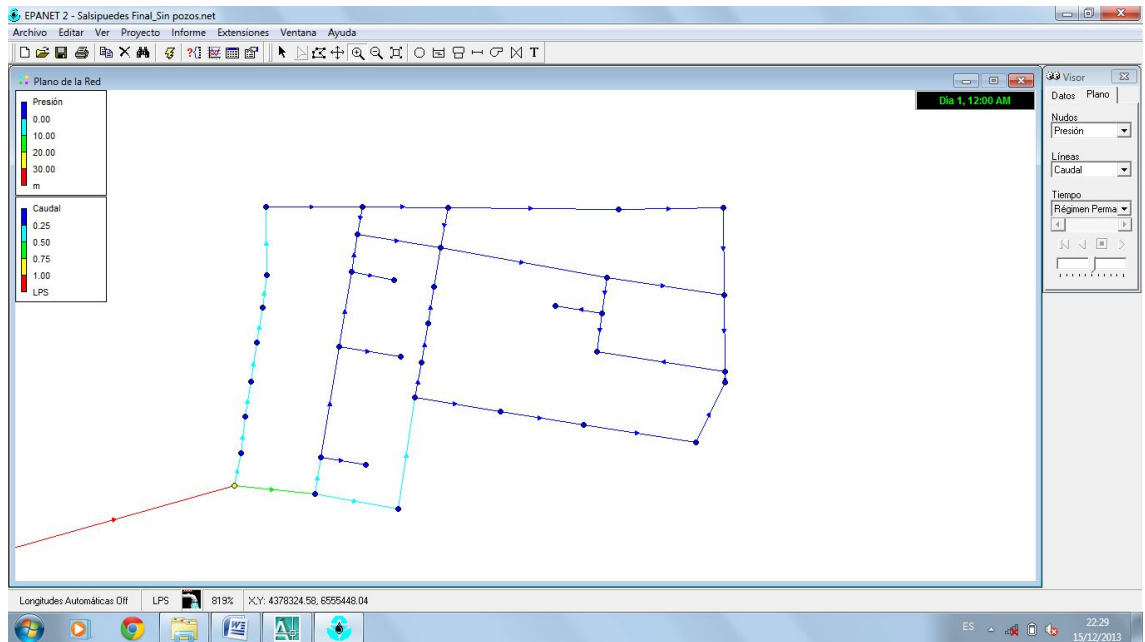
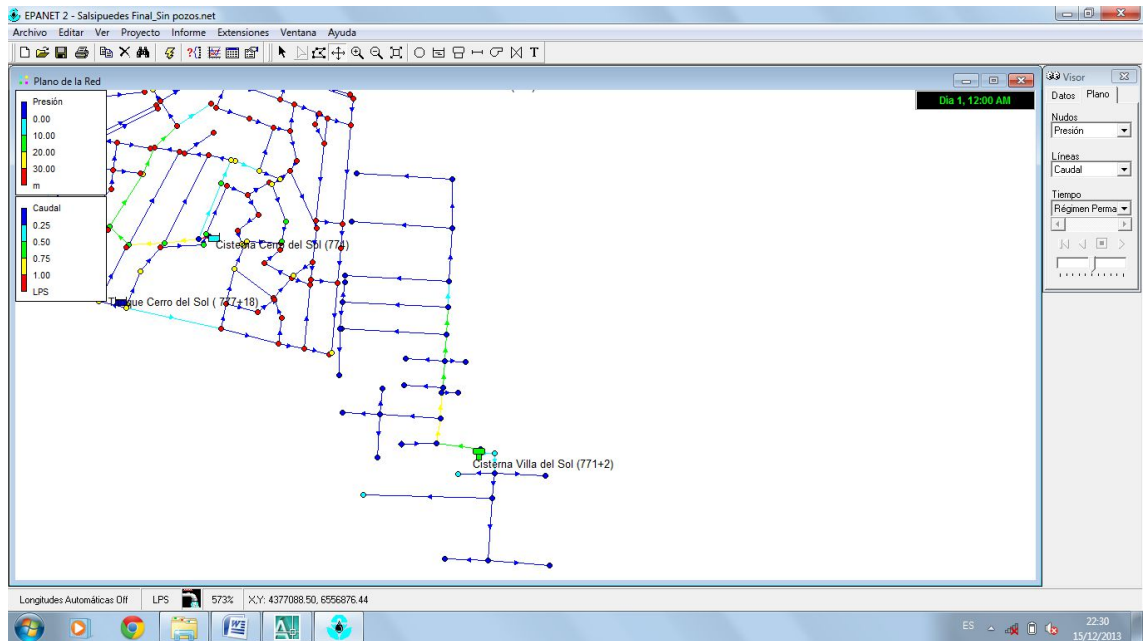


Ilustración 17: Presiones en Villa del Sol



A continuación lo que se realizó fue ir disminuyendo la demanda en el modelo, para tratar de ver si con un menor consumo la cañería es capaz de distribuir el agua.

Reduccion a un 50%

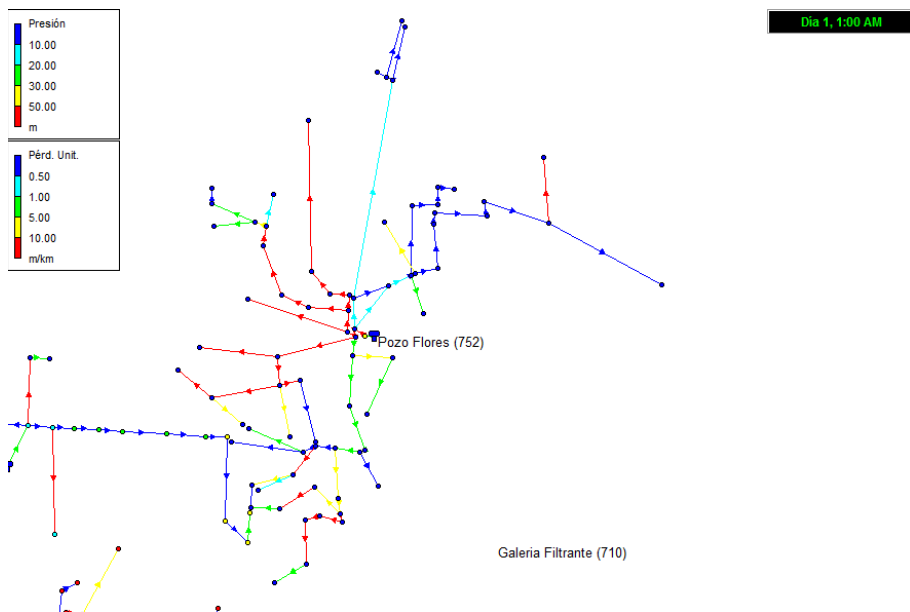


Ilustración 18: Reduccion de demanda a un 50%

Reduccion a un 25%

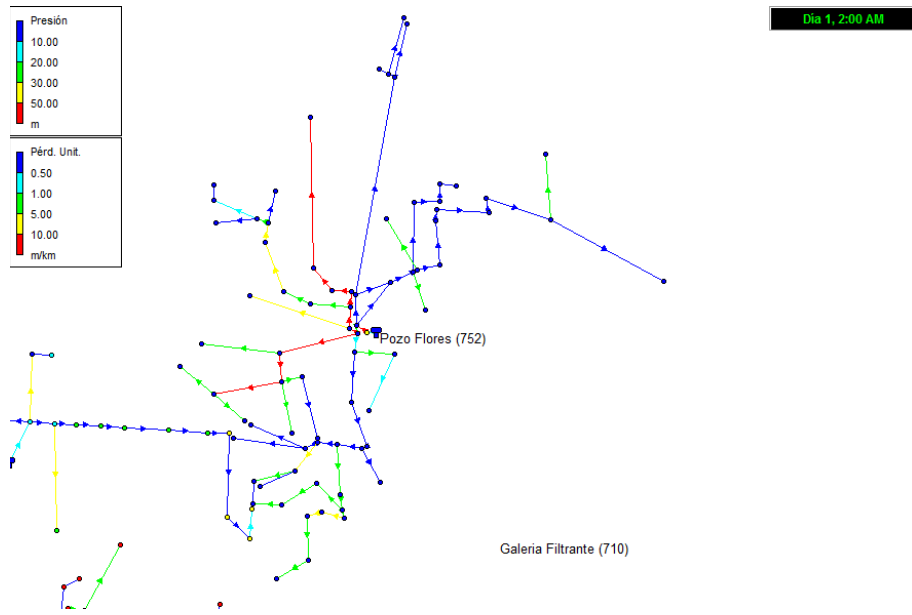


Ilustración 19: Reduccion de demanda a un 25%

Reduccion a un 10%

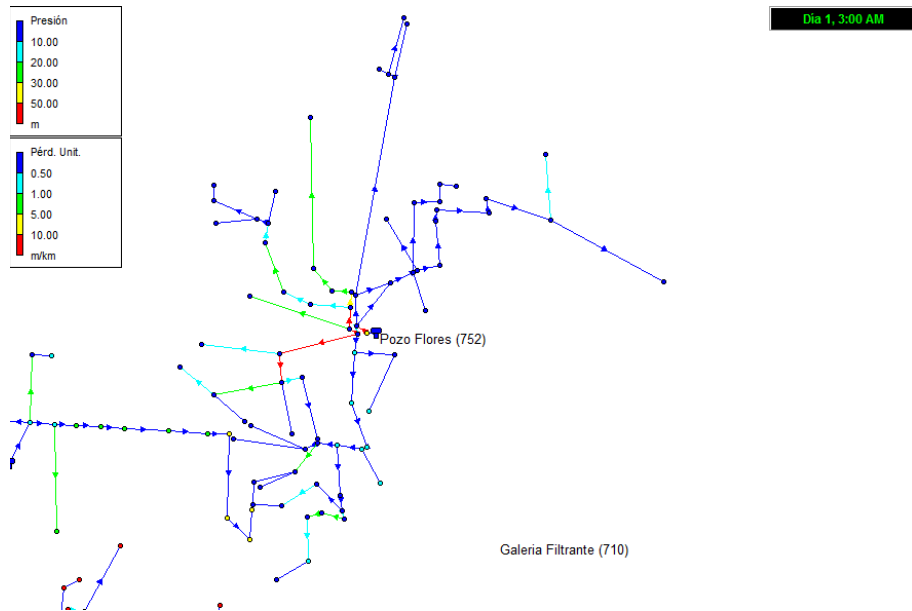


Ilustración 20: Reduccion de demanda a un 10%

Reducción a un 1%

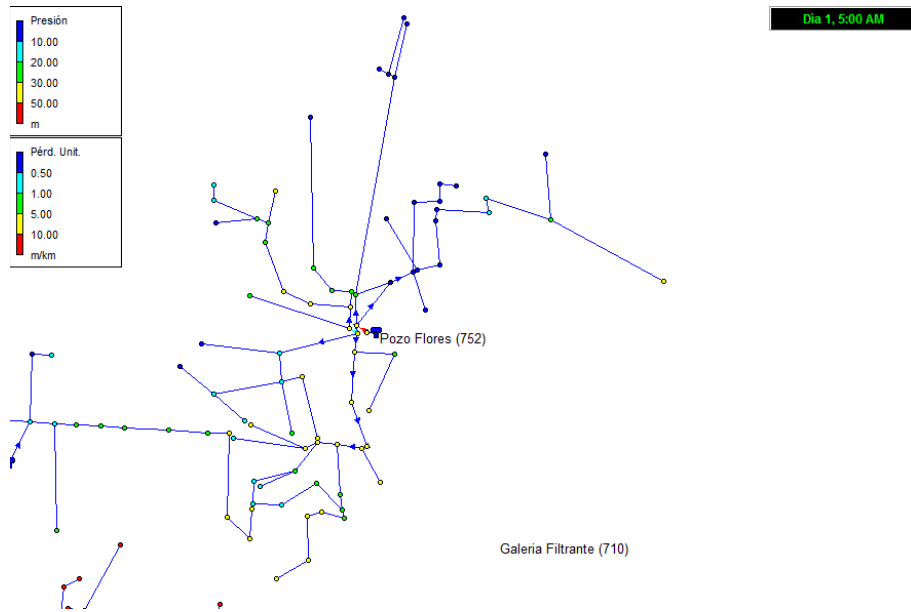


Ilustración 21: Reduccion de demanda a un 1%

Esto es producto de las grandes pérdidas por fricción producidas por los diámetros de las cañerías. A continuación se muestran a modo de ejemplo algunos valores de pérdidas de carga que tenemos en barrios como, El Pueblito, El Talita y Villa Sol:

Tabla de Red - Líneas

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Pérd, Unit, m/km
Tubería p1	129,00	12,70	18,32
Tubería p2	20,81	12,70	2
Tubería p3	147,70	12,70	11,7
Tubería p4	162,80	12,70	169,42
Tubería p5	52,57	12,70	32,87
Tubería p6	165,30	12,70	176,35
Tubería p7	329,40	12,70	92,52
Tubería p8	202,80	12,70	48,95
Tubería p9	168,80	12,70	18,41
Tubería p10	185,20	12,70	425,52
Tubería p11	131,70	12,70	531,52
Tubería p12	62,43	12,70	648,26
Tubería p13	68,52	12,70	775,58
Tubería p14	75,67	12,70	913,31
Tubería p15	69,29	12,70	1061,34
Tubería p16	70,61	12,70	1219,52

Tubería p406	81,67	12,70	9,4
Tubería p407	32,82	12,70	4,43
Tubería p408	189,40	12,70	71,89
Tubería p409	55,60	12,70	4,43
Tubería p410	297,10	12,70	87,37
Tubería p411	34,54	75,00	9,11
Tubería p412	155,40	50,80	2,04
Tubería p413	71,11	50,80	3,55
Tubería p414	11,01	50,80	1,8
Tubería p415	65,46	50,80	1,33
Tubería p416	124,50	50,80	1,21
Tubería p417	32,48	50,80	0,99
Tubería p418	147,70	50,80	0,93
Tubería p419	39,49	50,80	0,69
Tubería p420	187,30	50,80	0,64
Tubería p421	184,20	12,70	45,13

Tubería p437	16,87	12,70	2798,31
Tubería p438	64,50	12,70	1917,52
Tubería p439	47,06	12,70	376,31
Tubería p440	53,12	12,70	315,42
Tubería p441	80,36	12,70	259,5
Tubería p442	417,80	12,70	185,14
Tubería p443	112,90	21,00	54,18
Tubería p444	80,84	21,00	41,16
Tubería p445	146,60	16,40	108,31
Tubería p446	54,62	16,40	67,19
Tubería p447	93,25	16,40	2,71
Tubería p449	23,81	16,40	35,25
Tubería p450	118,20	16,40	4,61
Tubería p451	132,70	16,40	12,99
Tubería p452	41,76	16,40	1,28
Tubería p453	298,60	12,70	104,24
Tubería p454	219,70	12,70	1851,05
Tubería p455	223,10	12,70	57,8
Tubería p456	77,00	12,70	936,81

8.2.1.1. Corrección de las presiones

Para comprobar que el gran problema de la red, son los diámetros que existen, se los fue aumentando de tamaño gradualmente.

A continuación se muestra como se modifican las presiones en los distintos sectores.

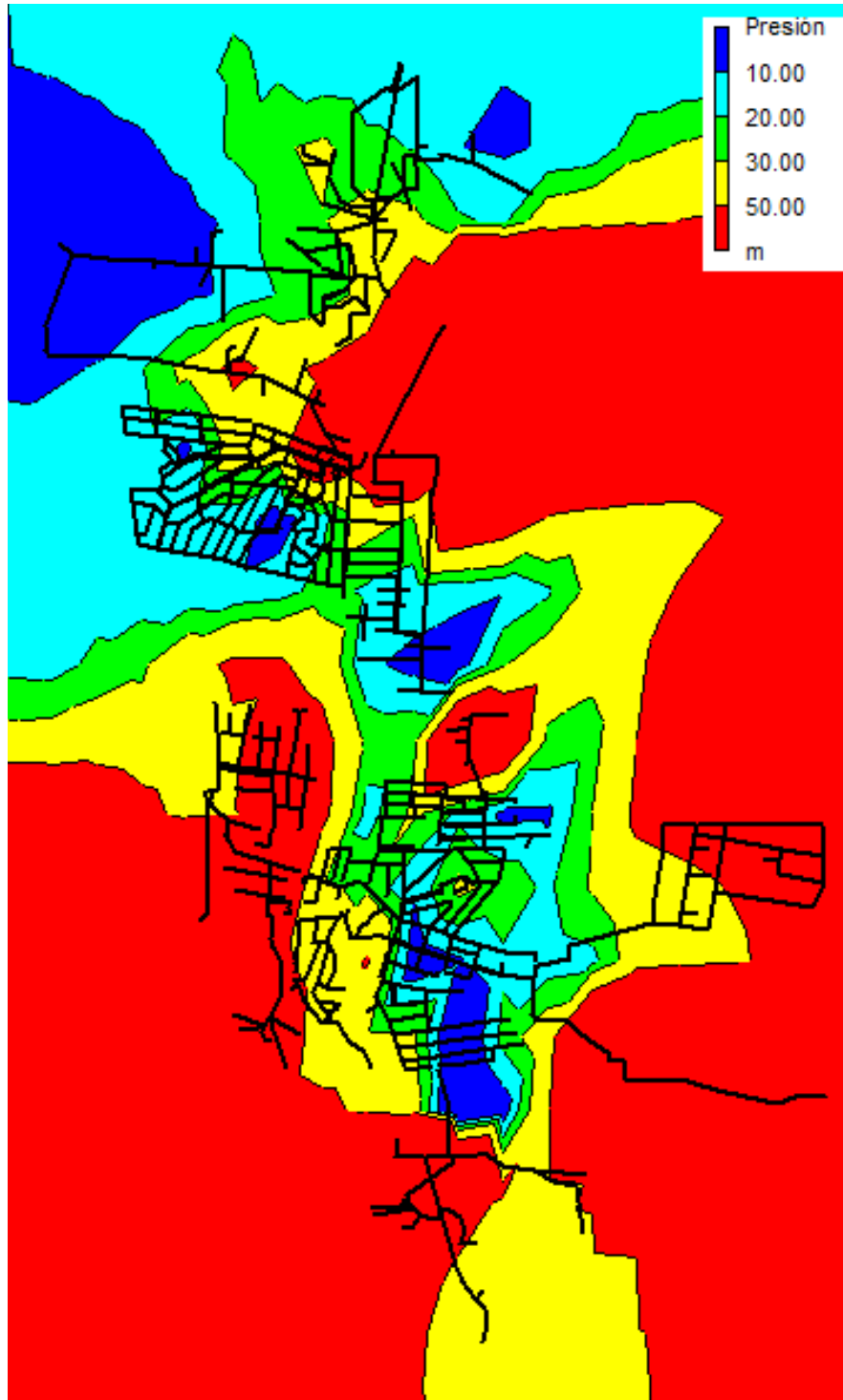


Ilustración 22: Cambio de presiones

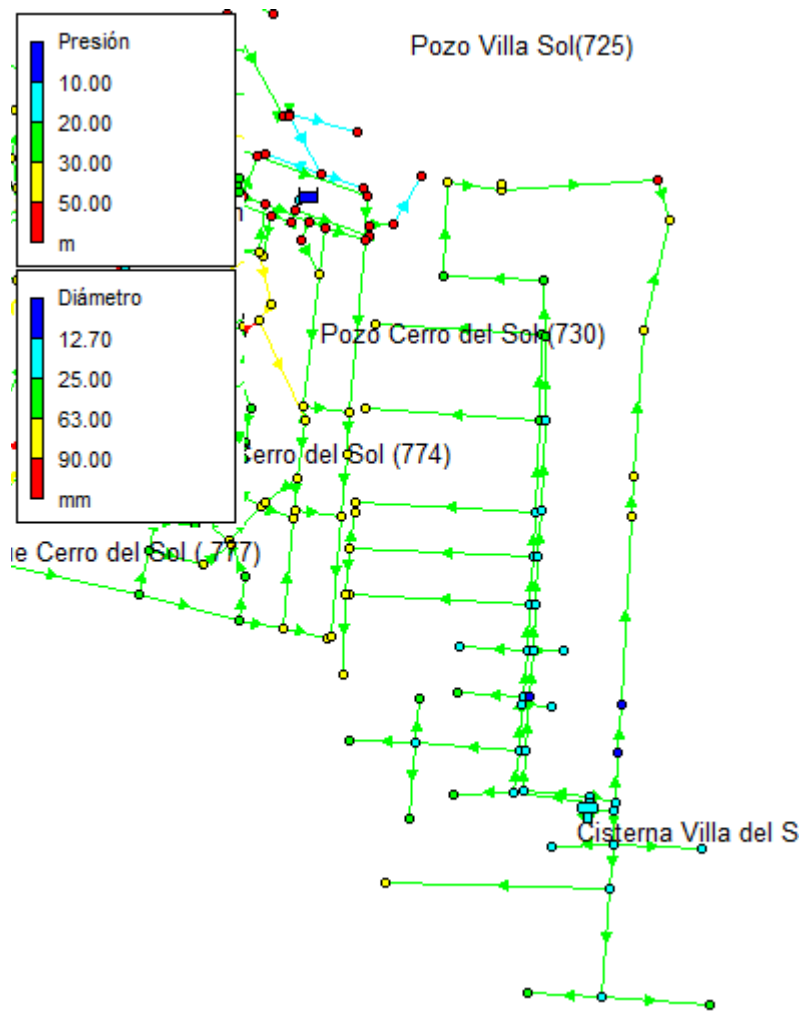


Ilustración 23: Cambio en las Presiones en El Talita

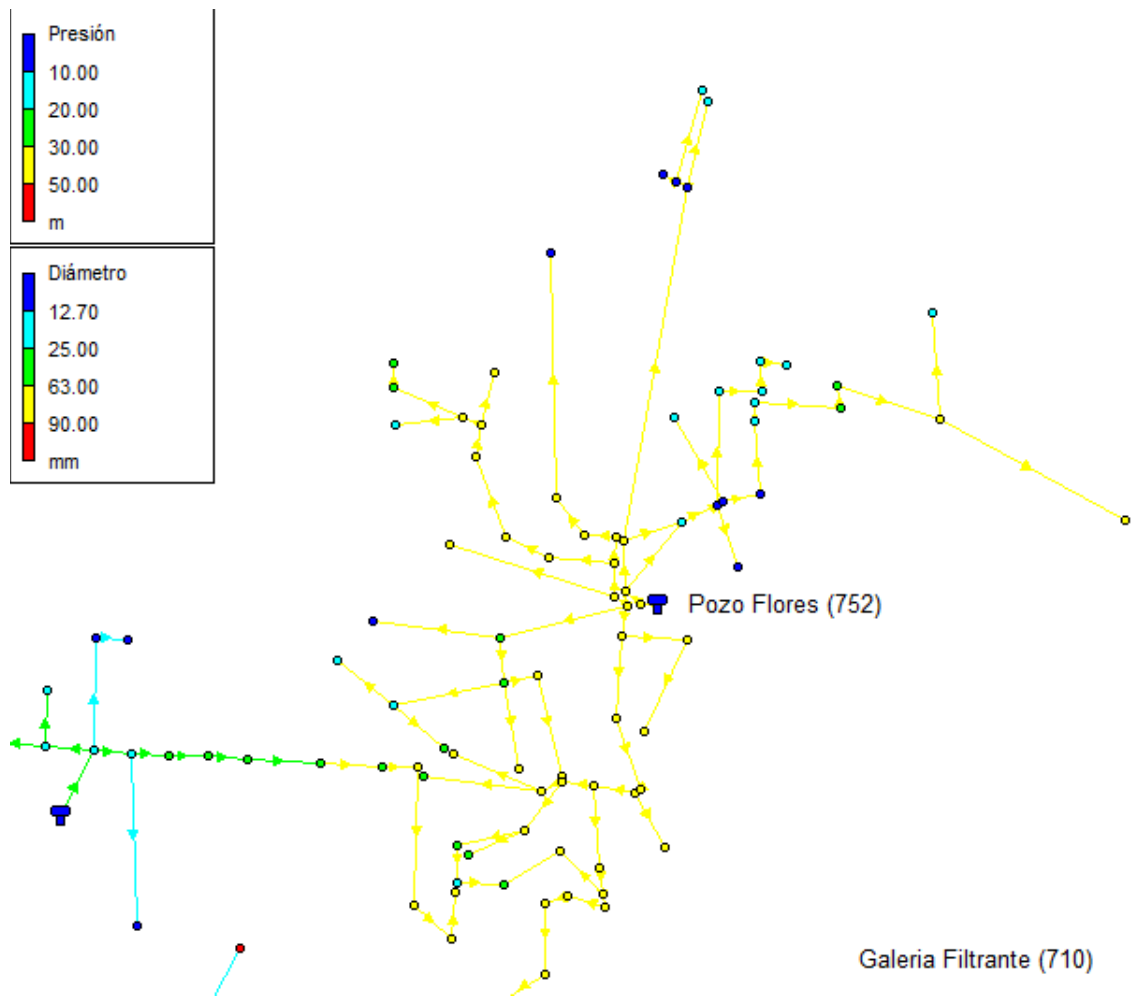


Ilustración 24: Nuevas presiones en El Pueblito

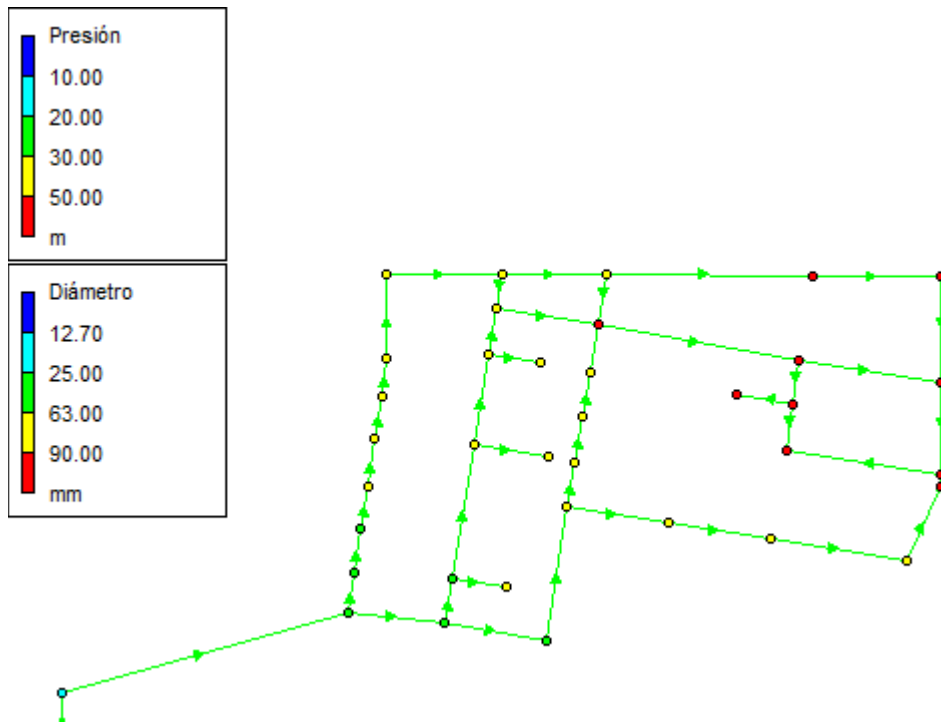


Ilustración 25: Nuevas presiones en El Talita

Es notable el cambio en las presiones que sufre solo con modificar los diámetros de la red. Esto nos da una idea que el principal problema no es el abastecimiento o almacenamiento de agua, sino la red de distribución es incapaz de poder llevar agua a los distintos puntos de la red, debido a la gran pérdida de carga que sufre producto de los diámetros tan reducidos.

Esto también se puede apreciar si vemos los valores que se generan de pérdida de carga por metro lineal.

CAPITULO IX
CONCLUSION

9. CONCLUSION

En base a lo analizado en el presente trabajo de investigación, se puede observar las falencias que está teniendo la red de agua potable de la ciudad de Salsipuedes, probablemente producto de falta de políticas para desarrollar y planificar la misma.

- En primer lugar se pudieron hallar errores técnicos dentro de la red, como por ejemplo un aumento en la secciones del caño a medida que avanzaba un tramo de la red.
- La falta de macro y micro mediciones en algunos barrios (existen muchas conexiones clandestinas) no permite tener un control preciso de las demandas que se están teniendo ni tampoco del aporte que puede dar cada fuente. Además de un gravísimo problema en no poder detectar perdidas en la red.
- La falta de una cooperativa de agua, hace que al estar el municipio encargado del abastecimiento de agua, no se solucionen los problemas de fondo con un plan a largo plazo sino que se tomen acciones a corto plazo.
- El tener mallas abiertas no te permite alimentar la red desde otro punto en caso de que por algún motivo la fuente no pueda proveer agua (rotura, falta de caudal, mantenimiento, etc). A largo plazo se debiera prever un cierre en las mallas.
- Por último, en cuanto a mí se refiere, con la realización del presente Trabajo Final pude entender que el verdadero legado que la Facultad nos deja es adquirir una lógica de razonamiento y entendimiento acorde a los problemas que cotidianamente como ingeniero tendré que afrontar en la vida profesional, brindándome herramientas básicas de aplicación universal y fuentes de información a donde recurrir para entender los fenómenos, enseñándome los caminos a seguir para la obtención de resultados adecuados, correctos y exitosos, pero principalmente convirtiéndonos en profesionales de bien y útiles a la sociedad a la cual pertenecemos

CAPITULO X
SOLUCIONES A CORTO PLAZO

10. SOLUCIONES A CORTO PLAZO

10.1 Propuesta a Corto Plazo

En función de todos los resultados obtenidos se busca proponer soluciones a corto plazo para mejorar el servicio de agua.

La primera medida, es realizar un mantenimiento de todos los pozos, y mantenerlo constantemente, para tener siempre a disposición los mismos.

En caso de no estar funcionando algún pozo como es el caso del pozo Las Flores, poner las bombas y todo su equipamiento en condiciones. De esta manera buscamos que mientras las fuentes tengan agua para aportar, las bombas puedan llevar el agua a las cisternas.

Por otra parte y como ya se observó, el problema más grande es los diámetros de las cañerías en los barrios que no tienen presión. Lo que se busca es cambiar las cañerías principales buscando poder abastecer esa zona con el menor gasto posible. A continuación se muestra las soluciones con una nueva cañería de 50 milímetros de diámetro y longitudes de 4000 a 5000 metros.

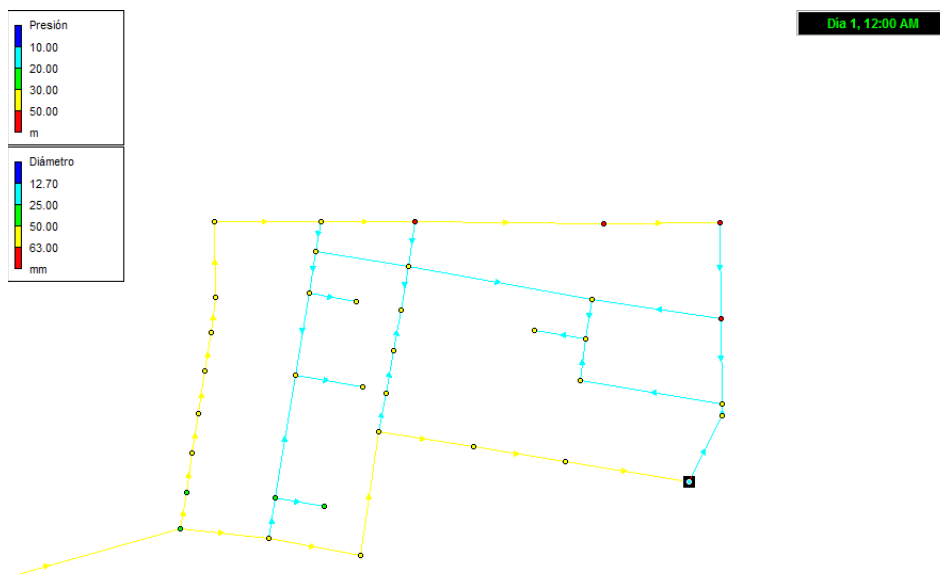


Ilustración 26: Cambio a corto plazo/El Talita

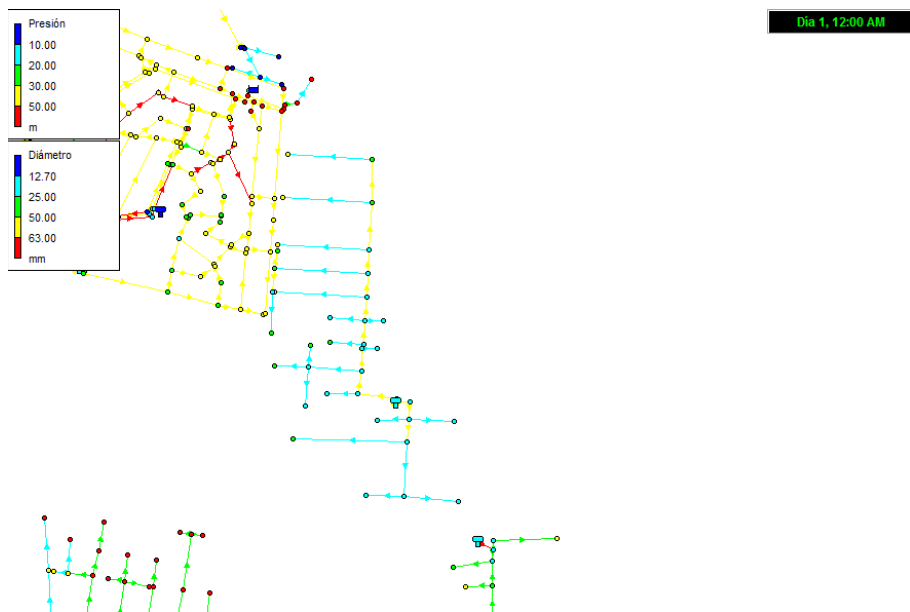


Ilustración 27: Cambio a Corto Plazo/Villa de Sol

Estos cambios en el barrio El Pueblito no provocaron grandes cambios, la situación es un poco mas compleja, debido al relieve accidentado que tiene el barrio, no basto con solo cambiarlas cañerías principales: Si se puede nombrar que se deberia a planificar un almacenamiento para el barrio ya que se bombea directamente a la red. A si mismo expone los cambios propuestos.

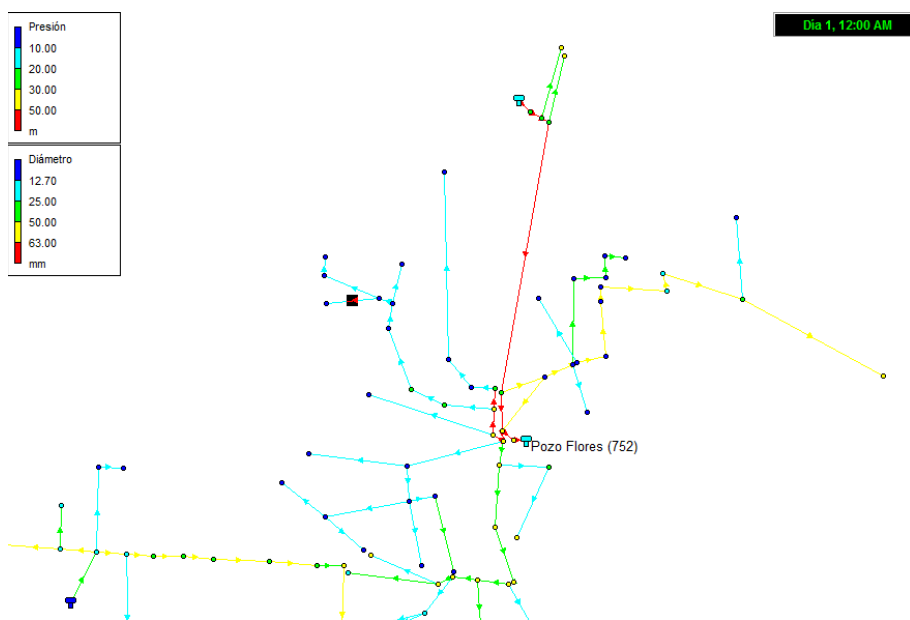


Ilustración 28: Cambio a Corto Plazo/El pueblito

Se propone comenzar con políticas hacia la población para el uso racional del agua, ya que de esta manera se disminuirá en gran medida el consumo del agua.

Comenzar con los proyecto para reacondicionado y ampliación de cisternas para el almacenamiento del agua, ya que se vio que en varios barrios es insuficiente.

De la misma manera comenzar a buscar soluciones para el largo plazo con respecto a las fuentes de aportes, ya que el caudal actual es escaso.

Por último es necesario que las personas que operen el sistema sean capacitadas y cuenten con los recursos técnico-económicos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema y la correcta toma de decisiones ante alguna eventualidad.

10.2 Cómputo de obras a Corto Plazo

A modo de saber a grandes rasgo la inversión que demandaría esta solución detallamos un cómputo de las obras propuestas. En la misma no se tomo un valor de costos de referencia debido a la variación que están sufriendo los mismos.

<i>El talita</i>	3000 ml.
<i>Villa del Sol</i>	7000 ml.
<i>El pueblito</i>	3000 ml.
	1 cisterna

En síntesis con 13 km de cañería y una cisterna de 50 m³ se resolvería medianamente los problemas de abastecimiento de agua en los 3 barrios que a nuestro criterio son los más críticos.

-

CAPITULO XI
BIOGRAFIA

11. BIBLIOGRAFIA

- Manual Epanet.
<http://personales.upv.es/piglesia/download/ManualEPANETv2E.pdf>
(2012)
- Manual Epacad.
http://www.ita.upv.es/software/data/ayuda_epacad_ES.pdf (2012)
- Walter Sanz. (1988). *Equipos de Extracción y Bombeo de Agua*. Cátedra de Ingeniería Sanitaria.
- Hugo Porchietto. (1988). *Instalaciones de Reserva*. Cátedra de Ingeniería Sanitaria.
- Silvia Simonian. (1990). *Conducción de las Aguas*. Cátedra de Ingeniería Sanitaria.
- ENOHSA. *Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento*.
- KSB *Meganorm Extension. manual Técnico y curvas*.
- *Hidráulica de Tuberías y Canales Arturo Rocha*

11.ANEXO

11.1Recortes De Diarios