



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL RAFAELA**  
**Departamento Ingeniería Civil**

ASIGNATURA  
**PROYECTO FINAL**

**DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE RED DE  
AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE  
SASTRE Y ORTIZ, PROVINCIA DE SANTA  
FE.**

AUTORES  
**EMILIA CECILIA SEVESO**  
**AGUSTÍN MEYER**

DIRECTOR  
**ING. CIVIL MARCO BOIDI**

RAFAELA (SF), septiembre de 2023



**DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE RED DE AGUA  
POTABLE PARA LA CIUDAD DE SASTRE Y ORTIZ,  
PROVINCIA DE SANTA FE.**

PROYECTO FINAL

ELABORADO POR

**EMILIA CECILIA SEVESO**

**AGUSTÍN MEYER**

BAJO LA DIRECCIÓN DE

ING. CIVIL **MARCO BOIDI**



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos agradecer a la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela, y con ello, a todos sus profesores, que nos han transmitido sus conocimientos y experiencias para hacer posible nuestra formación tanto ética como profesional.

A nuestro director de proyecto Ing. Marco Boidi, por su predisposición, dedicación y buena voluntad para con nosotros.

A la Municipalidad de la ciudad de Sastre y Ortiz, por facilitarnos toda la información requerida para la realización de este proyecto.

Por último, pero no menos importante, a nuestras familias y amigos, por su apoyo incondicional desde el primer momento en que nos embarcamos en esta larga pero enriquecedora carrera.

A todos ellos, muchas gracias.

Emilia Seveso y Agustín Meyer.



## RESUMEN

El presente trabajo final tiene por objeto el diseño y dimensionamiento de la red de suministro de agua potable para la ciudad de Sastre y Ortiz, en la provincia de Santa Fe.

Para el desarrollo del mismo, en primer lugar, se recolectó información necesaria para el proyecto. Ésta incluyó datos sobre la geografía y topografía de la zona, disponibilidad de fuentes de suministro de agua, la población actual y su variación en los últimos años y la infraestructura actual del lugar.

Con la información obtenida se determinaron los parámetros necesarios para el cálculo: período de diseño, población a servir, dotación y caudales a suministrar.

A continuación, se realizó el dimensionamiento de las cañerías de la red de distribución. Se incluyó, también, el cálculo del sistema de bombeo y de los depósitos de almacenamiento.

Por último, se realizó un Estudio de Impacto Ambiental, donde se analizaron los efectos positivos y negativos que producirá la ejecución del proyecto.

Como conclusión se puede afirmar que, el acceso al agua potable es una necesidad básica para el desarrollo del ser humano, por lo que la realización de esta obra mejorará la calidad de vida de los más de cinco mil habitantes del lugar.

Palabras claves: red de agua potable, diseño, dimensionamiento.



# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1: CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.....</b>	<b>1</b>
1.1. GENERALIDADES .....	1
1.2. OBRAS DE CAPTACIÓN O TOMA .....	2
1.3. OBRA DE CONDUCCIÓN .....	3
1.4. OBRA DE POTABILIZACIÓN.....	3
1.5. ESTACIONES DE BOMBEO .....	5
1.6. DEPOSITOS DE ALMACENAMIENTO .....	7
1.6.1. Almacenamiento elevado .....	7
1.6.2. Almacenamiento a nivel del terreno o enterrado .....	7
1.7. RED DE DISTRIBUCIÓN .....	8
1.7.1. Tipos de redes.....	9
1.7.2. Elementos de las redes .....	10
<b>CAPÍTULO 2: ESTUDIOS PRELIMINARES.....</b>	<b>13</b>
2.1. GENERALIDADES .....	13
2.2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA .....	13
2.3. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS .....	15
2.4. ESTUDIOS SOCIALES .....	16
2.4.1. Población actual .....	16
2.4.2. Desarrollo socio-económico.....	18
2.4.3. Infraestructura.....	19
2.5. ESTUDIO DE POSIBLES FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA .....	21
2.5.1. Agua subterránea .....	21
2.5.2. Acueducto interprovincial Santa Fe - Córdoba .....	22
2.6. ESTUDIOS LEGALES Y LOGÍSTICOS .....	23
2.6.1. Normativa vigente .....	23
2.6.2. Gestión Local .....	24
<b>CAPÍTULO 3: MEMORIA DE CÁLCULO .....</b>	<b>25</b>
3.1. INTRODUCCIÓN.....	25
3.1.1. Periodo de diseño .....	25
3.1.2. Área de estudio .....	26
3.1.3. Proyección de población .....	27
3.1.4. Distribución de población .....	31
3.1.5. Dotación .....	31
3.1.6. Coeficientes de pico de demanda .....	34
3.1.7. Caudal de diseño .....	36
3.2. CÁLCULO DE DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO .....	37
3.2.1. Tanque elevado .....	37
3.2.2. Cisterna .....	39
3.3. CÁLCULO DE SISTEMA DE BOMBEO .....	39
3.3.1. Caudal a suministrar .....	39
3.3.2. Cañería de impulsión .....	40
3.3.3. Altura manométrica.....	40
3.3.4. Selección de bomba .....	42
3.3.5. Punto de funcionamiento .....	43
3.4. CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	44
3.4.1. Carga de datos en el software .....	44
3.4.2. Diseño de la red .....	48
3.4.3. Asignación de caudales nodales.....	48
3.4.4. Dimensionado de cañerías primarias .....	50
3.4.5. Verificación de presiones mínimas en los nudos .....	54
3.4.6. Verificación de presiones máximas en los nudos .....	55
3.4.7. Verificación de bomba .....	56

<b>CAPÍTULO 4: EJECUCIÓN Y CONTROL .....</b>	<b>57</b>
4.1. CAÑERÍAS Y ACCESORIOS.....	57
4.2. EJECUCIÓN DE LA OBRA EN LA VÍA PÚBLICA.....	57
<b>CAPÍTULO 5: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>61</b>
5.1. METODOLOGÍA.....	61
5.1.1. Identificación de etapas a evaluar .....	61
5.1.2. Identificación de factores afectados .....	62
5.1.3. Identificación de impactos.....	62
5.2. MATRICES CAUSA-EFECTO.....	63
5.3. RESULTADOS .....	68
5.3.1. Etapa de construcción .....	68
5.3.2. Etapa de operación.....	68
<b>CAPÍTULO 6: CÓMPUTO Y PRESUPUESTO.....</b>	<b>71</b>
6.1. METODOLOGÍA.....	71
6.2. RESULTADOS .....	71
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO I: PLANO DE TANQUE ELEVADO .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO II: PLANO DE CISTERNA ENTERRADA.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO III: PLANOS GENERALES.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO IV: PLANOS DE DETALLE .....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO V: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA BOMBA.....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO VI: PLANILLAS DE CÓMPUTO MÉTRICO.....</b>	<b>85</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>87</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>89</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1:</b> Esquema de un sistema de abastecimiento para una población en terreno llano. (Fuente: Elaboración propia).....	1
<b>Figura 1.2:</b> Distintos tipos y elementos de obras de toma. (Fuente: Pérez Ferrás y Pérez, 2005) .....	2
<b>Figura 1.3:</b> Diagrama de una planta de tratamiento convencional. (Fuente: Boidi, 2015-c) ...	4
<b>Figura 1.4:</b> Cámara seca con emplazamiento lateral. (Fuente: Pérez Ferrás y Pérez, 2005).	5
<b>Figura 1.5:</b> Cámara seca con emplazamiento superior. (Fuente: Pérez Ferrás y Pérez, 2005). .....	6
<b>Figura 1.6:</b> Bomba y motor sumergido. (Fuente: Pérez Ferrás y Pérez, 2005).....	6
<b>Figura 1.7:</b> Bomba sumergida y motor en cámara seca. (Fuente: Pérez Ferrás y Pérez, 2005). .....	6
<b>Figura 1.8:</b> Tanque elevado de la ciudad de Rafaela. ....	7
<b>Figura 1.9:</b> Circulación del agua dentro de una cisterna. ....	8
<b>Figura 1.10:</b> Esquema de una red tipo malla cerrada.....	9
<b>Figura 1.11:</b> Diferentes tipos de configuraciones de mallas abiertas.....	10
<b>Figura 1.12:</b> Brida para conexión domiciliaria.....	11
<b>Figura 1.13:</b> Válvula de cierre tipo esclusa.....	11
<b>Figura 1.14:</b> Válvula de cierre tipo mariposa. ....	11
<b>Figura 1.15:</b> Parte superior de hidrante.....	11
<b>Figura 1.16:</b> Esquema de cámara de aire. (Fuente: Pérez Ferrás y Pérez, 2005).....	12
<b>Figura 1.17:</b> Esquema de cámara de desagüe. (Fuente: Pérez Ferrás y Pérez, 2005) .....	12
<b>Figura 2.1:</b> Ubicación la ciudad de Sastre y Ortiz y del departamento San Martín dentro de la provincia de Santa Fe. (Fuente: Elaboración propia) .....	14
<b>Figura 2.2:</b> Mapa de accesos a la ciudad de Sastre y Ortiz.....	14
<b>Figura 2.3:</b> Ubicación de puntos fijos dentro de la ciudad de Sastre. (Fuente: Municipalidad de Sastre).....	16
<b>Figura 2.4:</b> Identificación de la mancha urbana en una vista satelital de la ciudad. (Fuente: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas, 2017).....	17
<b>Figura 2.5:</b> Pirámide poblacional de Sastre. (Fuente: INDEC, 2010).....	17
<b>Figura 2.6:</b> Mapa de nivel socio-económico. (Fuente: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas, 2017) .....	18
<b>Figura 2.7:</b> Acceso a red de gas natural. (Fuente: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas, 2017) .....	19
<b>Figura 2.8:</b> Forma de abastecimiento de agua en las viviendas. (Fuente: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas, 2017) .....	19
<b>Figura 2.9:</b> Acceso a desagüe cloacal. (Fuente: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas, 2017) .....	19
<b>Figura 2.10:</b> Mapa de acceso de la población a desagües cloacales. (Fuente: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas, 2017) .....	20

<b>Figura 2.11:</b> Acceso a red de energía eléctrica. (Fuente: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas, 2017) .....	20
<b>Figura 2.12:</b> Mapa de la red de acueductos proyectados en la provincia de Santa Fe. (Fuente: Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos de la Provincia de Santa Fe, 2021).....	22
<b>Figura 2.13:</b> Traza de la primera etapa del Acueducto Interprovincial. (Fuente: Elaboración propia) .....	23
<b>Figura 3.1:</b> Área de estudio. (Fuente: Elaboración propia) .....	26
<b>Figura 3.2:</b> Comparación gráfica de los resultados obtenidos. (Fuente: Elaboración propia) .....	31
<b>Figura 3.3:</b> Variación del consumo a lo largo del año para una localidad estándar. (Fuente: Boidi, 2015-a). .....	34
<b>Figura 3.4:</b> Variación del consumo a lo largo del día para una localidad estándar. (Fuente: Boidi, 2015-a). .....	35
<b>Figura 3.5:</b> Ciclo de funcionamiento de una bomba en operación. (Fuente: ENOHSa, 2001) .....	39
<b>Figura 3.6:</b> Esquema de altura manométrica Hm de una bomba. (Fuente: Pérez Ferrás, 2005) .....	41
<b>Figura 3.7:</b> Selección de familia de bombas. (Fuente: Grundfos, 2023) .....	42
<b>Figura 3.8:</b> Dos bombas Hydro MPC-2 CRE 155-1-1 conectadas en paralelo. (Fuente: Grundfos, 2023).....	43
<b>Figura 3.9:</b> Punto de funcionamiento del sistema. (Fuente: Elaboración propia) .....	43
<b>Figura 3.10:</b> Visor de propiedades de una conexión. (Fuente: Elaboración propia).....	44
<b>Figura 3.11:</b> Curva característica de la bomba. (Fuente: Elaboración propia) .....	45
<b>Figura 3.12:</b> Curva horaria. (Fuente: Elaboración propia).....	45
<b>Figura 3.13:</b> Controles programados para el funcionamiento de la bomba. (Fuente: Elaboración propia).....	46
<b>Figura 3.14:</b> Trazado de la red de cañerías principales. (Fuente: Elaboración propia) .....	48
<b>Figura 3.15:</b> Disposición de cañerías y su diámetros internos finales. (Fuente: Elaboración propia) .....	53
<b>Figura 3.16:</b> Pérdida de carga máxima en las conducciones. (Fuente: Elaboración propia) .....	53
<b>Figura 3.17:</b> Presiones en nudos en el momento de mayor consumo (13 Hs). (Fuente: Elaboración propia).....	54
<b>Figura 3.18:</b> Evolución de la presión del Nudo 22 a lo largo del día. (Fuente: Elaboración propia) .....	54
<b>Figura 3.19:</b> Altura de agua en el tanque durante el día. (Fuente: Elaboración propia) .....	56
<b>Figura 3.20:</b> Caudal que pasa por la bomba durante el día. (Fuente: Elaboración propia) ..	56
<b>Figura 4.1:</b> Detalle conexión domiciliaria. (Fuente: Quadri, s.f.) .....	57
<b>Figura 4.2:</b> Esquema de tapada de proyecto. (Fuente: Elaboración propia) .....	59
<b>Figura 4.3:</b> Dimensiones de anclajes para diferentes diámetros de cañerías. (Fuente: ENOHSa, 2001).....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1:</b> Tapadas mínimas según el diámetro de la conducción. (Fuente: Boidi, 2015-a).	10
<b>Tabla 2.1:</b> Cotas de puntos fijos. (Fuente: Municipalidad de Sastre).	15
<b>Tabla 3.1:</b> Periodo de diseño para cada tipo de obra. (Fuente: ENOHSa, 2001).	25
<b>Tabla 3.2:</b> Crecimientos intercensales y tasas medias anuales. (Fuente: INDEC, 2010).	30
<b>Tabla 3.3:</b> Resultados obtenidos de los diferentes métodos de proyección demográfica. (Fuente: Elaboración propia).	30
<b>Tabla 3.4:</b> Densidad de la población actual y futura. (Fuente: Elaboración propia).	31
<b>Tabla 3.5:</b> Estimación de consumo doméstico diario por habitante. (Fuente: ENOHSa, 2001).	32
<b>Tabla 3.6:</b> Dotaciones medias obtenidas. (Fuente: Elaboración propia).	34
<b>Tabla 3.7:</b> Coeficientes de caudal según la población a servir. (Fuente: ENOHSa, 2001).	35
<b>Tabla 3.8:</b> Definición de caudales de diseño. (Fuente: Elaboración propia).	36
<b>Tabla 3.9:</b> Aplicaciones de caudales a lo largo del periodo de diseño. (Fuente: Elaboración propia).	36
<b>Tabla 3.10:</b> Resumen resultados de caudales de diseño. (Fuente: Elaboración propia).	37
<b>Tabla 3.11:</b> Coeficiente de pérdida de carga de cada accesorio. (Fuente: Pérez Ferrás, 2005).	42
<b>Tabla 3.12:</b> Coeficientes de consumo horario. (Fuente: ENOHSa, 2001).	46
<b>Tabla 3.13:</b> Longitud y gasto de cada cañería. (Fuente: Elaboración propia).	49
<b>Tabla 3.14:</b> Demandas nodales. (Fuente: Elaboración propia).	50
<b>Tabla 3.15:</b> Diámetros comerciales utilizados. (Fuente: Catálogo comercial Tigre, 2008).	51
<b>Tabla 3.16:</b> Resultados de las tuberías a las 12 Hs. (Fuente: Elaboración propia).	51
<b>Tabla 3.17:</b> Presiones máximas y mínimas en nudos. (Fuente: Elaboración propia).	55
<b>Tabla 5.1:</b> Matriz de Carácter. (Fuente: Elaboración propia).	64
<b>Tabla 5.2:</b> Matriz de Intensidad. (Fuente: Elaboración propia).	64
<b>Tabla 5.3:</b> Matriz de Extensión. (Fuente: Elaboración propia).	65
<b>Tabla 5.4:</b> Matriz de Duración. (Fuente: Elaboración propia).	65
<b>Tabla 5.5:</b> Matriz de Desarrollo. (Fuente: Elaboración propia).	66
<b>Tabla 5.6:</b> Matriz de Reversibilidad. (Fuente: Elaboración propia).	66
<b>Tabla 5.7:</b> Matriz de Ocurrencia. (Fuente: Elaboración propia).	67
<b>Tabla 5.8:</b> Matriz de Calificación Ambiental. (Fuente: Elaboración propia).	67
<b>Tabla 6.1:</b> Detalle obtención de coeficiente resumen. (Fuente: Elaboración propia).	71
<b>Tabla 6.2:</b> Costos finales de la obra. (Fuente: Elaboración propia).	72



# CAPÍTULO 1

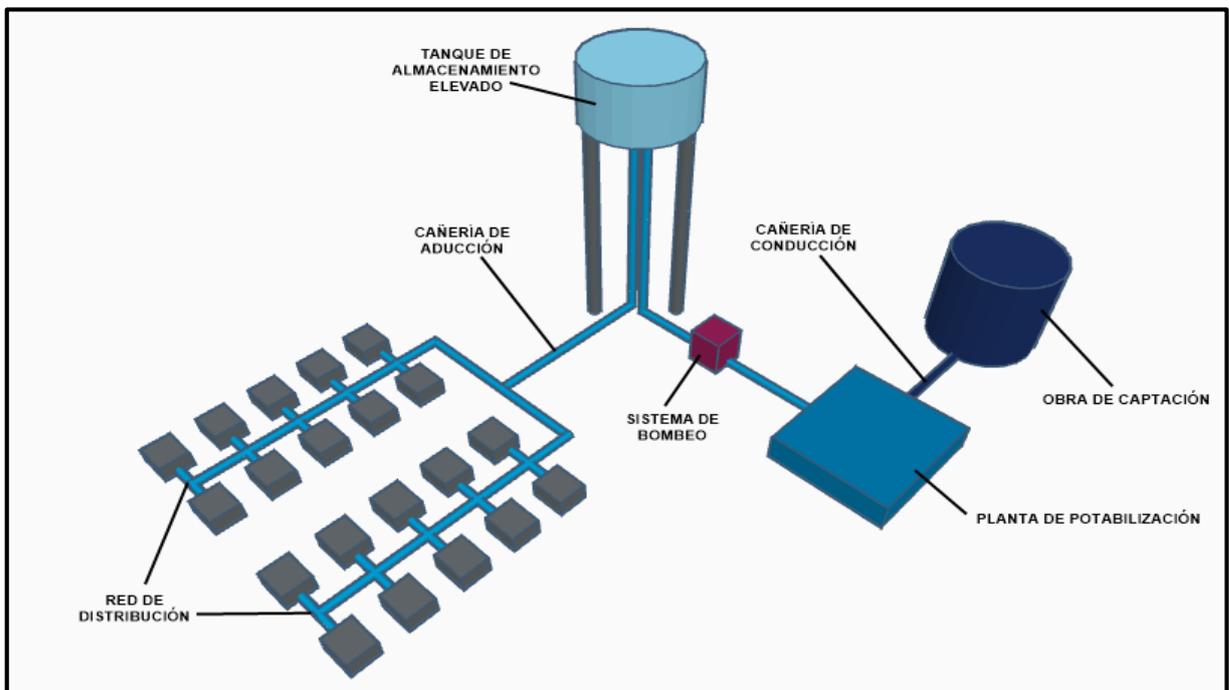
## CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

### 1.1. GENERALIDADES

Un sistema de abastecimiento de agua potable se define como el conjunto de obras, equipos e instalaciones destinados a posibilitar el consumo de agua bajo determinadas normas de calidad. La cantidad y calidad del producto depende del uso que se le quiera dar, el cual puede ser:

- Doméstico
- Rural
- Comercial
- Industrial
- Fines públicos
- Uso institucional

Los sistemas de provisión de agua están compuestos por diferentes obras parciales, las cuales tienen un objetivo propio. En la Figura 1.1, se pueden observar las obras que componen un sistema de aprovisionamiento para una población ubicada en un terreno llano.



**Figura 1.1:** Esquema de un sistema de abastecimiento para una población en terreno llano. (Fuente: Elaboración propia)

Funciones de cada una de las obras:

- Obra de captación: Incluye equipos e instalaciones necesarios para extraer el agua de la fuente más adecuada (ríos, lagunas, agua subterránea, agua meteórica).
- Obra de conducción: Cañerías que conducen el agua en su estado natural hasta la planta de potabilización.

- Obra de potabilización: Procesos destinados a mejorar la calidad del agua para hacerla apta para su consumo.
- Obra de distribución: Elementos necesarios para distribuir el agua potable entre los usuarios. Comienza a la salida de la estación de tratamiento y termina en el punto de acometida a las instalaciones del consumidor. Incluye los depósitos de almacenamiento, el sistema de bombeo y la red de cañerías de distribución.

Es posible que en algunos casos no sean necesarias todas estas obras. Por ejemplo, si la obra de potabilización está emplazada en el mismo lugar que las obras de captación, no será necesaria una conducción del agua cruda. Otro ejemplo se da en las zonas de montañas, donde no son necesarios los tanques de almacenamiento elevado.

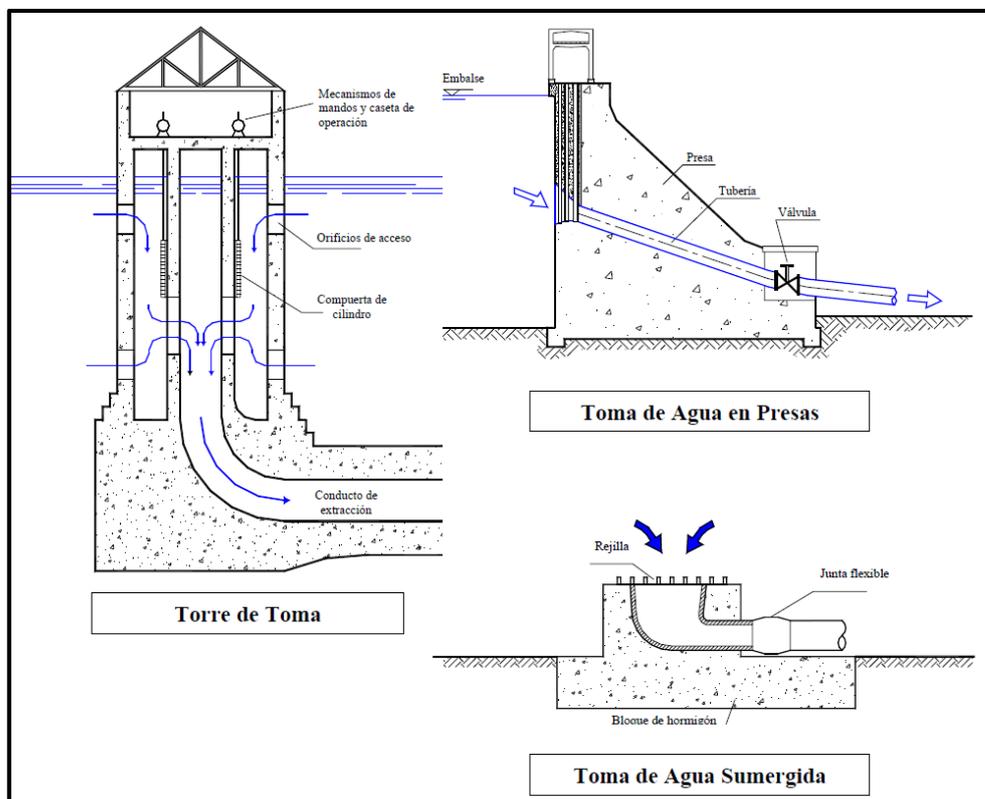
Así mismo, la obra de potabilización puede ser compleja o sencilla, dependiendo de la calidad del agua de la fuente de suministro.

## 1.2. OBRAS DE CAPTACIÓN O TOMA

Las obras de toma son estructuras colocadas directamente en la fuente, con el fin de captar el gasto deseado y conducirlo a la línea de aducción.

Las fuentes pueden ser superficiales, como el curso de un río o un embalse, ya sea natural o artificial; o subterráneas, que abarca el agua perteneciente a los acuíferos.

El diseño de estas obras varía de acuerdo a las condiciones geológicas y topográficas del lugar en donde se realiza la extracción y las variaciones del caudal a extraer. Esto implica que se puedan requerir varias tomas, o bien, una toma con varios pasajes o conductos. En general, están compuestas por una estructura de entrada, conductos y mecanismos de regulación y emergencia, con sus respectivos equipos de operación y dispositivos de disipación de energía, como se puede observar en la Figura 1.2.



**Figura 1.2:** Distintos tipos y elementos de obras de toma. (Fuente: Pérez Ferrás y Pérez, 2005)

### 1.3. OBRA DE CONDUCCIÓN

Se encarga de conducir el agua entre la obra de toma y el reservorio final. Generalmente, representa aproximadamente el 60% del costo total de la obra, por lo que es muy importante un estudio profundo para lograr un proyecto eficiente (Pérez Ferrás y Pérez, 2005).

Los materiales utilizados con mayor frecuencia son:

- Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)
- Policloruro de vinilo (PVC)
- Hormigón armado pretensado o postesado
- Fundición dúctil
- Acero
- Poliéster de alta densidad (PEAD)

La selección del material y correspondiente dimensionamiento dependerá de los caudales a transportar, la traza de la conducción y las solicitaciones (internas y externas) que deberá soportar, que incluyen: presión de trabajo, sobrepresión por régimen transitorio, cargas por relleno de zanja y por tránsito, etc.

Las cañerías plásticas (PRFV, PVC, PEAD), se comportan como flexibles. Esto implica que tengan una elevada resistencia a la tracción, lo que las hace sumamente resistentes a las presiones internas, requiriendo pequeños espesores. Sin embargo, esta propiedad implica una baja resistencia a las cargas externas o de aplastamiento, que tienden a deformar la cañería dando lugar a esfuerzos laterales. Estos esfuerzos deben ser contenidos con el correcto compactado en los laterales de la zanja.

Otras características destacables de las cañerías plásticas son la inercia química ante el ataque corrosivo de los suelos, y el atenuamiento de las ondas provocadas por el fenómeno denominado “golpe de ariete”, gracias a la baja celeridad que presentan por su gran elasticidad.

Las tuberías con comportamiento rígido, permiten un diseño de zanja menos complejo, ya que no se produce la deformación o “ovalización” de la misma.

Al observar algunas de las ventajas y desventajas enunciadas, la selección del material requiere de un adecuado estudio comparativo, teniendo en cuenta principalmente los costos, el almacenamiento y la facilidad de traslado.

### 1.4. OBRA DE POTABILIZACIÓN

En Argentina, así como en el resto del mundo, el agua debe cumplir con ciertos estándares de calidad para ser aceptable para el consumo humano. En nuestro país, la Ley 18.284 del “Código Alimentario Argentino” es la encargada de regular el suministro de agua potable y su calidad.

Las obras de potabilización son las plantas de tratamiento que se deben diseñar conforme a las características del agua a tratar.

En general, el agua proveniente de fuentes superficiales necesita de un tratamiento más o menos completo, en cambio, las exigencias para el agua subterránea dependen fundamentalmente de su composición química. Las etapas fundamentales de los procesos de tratamiento para obtener agua potable son las siguientes:

Pretratamiento: son procesos físicos empleados para la separación de sólidos de gran tamaño y el acondicionamiento del agua a tratar. Incluye:

- Cámara de carga
- Desarenador

- Aireador
- Medidor de caudal

Tratamiento primario: son procesos físico-químicos empleados para la separación de sólidos en suspensión o líquidos emulsionados. Incluye:

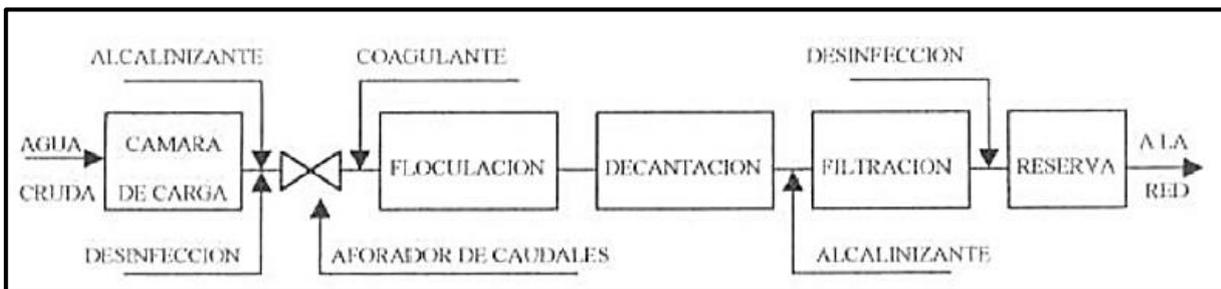
- Floculador
- Decantador
- Filtración

Tratamiento secundario: son procesos que se encargan de degradar la materia orgánica presente en el agua. En la mayoría de los casos, estos procesos no son necesarios para el tratamiento de agua proveniente de fuentes superficiales (Boidi, 2015 – c).

Tratamiento terciario: son procesos físicos, químicos y/o biológicos empleados para la remoción de sales disueltas, nutrientes y patógenos. Incluye:

- Desinfección
- Ósmosis inversa
- Ablandamiento
- Desalinizador
- Fluoración
- Eliminación de Hierro y Manganeseo

En el diagrama de la Figura 1.3, se pueden observar los distintos tratamientos que se realizan para potabilizar el agua proveniente de un río con características similares al Río Paraná.



**Figura 1.3:** Diagrama de una planta de tratamiento convencional. (Fuente: Boidi, 2015-c)

Las plantas de tratamientos de aguas deben funcionar por gravedad, para evitar los costos de funcionamiento y mantenimiento de bombas.

Para el diseño de una planta de tratamiento se debe tener en cuenta el caudal que tiene el proyecto de provisión de agua. Además, se deben considerar los consumos internos que existen dentro de la planta, los cuales son realizados con agua tratada, por lo tanto, se deben sumar a los caudales de proyecto. En general, esos consumos se expresan en porcentaje del total del agua tratada:

- Decantadores: 2,5 %
- Filtros: 3,0 %
- Uso general: 0,5 %
- Total: 6,0 %

Otro punto importante a definir es el número de horas de funcionamiento de la planta, pudiendo adoptarse:

- Plantas pequeñas: 8 hs
- Plantas medianas: 12 hs
- Plantas grandes: 24 hs

## 1.5. ESTACIONES DE BOMBEO

Las estaciones de bombeo son las encargadas de proveer al caudal, la energía necesaria para poder sortear los obstáculos dados por la topografía, y para compensar las pérdidas de energía ocurridas durante la conducción. Se pueden encontrar en diferentes etapas del sistema de abastecimiento de agua, por ejemplo:

- Para extraer el agua de una fuente subterránea.
- Para impulsar el agua desde la obra de toma hasta la planta de potabilización.
- Para impulsar el agua desde la planta de potabilización hasta los depósitos de almacenamiento.
- Para impulsar el agua desde los depósitos de almacenamiento a la red de distribución.

Las estaciones de bombeo se pueden clasificar en:

- Primarias: cuando captan el agua de un depósito de almacenamiento (cámara de aspiración) y lo elevan a otro (cámara de distribución).
- Secundarias: cuando mejoran las condiciones de bombeo de una estación primaria, ya sea elevando la presión o aumentando el caudal hacia un sector. A su vez, se dividen en:
  - Convencionales: captan el agua de otro sistema de bombeo y lo almacenan en una cámara de aspiración para luego ser impulsado, al igual que las estaciones primarias.
  - Estaciones de Rebombeo o Refuerzo: captan el agua directamente de una cañería del sistema de distribución, incrementando el caudal y la presión de acuerdo a las condiciones de servicio que se deseen alcanzar.

Están integradas por un conjunto de equipos e instalaciones electromecánicas montadas en una obra civil. Entre estos equipos se pueden mencionar:

- Bombas
- Motores
- Instalaciones de la fuente de energía
- Instalaciones de comandos, control y seguridad
- Válvulas seccionadoras (aguas arriba y aguas abajo)
- Válvula de retención (entre la bomba y la válvula seccionadora aguas abajo)

Con respecto a la ubicación de las bombas dentro de las estaciones, pueden darse dos situaciones:

- Emplazamiento Indirecto o Cámara Seca: las bombas y sus respectivos motores se encuentran en un recinto independiente o a la intemperie. La cámara seca puede estar adosada a la cámara húmeda (emplazamiento lateral – Figura 1.4) o encima de la misma (emplazamiento superior – Figura 1.5).

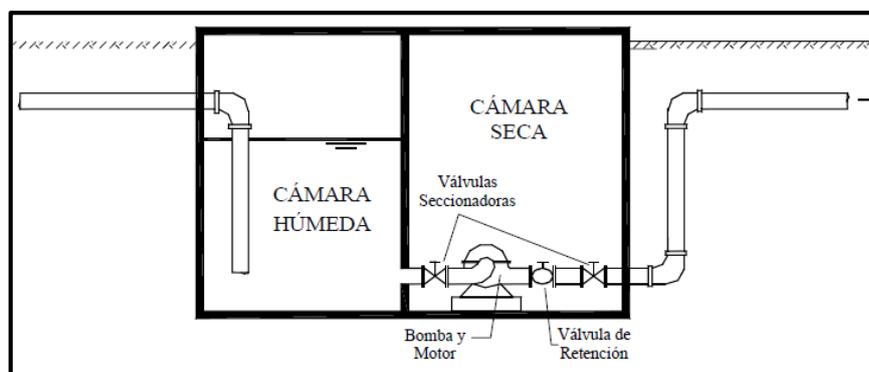
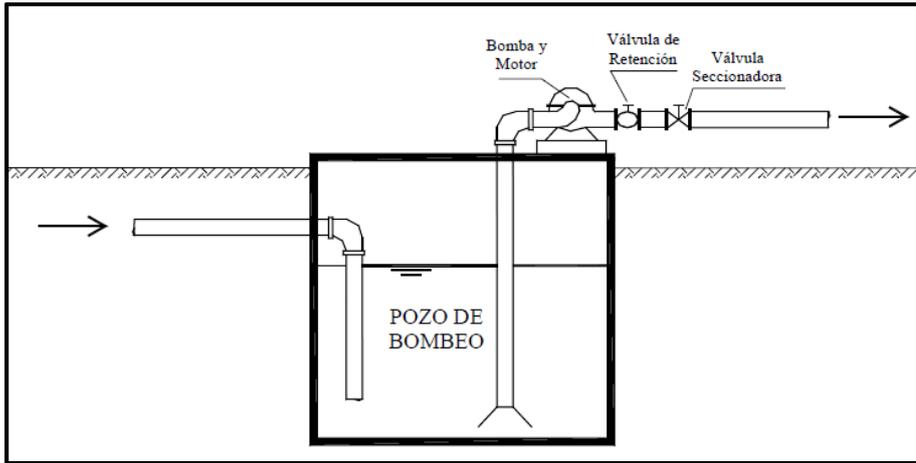
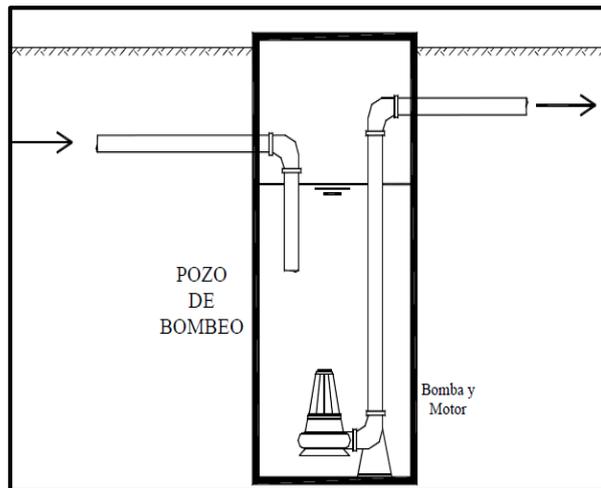


Figura 1.4: Cámara seca con emplazamiento lateral. (Fuente: Pérez Ferrás y Pérez, 2005).

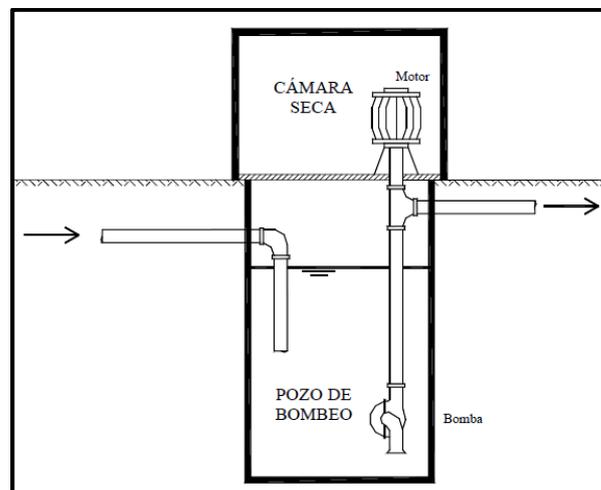


**Figura 1.5:** Cámara seca con emplazamiento superior. (Fuente: Pérez Ferrás y Pérez, 2005).

- Emplazamiento Directo o Cámara Húmeda: las bombas se encuentran dentro de la masa líquida de la obra de toma o del pozo de bombeo, mientras que los motores pueden hallarse en la cámara húmeda junto a la bomba (Figura 1.6), o en la cámara seca o a la intemperie (Figura 1.7).



**Figura 1.6:** Bomba y motor sumergido. (Fuente: Pérez Ferrás y Pérez, 2005).



**Figura 1.7:** Bomba sumergida y motor en cámara seca. (Fuente: Pérez Ferrás y Pérez, 2005).

## 1.6. DEPOSITOS DE ALMACENAMIENTO

Todo sistema de agua potable debe disponer de un almacenamiento cuyos objetivos son: efectuar la regulación entre la producción de agua y la demanda del consumo, esencialmente variable, y 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.

### 1.6.1. Almacenamiento elevado

Ubicados en lugares estratégicos, son necesarios para mantener las presiones deseadas dentro de la red. También, proporciona una reserva para usarse en caso de incendio, o para uso normal durante reparaciones en la línea de abastecimiento o en la estación de bombeo. En la Figura 1.8, se observa el primer tanque de almacenamiento de la ciudad de Rafaela, Santa Fe. El mismo cuenta con una capacidad de 500 m<sup>3</sup> y una altura de 22m.

Además de satisfacer las demandas momentáneas máximas, permite un ahorro económico en costos de bombeo. Si la capacidad es suficiente, el bombeo puede confinarse a horas donde la tasa electricidad-potencia sea menor.

En poblaciones ubicadas en terrenos llanos y, donde las fuentes de agua son subterráneas, lo ideal es que el tanque se ubique en el punto más alto, y a la vez, en el centro de gravedad de la población. De ser imposible, la prioridad es ubicarlo en el punto más alto.

En el caso de poblaciones extendidas longitudinalmente, las zonas más alejadas del tanque pueden tener presión insuficiente en las horas pico. Para solucionar esta situación, se suelen ubicar tanques de equilibrio de menor altura en la mitad del trayecto. En las horas de máximo consumo, estos depósitos darán agua a las zonas más alejadas, y en las de menor consumo, serán reabastecidos por el tanque principal.

Para determinar la altura óptima del tanque se debe tener en cuenta que a mayor altura corresponden:

- Mayores gastos anuales de bombeo para elevar el agua al tanque.
- Mayor costo de construcción.
- Menores diámetros en la red de distribución.



**Figura 1.8:** Tanque elevado de la ciudad de Rafaela.

### 1.6.2. Almacenamiento a nivel del terreno o enterrado

Este tipo de almacenamiento proporciona una reserva capaz de hacer frente a emergencias. Se utiliza generalmente en áreas relativamente planas, con bombas controladas de manera

automática, para satisfacer cargas momentáneas máximas. También se utiliza en comunidades en terrenos con grandes desniveles, para abastecer a las zonas más bajas.

Los depósitos a nivel suelen estar cubiertos, excepto que tengan un área muy grande. De esta forma se protegen contra la contaminación de materiales transportados por el aire, los desechos de las aves y, también, se evita el crecimiento de algas que afecten el sabor y apariencia del agua.

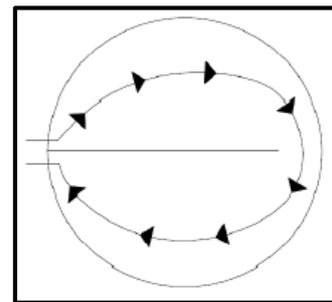
La altura del agua varía entre 3 y 6 m, pudiendo llegar a un mínimo de 2,5 m y un máximo de 8 m en situaciones excepcionales. Una menor altura favorece la estanqueidad de los muros al disminuir la presión hidrostática. Otra ventaja es que no ocasiona variaciones importantes en la presión dentro de la red. Según la capacidad del depósito, los organismos aconsejan las siguientes alturas:

- Hasta 300 m<sup>3</sup>            3 a 4 m
- De 300 a 500 m<sup>3</sup>        4 m
- Más de 500 m<sup>3</sup>         4 m o más

En planta, la sección más conveniente desde el punto de vista hidráulico y estructural es la circular. También suele ser más económica, ya que, para una misma superficie, requiere un menor perímetro, lo que implica menor volumen de material en los muros. La cubierta debe cubrirse con una capa de tierra de entre 30 y 100 cm para proteger el agua de las variaciones de temperatura.

Cuando se construye una sola reserva, la misma debe ser dividida en dos compartimientos estancos. De esta manera se permite el funcionamiento del depósito durante las tareas de limpieza o reparación.

Para evitar el estancamiento, se procura mantener un movimiento lento del agua. Se colocan las tuberías de entrada y salida de tal forma que obligue al agua a circular, con la ayuda de tabiques o chicanas (Figura 1.9). De esta forma, se evitan las zonas muertas donde se puedan reproducir las bacterias.



**Figura 1.9:** Circulación del agua dentro de una cisterna.

El volumen del depósito varía según el criterio adoptado. Puede calcularse como 1/6 del volumen máximo diario anual o 1/4 del volumen medio diario anual). Otros criterios establecen que el volumen de la reserva debe cubrir un día y medio de consumo. (ENOHSA, 2001).

## 1.7. RED DE DISTRIBUCIÓN

Las redes de distribución se encargan de transportar el agua potable desde el punto de almacenamiento hasta los usuarios, por medio de un conjunto de cañerías, las cuales se dividen en:

- Conducciones maestras o primarias: cañerías que abastecen grandes áreas y conducen los mayores caudales.
- Conducciones de tránsito o secundarias: ramales que vinculan las conducciones maestras con todos los puntos de consumo.
- Conexiones domiciliarias o férulas: son las cañerías que vinculan las conducciones de tránsito con los domicilios.

El servicio no debe tener interrupciones y la distribución debe ser continua. Las conducciones de agua deben estar siempre llenas, y la presión debe ser suficiente para permitir alimentar en cada momento y en cada sitio, los elementos más elevados del inmueble.

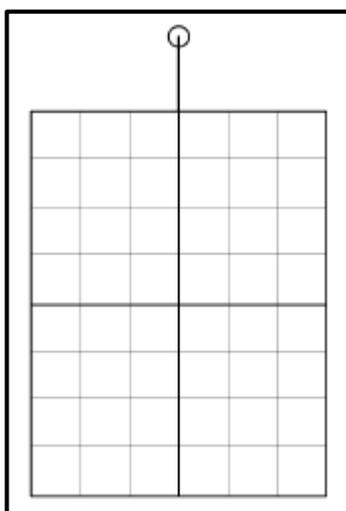
### 1.7.1. Tipos de redes

Las redes de distribución pueden adoptar diferentes formas según la distribución de la ciudad lo amerite. A continuación, se describen los sistemas más utilizados.

#### 1.7.1.1. Sistema de malla cerrada

Es uno de los sistemas más efectivos para la distribución. Si por alguna causa se cierra uno de los extremos de una rama, el tramo será alimentado por el otro lado. De esta forma, en caso de efectuar reparaciones, el área que queda sin agua se puede reducir a una sola cuadra, siempre y cuando se hayan colocado apropiadamente las válvulas.

El sistema está conformado por cañerías principales y secundarias distribuidas en forma de malla. Las cañerías primarias se colocan cada dos o tres calles en una dirección y cada cuatro a ocho calles en la dirección opuesta, como se observa en la Figura 1.10. Las cañerías secundarias no se unen entre sí, solo lo hacen con las cañerías principales.



**Figura 1.10:** Esquema de una red tipo malla cerrada.

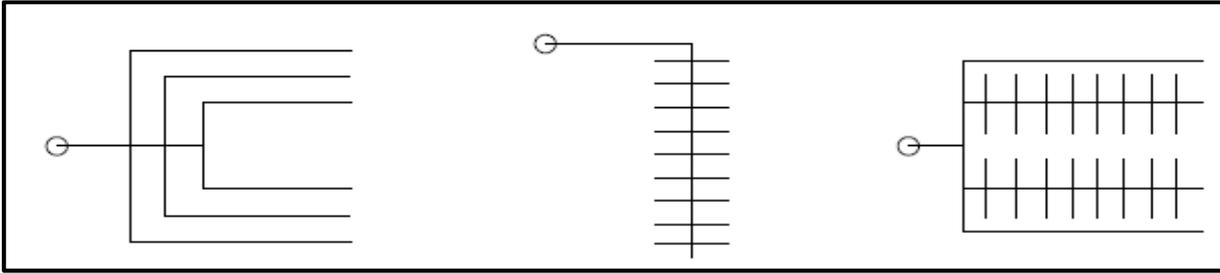
Un punto importante en este sistema es la cantidad de válvulas a colocar, ya que debe haber un equilibrio entre la economía y la efectividad de la malla. Si se coloca una gran cantidad de válvulas será menos económico, pero en caso de una reparación será menor el área afectada por el corte. Si se coloca una menor cantidad de válvulas, se produce la situación inversa.

#### **Sistema de malla abierta**

Se colocan líneas troncales en las calles principales y se conectan los secundarios en ángulos rectos (Figura 1.11). Las cañerías secundarias distribuyen las calles individuales, pero no conectan sus extremos con otros, por lo que, si ocurre una falla cerca del centro del sistema, se quedará sin agua una gran porción de la comunidad.

En algunos casos, el agua en los extremos muertos no tiene movimiento, lo que puede ocasionar malos sabores y olores, especialmente en zonas donde las distancias sin domicilios son grandes. La circulación se efectúa constantemente en el mismo sentido, a partir del depósito hacia los extremos de las conducciones. Por este motivo se busca que las conducciones sigan la pendiente del terreno.

Esta forma de trazado es efectiva en pequeñas poblaciones localizadas a lo largo de un río o camino. Es más económica que el sistema de mallas cerradas, lleva pocas piezas especiales y es más fácil de operar y mantener.



**Figura 1.11:** Diferentes tipos de configuraciones de mallas abiertas.

### Combinación de sistemas

En localidades inclinadas o que tienen niveles muy diferentes, requieren dos o más sistemas separados para poder controlar las presiones excesivas que se generan en las zonas más bajas.

#### 1.7.2. Elementos de las redes

##### Cañería maestra

Son las cañerías que transportan mayor caudal. El diámetro mínimo de la cañería debe ser de 110 mm. Las velocidades admisibles dentro de la cañería varían según el diámetro:

- para  $D \leq 250$  mm: entre 0,4 y 0,6 m/s
- para  $D \geq 300$  mm: entre 1,0 y 1,2 m/s

La presión mínima en la red maestra no debe ser menor a 12 mca. (ENOHSA, 2001)

Los materiales más utilizados son:

- Policloruro de Vinilo (PVC): para cañerías de hasta 300 mm de diámetro
- Polietileno de Alta Densidad (PEAD): para cañerías de hasta 150 mm.
- Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV): para cañerías a partir de 400 mm.
- Hormigón Armado y Pretensado: para cañerías a partir de 600 mm.

Las tapadas mínimas también dependen del diámetro de la conducción. Las mismas se pueden observar en la Tabla 1.1:

**Tabla 1.1:** Tapadas mínimas según el diámetro de la conducción. (Fuente: Boidi, 2015-a)

D (mm)	Tapada (m)
80 a 250	1,00
300 a 400	1,20
500 a 800	1,50
> a 900	1,80

##### Cañería secundaria o de distribución

Estos caños suelen tener diámetros pequeños según cálculo, por lo que el único requisito a tener en cuenta es el diámetro mínimo según norma. En la provincia de Santa Fe, es de 75 mm.

Los caños secundarios no se unen entre sí, solo se unen en los extremos a las cañerías maestras, y con las conexiones domiciliarias.

### Conexiones domiciliarias (férulas)

El diámetro mínimo de estas conexiones es de 13 mm. En caso de que el consumo del inmueble requiera un diámetro mayor, se puede optar por varias conexiones de diámetro pequeño, ya que el diámetro o el material del caño de distribución puede limitar el tamaño de la conexión domiciliaria.

La conexión se materializa colocando una brida en la cañería (Figura 1.12), que posteriormente es perforada.



Figura 1.12: Brida para conexión domiciliaria.

### Válvulas de cierre

Su función es cortar el paso del agua para poder realizar reparaciones o mantenimiento en las cañerías. Se usan válvulas de tipo esclusa (Figura 1.13) para cañerías de diámetro 300 mm o menor, y de tipo mariposa (Figura 1.14) para diámetros mayores.

En los caños maestros, se colocan válvulas en todos los nudos (una válvula por cada caño que concurre al nudo). En caso de largas líneas rectas, se colocan cada 2.500 m.

En los caños de distribución, se colocan válvulas antes de la unión con el caño maestro. De esta manera, tendrá una válvula en cada extremo, con el objeto de independizarse en caso de reparaciones.

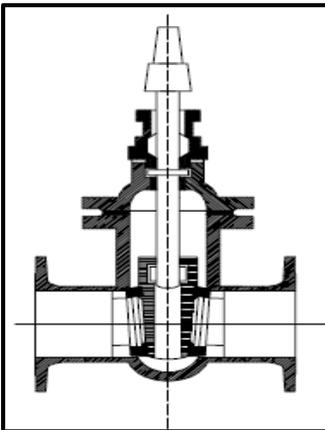


Figura 1.13: Válvula de cierre tipo esclusa.

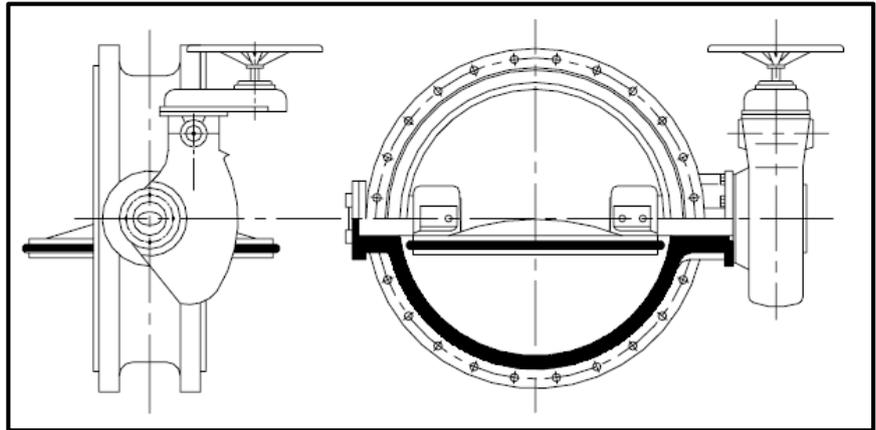


Figura 1.14: Válvula de cierre tipo mariposa.

### Hidrantes

Los hidrantes o bocas de incendio, son puntos fijos conectados a la red que suministran gran cantidad de caudal y presión en poco tiempo. Son utilizados principalmente por los bomberos, ya que permiten la conexión de las mangueras para atacar el fuego directamente o para llenar las cisternas de los camiones.

Los hidrantes se distribuyen a través de toda la red de forma que ningún punto de la ciudad quede a una distancia mayor a 150 m. Deben conectarse a cañerías de 80 o 100 mm de diámetro, sobre veredas y preferentemente cerca de las esquinas. Luego del ramal de conexión debe colocarse una válvula esclusa de cierre del mismo diámetro que el hidrante.



Figura 1.15: Parte superior de hidrante.

La parte superior del hidrante (Figura 1.15) queda por debajo del nivel de vereda, dentro de una caja de acceso correctamente identificada.

El hidrante cuenta con una esfera de goma que impide la salida del agua. La manguera de bomberos se conecta al hidrante mediante un elemento de conexión. Éste tiene un vástago que, al enroscarse, empuja la esfera de goma hacia abajo permitiendo el paso del agua.

### Cámara para válvulas de aire

El agua lleva aire disuelto y burbujas. Tiende a concentrarse en puntos altos de la conducción formando bolsones que disminuyen la sección útil de la cañería, pudiendo generar pérdidas de carga adicionales y originar oscilaciones de caudal y de presión.

El procedimiento adecuado para la eliminación del aire es la colocación de válvulas de aire en los puntos más altos (Figura 1.16). Se colocan en cañerías cuyo diámetro es de 300 mm o mayor (ya que, en las cañerías menores, su función la cumplen las conexiones domiciliarias), en los cambios de pendiente (de ascendente a descendente), o cada 1.000 m. Con el objeto de tener acceso a las mismas, se colocan dentro de cámaras especiales.

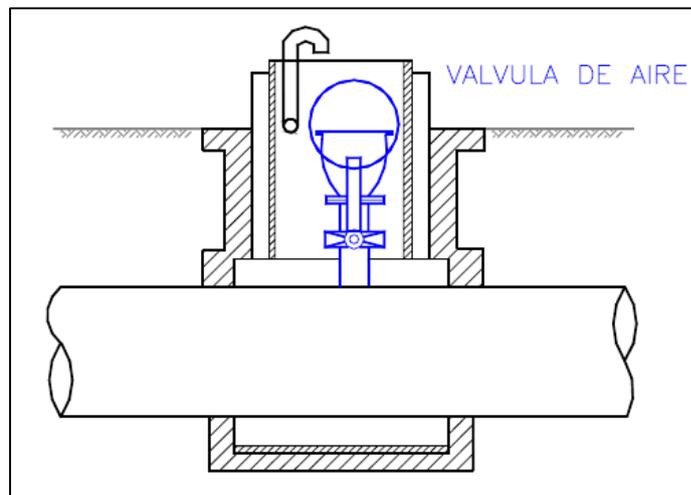


Figura 1.16: Esquema de cámara de aire. (Fuente: Pérez Ferrás y Pérez, 2005)

### Cámaras para válvulas de desagüe

Se colocan en cañerías de diámetro 400 mm o mayor, en los cambios de pendiente de descendente a ascendente. Su función es permitir el vaciado de la cañería en caso de mantenimiento. La Figura 1.17 muestra un esquema de estas cámaras.

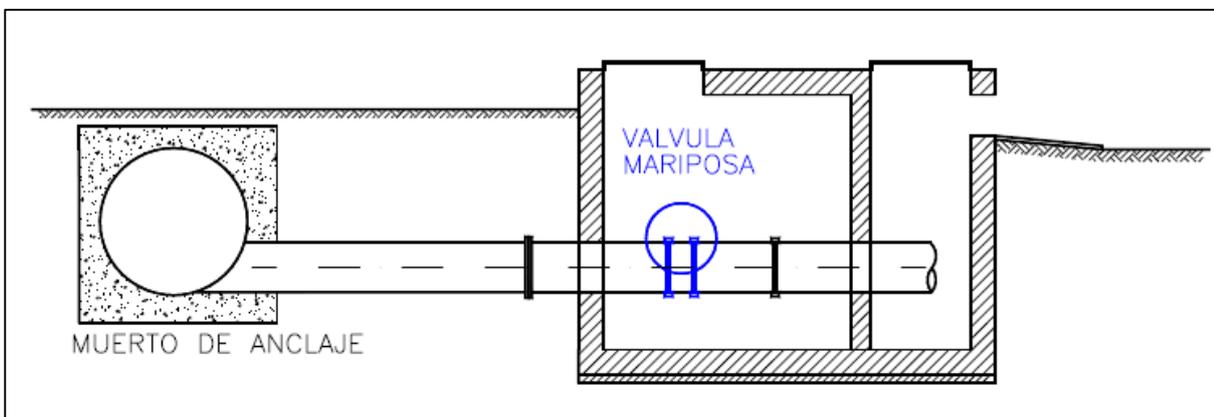


Figura 1.17: Esquema de cámara de desagüe. (Fuente: Pérez Ferrás y Pérez, 2005)

## CAPÍTULO 2

# ESTUDIOS PRELIMINARES

### 2.1. GENERALIDADES

El diseño de un sistema de abastecimiento adecuado requiere un análisis profundo del lugar y la población a servir. Para eso se deben recopilar antecedentes y realizar estudios de campo, con el fin de obtener la información necesaria para el proyecto.

Los principales estudios que se deben realizar, según García Trisolini (2009), son:

- Estudios sociales: incluye el análisis de la población actual y su crecimiento en los últimos años, el nivel socio-económico de la misma y el nivel de infraestructura de la ciudad.
- Estudios logísticos y legales: se debe analizar la capacidad de gestión del municipio, la disposición de terrenos para realizar las obras y el almacenamiento de los materiales, etc.
- Estudios topográficos: de debe disponer de planos topográficos de la zona con curvas de nivel, nombres de calles y longitud de los terrenos frentistas.
- Estudios hidrológicos y geológicos: información acerca de las posibles fuentes de suministro, su ubicación y la calidad del agua. También incluye análisis del suelo para las fundaciones de las obras de almacenamiento, y la disponibilidad de material de relleno para las zanjas.

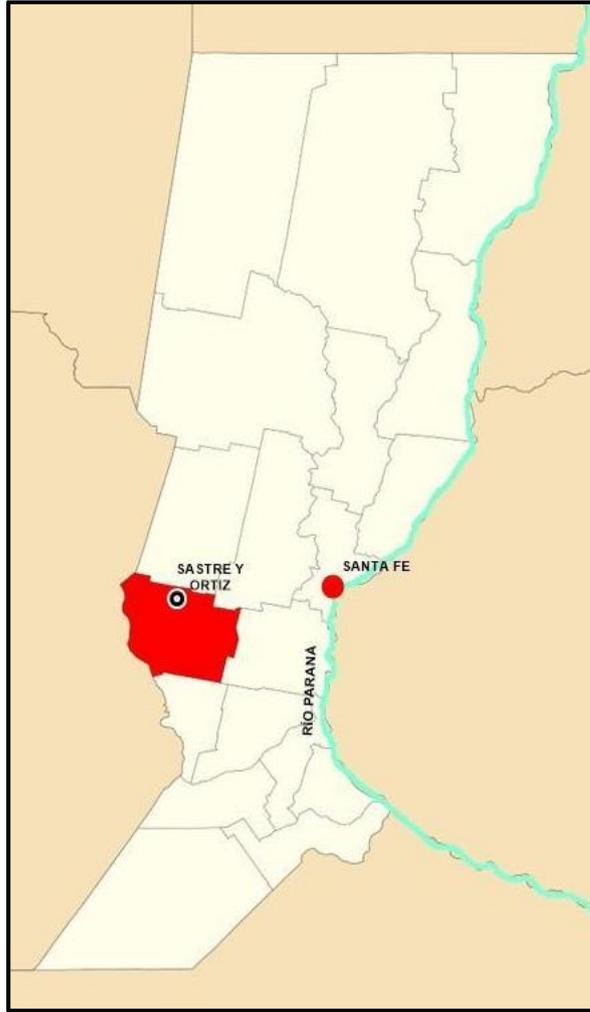
### 2.2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La provincia de Santa Fe está ubicada en la región Centro-Este de la República Argentina, al sur del Continente Americano. Ocupa una superficie de 133.007 km<sup>2</sup>. En su eje norte-sur, tiene una longitud de 720 km y en su eje este-oeste alcanza los 380 km. Está dividida políticamente en 19 departamentos y su ciudad capital es Santa Fe de la Vera Cruz. Esta ciudad está ubicada a 475 km de la Capital Federal, provincia de Buenos Aires.

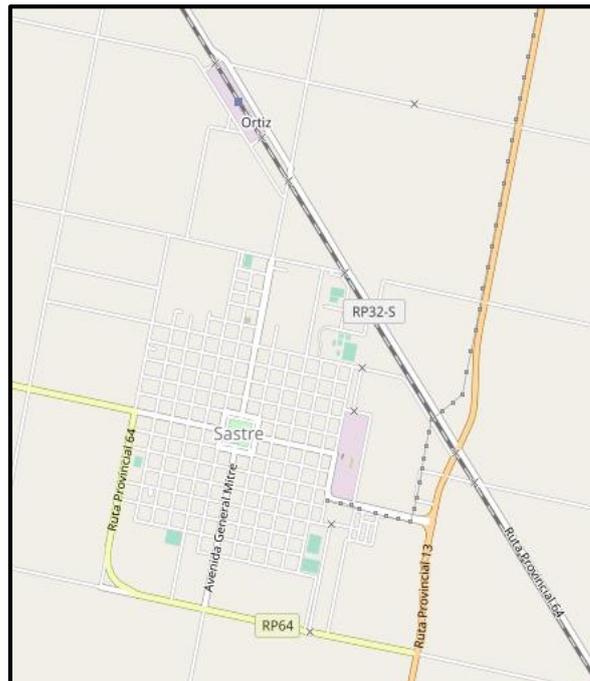
A 142 km de la capital provincial, se ubica a ciudad de Sastre y Ortiz (Figura 2.1), en las coordenadas 31°45' de latitud sur y 61°50' de longitud oeste. Ocupa una superficie de 4,66 km<sup>2</sup> (sin contar el área rural). Es la ciudad cabecera del departamento San Martín. La distancia hasta el Río Paraná, curso de agua más cercano, es de 110 km.

El acceso a la ciudad se da a través de las rutas provinciales N°13 y N°64 (Figura 2.2). También es atravesado por las vías de los ferrocarriles Mitre y Belgrano.

La topografía de la ciudad es llana, con una muy leve pendiente en sentido Norte-Sur y Oeste-Este. Según el Instituto Geográfico Nacional, la ciudad se encuentra a una altitud entre 104 y 105 metros sobre el nivel del mar.



**Figura 2.1:** Ubicación la ciudad de Sastre y Ortiz y del departamento San Martín dentro de la provincia de Santa Fe. (Fuente: Elaboración propia)



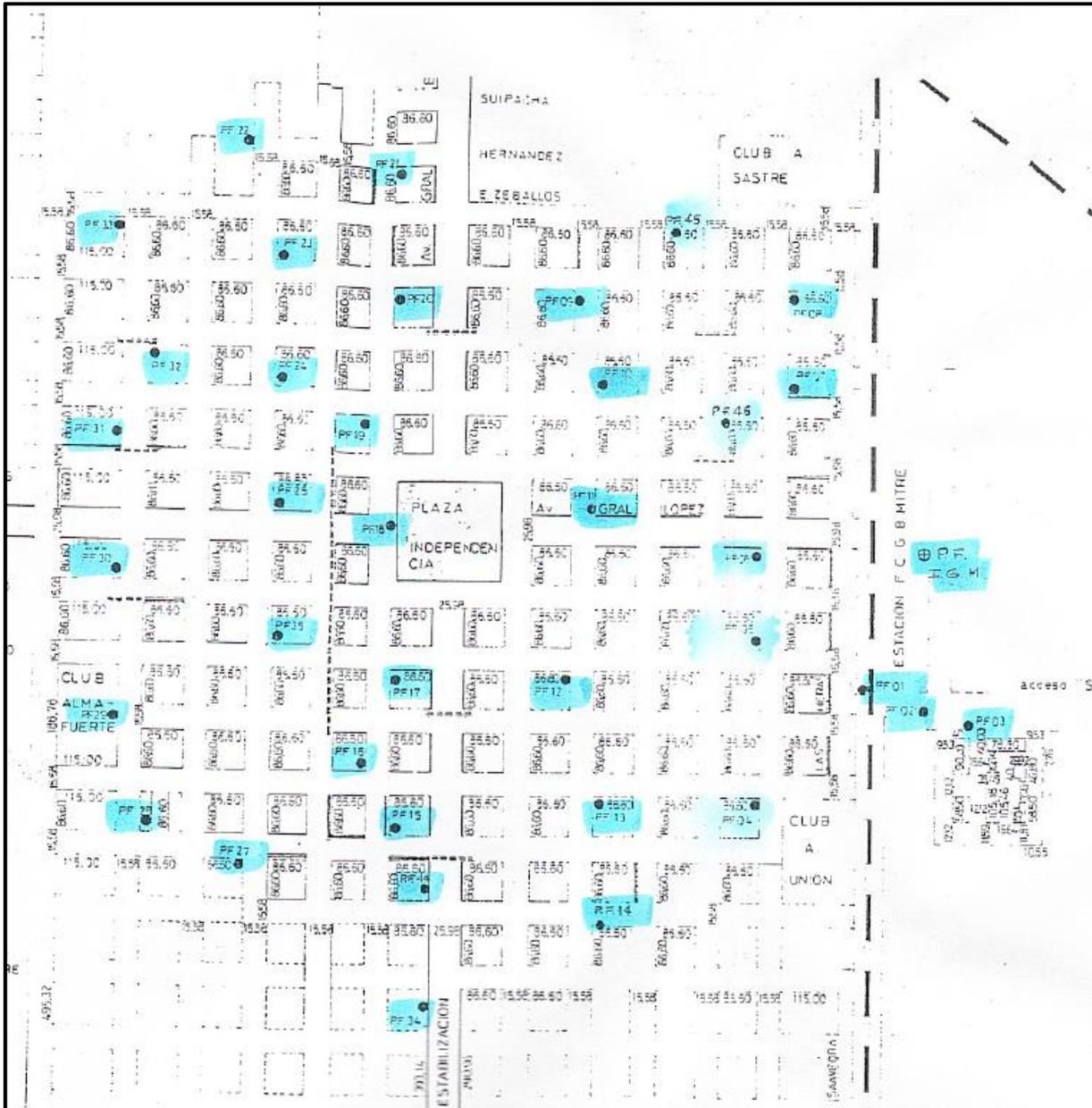
**Figura 2.2:** Mapa de accesos a la ciudad de Sastre y Ortiz.

### 2.3. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Se consultó a la Municipalidad de la ciudad de Sastre en busca de antecedentes topográficos que puedan resultar de utilidad para el desarrollo del proyecto. En la Tabla 2.1, se incluye un listado de puntos fijos de alta precisión de la red de nivelación ubicados en Sastre. La ubicación de los mismos se puede observar en la Figura 2.3.

**Tabla 2.1:** Cotas de puntos fijos. (Fuente: Municipalidad de Sastre).

Punto Fijo N°	Cota I.G.M.	Punto Fijo N°	Cota I.G.M.
1	104,911	31	104,774
2	104,628	32	104,773
3	104,44	33	105,223
4	104,709	34	104,516
5	104,938	35	104,484
6	104,855	36	104,488
7	104,903	37	104,448
8	104,932	38	104,139
9	105,121	39	103,698
10	105,187	40	103,31
11	105,279	41	102,596
12	104,883	42	101,139
13	104,898	43	99,681
14	104,836	44	105,085
15	105,048	45	105,239
16	105,072	46	105,279
17	105,13		
18	105,774		
19	105,189		
20	105,06		
21	104,979		
22	105,066		
23	104,965		
24	105,113		
25	104,934		
26	105,047		
27	104,988		
28	105,011		
29	105,201		
30	105,023		



**Figura 2.3:** Ubicación de puntos fijos dentro de la ciudad de Sastre. (Fuente: Municipalidad de Sastre)

## 2.4. ESTUDIOS SOCIALES

### 2.4.1. Población actual

Según datos del Censo Nacional del año 2010, la ciudad de Sastre tiene una población de 5717 habitantes, los cuales se distribuyen en 2078 viviendas.

En términos de densidad urbanística, la población se distribuye de manera compacta, dejando pocos vacíos urbanos disponibles (Figura 2.4). Esto supone que el incremento de la población en el futuro ocasionará una expansión de la mancha urbana.

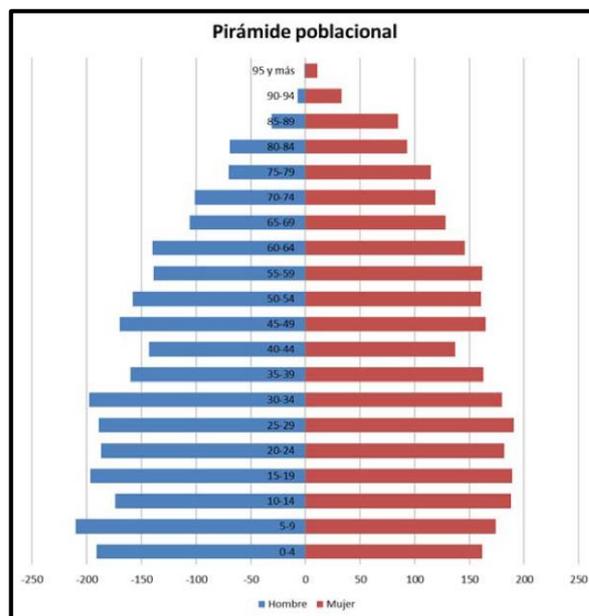


**Figura 2.4:** Identificación de la mancha urbana en una vista satelital de la ciudad. (Fuente: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas, 2017)

Si se analiza la composición de la población mediante la pirámide poblacional (Figura 2.5), se puede observar una pirámide de tipo estacionaria o estancada. Este tipo es característico de los países en vías de desarrollo. Se aprecia un equilibrio en la distribución, consecuencia de que se ha empezado a controlar la mortalidad, pero la natalidad sigue siendo bastante alta.

Este tipo de pirámide poblacional presenta una natalidad y una mortalidad que, por lo general, no sufren variaciones significativas durante un largo periodo de tiempo. Por tanto, el dibujo que se observa en este tipo de pirámides es el de una base y estructura similar a lo largo de toda la pirámide, reduciéndose esta progresivamente a partir de un determinado rango de edad.

En la mayoría de los casos, este tipo de pirámide es el paso intermedio entre una pirámide progresiva, caracterizada por una natalidad muy alta y una baja esperanza de vida, y una regresiva, que, al contrario de la anterior, tiene una baja natalidad y una alta esperanza de vida, concentrando la mayoría de la población en la cima de la pirámide.



**Figura 2.5:** Pirámide poblacional de Sastre. (Fuente: INDEC, 2010)

## 2.4.2. Desarrollo socio-económico

En términos económicos, Sastre y Ortiz forma parte de La Pampa Húmeda Argentina. Esta región es una de las áreas de mayor productividad agropecuaria en el mundo, y dentro de las 5 provincias que la componen (Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba, Buenos Aires y La Pampa), Santa Fe es la de mayor peso específico en cuanto a productividad por unidad de superficie. Por este motivo, las actividades económicas que predominan en la ciudad están relacionadas con la agricultura y la ganadería.

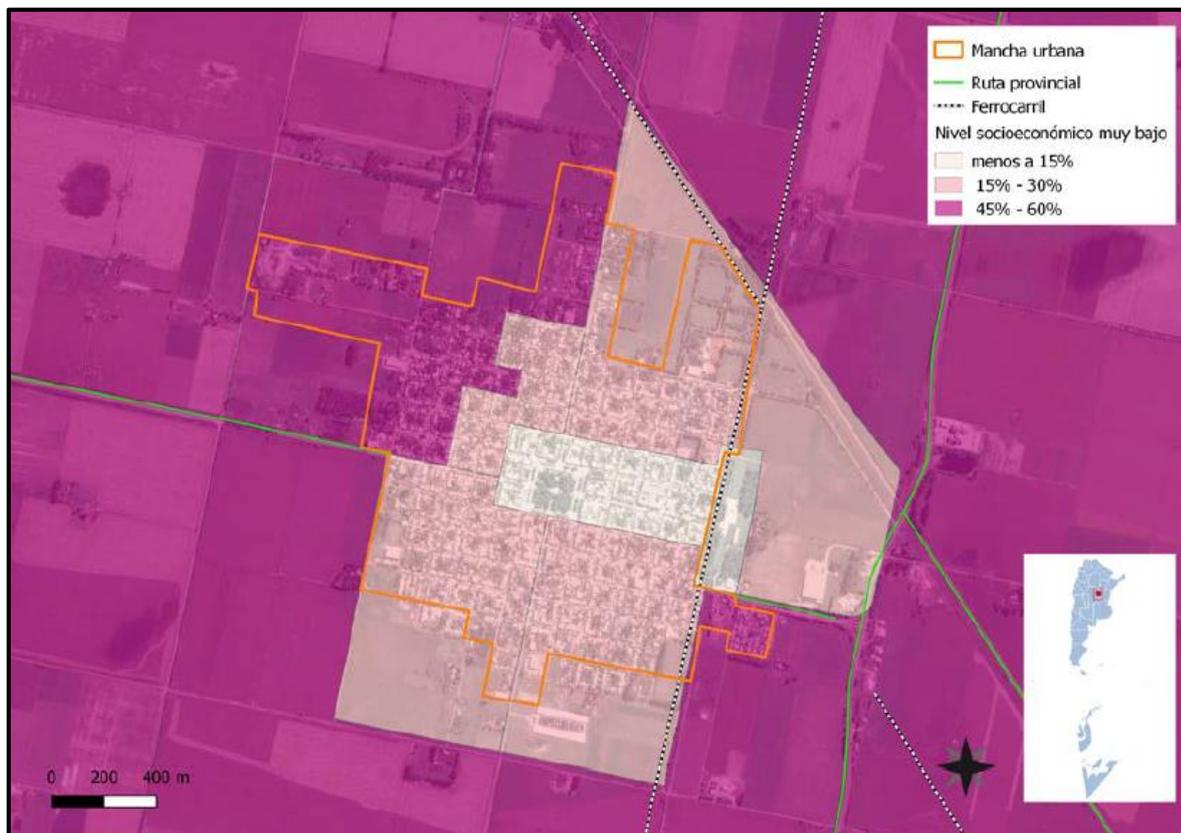
En el ámbito social, el caso de la localidad de Sastre y Ortiz se repite en muchas otras de la región central del país, más específicamente de la llanura pampeana. En estas escalas poblacionales, por lo general no existen irregularidades extremas en materia de villas miserias y asentamientos irregulares, por lo que las condiciones de habitabilidad no suelen ser tan desfavorables como en otros lugares del país. En general los problemas sociales más graves se asocian con la ocupación de viviendas abandonadas y/o situación de vivienda con tenencia irregular.

En la Figura 2.6, se puede observar que los sectores más vulnerables se encuentran en la periferia de la ciudad, principalmente en el sector noroeste.

En cuanto al nivel de desocupación, según INDEC (2010), la tasa de desocupación era del 2,30%. A título comparativo se referencia este dato con el de otros centros urbanos para el mismo período.

- Todos los aglomerados urbanos: 7,30 %
- Gran Santa Fe: 8,80 %
- Gran Rosario: 7,80 %

La situación de la localidad es muy buena respecto al empleo, ya que los datos que arroja el censo 2010 puede decirse que son de orden estructural.

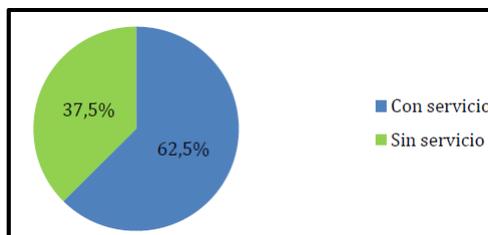


**Figura 2.6:** Mapa de nivel socio-económico. (Fuente: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas, 2017)

### 2.4.3. Infraestructura

#### Gas natural

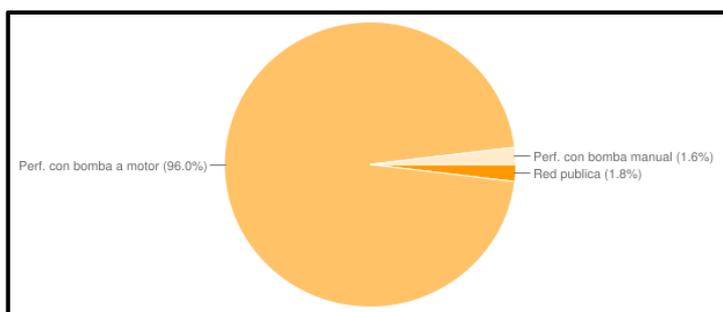
El 62,5% de la población tiene acceso a la red de gas natural (Figura 2.7).



**Figura 2.7:** Acceso a red de gas natural. (Fuente: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas, 2017)

#### Agua potable

El municipio cuenta con una red de agua potable que solo brinda servicio al 1,79% de la población (Figura 2.8). Quienes no tienen acceso a la red se abastecen mediante bombas, extrayendo el agua del acuífero Pampeano. La alta salinidad y los altos niveles de arsénico que presenta el agua de este acuífero, la hacen no apta para el consumo humano.

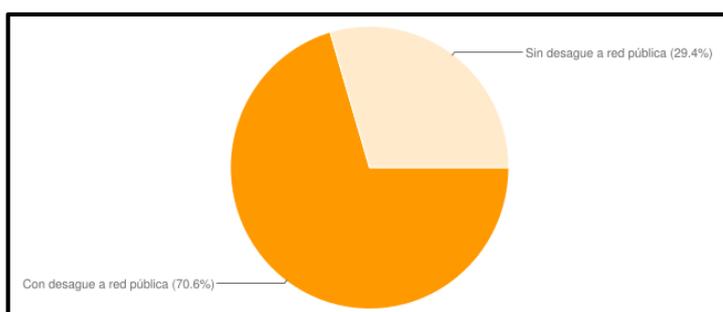


**Figura 2.8:** Forma de abastecimiento de agua en las viviendas. (Fuente: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas, 2017)

Los habitantes deben comprar los bidones de agua potable a una cooperativa local. A pesar de que el costo es barato, ésta no ofrece un servicio de distribución, por lo que las personas deben retirar los bidones en la institución. Otra opción es obtener el agua potable mediante distribución privada, aunque en este caso los precios son más elevados.

#### Desagües cloacales

En cuanto a desagües, la ciudad cuenta con una red cloacal administrada por la comuna. El 70,64 % de la población tiene acceso a la misma (Figura 2.9). En la Figura 2.10, se observa que la red de desagüe abarca la mayor parte de la mancha urbana, con excepción de los barrios periféricos más nuevos.



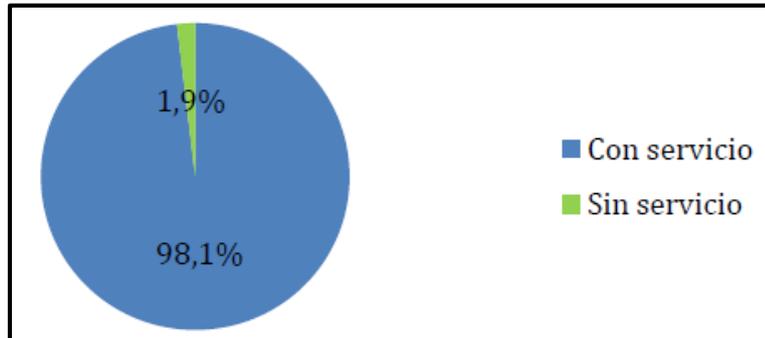
**Figura 2.9:** Acceso a desagüe cloacal. (Fuente: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas, 2017)



**Figura 2.10:** Mapa de acceso de la población a desagües cloacales. (Fuente: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas, 2017)

### Red eléctrica

El 98,1% de la población tiene acceso al servicio de energía eléctrica (Figura 2.11).



**Figura 2.11:** Acceso a red de energía eléctrica. (Fuente: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas, 2017)

### Educación

Sastre está provista de una buena infraestructura educativa para la dotación de alumnos potencial que debe asistir (alrededor de 1.300), compuesta por 2 escuelas primarias estatales, una privada, una secundaria y dos escuelas con orientaciones especiales.

En Sastre no hay oferta educativa terciaria ni escuelas de oficios. Motivo por el cual los jóvenes migran a las grandes ciudades en busca de esta formación.

## **2.5. ESTUDIO DE POSIBLES FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA**

### **2.5.1. Agua subterránea**

La ciudad de Sastre está ubicada en la llanura chaco-pampeana, definida superficialmente por suaves pendientes y aspecto monótono donde los reservorios de agua dulce se corresponden con geofomas superficiales que favorecen la infiltración y el almacenamiento de agua meteórica.

Esta región cuenta con dos acuíferos factibles para la extracción: el acuífero Puelche semiconfinado, con un espesor promedio en el área de 24 m, y el acuífero Pampeano, ubicado superiormente al anterior, de bajo rendimiento.

#### **Acuífero Pampeano**

Los Sedimentos Pampeanos constituyen el sustrato base sobre el que se desarrolla el suelo y el paisaje actual y es el material sobre el que fluyen los arroyos. Estratigráficamente se ubican entre el Pos-pampeano y la Formación Puelche.

El espesor del Pampeano depende de la profundidad del techo de las Arenas Puelches y también de la cota topográfica, variando aproximadamente entre 30 y 50 m.

Al encontrarse tan próximo a la superficie y sin aislamiento de una capa de reducida permeabilidad, este acuífero es el más contaminado, fundamentalmente por materia orgánica (nitratos y especie bacteriana *Escherichia Coli*) provenientes de descargas de pozos ciegos, averías en redes cloacales, ganadería intensiva y feed lots. También puede presentar metales pesados, hidrocarburos y plaguicidas derivados de otras fuentes de contaminación (basurales, estaciones de servicios, actividades agrícolas intensivas y extensivas).

Asimismo, por su cercanía a la superficie, requiere de perforaciones de captación de agua poco profundas, más económicas, por lo que la población de menores recursos es la más amenazada frente a la ingesta de esta agua.

La importancia del Pampeano radica en que actúa como vía para la recarga y la descarga del acuífero semiconfinado Puelche subyacente, que es la unidad hidrogeológica más explotada de la región.

#### **Acuífero Puelche**

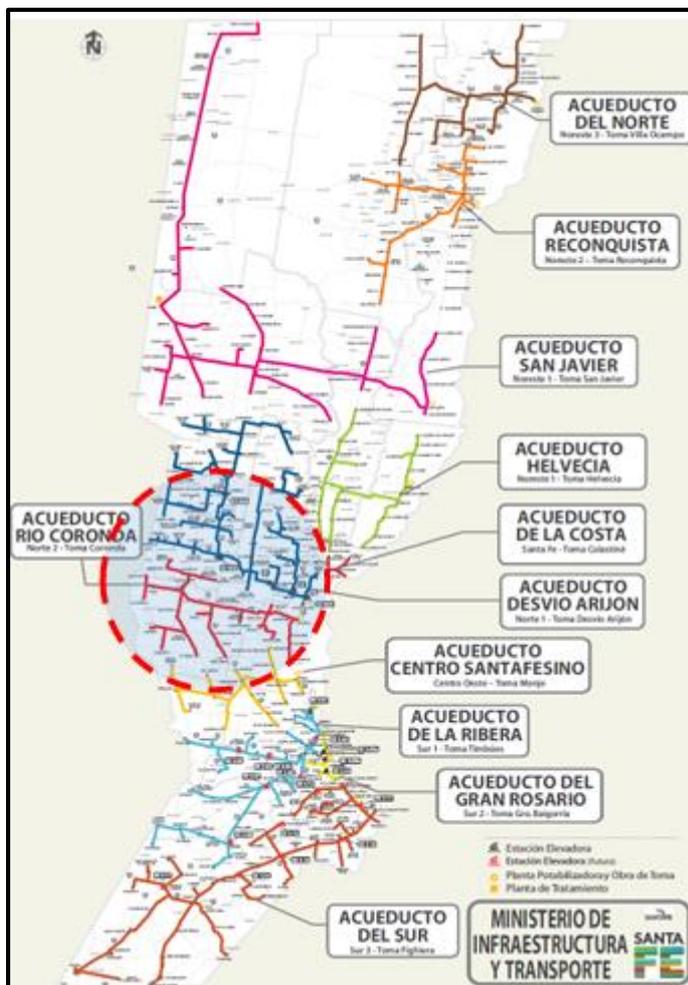
El Acuífero Puelche está ubicado entre el Pampeano y la Formación Paraná. Se recarga por filtración vertical descendente a partir del Pampeano. La mayor descarga deriva de la extracción, lo que provoca grandes distorsiones en la dinámica del flujo subterráneo. A nivel regional la descarga del Puelche ocurre hacia los sistemas fluviales Paraná, Río de la Plata y Salado.

El hecho de emplazarse a profundidades someras, de brindar caudales elevados y que sus aguas sean aptas para consumo humano, riego y actividades industriales, hace que sea una de las unidades hidrogeológicas más explotadas de la República Argentina. Se estima en 1.106 hm<sup>3</sup> el volumen total de la unidad que ocupa unos 92.000 km<sup>2</sup> en el noreste de la provincia de Buenos Aires y se extiende también hacia el norte de Entre Ríos y hacia el noroeste de Santa Fe y Córdoba.

El aumento poblacional e industrial de las últimas décadas acompañado por la ausencia de planificación de la urbanización y de la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento, ha deteriorado progresivamente la calidad del recurso hídrico subterráneo, observándose indicios importantes de contaminación.

## 2.5.2. Acueducto interprovincial Santa Fe - Córdoba

En la provincia de Santa Fe se desarrolla el Sistema Provincial de Acueductos para distribución a gran escala de agua apta para consumo humano, captada desde el sistema hídrico superficial del río Paraná (Figura 2.12).



**Figura 2.12:** Mapa de la red de acueductos proyectados en la provincia de Santa Fe. (Fuente: Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos de la Provincia de Santa Fe, 2021).

Por otro lado, en la provincia de Córdoba, a través del Plan Estratégico de Acueductos Troncales se prevé ampliar las áreas de cobertura de agua potable. Debido a que las fuentes que alimentan el Gran Córdoba y el este y sur provincial (ríos Primero y Tercero) se explotan al límite de su capacidad, no es posible proyectar ampliaciones de suministro para esta región.

Con el objetivo de resolver a mediano y largo plazo las limitaciones del abastecimiento de agua potable en las zonas Centro y Este de la provincia de Córdoba y Centro-Oeste de la provincia de Santa Fe, ambas provincias acordaron la planificación, proyección y trazado de un Acueducto interprovincial, a partir de los Acueductos Desvío Arijón y Río Coronda.

El proyecto se divide en dos etapas:

- Primera etapa: Coronda - San Francisco

La primera etapa: Coronda - San Francisco, incluye 33 localidades de la provincia de Santa Fe y 32 de la provincia de Córdoba. La población beneficiada con este proyecto sería de 330.000 personas. Se estima que, en una proyección a 30 años, la misma ascienda a 550.000.

La obra incluye toma de agua en el río Paraná, la conducción de agua cruda, la construcción de una planta de potabilización y el acueducto de agua tratada hasta la ciudad de San Francisco (Figura 2.13).



**Figura 2.13:** Traza de la primera etapa del Acueducto Interprovincial. (Fuente: Elaboración propia)

La Fase I de la primera etapa comprende la toma de Agua en Coronda, las estaciones elevadoras y el ramal de 70 kilómetros hasta San Martín de las Escobas. De acuerdo al pliego, la misma se ejecutaría en 720 días. La Fase II, iría desde San Martín de las Escobas, pasando por Sastre a la par de la ruta 32-S hasta la ciudad cordobesa de San Francisco, que, de cumplirse los tiempos, estaría concluida a mediados de 2027.

- Segunda etapa: San Francisco - Córdoba:

Incluye el abastecimiento de agua a 11 localidades del centro-este de la provincia de Córdoba, incluidas Miramar, Balnearia, Arroyito y Río Primero.

La construcción de este acueducto es de gran importancia para este proyecto, ya que abastecería directamente de agua potable a la ciudad de Sastre. De esta forma, la comuna se ahorraría los costos que genera la extracción de agua subterránea y su posterior tratamiento.

Teniendo en cuenta los plazos para la construcción del acueducto y de la red, se podría acceder a servicio de forma inmediata una vez que el agua llegue a la ciudad.

## 2.6. ESTUDIOS LEGALES Y LOGÍSTICOS

### 2.6.1. Normativa vigente

El marco normativo que rige los servicios de distribución de agua potable en la República Argentina está compuesto por un conjunto de leyes y reglamentaciones nacionales y provinciales. En términos generales, las leyes nacionales establecen las políticas y lineamientos generales, mientras que las provinciales tienen la responsabilidad de llevar adelante su implementación y ejecución en el ámbito local.

En primer lugar, la Constitución Nacional establece en su artículo 41 que todos los habitantes tienen derecho a un ambiente sano, equilibrado y apto para el desarrollo humano, y que el

Estado debe garantizar la gestión sustentable de los recursos naturales y la protección del medio ambiente.

La Ley Nacional de Agua Potable y Saneamiento (Ley N° 25.688), sancionada en 2002, establece el marco regulatorio para el suministro de agua potable y saneamiento en todo el territorio nacional, y establece los derechos y obligaciones de los usuarios, las empresas prestadoras y los organismos reguladores.

La provincia de Santa Fe, como muchas otras provincias del país, cuenta con un marco normativo específico que regula la prestación de servicios de agua potable y saneamiento en su territorio. A continuación, se describen las leyes, entes y organismos públicos involucrados en este marco normativo.

En primer lugar, la Ley Provincial N° 11.220, sancionada en 1995, establece la política provincial en materia de recursos hídricos y saneamiento, y tiene como objetivo la protección y preservación del agua como recurso natural esencial para la vida y el desarrollo económico y social. Esta ley crea la autoridad de aplicación en la provincia, que es la Dirección Provincial de Recursos Hídricos.

Por otro lado, el suministro de agua potable en la provincia está a cargo de diferentes empresas y organismos, dependiendo de la localidad. La empresa estatal Aguas Santafesinas S.A. (ASSA) presta servicios en la ciudad de Santa Fe y en numerosas localidades de la provincia, mientras que en otras localidades la gestión del suministro de agua potable está en manos de cooperativas de servicios públicos, municipalidades y comunas.

Además, existen organismos públicos encargados de la regulación y fiscalización de los servicios de agua potable en todo el país. Entre ellos se encuentran el Ente Nacional Regulador de Agua y Saneamiento (ENOHSa) a nivel nacional.

A nivel provincial, existe el Ente Regulador de Servicios Sanitarios (ERSS), creado en 2004 por la Ley Provincial N° 12.842. Este ente tiene como objetivo principal proteger los derechos de los usuarios de los servicios sanitarios y asegurar la prestación eficiente, continua y de calidad de los mismos. El ERSS tiene competencia en toda la provincia y es el encargado de fiscalizar y controlar la gestión de las empresas y organismos prestadores de servicios de agua potable y saneamiento.

Por último, la provincia cuenta con el Ente Provincial de Agua y Saneamiento (EPAS), creado en 2006 por la Ley Provincial N° 12.966. Este ente tiene como objetivo planificar, coordinar, ejecutar y controlar la política provincial en materia de agua y saneamiento. El EPAS es responsable de la elaboración de planes y programas de inversión en infraestructura hídrica y sanitaria, así como de la ejecución de obras y proyectos en el marco de la política provincial en la materia.

### **2.6.2. Gestión Local**

En caso de desarrollarse esta propuesta, la Cooperativa de Servicios Públicos de Sastre sería el organismo encargado del suministro de agua potable en la ciudad. Para el financiamiento de la obra se acordaría un subsidio proveniente del ENOHSa, que cubriría todas las instancias de desarrollo, desde el proyecto hasta la ejecución final.

Para poder acceder al subsidio es necesaria la presencia del Municipio Local, y que la cooperativa, en carácter de concesionaria, sea quien ejecute la obra. No hay un compromiso de los Municipios o Comunas para que sea Aguas Santafesinas quien preste el servicio, ya que la cooperativa está habilitada para hacerlo.

Además, el Municipio ya cuenta con un terreno destinado a los depósitos y sistemas de bombeo de agua. Se encuentra en la intersección de las calles Malvinas Argentinas y Maipú, a 1.500 m del centro de la ciudad y tiene una superficie de 2.500 m<sup>2</sup>.

# CAPÍTULO 3

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 3.1. INTRODUCCIÓN

A continuación, se desarrolla el cálculo de todas las obras que formarán parte del suministro de agua potable de la ciudad de Sastre.

El sistema estará conformado por las siguientes obras:

- Una cisterna enterrada donde ingresará el agua proveniente del acueducto.
- Un tanque elevado.
- Un sistema de bombeo que impulsa el agua de la cisterna al tanque elevado.
- La red de distribución que transporta por gravedad el agua proveniente del tanque elevado hasta los usuarios.

Para llevar a cabo el cálculo, fue necesario fijar determinados parámetros:

- Periodo de diseño
- Área de estudio
- Población de diseño
- Densidad de población
- Dotación de consumo
- Coeficientes de caudal
- Caudales de diseño

#### 3.1.1. Periodo de diseño

El período de diseño es el tiempo de vida útil de la obra. Implica la puesta en funcionamiento del sistema y el momento en que son superadas las condiciones previstas en el proyecto, ya sea por uso o por falta de capacidad. Por uso, incluye las fallas por roturas en las cañerías, mientras que, por falta de capacidad, tiene en cuenta las variaciones imprevistas de la población o la dotación.

Cada obra del sistema de aprovisionamiento se diseña para un período diferente. Los mismos se ven reflejados en la Tabla 3.1:

**Tabla 3.1:** Periodo de diseño para cada tipo de obra. (Fuente: ENOHSa, 2001)

Obra		Período de diseño (años)
Captación	Superficiales	30
	Subterráneas	25
Conducción		15
Potabilización		30
Bombeo	Obra civil	20
	Instalación electromecánica	10
Distribución		25 a 30

La diferencia que existe entre los períodos de diseño de las diferentes obras se debe al costo y la complejidad que presenta cada una. Las obras de captación o potabilización, por ejemplo,

suelen ser las más caras y difíciles de incrementar su capacidad. Por este motivo, se las diseña para un período mayor.

En función de las obras e instalaciones previstas, se adoptaron 30 años como período de diseño para el presente proyecto. El mismo se mide a partir de la fecha efectiva de inicio de las operaciones del sistema, que, para este caso, se estableció en el año 2025. Esto implica que la población a servir deberá contar con agua potable en calidad y cantidad, según las dotaciones adoptadas, hasta el año 2055, final del período de diseño.

### 3.1.2. Área de estudio

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

#### Tendencia de expansión del área urbana

La mayor parte de la localidad está muy bien distribuida en términos de densidad urbanística. Las zonas menos densas se encuentran en la zona norte más periférica de la mancha urbana. El resto de la localidad aparenta ser una ciudad compacta, con pocos vacíos urbanos disponibles. Esta falta de vacíos supone que, ante el posible crecimiento poblacional, la mancha urbana deberá expandirse

El crecimiento de la mancha urbana posiblemente se dé hacia la zona noreste de la localidad, por la disponibilidad de terrenos para loteo.

#### Definición del área de estudio

Para este proyecto, el área de estudio se limitó a la mancha urbana existente (Figura 3.1), limitada por las calles:

- al sur: Ameghino, 27 de noviembre y Fassi
- al oeste: Sgto. Cabral y Colon
- al norte: Hernández, Malvinas Argentinas, Ceballos y Surrel
- al este: Oroño, La Heras y Ribas



Figura 3.1: Área de estudio. (Fuente: Elaboración propia)

### 3.1.3. Proyección de población

El conocimiento de la población a servir y su distribución geográfica es fundamental en el diseño del sistema. La cantidad es necesaria para determinar el caudal a transportar y, con ello, dimensionar las cañerías. Por otro lado, saber la distribución es necesario para diseñar la red de la forma más óptima posible.

La población es el componente más variable del cálculo, ya que puede crecer, estacionarse o decrecer con el paso del tiempo. Por eso, existen diferentes métodos, basándose en la información obtenida, para proyectar cuál será la población en el final del período de diseño.

Estos métodos parten de la población inicial y realizan la proyección a futuro mediante fórmulas matemáticas. Cada uno de ellos tiene una complejidad variada, dando resultados más o menos precisos.

Para elegir el método adecuado, se deben hacer estudios previos sobre cómo fue el crecimiento poblacional del lugar en los últimos años. También se debe conocer la ciudad y las zonas aledañas, su área comercial, el crecimiento de sus industrias y el desarrollo del territorio circundante. Es posible que ocurran sucesos extraordinarios, los cuales afectarán los cálculos del crecimiento futuro.

La exactitud de estos métodos disminuye cuando:

- Aumenta el período de diseño
- Disminuye la población de la zona
- Aumenta la velocidad de variación de la población

#### Métodos para determinar el crecimiento de la población

A continuación, se enumeran algunos de los métodos estudiados, ordenados de menor a mayor complejidad, según ENOHSa (2001).

##### ➤ Método de crecimiento aritmético

Es el método más sencillo de extrapolación. Consiste en calcular la cifra media anual de crecimiento entre un censo y otro, y añadir la misma cantidad por cada año transcurrido posterior al censo. Esto supone un aumento lineal de la población, según la siguiente expresión:

$$Pf = Pi + k.T \quad (1)$$

$$k = \frac{P_1 - P_2}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

Donde:

- $k$  = tasa de crecimiento anual [hab./año]
- $P_1, P_2$  = población en los últimos dos censos [hab.]
- $t_2, t_1$  = años de los últimos dos censos [años]
- $T$  = período de diseño de la obra [años]
- $P_i$  = población actual [hab.]
- $P_f$  = población al final del período de diseño [hab.]

##### ➤ Método de crecimiento geométrico o exponencial

Este método supone que la población aumenta constantemente en una cifra proporcional a su volumen cambiante. Se obtiene aplicando al último dato poblacional que se tenga, la fórmula del interés compuesto, manteniendo constante la tasa de crecimiento anual del año anterior.

$$P_f = P_i (1 + \alpha)^T \quad (3)$$

$$\alpha = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{t_2-t_1}} - 1 \quad (4)$$

Donde:

- $\alpha$  = tasa de crecimiento anual [hab./año]
- $P_1, P_2$  = población en los últimos dos censos [hab.]
- $t_2, t_1$  = años de los últimos dos censos [años]
- $T$  = período de diseño de la obra [años]
- $P_i$  = población actual [hab.]
- $P_f$  = población al final del período de diseño [hab.]

➤ Método de la tasa decreciente del crecimiento

En la mayoría de los casos, el crecimiento calculado en el método anterior no se mantiene a largo plazo, sino que decrece a medida que la población se acerca al valor de saturación. El método se representa mediante la siguiente ecuación:

$$P_2 - P_1 = (S - P_1) [1 - e^{-Kd(t_2-t_1)}] \quad (5)$$

Donde:

- $S$  = población límite de la comunidad
- $Kd$  = constante de crecimiento

El inconveniente de este método radica en estimar las constantes “S” y “Kd”. Teóricamente, ambas pueden determinarse en base a los datos conocidos de la población, pero la constante “S”, puede provocar grandes errores, en caso de que la población sea suficientemente joven como para no haber comenzado la tendencia a este valor. En ocasiones, es preferible determinarlo considerando su posible desarrollo urbanístico y económico.

Este método es adecuado para comunidades ya desarrolladas o “viejas”, siempre y cuando sean bien estimados los parámetros.

➤ Método de crecimiento logístico

Este método considera que, a mayor población, la tasa de crecimiento es menor. Inicialmente la población crece rápido, y pierde su capacidad de crecimiento al volverse muy numerosa, logrando un estado de equilibrio

Se representa a través de la siguiente ecuación:

$$P_n = \frac{K}{1 + e^{-b-a.n}} \quad (6)$$

Donde:

- $P_n$  = población para el año n.
- $K$  = constante que representa el valor máximo de  $P_n$ , valor de saturación.
- $a$  y  $b$  = constantes que determinan la forma de la curva.
- $e$  = base de los logaritmos neperianos.
- $n$  = número de años considerados.

$$P_{sat} = \frac{[2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 (P_0 + P_2)]}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2} \quad (7)$$

$$a = \frac{1}{t} \ln \left[ \frac{P_2(K-P_1)}{P_1(K-P_2)} \right] \quad (8)$$

$$b = \ln \left[ \frac{K-P_0}{P_0} \right] \quad (9)$$

Para el cálculo se toman tres poblaciones ( $P_0, P_1, P_2$ ) en tiempos equidistantes ( $t_0, t_1, t_2$ ).  $P_2$  suele tomarse como la población del último censo.

Este método es adecuado para la estimación de poblaciones futuras en comunidades consolidadas o de desarrollo limitado por escasez de terreno urbanizable.

➤ Método de los incrementos relativos

Este método se fundamenta en la proporción del crecimiento absoluto de un área mayor, que corresponde a áreas menores en un determinado periodo de referencia.

La información básica necesaria para la aplicación del método es:

- Proyección de la población del área mayor para el período en estudio.
- Población de cada una de las áreas menores correspondiente a las dos últimas fechas censales.

Para la estimación de la población total de cada área se acepta que:

$$P_i^{(t)} = a_i \cdot P_T^{(t)} + b_i \quad (10)$$

- $P_i^{(t)}$  = población del área menor (i) en el año (t).
- $P_T^{(t)}$  = población del área mayor en el año (t).

El coeficiente de proporcionalidad del incremento de la población del área menor en relación al incremento de la población del área mayor es igual a:

$$a_i = \frac{P_i^1 - P_i^0}{P_T^1 - P_T^0} = \frac{P_i}{P_T} \quad (11)$$

$$b_i = \frac{P_i^1 + P_i^0 - \frac{P_i}{P_T} (P_T^1 + P_T^0)}{2} \quad (12)$$

Se puede utilizar publicaciones del INDEC para extraer las estimaciones de población para las áreas mayores, por ejemplo, para el país y la provincia para la cual es necesario aplicar el método.

Se parte de considerar a la Argentina como área mayor y la provincia como área menor, luego se aplica nuevamente la técnica para estimar la población del departamento y por último la de la localidad.

➤ De acuerdo a códigos de desarrollo urbano

Las nuevas urbanizaciones en ciudades que cuenten con una planificación, están diseñadas con un tamaño de lote y posibilidad de unidades a construir. Teniendo en cuenta la cantidad de habitantes promedio por unidad, es posible estimar una densidad de población y con esto la cantidad total de habitantes, la cual sería la máxima para ese uso de suelo.

## Estudio demográfico

A través de los métodos de proyección desarrollados anteriormente, se determinó el posible crecimiento de la población para el periodo de diseño

Las proyecciones se realizaron a partir del año actual (2022), considerando como población inicial a la correspondiente a la fecha prevista para la habilitación del sistema (2025).

Para determinar la población inicial se tomaron los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda de los años 1991, 2001 y 2010 (Tabla 3.2).

**Tabla 3.2:** Crecimientos intercensales y tasas medias anuales. (Fuente: INDEC, 2010)

Año	Población (hab.)	Crecimiento Intercensal	Tasa Media Anual
1991	5637	-	-
2001	5521	-2,06%	-0,21%
2010	5717	3,55%	0,39%

## Hipótesis de crecimiento adoptada

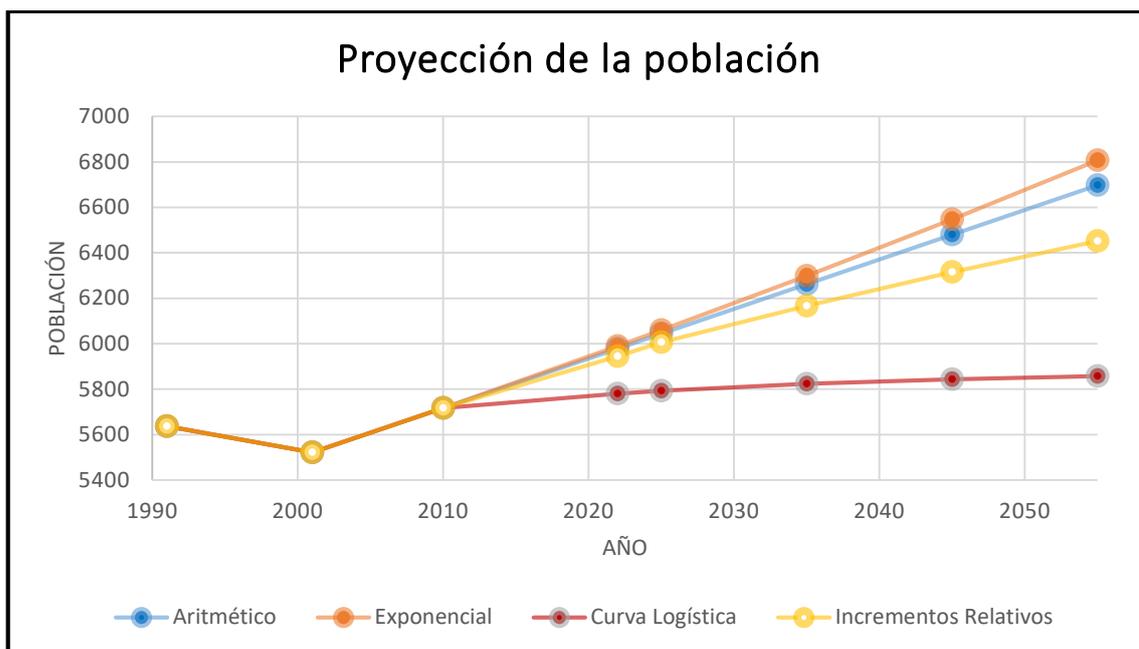
En la Tabla 3.3 se comparan los resultados que surgieron de la aplicación de los distintos métodos. La representación gráfica de dichas proyecciones se puede apreciar en la figura 3.2.

**Tabla 3.3:** Resultados obtenidos de los diferentes métodos de proyección demográfica. (Fuente: Elaboración propia)

Año	Registro de censos	Métodos de Proyección			
		Aritmético	Exponencial	Curva Logística	Incrementos Relativos
1991	5637	-	-	-	-
2001	5521	-	-	-	-
2010	5717	-	-	-	-
2022	-	5978	5989	5780	5945
2025	-	6044	6059	5792	6006
2035	-	6261	6299	5823	6167
2045	-	6479	6548	5844	6315
2055	-	6697	6806	5857	6452

Para obtener valores que se encuentren del lado de la seguridad, se adoptan los resultados obtenidos a través del método exponencial.

De esta manera, la población a servir al final del período de diseño será de 6.806 habitantes.



**Figura 3.2:** Comparación gráfica de los resultados obtenidos. (Fuente: Elaboración propia)

### 3.1.4. Distribución de población

La distribución de la población se mide mediante la densidad poblacional. Ésta es el promedio de habitantes por unidad superficial en un determinado territorio. Permite conocer en qué lugares de la ciudad se consumirá un mayor caudal de agua.

Dado el tamaño de la ciudad y las características que presenta la mancha urbana, se puede establecer una misma densidad poblacional para toda la superficie. Al final del período de diseño, se consideró que la densidad se mantendrá en un valor similar, dado que la nueva población se ubicará en los nuevos loteos proyectados, como se puede observar en la Tabla 3.4.

**Tabla 3.4:** Densidad de la población actual y futura. (Fuente: Elaboración propia)

Año	Superficie (ha)	Población (hab.)	Densidad (hab/ha)
2010	167	5717	34,23
2055	189	6806	36,01

### 3.1.5. Dotación

La dotación es la cantidad de agua que se le asigna a cada habitante y se expresa en litros por habitante y por día. Incluye todos los consumos que se realizan en un día medio anual.

#### Tipos de consumo

- Consumo doméstico: Incluye el uso de agua para necesidades fisiológicas, cocina, lavado de ropa y utensilios, sistemas de calefacción, riego de jardines, aseo de la vivienda, etc. El consumo diario promedio de estas tareas se ve reflejado en la Tabla 3.5.

**Tabla 3.5:** Estimación de consumo doméstico diario por habitante. (Fuente: ENOHSa, 2001)

Actividad	Consumo (L)
Beber - Cocinar	40
Lavado	30
Retrete	20
Ducha	50
Desperdicio	10
Total	150

- Consumo industrial: agua utilizada en los procesos productivos industriales. En la mayoría de los casos, las industrias suelen tener un abastecimiento independiente.
- Consumo para servicios públicos: es el agua utilizada para el riego de espacios públicos, aseo de calles, hidrantes contra incendios, etc.
- Fugas y desperdicios: es el agua que se pierde ya sea por avería en las instalaciones, o por descuido o negligencia de los usuarios.

Existen diferentes factores que pueden hacer que el consumo varíe:

- Factores genéricos
  - Características del núcleo urbano: el consumo es mayor para poblaciones de mayor tamaño.
  - Clima: el consumo es mayor en regiones sometidas a temperaturas extremas que en zonas templadas.
  - Disposición de líquidos cloacales: el consumo es mayor en núcleos donde existe red cloacal.
  - Usos y costumbres: el consumo varía de acuerdo a costumbres gastronómicas o higiénicas de la región.
- Factores específicos
  - Calidad del agua: mejor sea la calidad del agua, mayor será el consumo.
  - Presión en la red: mayor sea la presión, mayor será el consumo, ya que aumentará el derroche por parte de la población.
  - Control del consumo: el consumo será menor en lugares donde haya medidores, y el costo depende del caudal consumido.
  - Costo del agua: el consumo disminuye a medida que aumenta el costo del servicio.

### Consumo doméstico

El hecho de que la población ya cuenta con red de cloacas puede provocar un incremento en el consumo de agua. Por este motivo se plantea una dotación de 200 l/hab/día.

En el diseño de esta red en particular se aconseja establecer políticas de restricción al derroche y al consumo excesivo. Se deberían tomar medidas como la instalación de medidores de consumo en las viviendas y la implementación de la doble cañería.

También se adopta el criterio de no abastecer desde la red a grandes consumidores, como por ejemplo las industrias, para el proceso productivo, piletas de natación, riego de espacios

verdes públicos, entre otros. Estos deberán abastecerse con perforaciones individuales o utilizando otros sistemas alternativos de provisión de agua.

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

### **Consumos no residenciales**

Se consideró un 15% de la dotación para cubrir los consumos no residenciales que pueden provenir de:

- Establecimientos educativos
- Hospitales y sanatorios
- Locales comerciales y pequeñas industrias
- Instituciones públicas

### **Agua no contabilizada**

Una parte del agua suministrada no llegará a los usuarios ya que será consumida principalmente por las pérdidas en las conducciones y almacenamientos.

El agua no contabilizada (ANC) representa una pérdida económica para el prestador del servicio, que puede ser importante. El ENOHSa recomienda estimar valores correspondientes a pérdidas basándose en el estado, tipo y antigüedad de la red.

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

Una meta razonable para el agua no contabilizada, es del orden del 10% de la dotación media de consumo aparente. Esta meta se mantendrá a lo largo del período de diseño si se implementan acciones para la detección de conexiones clandestinas y la reducción de fugas.

### **Caudal medio anual a producir**

El caudal medio anual a producir es la suma de los consumos medios anuales residenciales y no residenciales y del porcentaje de agua no contabilizada.

### **Dotación media de producción aparente (DPA)**

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

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

Para obtener la DPA, primero hay que obtener la Dotación Media de Consumo Aparente (DCA), que incluye los consumos residenciales y no residenciales.

$$DCA = DCR (1 + PNR) \quad (13)$$

- DCR = Dotación Media de Consumo Residencial (adoptado 200 L)
- PNR = Porcentaje de Consumo No Residencial (adoptado 15 %)

Finalmente se calcula la DPA mediante la ecuación (14):

$$DPA = \frac{DCA}{1 - \frac{ANC}{100}} \quad (14)$$

- ANC = Porcentaje de Agua No Contabilizada (adoptado 10 %)

En la Tabla 3.6 se pueden observar los resultados obtenidos.

**Tabla 3.6:** Dotaciones medias obtenidas. (Fuente: Elaboración propia)

Dotación Media de Consumo Residencial (DCR)	200 L
Porcentaje Consumo No Residencial (PNR)	15 %
Dotación Media de Consumo Aparente (DCA)	230 L
Agua No Contabilizada (ANC)	10 %
Dotación Media de Producción Aparente (DPA)	255 L

### 3.1.6. Coeficientes de pico de demanda

#### Coeficiente de variación diaria

Tiene en cuenta las variaciones del consumo durante los meses del año. Se ve afectada principalmente por el clima de la región y las actividades que realiza la población. Puede variar entre el 20% en lugares de clima uniforme, 30% en zonas de clima variable con actividades más o menos uniformes, y 50% para climas extremos y secos, con variaciones considerables en las costumbres de la población.

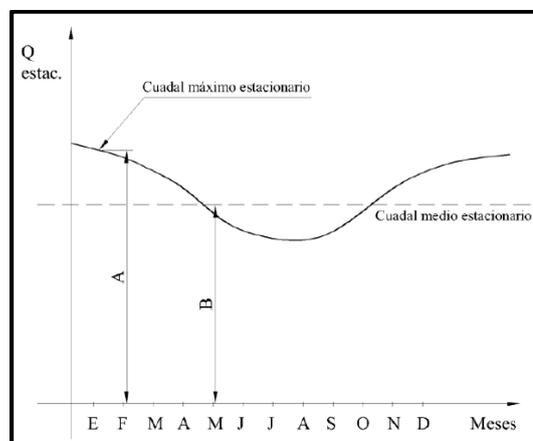
El cálculo del coeficiente se realiza a través de la siguiente ecuación:

$$\alpha_1 = \frac{A}{B} \quad (15)$$

Donde:

- $\alpha_1$  = Coeficiente máximo diario
- A = Demanda máxima diaria
- B = Demanda media

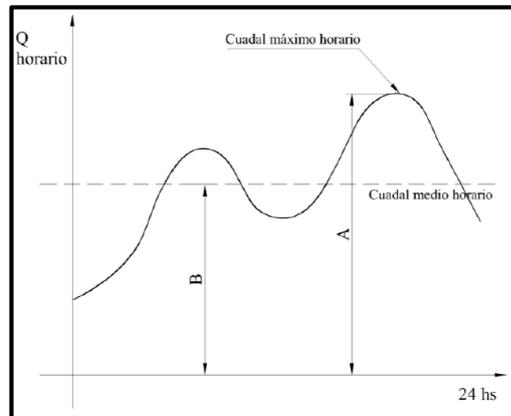
De esta forma se puede calcular el Caudal Máximo Diario ( $Q_D$ ) al final del período de diseño, que se utilizará para dimensionar las obras de captación y los reservorios. De la misma manera, relacionando la demanda mínima diaria con la demanda media, se obtiene el coeficiente mínimo diario " $\beta_1$ ", con el cual se calculará el Caudal Mínimo Diario ( $Q_B$ ).



**Figura 3.3:** Variación del consumo a lo largo del año para una localidad estándar. (Fuente: Boidi, 2015-a).

### Coeficiente de variación horaria

En la provincia de Santa Fe, por ejemplo, se suelen dar dos picos de consumo durante el día, uno cerca del mediodía y otro al anochecer, coincidentes con los horarios donde las personas terminan de trabajar y regresan a sus hogares. En la figura 33 se puede observar la curva de modulación correspondiente.



**Figura 3.4:** Variación del consumo a lo largo del día para una localidad estándar. (Fuente: Boidi, 2015-a).

El cálculo del coeficiente pico horario se realiza a través de la siguiente ecuación:

$$\alpha_2 = \frac{A}{B} \quad (16)$$

Donde:

- $\alpha_2$  = Coeficiente máximo horario
- A = Demanda máxima horaria
- B = Demanda media

Con este coeficiente se calcula el Caudal Máximo Horario ( $Q_E$ ) para el día de mayor consumo al final del período de diseño, el cual se utilizará para dimensionar las cañerías de la red de distribución. De la misma manera, relacionando la demanda mínima horaria con la demanda media, se obtiene el coeficiente mínimo horario " $\beta_2$ ", con el cual se calculará el Caudal Mínimo Horario ( $Q_A$ ).

### Estimación de los coeficientes

El valor de los coeficientes puede ser obtenido mediante las relaciones indicadas anteriormente, siempre y cuando se tengan registros confiables del consumo de los últimos 36 meses.

En caso de no tener esos registros, las normas establecen coeficientes que dependen de la cantidad de habitantes de la localidad, estos se pueden observar en la Tabla 3.7:

**Tabla 3.7:** Coeficientes de caudal según la población a servir. (Fuente: ENOHSa, 2001)

Población servida	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta$
500 h < P =< 3000 h	1,4	1,9	2,66	0,6	0,5	0,3
3000 h < P =< 15000 h	1,4	1,7	2,38	0,7	0,5	0,35
15000 < P	1,3	1,5	1,95	0,7	0,6	0,42

Dado el tamaño y las condiciones climáticas de la ciudad de Sastre, corresponden los siguientes coeficientes:

- $\alpha_1 = 1,40$
- $\alpha_2 = 1,70$
- $\beta_1 = 0,70$
- $\beta_2 = 0,50$

### 3.1.7. Caudal de diseño

En la Tabla 3.8, se definen los diferentes caudales de diseño que se usarán en el proyecto.

**Tabla 3.8:** Definición de caudales de diseño. (Fuente: Elaboración propia)

Denominación		Definición
QA	Caudal mínimo horario	Menor caudal instantáneo del día de menor consumo.
QB	Caudal medio mínimo diario	Caudal medio del día de menor consumo.
QC	Caudal medio diario	Cantidad de agua promedio consumida en el año.
QD	Caudal medio máximo diario	Caudal medio del día de mayor consumo.
QE	Caudal máximo horario	Mayor caudal instantáneo del día de mayor consumo.

En la Tabla 3.9, se resumen los caudales a ser aplicados para el cálculo de cada tipo de obra e instalación.

**Tabla 3.9:** Aplicaciones de caudales a lo largo del periodo de diseño. (Fuente: Elaboración propia)

Período	Mínimo del día de menor consumo	Mínimo diario anual	Medio diario anual	Máximo diario anual	Máximo del día de mayor consumo
	QA	QB	QC	QD	QE
Año 0	Verificación de presiones máximas	----	Costos operativos	----	----
Año 30	----	----	Costos operativos	Capacidad de los reservorios y de las conducciones hasta las reservas. Caudal estación de bombeo.	Capacidad de las redes y conductos de alimentación a la red.

La determinación Caudal Medio Diario se obtuvo a través de la Ecuación (17):

$$Q_{Cn} = P_n \cdot DPA \quad (17)$$

- $Q_{Cn}$  = Caudal Medio Diario para el año "n" del período de diseño.
- $P_n$  = Población servida en el año "n"

- DPA = Dotación de producción

Los caudales máximos y mínimos se calcularon mediante las Ecuaciones (18 a 21)

$$Q_{A0} = Q_{C0} \cdot \beta' \cdot \beta'' \quad (18)$$

$$Q_{B0} = Q_{C0} \cdot \beta' \quad (19)$$

$$Q_{D30} = Q_{C30} \cdot \alpha' \quad (20)$$

$$Q_{E30} = Q_{C30} \cdot \alpha' \cdot \alpha'' \quad (21)$$

En la Tabla 3.10 se resumen los resultados obtenidos:

**Tabla 3.10:** Resumen resultados de caudales de diseño. (Fuente: Elaboración propia)

Período	Caudales				
	Q <sub>A</sub>	Q <sub>B</sub>	Q <sub>C</sub>	Q <sub>D</sub>	Q <sub>E</sub>
Año 2025	6,2 L/s	12,4 L/s	17,7 L/s	-	-
Año 2055	-	-	20,1 L/s	28,1 L/s	47,8 L/s

### 3.2. CÁLCULO DE DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO

#### 3.2.1. Tanque elevado

##### Determinación del volumen necesario

ENOHSa (2001), establece como criterio general que el volumen mínimo de almacenamiento para la regulación de presión y para considerar una interrupción de energía o de las fuentes de abastecimiento, debe ser una sexta parte del gasto máximo diario (Q<sub>D</sub>) para la población al horizonte de diseño. Esto representa una reserva del orden de 4 horas para ese consumo.

El volumen almacenado quedó determinado por la Ecuación (22):

$$V = \frac{1}{6} \cdot 28,1 \frac{l}{s} \cdot 3600 \frac{s}{h} \cdot 24 \frac{h}{d} \cdot 0,001 \frac{m^3}{l} = 404 m^3 \quad (22)$$

##### Determinación de la altura necesaria

La altura recomendada para un tanque elevado depende de varios factores, como la presión de la red de agua, la capacidad del tanque y las necesidades específicas de la comunidad. En general, se recomienda que el tanque de reserva se ubique a una altura suficiente para proporcionar una presión adecuada y constante en cada punto la red.

En general, los tanques suelen estar ubicados a una altura de entre 10 y 20 metros. Esto proporciona una presión adecuada para la mayoría de los hogares y edificios de una ciudad. Sin embargo, si se requiere una presión más alta para satisfacer las necesidades específicas de la comunidad, el tanque de reserva puede ser colocado a una altura mayor.

Es importante tener en cuenta que la altura del tanque de reserva también debe tener en cuenta la capacidad del tanque y la resistencia estructural de la torre o soporte que lo sostiene. También, para determinar la altura óptima se debe realizar un estudio teniendo en cuenta que:

- A mayor altura corresponden mayores gastos anuales de bombeo para elevar el agua al tanque y mayor costo de construcción del mismo.

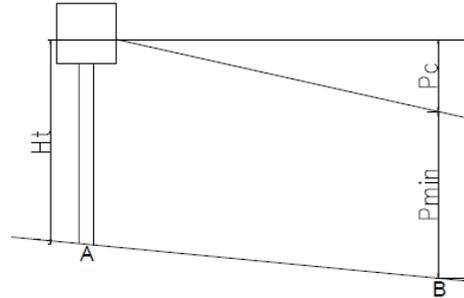
- A mayor altura se necesitarán diámetros menores en la red de distribución y con ello disminuirá el costo anual de amortización de la red.

El cálculo del alcance o altura necesaria del tanque se obtuvo a través de la Ecuación (23):

$$H_t = H_B + P_{\text{mín}} + P_u \cdot L - H_A \quad (23)$$

Donde:

- $H_t$ : altura del tanque.
- $H_A$ : cota del lugar donde se ubicará el tanque.
- $H_B$ : cota del lugar más alejado donde llegará el suministro de agua.
- $P_{\text{mín}}$ : presión mínima de agua requerida en los domicilios.
- $P_u$ : pérdida de carga unitaria producida por fricción en las cañerías.
- $L$ : Longitud de la cañería hasta el punto más alejado.



Considerando los siguientes datos y reemplazando en la Ecuación (23) se obtuvo la altura del tanque  $H_t$ :

- $H_A = 105,50 \text{ m}$
- $H_B = 104,44 \text{ m}$
- $P_{\text{mín}} = 7 \text{ mca}$
- $P_u = 3 \text{ m/km}$
- $L = 3 \text{ km}$

$$H_t = 104,44 \text{ m} + 7 \text{ m} + 3 \text{ m/km} \cdot 3 \text{ km} - 105,50 = 15 \text{ m}$$

### Dimensionamiento del tanque

Se adoptó la construcción de un tanque elevado cilíndrico de hormigón armado con capacidad para  $400 \text{ m}^3$ .

Para satisfacer las presiones mínimas en la red, el nivel de agua mínimo se ubicará a los 15 m sobre el nivel del terreno natural. El nivel de fondo de tanque se ubicará a los 14,50 m sobre el nivel del terreno, dejando una altura de agua mínima de 50 cm dentro del tanque. La altura del tanque depende del diámetro adoptado. En este caso se adoptó un diámetro interior de 10 m. La altura  $H$  se despejó de la Ecuación (24).

$$V = \frac{\pi \cdot \varnothing^2}{4} \cdot H \rightarrow H = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot \varnothing^2} = \frac{4 \cdot 400 \text{ m}^3}{\pi \cdot (10 \text{ m})^2} = 5,00 \text{ m} \quad (24)$$

Donde:

- $V$ : volumen del tanque
- $\varnothing$ : diámetro del tanque

Las dimensiones finales del tanque son:

- Diámetro: 10,00 m
- Cota Terreno Natural: 105,50 m
- Cota Fondo de Tanque: 120,00 m
- Cota Nivel Mínimo de Agua: 120,50 m
- Cota Nivel Máximo de Agua: 125,00 m

El plano esquemático del tanque se puede observar en el Anexo I.

### 3.2.2. Cisterna

Se planteó la construcción de una cisterna enterrada que se ubicará antes del tanque elevado. El objetivo de esta cisterna será tener una reserva de agua para “amortiguar” los picos de consumo durante el día.

La misma estará conectada directamente al acueducto. Se llenará en las horas de la madrugada, cuando el consumo sea mínimo y el caudal proveniente del acueducto sea máximo. En las horas del día donde el consumo sea elevado y el caudal proveniente del acueducto no llegue a cubrir la demanda, se consumirá el agua almacenada en la cisterna.

La capacidad de la cisterna será la necesaria para cubrir la mitad de la demanda del día de mayor consumo en el período de diseño, determinada por la Ecuación (25):

$$V = \frac{1}{2} \cdot 28,1 \frac{l}{s} \cdot 3600 \frac{s}{h} \cdot 24 \frac{h}{d} \cdot 0,001 \frac{m^3}{l} = 808 m^3 \quad (25)$$

De esta manera, considerando ambos depósitos, se obtiene una reserva suficiente para cubrir 3/4 de la demanda de agua del día de mayor consumo.

El plano esquemático de la cisterna se puede observar en el Anexo II.

### 3.3. CÁLCULO DE SISTEMA DE BOMBEO

El sistema de bombeo será el encargado de impulsar el agua desde la cisterna enterrada hacia el tanque elevado. Estará compuesto por dos bombas centrífugas conectadas en paralelo a la salida de la cisterna, las cuales funcionarán de manera alternada un ciclo cada una. El motivo de colocar dos bombas es tener una de reserva en caso de avería. Se las hace trabajar de manera alternada para que ambas se mantengan en funcionamiento y no se deterioren.

El ciclo de funcionamiento de la bomba inicia cuando el tanque elevado tiene un valor mínimo de agua, y finaliza cuando alcanza su valor máximo, como se puede visualizar en la Figura 3.5. Por este motivo, el caudal de bombeo ( $Q_b$ ) deberá ser mayor al caudal de vaciado del tanque ( $Q$ ).

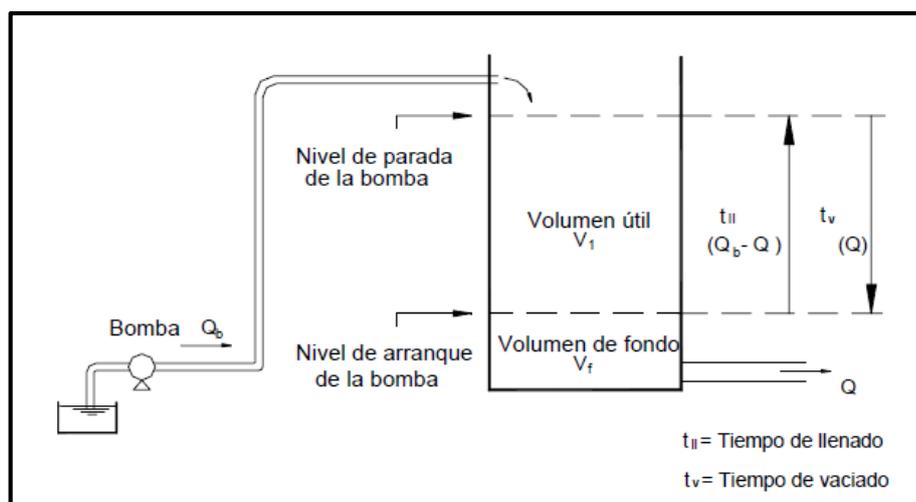


Figura 3.5: Ciclo de funcionamiento de una bomba en operación. (Fuente: ENOHSa, 2001)

#### 3.3.1. Caudal a suministrar

El caudal de bombeo se determinó mediante la Ecuación (26):

$$Q_B = m \cdot Q_E \quad (26)$$

Donde:

- $Q_E$  = Caudal máximo horario al final del período de diseño.
- $m$  = coeficiente de bombeo = 1.15

$$Q_B = 1,15 \cdot 47,8 = 55 \text{ L/s}$$

### 3.3.2. Cañería de impulsión

Se define a la cañería de impulsión como aquella que nace a la salida de las bombas y culmina en el tanque elevado. Cuando impulsan varias bombas sobre una única tubería, se debe construir un múltiple común de impulsión que recoja el caudal entregado por cada bomba y lo conduzca hacia el punto de descarga.

Al dimensionar la cañería de impulsión se debe tener en cuenta que, para un determinado caudal a bombear, cañerías con diámetros pequeños tienen un menor costo de instalación, pero pérdidas de energía más elevadas, lo que conduce a mayores costos energéticos. A la inversa, diámetros mayores conducen a cañerías más caras y menores costos de energía. (Boidi, 2015-b)

Una forma rápida de obtener una instalación óptima es fijar las pérdidas de carga entre 2 y 5 m/km. Para determinar el diámetro de la cañería de impulsión se utiliza la expresión de Hazen – Williams (27).

$$j = \frac{10,7 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot \phi^{4,87}} \quad (27)$$

Donde:

- $j$  = pérdida de carga unitaria por rozamiento. En este caso se establece como máximo  $j = 0,005 \text{ m/m}$ .
- $Q$  = caudal de bombeo.
- $C$  = Coeficiente de rozamiento. Para cañerías de PVC se adopta  $C = 140$ .
- $\phi$  = Diámetro interior de la cañería.

Despejando en la ecuación (27) se obtuvo el diámetro necesario de la conducción:

$$\phi = \sqrt[4,87]{\frac{10,7 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot j}} = \sqrt[4,87]{\frac{10,7 \cdot 0,055^{1,85}}{140^{1,85} \cdot 0,005}} = 0,245 \text{ m} = 245 \text{ mm}$$

Se adoptó un caño de PVC de 315 mm Clase 10 (diámetro interior = 277 mm).

Reemplazando en la ecuación (27) se obtuvo la pérdida de carga real:

$$j = \frac{10,7 \cdot 0,055^{1,85}}{140^{1,85} \cdot 0,277^{4,87}} = 0,0027 \text{ m/m} = 0,27 \%$$

### 3.3.3. Altura manométrica

Se define como altura manométrica “ $H_m$ ” a la energía que debe brindar la bomba a un líquido para transportar un determinado caudal desde un punto de menor altura a uno de mayor altura (Figura 3.6). La misma se calcula a través de la ecuación (28):

$$H_m = H_T + \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{u_2^2 - u_1^2}{2 \cdot g} + \sum \Delta J \quad (28)$$

Donde:

- $H_m$  = altura manométrica de la bomba.
- $H_T$  = altura geométrica de aspiración. Diferencia entre los niveles líquidos de entrada de la cañería de aspiración y salida de la cañería de impulsión respecto a un mismo plano de comparación topográfico.
- $\frac{P_2 - P_1}{\gamma}$  = término de presión. Se considera nulo ya que los depósitos de salida y entrada están bajo la acción gravitatoria.
- $\frac{u_2^2 - u_1^2}{2 \cdot g}$  = término de velocidad. Se considera nulo cuando la aspiración y llegada se realizan sobre depósitos.
- $\sum \Delta J$  = pérdida de energía total, constituida por la pérdida de energía friccional y las pérdidas por singularidades.

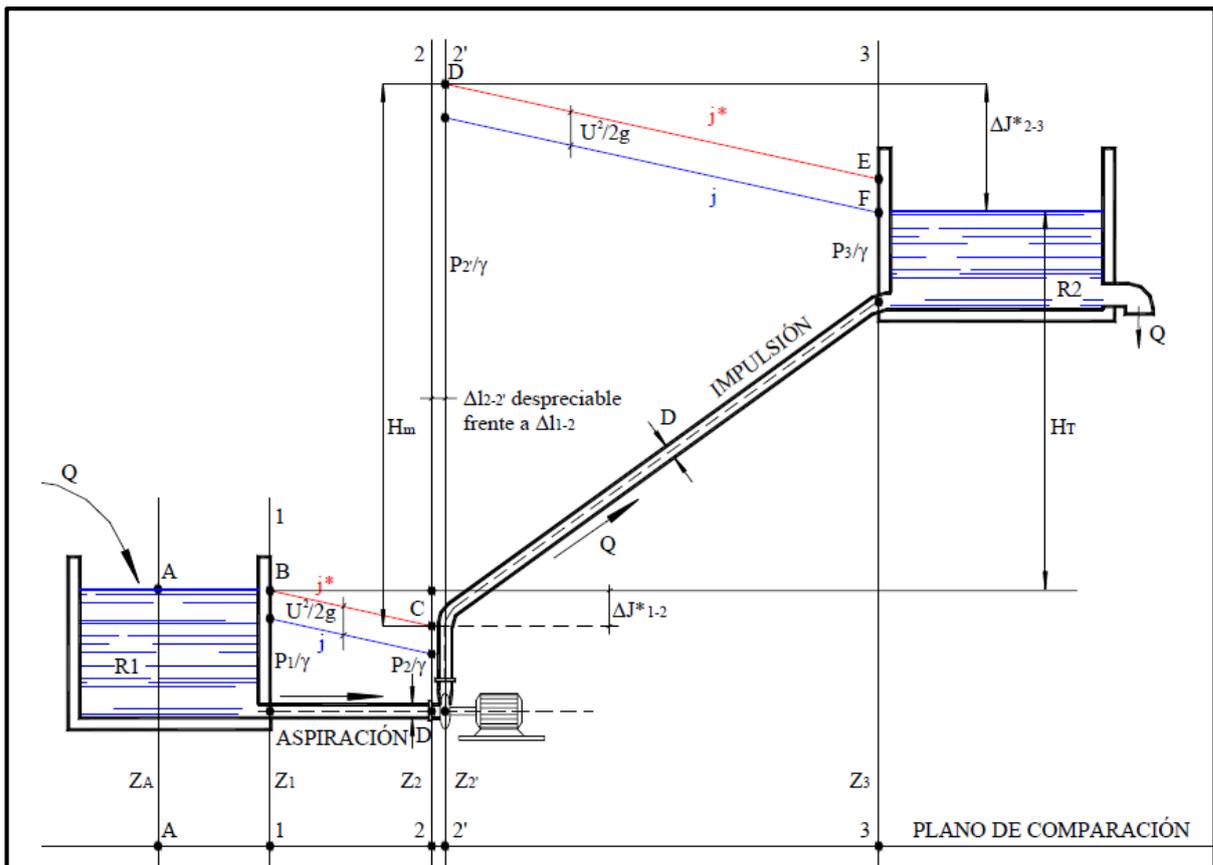


Figura 3.6: Esquema de altura manométrica  $H_m$  de una bomba. (Fuente: Pérez Ferrás, 2005)

Las pérdidas de carga se calculan de la siguiente manera:

$$\sum \Delta J = j \cdot L + \frac{v^2}{2 \cdot g} \cdot \sum K \quad (29)$$

- $j$  = pérdida de carga unitaria por fricción (ecuación 27).
- $L$  = longitud de la cañería de impulsión (30 m).
- $v$  = velocidad del agua en la cañería.

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot D^2} = \frac{0,055 \cdot 4}{\pi \cdot 0,277^2} = 0,91 \text{ m/s} \quad (30)$$

- $K$  = coeficiente de pérdida de carga de los accesorios, obtenidos de la Tabla 3.11:

**Tabla 3.11:** Coeficiente de pérdida de carga de cada accesorio. (Fuente: Pérez Ferrás, 2005)

Accesorios	K
Codo 90°	0,4
Salida cisterna	0,5
Entrada cisterna	1
Válvula esclusa	0,1
Válvula resorte	8

Reemplazando en (29) se obtuvieron las pérdidas de carga totales:

$$\sum \Delta J = 0,0027 \cdot 30 + \frac{0,91^2}{2 \cdot 9,81} (0,4+0,5+1+0,1+8) = 0,50 \text{ m}$$

Reemplazando en (328) se obtuvo la altura  $H_m$  de la bomba:

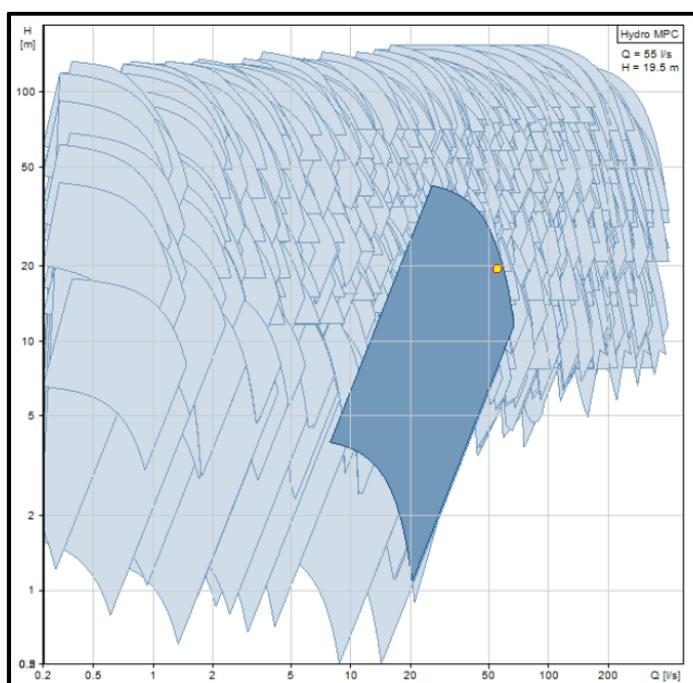
$$H_m = 124 \text{ m} - 105 \text{ m} + 0,50 = 19,50 \text{ m}$$

### 3.3.4. Selección de bomba

Los requisitos que debe cumplir la bomba a seleccionar son los siguientes:

- Caudal a suministrar:  $Q = 55 \text{ L/s}$
- Altura:  $H_m = 19,50 \text{ m}$

Para elegir la bomba se accedió al catálogo de bombas de la marca GRUNDFOS. Teniendo en cuenta los valores mencionados y las características de la instalación, se seleccionó la familia de bombas Hydro MPC (Figura 3.7).



**Figura 3.7:** Selección de familia de bombas. (Fuente: Grundfos, 2023)

De la familia elegida, la bomba que cumple los requisitos es la Hydro MPC-2 CRE 155-1-1 (Figura 3.8). En el Anexo V se encuentran detalladas todas las especificaciones técnicas de la bomba.



**Figura 3.8:** Dos bombas Hydro MPC-2 CRE 155-1-1 conectadas en paralelo. (Fuente: Grundfos, 2023)

### 3.3.5. Punto de funcionamiento

El punto de funcionamiento del sistema de bombeo se da cuando la curva característica de la bomba es igual a la curva de resistencia de la instalación.

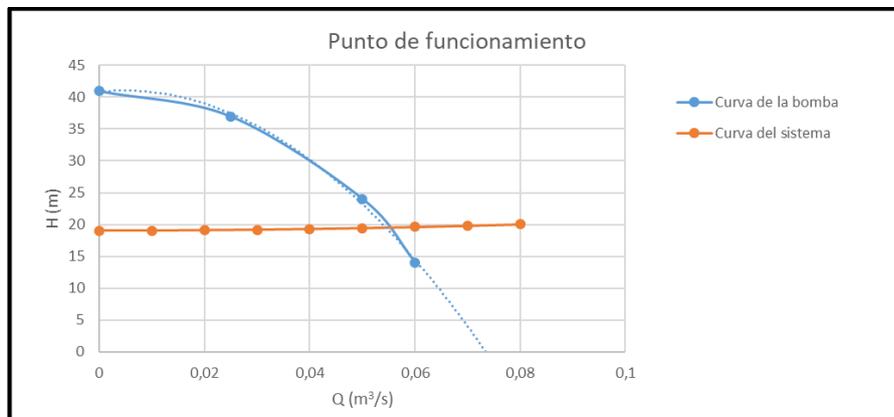
La curva característica de la bomba se obtuvo directamente del fabricante, mientras que la curva de resistencia del sistema surgió transcribiendo la ecuación (28) en función del caudal Q.

$$H = 19 + \frac{10,7 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} \cdot L + \frac{\left(\frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot D^2}\right)^2}{2 \cdot g} \cdot \sum K$$

$$H = 19 + \frac{10,7 \cdot Q^{1,85}}{140^{1,85} \cdot 0,277^{4,87}} \cdot 30 + \frac{\left(\frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot 0,277^2}\right)^2}{2 \cdot 9,81} \cdot (0,4+0,5+1+0,1+8)$$

$$H = 19 + 17,84 \cdot Q^{1,85} + 140,49 \cdot Q^2$$

En la Figura 3.9 se observa gráficamente el punto de funcionamiento del sistema como la intersección de ambas curvas:



**Figura 3.9:** Punto de funcionamiento del sistema. (Fuente: Elaboración propia)

### 3.4. CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Para el dimensionamiento de la red se utilizó el software EPANET. Este programa es de dominio público y puede ser copiado y distribuido libremente. Fue desarrollado por la división de recursos hídricos y suministro de agua de la EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos). Se trata de un software modelador de sistemas de distribución de agua por tuberías. Realiza simulaciones de períodos prolongados sobre el comportamiento hidráulico y la calidad del agua en redes de tuberías a presión.

Las redes están formadas por tuberías, nodos (conexiones de tubos), bombas, válvulas y tanques de almacenamiento o embalses. EPANET sigue el flujo de agua en cada nodo, la presión en cada nudo, la altura en cada tanque y la concentración de alguna especie química en toda la red durante el período de simulación.

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

#### 3.4.1. Carga de datos en el software

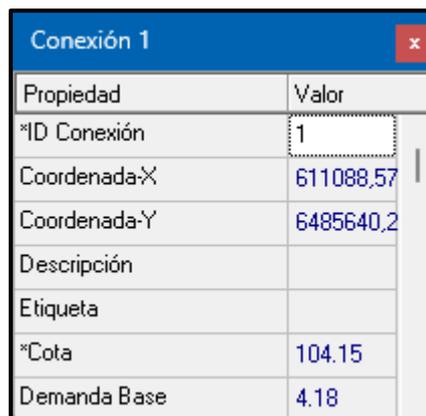
##### Entrada de datos

Se modelizó la red de distribución ubicando los depósitos, tanques y nudos a través de sus coordenadas x e y. Luego se conectaron los nudos mediante tramos rectos de cañería. En el caso del depósito y el tanque elevado, se conectaron a través de una bomba.

Posteriormente se colocaron las propiedades correspondientes a cada objeto, enumeradas a continuación:

Conexiones (Figura 3.10):

- Cota: representa la altura con respecto al nivel del mar.
- Caudal de demanda o Demanda Base: es la categoría principal de consumo en la conexión, se mide en unidades de caudal.



Propiedad	Valor
*ID Conexión	1
Coordenada-X	611088,57
Coordenada-Y	6485640,2
Descripción	
Etiqueta	
*Cota	104.15
Demanda Base	4.18

Figura 3.10: Visor de propiedades de una conexión. (Fuente: Elaboración propia)

Tuberías:

- Diámetro: se debe colocar el diámetro interno de la cañería.
- Rugosidad: es una propiedad necesaria para el cálculo de pérdida de carga. Depende la opción de cálculo elegida.

Depósito:

- Altura total: representa la altura hidráulica (elevación + presión). En este caso, como la cisterna se encuentra a presión atmosférica, se coloca directamente la cota del nivel del agua.

Tanque:

- Cota de fondo: elevación del fondo del tanque con respecto un nivel de referencia.
- Nivel inicial: altura del nivel del agua con respecto al fondo en el inicio de la simulación.
- Nivel mínimo: altura mínima del nivel de agua en el tanque. El tanque no suministra agua cuando esté por debajo de este nivel.
- Nivel máximo: altura máxima del nivel de agua en el tanque. No se permitirá que el tanque supere este nivel.

Bomba:

- Curva característica: se utiliza para describir la relación existente entre la altura desarrollada por la bomba y el caudal a suministrar. Epanet puede realizar una curva característica a partir de un punto (Figura 3.11).

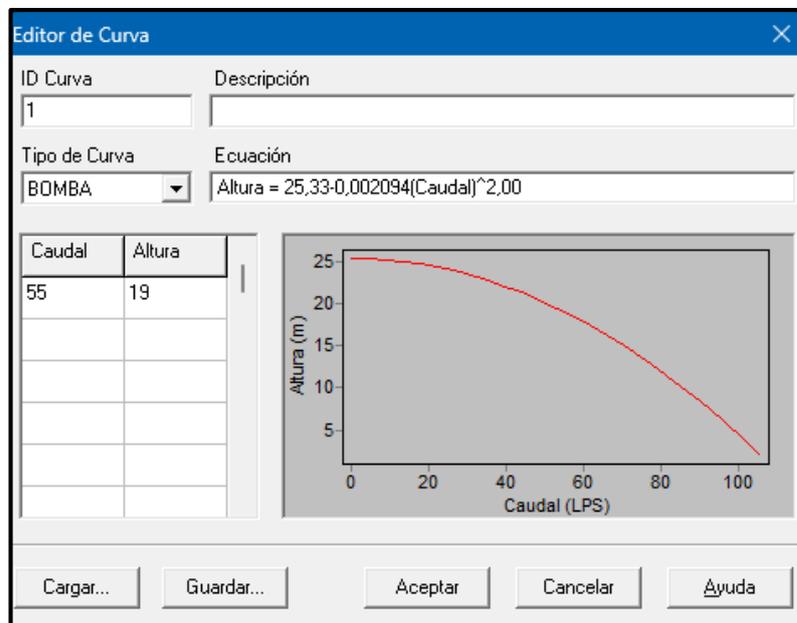


Figura 3.11: Curva característica de la bomba. (Fuente: Elaboración propia)

Patrón de tiempo:

Es una colección de factores que pueden aplicarse a una cantidad para representar que varía a lo largo del tiempo. En este caso se utilizó para afectar la demanda nodal, a fin de representar la variación de consumo a través del día. La curva horaria, que se observa en la Figura 3.12, se modelizó cada 2 horas a través de la aplicación de los coeficientes de la Tabla 3.12.

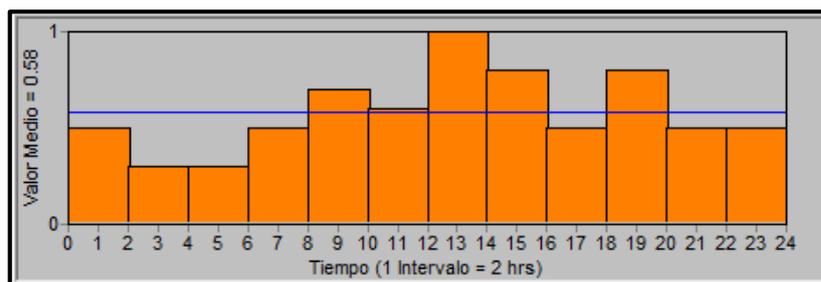


Figura 3.12: Curva horaria. (Fuente: Elaboración propia)

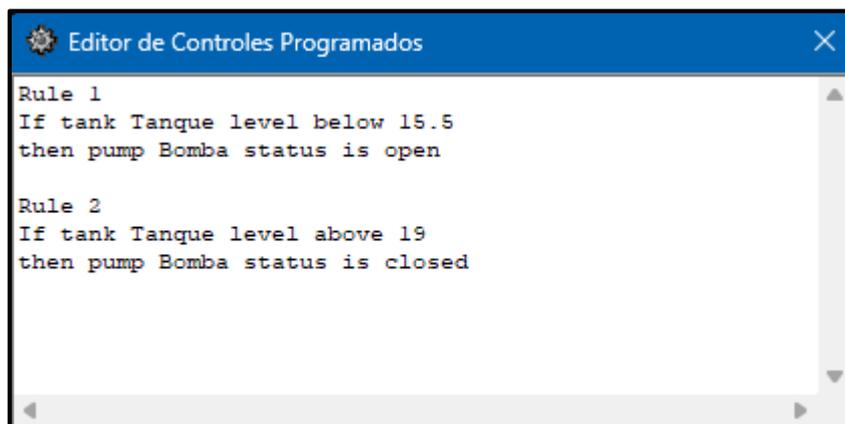
**Tabla 3.12:** Coeficientes de consumo horario. (Fuente: ENOHSa, 2001)

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

En esta tabla se puede observar que la hora de máximo consumo entre las 12 y las 14 hs.

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 es programado. En este caso se utilizaron controles para programar el funcionamiento de la bomba (Figura 3.13). Los mismos establecen que la bomba se active cuando el tanque tenga un nivel mínimo y se desactive cuando alcance el nivel máximo.



**Figura 3.13:** Controles programados para el funcionamiento de la bomba. (Fuente: Elaboración propia)

### Cálculo

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

$$h_L = a \cdot q^b \quad (31)$$

Donde:

- $h_L$  = pérdida de carga en metros (m).

- $q$  = caudal en litros por segundo (l/s).
- $a$  = coeficiente de resistencia.
- $b$  = exponente del caudal.

El coeficiente de resistencia y exponente de caudal surgen de la expresión de Hazen - Williams para el cálculo de las pérdidas de carga.

## Resultados

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

La tabla de “Estado de sistema hidráulico” contiene:

- Si el sistema se encuentra equilibrado hidráulicamente o no, el número de iteraciones requeridas y la precisión alcanzada.
- La demanda total de agua solicitada por el sistema.
- La cota de la lámina de agua en cada depósito, indicando si se encuentra lleno o no.
- El estado de cada bomba y válvula (abierta o cerrada).

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

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

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

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

- Identificativo ID del tramo.
- Nudos extremos inicial y final.
- Diámetro
- Caudal (negativo indica que el flujo es del nudo final al inicial).
- Pérdida de carga por cada 1.000 m de tubería.

El programa, también, brinda las presiones en los nudos. Los organismos de control establecen valores mínimos de presión para poder dar un servicio adecuado a todas las viviendas. También se debe controlar que las presiones no sean excesivamente altas para no deteriorar los elementos de la red.

De esta manera, controlando las presiones en los nudos y las pérdidas en las conducciones, se modificaron los diámetros hasta llegar a un funcionamiento óptimo.

### 3.4.2. Diseño de la red

Dada la configuración que presenta la ciudad, se adoptó una red de distribución de tipo cerrado, cuyo trazado se puede observar en la Figura 3.14. El tamaño de las mallas se definió en 300 m en dirección norte-sur y 600 m en dirección este-oeste.



Figura 3.14: Trazado de la red de cañerías principales. (Fuente: Elaboración propia)

### 3.4.3. Asignación de caudales nodales

Una vez designada la posición de los nudos y las cañerías, se introdujo en cada nudo el valor de la demanda de agua correspondiente.

En primer lugar, se debe calcular el gasto métrico, determinado por la Ecuación (32):

$$g_t \left( \frac{l}{s.m} \right) = \frac{Q_d \left( \frac{l}{s} \right)}{L_t (m)} = \frac{47,8 \left( \frac{l}{s} \right)}{12711 (m)} = 0,0038 \left( \frac{l}{s.m} \right) \quad (32)$$

Donde:

- $g_t$  = gasto métrico.
- $Q_d$  = caudal de diseño.
- $L_t$  = Longitud total de cañerías.

Luego, se calculó el caudal que transportará cada cañería, multiplicando el gasto métrico por la longitud de la misma. El mismo se observa en la Tabla 3.13:

**Tabla 3.13:** Longitud y gasto de cada cañería. (Fuente: Elaboración propia)

<b>ID tubería</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Gasto (l/s)</b>
Tubería 1	649,13	2,44
Tubería 2	201,95	0,76
Tubería 3	316,20	1,19
Tubería 4	313,92	1,18
Tubería 5	202,37	0,76
Tubería 6	533,68	2,01
Tubería 7	104,24	0,39
Tubería 8	321,66	1,21
Tubería 9	607,56	2,28
Tubería 10	310,65	1,17
Tubería 11	308,36	1,16
Tubería 12	640,16	2,41
Tubería 13	307,00	1,15
Tubería 14	607,08	2,28
Tubería 15	116,16	0,44
Tubería 16	311,64	1,17
Tubería 17	296,10	1,11
Tubería 18	295,13	1,11
Tubería 19	531,36	2,00
Tubería 20	304,79	1,15
Tubería 21	100,00	0,38
Tubería 22	100,00	0,38
Tubería 23	321,66	1,21
Tubería 24	503,36	1,89
Tubería 25	321,23	1,21
Tubería 26	651,69	2,45
Tubería 27	212,92	0,80
Tubería 28	509,80	1,92
Tubería 29	203,16	0,76
Tubería 30	88,07	0,33
Tubería 31	303,78	1,14
Tubería 32	200,00	0,75
Tubería 33	316,39	1,19
Tubería 34	338,39	1,27
Tubería 35	642,40	2,42
Tubería 36	100,50	0,38
Tubería 37	519,43	1,95
Total	12711,92	47,80

Finalmente, se calculó la demanda de cada conexión sumando los caudales de las tuberías que concurren a cada uno y dividiéndolo entre dos. La única excepción se da en el nudo 1, ya que todo el caudal que circula entre el depósito y el nudo 1 se dirigirá hacia el nudo.

Los resultados de las demandas nodales se ven reflejados en la Tabla 3.14.

Cabe aclarar que las demandas bases de los nudos corresponden con los consumos máximos horarios ( $Q_E$ ). Esto supone que, por ejemplo, un abonado a la red consume la misma cantidad de agua a las 3 de la mañana que a las 5 de la tarde, lo que se desvía de la realidad. Por este motivo, es necesario introducir la curva de modulación definida en el punto 3.4.1.

**Tabla 3.14:** Demandas nodales. (Fuente: Elaboración propia)

ID nudo	Demanda base (L/s)
1	3,41
2	0,97
3	1,97
4	1,17
5	1,61
6	1,93
7	1,72
8	2,40
9	3,16
10	2,31
11	1,34
12	2,16
13	1,75
14	0,99
15	1,70
16	2,15
17	2,20
18	3,17
19	1,70
20	1,16
21	1,62
22	1,24
23	1,96
24	1,78
25	1,17
26	0,57

#### 3.4.4. Dimensionado de cañerías primarias

El cálculo de los diámetros de las cañerías se realizó para la situación más desfavorable, es decir, la hora de mayor consumo del día de mayor consumo al final del período de diseño.

En primer lugar, se adoptó un diámetro inicial de 110 mm para las cañerías. Al correr el programa por primera vez, se obtuvieron valores negativos de presión en los nudos. Esto

ocurrió porque las cañerías resultaron muy pequeñas para el caudal a transportar, lo que generó pérdidas de carga muy elevadas.

El proceso de cálculo consistió en aumentar los diámetros de las cañerías con mayor pérdida de carga, hasta obtener valores aceptables de entre 2 y 5 m/km (Boidi, 2015 – b). También se verificaron que las velocidades del agua no superen los 2,5 m/s, ya que esto puede provocar una erosión temprana dentro de las paredes del tubo.

Se recomienda utilizar una gama de diámetros que sean fáciles de conseguir. Para este caso, las tuberías se calcularon con caños de PVC de clase 6 de la marca Tigre, cuyos diámetros se indican en la Tabla 3.15:

**Tabla 3.15:** Diámetros comerciales utilizados.(Fuente: Catálogo comercial Tigre, 2008)

D (mm)	e (mm)	d (mm)
75	4,5	66,0
110	6,6	96,8
160	9,5	141,0
200	11,9	176,2
250	14,8	220,4
315	18,7	277,6

Donde:

- D = diámetro exterior o comercial.
- e = espesor de pared.
- d = diámetro interior.

En la Tabla 3.16 se muestran los diámetros adoptados para cada cañería y resultados obtenidos en cuanto a caudal, velocidad y pérdida de carga con respecto a la hora de mayor consumo:

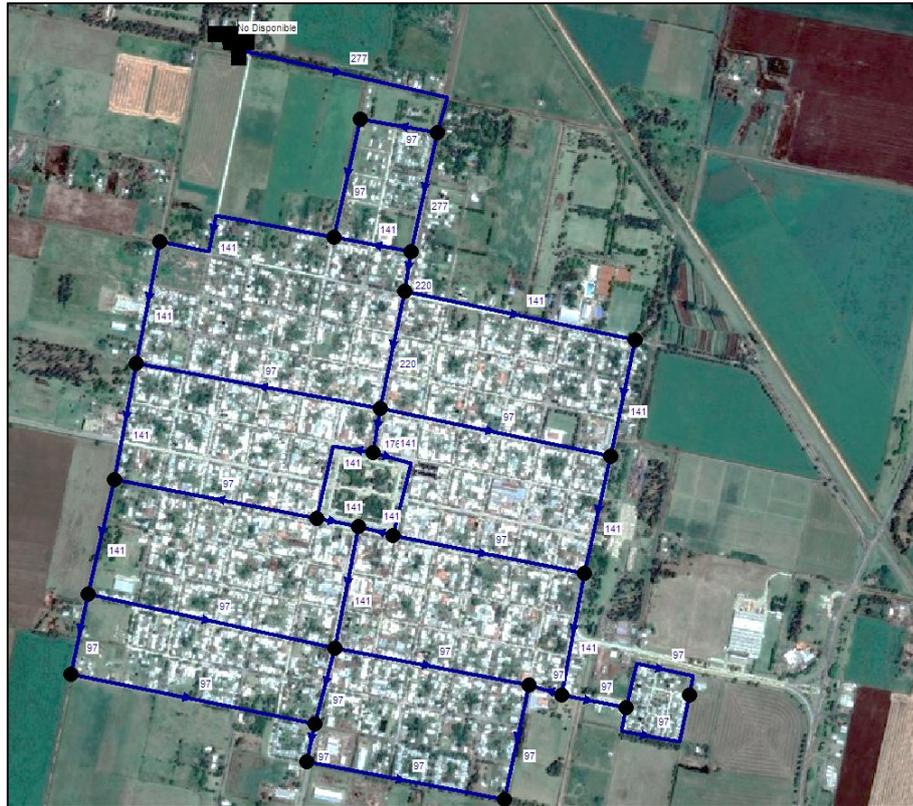
**Tabla 3.16:** Resultados de las tuberías a las 12 Hs. (Fuente: Elaboración propia)

ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm	L/s	m/s	m/km
Tubería 1	649,13	277	58,20	0,97	3,03
Tubería 2	201,95	97	3,82	0,52	3,41
Tubería 3	316,20	277	50,20	0,83	2,29
Tubería 4	313,92	97	2,64	0,36	1,72
Tubería 5	202,37	141	-8,76	0,56	2,50
Tubería 6	533,68	141	8,98	0,58	2,61
Tubería 7	104,24	220	40,37	1,06	4,82
Tubería 8	321,66	141	7,01	0,45	1,65
Tubería 9	607,56	141	9,06	0,58	2,66
Tubería 10	310,65	220	28,95	0,76	2,56

**Tabla 3.16:** Resultados de las tuberías a las 12 Hs. (Fuente: Elaboración propia) (cont.)

ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm	L/s	m/s	m/km
Tubería 11	308,36	141	6,95	0,45	1,62
Tubería 12	640,16	97	-2,68	0,36	1,77
Tubería 13	307,00	141	6,76	0,43	1,54
Tubería 14	607,00	97	2,99	0,41	2,17
Tubería 15	116,16	176	19,41	0,80	3,68
Tubería 16	312,00	141	7,11	0,46	1,69
Tubería 17	296,00	141	8,81	0,56	2,52
Tubería 18	295,00	141	8,97	0,57	2,61
Tubería 19	531,00	97	-1,75	0,24	0,81
Tubería 20	305,00	141	5,87	0,38	1,18
Tubería 21	110,00	141	4,93	0,32	0,86
Tubería 22	92,00	141	-4,65	0,30	0,77
Tubería 23	322,00	141	8,38	0,54	2,30
Tubería 24	503,00	97	2,25	0,31	1,29
Tubería 25	321,00	141	6,75	0,43	1,53
Tubería 26	652,00	97	0,42	0,06	0,06
Tubería 27	213,00	97	2,77	0,37	1,88
Tubería 28	510,00	97	1,74	0,24	0,80
Tubería 29	203,00	97	3,17	0,43	2,41
Tubería 30	88,00	97	-1,87	0,25	0,91
Tubería 31	304,00	97	1,53	0,21	0,64
Tubería 32	200,00	97	3,48	0,47	2,87
Tubería 33	316,00	97	0,77	0,10	0,19
Tubería 34	338,00	97	0,74	0,10	0,17
Tubería 35	642,00	97	0,81	0,11	0,20
Tubería 36	101,00	97	1,80	0,24	0,86
Tubería 37	519,00	97	0,37	0,05	0,05

En las Figuras 3.15 y 3.16, se pueden observar los diámetros internos finales y las pérdidas de carga máximas de las cañerías, respectivamente.



**Figura 3.15:** Disposición de cañerías y su diámetros internos finales. (Fuente: Elaboración propia)



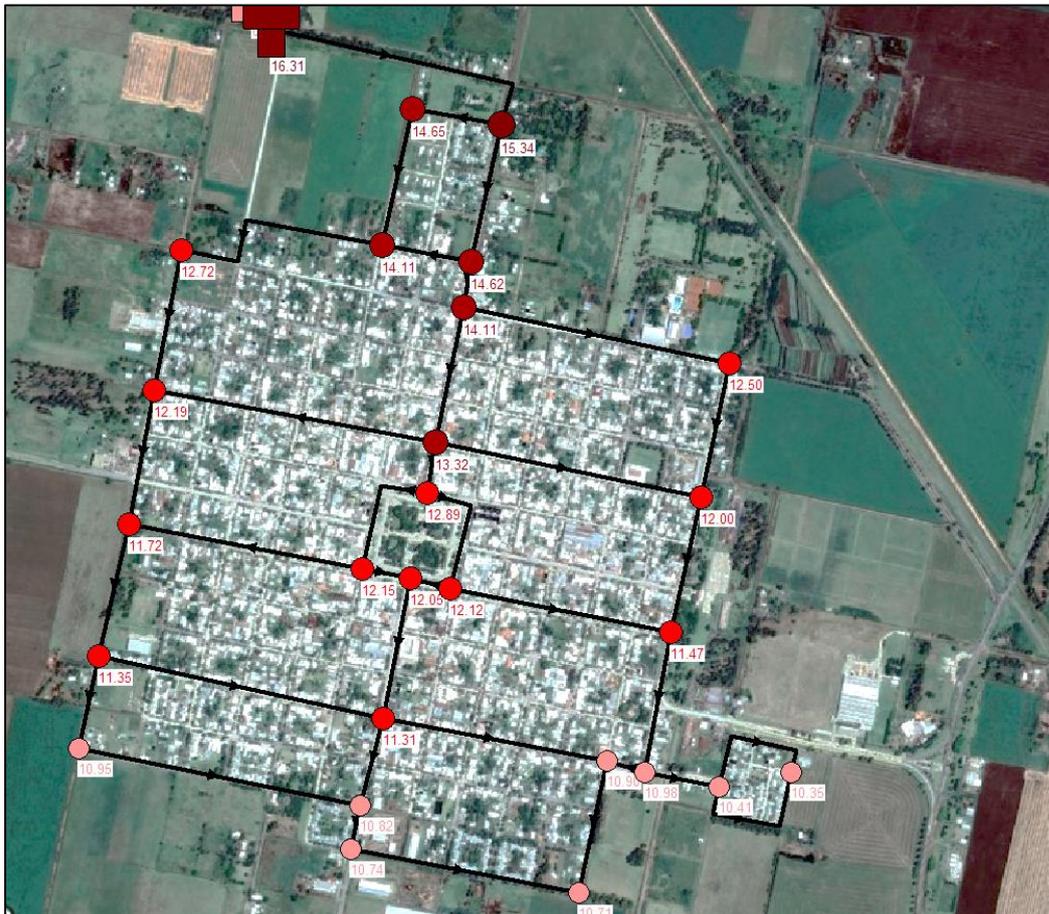
**Figura 3.16:** Pérdida de carga máxima en las conducciones. (Fuente: Elaboración propia)

En el plano GEN-02 del Anexo III se detallan los diámetros de las cañerías.

### 3.4.5. Verificación de presiones mínimas en los nudos

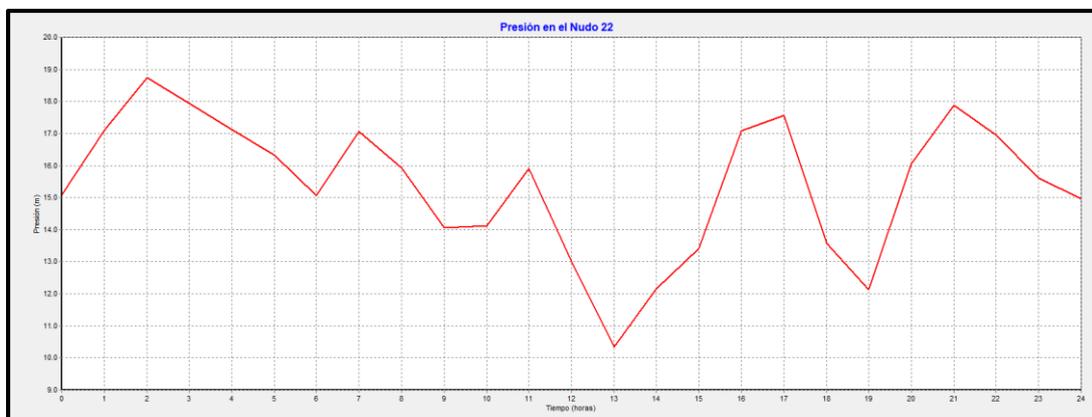
Se verificó que, en la situación más desfavorable, cada punto de la red cuenta con una presión de servicio adecuada, que supere los 10 mca. (ENOHSA, 2001)

Las presiones mínimas se dan en el momento de mayor consumo, donde, además, el nivel de agua en el tanque suele estar en el punto más bajo. Las mismas se pueden observar en la Figura 3.17:



**Figura 3.17:** Presiones en nudos en el momento de mayor consumo (13 Hs). (Fuente: Elaboración propia)

En la Figura 3.18, se puede ver la evolución de la presión durante el día del nudo más alejado del tanque (Nudo 22).



**Figura 3.18:** Evolución de la presión del Nudo 22 a lo largo del día. (Fuente: Elaboración propia)

### 3.4.6. Verificación de presiones máximas en los nudos

Se verificó que, en el momento de mínimo consumo, las presiones no superen los 50 mca, para que no se dañen los elementos de la red. Como en este caso las presiones están reguladas por el tanque elevado, en ningún momento se supera la altura del máximo nivel de agua dentro del tanque.

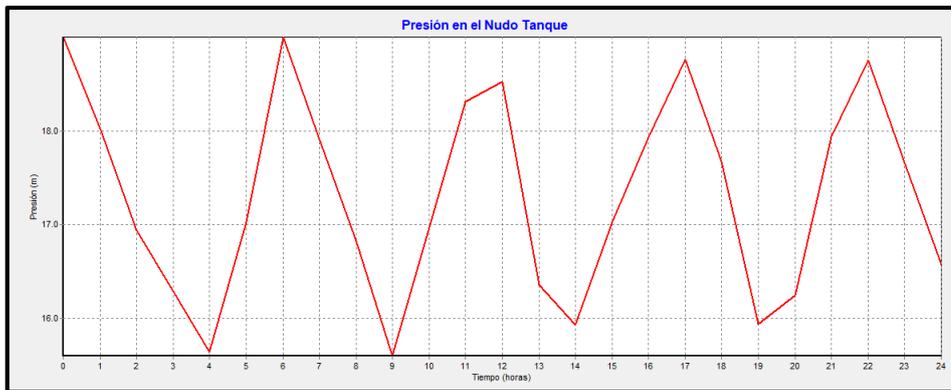
En la Tabla 3.17, se pueden observar las presiones máximas (a las 2,00 de la mañana) y las mínimas (a las 12,00 del mediodía) correspondientes a cada nudo.

**Tabla 3.17:** Presiones máximas y mínimas en nudos. (Fuente: Elaboración propia)

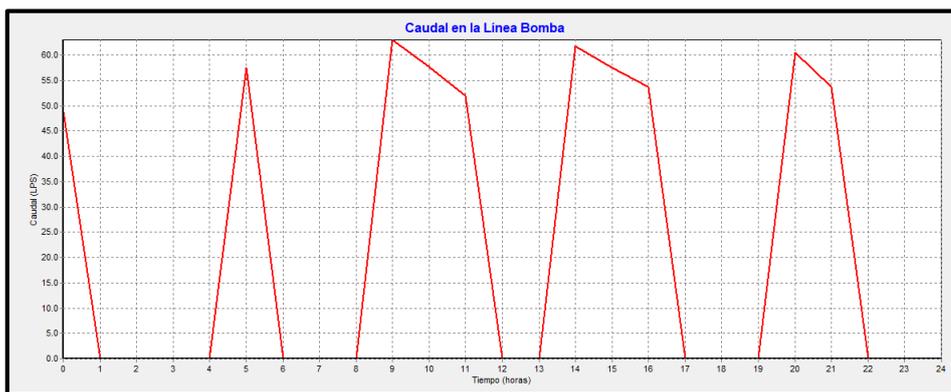
ID Nudo	Presión Máx.(m) 2:00Hs	Presión Mín.(m) 13:00Hs
Tanque	18,48	16,31
1	19,28	15,34
2	19,20	14,65
3	19,15	14,11
4	19,20	14,62
5	18,99	12,72
6	19,15	14,11
7	18,97	12,50
8	18,94	12,19
9	19,06	13,32
10	18,92	12,00
11	19,02	12,89
12	18,88	11,72
13	18,94	12,15
14	18,92	12,05
15	18,93	12,12
16	18,86	11,47
17	18,85	11,35
18	18,84	11,31
19	18,79	10,90
20	18,80	10,98
21	18,74	10,41
22	18,73	10,35
23	18,80	10,95
24	18,79	10,82
25	18,78	10,74
26	18,77	10,71

### 3.4.7. Verificación de bomba

Para verificar que la bomba definida en el punto 3.3.4 es adecuada para el sistema, se analizaron los ciclos de llenado y vaciado en el tanque. El objetivo es que la bomba trabaje 2 ciclos por día. Al disponer de dos bombas en funcionamiento, el tanque debería presentar 4 ciclos de llenado y vaciado durante el día. Estos ciclos se pueden observar graficando la altura de agua en el tanque (Figura 3.19) o el caudal que pasa a través de la bomba (Figura 3.20), con respecto al tiempo.



**Figura 3.19:** Altura de agua en el tanque durante el día. (Fuente: Elaboración propia)



**Figura 3.20:** Caudal que pasa por la bomba durante el día. (Fuente: Elaboración propia)

En el gráfico de la Figura 3.19, se puede observar que a las 0:00 hs el tanque inicia el día lleno, con un nivel de agua en el punto máximo (19,00 m). a su vez, en la Figura 3.20, se observa que la bomba inicia el día con un caudal igual a 0 L/s, indicando que se encuentra apagada.

Con el correr del tiempo, el tanque comienza a vaciarse hasta que alcanza su nivel mínimo (15,50 m) a las 4:00 hs. En ese momento se activa la bomba. El tanque inicia el ciclo de llenado que culmina a las 6:00 hs cuando alcanza nuevamente el nivel máximo (19,00 m). Esto también se observa en el gráfico de la bomba, representado a través de un pico de caudal entre las 4 y las 6 hs. Este pico representa un ciclo de funcionamiento de la bomba.

Como el primer ciclo se da en horas de la madrugada, donde el consumo de agua es bajo, éste dura solamente 2 hs, ya que el ritmo de llenado es mucho mayor al ritmo de vaciado del tanque. Los ciclos siguientes, como se dan en horas de mayor consumo, tardan más tiempo, ya que la diferencia entre los ritmos de llenado y vaciado disminuye. Esto se representa en la Figura 3.19 con una menor pendiente en los momentos de llenado y, en la Figura 3.21, con un mayor "ancho" de los picos.

Como conclusión, se observa en los gráficos que durante el día se presentan 4 ciclos y medio, ya que el tanque inicia el día lleno y lo culmina casi vacío. Esto indica que la capacidad de la bomba es adecuada para el sistema.

# CAPÍTULO 4 EJECUCIÓN Y CONTROL

## 4.1. CAÑERÍAS Y ACCESORIOS

La obra de infraestructura urbana consistirá en la construcción de una red de agua potable de aproximadamente 50.000 m en la ciudad de Sastre y Ortiz, utilizando tubos de PVC clase 6 de 315, 250, 200, 110 y 75 mm, además de juntas elásticas, accesorios de empalme, cambios de dirección y derivaciones. Todo el material a utilizar en obra, deberá responder a las Normas IRAM, según corresponda, y contarán con el sello y certificación de calidad dado por el fabricante.

Se colocarán 194 válvulas esclusas con acceso en esquinas para seccionar la red en circuitos, para el caso en que deban ejecutarse reparaciones y no afectar a toda la población abastecida. Además, se instalarán 72 hidrantes a bola (para utilizarlos también como válvula de aire) en veredas para que sean ocupados por los bomberos en caso de incendios, dispuestos en forma que en cualquier punto de la ciudad esté a una distancia menor a 150 m de este. En el plano GEN-03 del Anexo III se puede apreciar la ubicación de los accesorios y los diámetros nominales de las tuberías.

Se prevé el cercado del predio, en todo su perímetro, donde estará emplazada la cisterna de 800 m<sup>3</sup> y el tanque de reserva de 400 m<sup>3</sup> de la cual se abastece la red proyectada. Las dimensiones del predio son de 50 por 60 m. El cerco tendrá 1,80m de alto. En el plano GEN-04 del Anexo III se puede observar el cercado del predio y la ubicación del tanque de agua y de la cisterna.

Se realizarán un total de 2686 conexiones domiciliarias simples. Las mismas contarán con una caja de polietileno negra de 40 por 20 por 18 cm, 1 válvula esférica de ¾", 3 roscas con tuerca ¾" de bronce, 1 medidor de ¾", 1 válvula de retención y un racord (Figura 4.1). La conexión a la red se hará mediante abrazaderas de PVC, provistas de férulas de bronce de ¾", racord de polietileno y caño de polietileno negro de ¾" clase 6. En los lugares donde la cañería sea de diámetro mayor o igual a 315 mm, se realizará una cañería subsidiaria de 75 mm de diámetro, donde se conectarán las férulas. Los detalles de conexiones domiciliarias y accesorios se pueden observar en el Anexo IV.

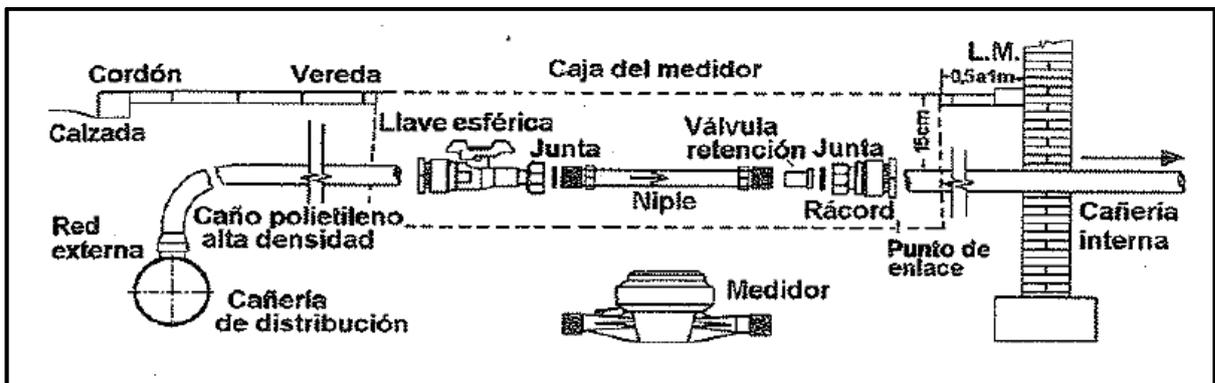


Figura 4.1: Detalle conexión domiciliar. (Fuente: Quadri, s.f.)

## 4.2. EJECUCIÓN DE LA OBRA EN LA VÍA PÚBLICA

La ejecución de la red incluirá los trabajos de excavaciones, tendido de cañerías, colocación de accesorios, construcción de cámaras y colocación de hidrantes. Deberá considerarse

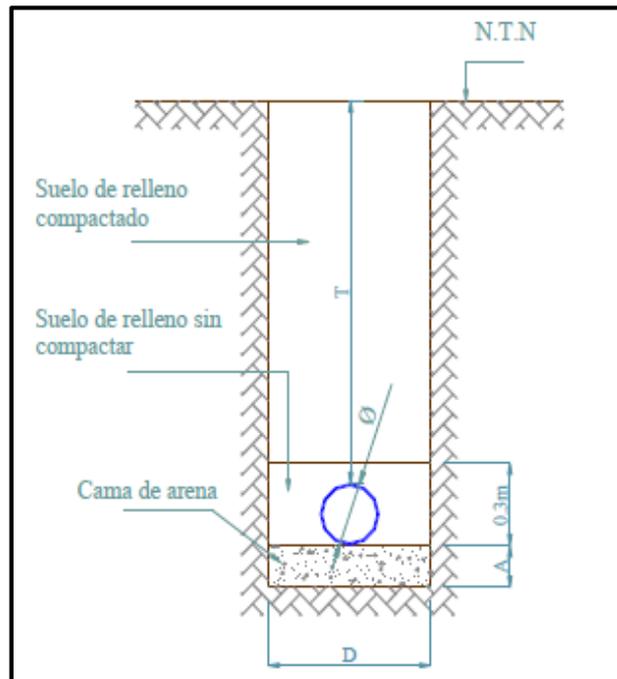
también bajo este rubro los costos de los anclajes, realización de pruebas hidráulicas, tapado de cañerías, retiro de los materiales sobrantes de las excavaciones y reparaciones de veredas y pavimentos.

En la instalación de la tubería deberán tomarse todas las precauciones posibles para disminuir averías y pérdidas de agua, ya que por el hecho de quedar enterradas no se podrá posteriormente vigilarlas en forma directa.

Según ENOHSa (2001), será necesario tener en cuenta algunos puntos fundamentales

- Las zanjas para las tuberías deberán alinearse cuidadosamente.
- La profundidad de las zanjas no deberá pasar, en general, de ciertos límites a fin de que sean fácilmente accesibles en caso de reparaciones y que acusen mejor en la superficie del terreno las fugas de agua. Tampoco deberán quedar a poca profundidad, ya que podrían ser afectadas por las variaciones de temperaturas o cargas, especialmente las originadas por el tránsito. Generalmente, esta profundidad en nuestro país oscila entre 0,80 y 1,00 m más el diámetro interior del caño a colocar. A la altura de la tierra existente sobre la cañería se la denomina tapada.
- El ancho de la zanja deberá ser el necesario para que los operarios puedan maniobrar en la colocación de los tubos. En general, el ancho mínimo es de 0,45 a 0,50 m para diámetros pequeños, o el diámetro del conducto más 0,30 m.
- Para el caso de lluvias, se deberán prever terraplenes u otros elementos que impidan que el agua pluvial ingrese a la zanja. No se permitirá la colocación de cañerías en zanjas con mayor humedad del suelo que la natural.
- Otra circunstancia a tener en cuenta es la calidad del terreno, si es de roca se podrá, por razones económicas, disminuir la profundidad. Por el contrario, si se trata de terreno poco consistente puede convenir descender más en busca de apoyo en capas de mayor resistencia.
- La excavación se deberá hacer a mano o con máquinas excavadoras. En general las zanjas nos son tan profundas como para requerir entibaciones. Los corrimientos de tierras son menos probables si ésta se apila a ambos lados de la zanja.
- Para evitar someter las cañerías a esfuerzos innecesarios producidos por el terreno de relleno, el perfil de la zanja debe ser lo más vertical posible. En caso de que el terreno no posea la cohesión suficiente para mantener la estabilidad de los taludes verticales, deberá realizarse la excavación con taludes inclinados, a partir de la parte superior del conducto. Por ello, será necesario llevar a cabo los siguientes estudios de suelo: granulometría, colapsabilidad, desmoronabilidad y verificar el nivel de napa freática.
- Si hay presencia de aguas subterráneas que afloran a la cota de la zanja, se deberán prever equipos de bombeo para drenar el agua y reducir la napa freática, permitiendo así la colocación de la cañería en una zanja no inundada. Se prestará especial atención a las tareas de excavación para evitar afectar las construcciones existentes.
- El fondo de la zanja debe quedar bien nivelado con una capa de 0,10 m de arena que se colocará a tal fin, lográndose así que los caños apoyen en toda su longitud.
- Repartidos los tubos a lo largo de la zanja, se deberán bajar cuidadosamente, no pudiéndose en ningún caso bajar varios de ellos empalmados.

- En la Figura 4.2 se detalla cómo debe ser el relleno de la zanja. El material de relleno no debe contener cenizas, ni escombros, ni grandes piedras. A partir de los 30 cm por encima del plano superior de la tubería pueden emplearse piedras de hasta 20 cm de longitud. El relleno desde el fondo de la zanja al plano central de la tubería debe practicarse con arena, grava u otro material adecuado, asentado en capas de 7 cm y apisonado. Este material debe alcanzar los lados de la zanja. El relleno desde el plano central de la tubería hasta 30 cm por encima de la parte superior de la misma, debe practicarse a mano o a máquinas, pero muy cuidadosamente. El relleno de las excavaciones practicadas en pavimentos fijos debe hacerse con arena. Nunca debe realizarse el relleno en tiempo de heladas o con material congelado.



**Figura 4.2:** Esquema de tapada de proyecto. (Fuente: Elaboración propia)

- D: ancho de zanja (depende del diámetro de tubería)
  - A: espesor de la cama de arena = 0,15 m
  - T: tapada de proyecto = 1,00 m
  - Ø: diámetro nominal de la tubería
- Las cañerías de PVC, tienen la particularidad de un elevado coeficiente de dilatación lineal que impone ciertas precauciones. En las zanjas es necesario tener en cuenta las variaciones de longitud para la ejecución de las uniones. La variación es de 6 a 8 centésimas de mm por metro de cañería. Por ejemplo, una cañería de 200 m de longitud, que experimenta una variación de temperatura de 10 °C variará de 12 a 16 cm.
  - Se deberán extraer todas las raíces que puedan dificultar la colocación de la cañería y, en caso de que los árboles cercanos tengan raíces importantes, se deberá evaluar si es necesario colocar caños camisa en la zona de la zanja, con el diámetro adecuado según la cañería a emplazar.
  - Para garantizar la estabilidad y hermeticidad de la cañería, se deben construir anclajes de hormigón en cada cambio de dirección o derivación de la red para contrarrestar posibles esfuerzos no axiales. Estos anclajes deben ser diseñados para transferir completamente los esfuerzos al suelo natural. Cualquier accesorio o construcción

especial que contenga válvulas, curvas, tees, tapones, etc., debe estar soportado por atraques de hormigón adecuadamente apoyados en el suelo natural. No se permiten rellenos laterales para completar el espacio entre el atraque y el suelo natural. Las medidas mínimas de los atraques deben ser determinadas en función del diámetro de las cañerías. En la Figura 4.3 se definen las medidas de los anclajes para cada diámetro de cañería.

Ø nominal cañería	75mm	110mm	160mm	200mm	250mm	315mm
Medida de anclaje						
Ancho	30	30	35	35	40	40
Largo	30	35	40	40	45	45
Alto	30	30	30	30	30	30

**Figura 4.3:** Dimensiones de anclajes para diferentes diámetros de cañerías. (Fuente: ENOHSa, 2001)

## CAPÍTULO 5

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Según la Ley N° 11.717 “Ley de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable” (2009), se define como Impacto Ambiental a la incidencia positiva o negativa sobre el medio ambiente producida a causa de una actividad.

El Estudio de Impacto Ambiental (EslA) se encarga de identificar, predecir, evaluar y mitigar los potenciales impactos que puede ocasionar la realización de un proyecto en el medio ambiente, ya sea a corto, mediano o largo plazo. Es un instrumento que se aplica previamente a la ejecución del mismo, con el objetivo de potenciar los beneficios y atenuar los efectos negativos.

### 5.1. METODOLOGÍA

La Evaluación de los Impactos Ambientales (EIA) consiste en la identificación, previsión, interpretación y medición de las consecuencias ambientales de los proyectos. La evaluación de los impactos debe realizarse en el marco de procedimientos adecuados que, en forma concurrente, permitan identificar las acciones y el medio a ser impactado, establecer las posibles alteraciones y valorar las mismas. Esta última tiene como objetivo expresar los impactos en forma cuantitativa y, cuando esto no es posible, cualitativamente.

Este trabajo basa su metodología en los métodos matriciales establecidos por Gómez Orea (2002) y Fernández Vittora (2003).

#### 5.1.1. Identificación de etapas a evaluar

Se definen dos etapas en el desarrollo de las actividades del proyecto sujetas a la evaluación de impactos ambientales:

##### **Etapas de construcción**

Comprende un amplio espectro de actividades incluyendo las actividades preliminares necesarias para la preparación de terreno, oficinas y talleres, hasta la construcción de los pozos y el tendido de las cañerías, incluyendo todas las actividades necesarias para el normal desarrollo del proyecto.

- Montaje y funcionamiento de obrador
- Remoción de suelo y cobertura vegetal
- Movimiento de camiones, vehículos y personal
- Generación de ruidos y vibraciones
- Generación de material particulado
- Generación de emisiones gaseosas
- Generación de residuos tipo sólido urbano
- Generación de empleo
- Adquisición de bienes y servicios
- Perforaciones
- Realización de excavaciones
- Instalación de cañerías
- Nivelación y compactación del terreno
- Instalación de equipos electromecánicos
- Reposición de caminos y pavimentos
- Desmantelamiento de obrador
- Revegetalización

## Etapa de operación

Para la valoración de los impactos ambientales de la etapa de operación se tomó en cuenta la significación de sus impactos ambientales debido a la implementación de la obra:

- Mantenimiento de estructuras y señalización
- Mantenimiento de las cañerías y accesorios
- Derrames o fugas
- Generación de efluentes
- Generación de empleo permanente

### 5.1.2. Identificación de factores afectados

Los factores ambientales susceptibles de ser impactados, y que han sido objeto de análisis y caracterización, se agrupan según los medios: natural (físico, biológico) y antrópico (socioeconómico).

Las actividades del proyecto presentan mayoritariamente afectaciones sobre el medio antrópico, por tratarse de un ámbito urbano. Las afectaciones analizadas serán:

- Medio natural
  - Calidad del aire
  - Calidad del agua superficial
  - Calidad del agua subterránea
  - Suelos: calidad, cobertura y topografía
  - Flora y fauna
- Medio antrópico
  - Empleo
  - Actividad económica
  - Salud y seguridad de operarios
  - Salud y seguridad de población
  - Infraestructura
  - Paisaje

### 5.1.3. Identificación de impactos

Una vez identificadas las etapas, actividades, acciones impactantes y los factores del medio impactados, se califican los impactos ya sean positivos o negativos con la valoración de los mismos confeccionando las matrices de doble entrada. El método matricial, permite la vinculación de las acciones del proyecto sobre los factores tanto del medio natural como el socioeconómico.

En la primera columna de la izquierda se detallan las acciones de las fases de construcción y operación. En la primera fila se detallan los componentes del medio receptor susceptibles de recibir impactos.

- Carácter o naturaleza del impacto: los impactos pueden ser beneficiosos (+) o perjudiciales (-).
- Magnitud/intensidad: representa la incidencia de la acción sobre el factor impactado. Para ponderar la magnitud se considera:
  - Baja                      0.1 – 0.3
  - Media                     0.4 – 0.6
  - Alta                        0.7 – 0.8
  - Muy alta                 0.9 – 1.0

- Extensión: hacer referencia al área afectada por el impacto:
  - Puntual                    0.1 – 0.3
  - Local                      0.4 – 0.7
  - Regional                  0.8 – 1.0
  
- Duración: tiempo en que el impacto tiene vigencia:
  - Corto                      0.1 – 0.2
  - Medio                     0.3 – 0.4
  - Largo                      0.5 – 0.7
  - Permanente              0.8 – 1.0
  
- Desarrollo: tiempo que tarda en manifestarse el impacto:
  - Lento                      0.1 – 0.3
  - Medio                     0.4 – 0.6
  - Rápido                    0.7 – 0.8
  - Muy rápido              0.9 – 1.0
  
- Reversibilidad: posibilidad de recuperación del factor afectado:
  - Reversible                                    0.1 – 0.3
  - Parcialmente reversible                0.4 – 0.7
  - Irreversible                                 0.8 – 1.0
  
- Riesgo de ocurrencia: probabilidad que el efecto pueda producirse:
  - Poco probable                            1 – 3
  - Probable                                    4 – 6
  - Muy probable                            7 – 8
  - Cierto                                      9 – 10
  
- Importancia del impacto: surge de la ecuación (34):
 
$$CA = \frac{[Ca \cdot (Intensidad+Extensión+Duración+Desarrollo+Reversibilidad) \cdot Riesgo]}{5} \quad (33)$$

Los valores obtenidos se clasifican en:

- No relevantes                    no presentan impacto
- Bajos                                0 – 3
- Medios                              4 – 7
- Altos                                 > 8

## 5.2. MATRICES CAUSA-EFECTO

Las Tablas 5.1 a 5.8 muestran las valoraciones de cada impacto provocado por cada actividad con respecto a los factores analizados.

**Tabla 5.1: Matriz de Carácter. (Fuente: Elaboración propia)**

CARÁCTER															
ACTIVIDAD \ MEDIO	Medio Natural								Medio Antrópico						
	Aire		Agua		Suelo		Flora y Fauna		Aspectos socio-económicos			Calidad de vida			
	Calidad del aire	Calidad agua superficial	Calidad agua subterránea	Calidad	Topografía	Cobertura	Flora	Fauna	Empleo	Actividad económica	Bienes y servicios	Salud y seguridad de operarios	Salud y seguridad de población	Infraestructura	Paisaje
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>															
Montaje y funcionamiento de obrador	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	1,0	1,0	1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
Remoción de suelo y cobertura vegetal	-1,0			-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	1,0	1,0	1,0	-1,0	-1,0		-1,0
Movimiento de camiones, vehículos y personal	-1,0				-1,0	-1,0		-1,0	1,0	1,0	1,0	-1,0	-1,0		
Generación de ruidos y vibraciones	-1,0							-1,0				-1,0	-1,0		
Generación de material particulado	-1,0							-1,0				-1,0	-1,0		
Generación de emisiones gaseosas	-1,0							-1,0				-1,0	-1,0		
Generación de residuos sólidos	-1,0							-1,0				-1,0	-1,0		
Generación de empleo									1,0	1,0	1,0	-1,0	-1,0		
Adquisición de bienes y servicios									1,0	1,0	1,0				
Rotura de calles y veredas	-1,0			-1,0		-1,0	-1,0	-1,0	1,0	1,0	1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
Realización de excavaciones	-1,0		-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	1,0	1,0	1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
Instalación de cañerías	-1,0		-1,0	-1,0			-1,0		1,0	1,0	1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
Nivelación y compactación del terreno	-1,0		-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0		1,0	1,0	1,0	-1,0	-1,0		
Instalación de equipos electromecánicos	-1,0								1,0	1,0	1,0	-1,0	-1,0		
Reposición de veredas y calles	-1,0			-1,0		-1,0	-1,0	-1,0	1,0	1,0	1,0	-1,0	-1,0	-1,0	1,0
Desmantelamiento de obrador	-1,0				-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	1,0	1,0	1,0	-1,0	-1,0		-1,0
Revegetalización	1,0			1,0		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0
<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>															
Mantenimiento de estructuras y señalización									1,0	1,0	1,0	-1,0	1,0	1,0	
Mantenimiento de cañerías y accesorios									1,0	1,0	1,0	-1,0	1,0	1,0	
Derrames o fugas											-1,0	-1,0	-1,0		-1,0
Generación de efluentes		-1,0	-1,0				-1,0	-1,0				-1,0	-1,0		-1,0
Generación de empleo permanente									1,0	1,0	1,0		-1,0		

**Tabla 5.2: Matriz de Intensidad. (Fuente: Elaboración propia)**

INTENSIDAD															
ACTIVIDAD \ MEDIO	Medio Natural								Medio Antrópico						
	Aire		Agua		Suelo		Flora y Fauna		Aspectos socio-económicos			Calidad de vida			
	Calidad del aire	Calidad agua superficial	Calidad agua subterránea	Calidad	Topografía	Cobertura	Flora	Fauna	Empleo	Actividad económica	Bienes y servicios	Salud y seguridad de operarios	Salud y seguridad de población	Infraestructura	Paisaje
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>															
Montaje y funcionamiento de obrador	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,5	0,4	0,1	0,4
Remoción de suelo y cobertura vegetal	0,1			0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	0,4	0,2	0,1	0,4
Movimiento de camiones, vehículos y personal	0,2				0,2	0,2		0,1	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4		
Generación de ruidos y vibraciones	0,2							0,1				0,1	0,1		
Generación de material particulado	0,2							0,1				0,1	0,1		
Generación de emisiones gaseosas	0,2							0,1				0,1	0,1		
Generación de residuos sólidos	0,2							0,1				0,1	0,1		
Generación de empleo									0,4	0,4	0,2	0,1	0,2		
Adquisición de bienes y servicios									0,4	0,4	0,2				
Rotura de calles y veredas	0,1			0,2		0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2
Realización de excavaciones	0,1		0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,1	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,4	0,2
Instalación de cañerías	0,1		0,3	0,3			0,1		0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	
Nivelación y compactación del terreno	0,2		0,3	0,3	0,3	0,3	0,2		0,2	0,2	0,1	0,3	0,3		
Instalación de equipos electromecánicos	0,2								0,4	0,4	0,3	0,3	0,2		
Reposición de veredas y calles	0,1			0,2		0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2
Desmantelamiento de obrador	0,1				0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1		0,3
Revegetalización	0,1			0,2		0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>															
Mantenimiento de estructuras y señalización									0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4	
Mantenimiento de cañerías y accesorios									0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4	
Derrames o fugas											0,3	0,3	0,5		0,2
Generación de efluentes		0,3	0,3				0,2	0,2				0,3	0,5		0,2
Generación de empleo permanente									0,3	0,3	0,3		0,5		

**Tabla 5.3: Matriz de Extensión. (Fuente: Elaboración propia)**

		EXTENSIÓN														
MEDIO  ACTIVIDAD		Medio Natural							Medio Antrópico							
		Aire		Agua		Suelo		Flora y Fauna		Aspectos socio-económicos			Calidad de vida			
		Calidad del aire	Calidad agua superficial	Calidad agua subterránea	Calidad	Topografía	Cobertura	Flora	Fauna	Empleo	Actividad económica	Bienes y servicios	Salud y seguridad de operarios	Salud y seguridad de población	Infraestructura	Paisaje
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>																
Montaje y funcionamiento de obrador		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4
Remoción de suelo y cobertura vegetal		0,1			0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4
Movimiento de camiones, vehículos y personal		0,4				0,4	0,1		0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4		
Generación de ruidos y vibraciones		0,4							0,4				0,2	0,4		
Generación de material particulado		0,4							0,4				0,2	0,4		
Generación de emisiones gaseosas		0,4							0,4				0,2	0,4		
Generación de residuos sólidos		0,4							0,4				0,2	0,4		
Generación de empleo										0,4	0,4	0,4	0,2	0,4		
Adquisición de bienes y servicios										0,4	0,4	0,4				
Rotura de calles y veredas		0,4			0,2		0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4
Realización de excavaciones		0,4		0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4
Instalación de cañerías		0,1		0,4	0,2			0,1		0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4	
Nivelación y compactación del terreno		0,4		0,4	0,2	0,2	0,1	0,1		0,4	0,4	0,4	0,2	0,4		
Instalación de equipos electromecánicos		0,2								0,4	0,4	0,4	0,3	0,4		
Reposición de veredas y calles		0,4			0,2		0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4
Desmantelamiento de obrador		0,4				0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4		0,4
Revegetalización		0,4			0,2		0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4
<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>																
Mantenimiento de estructuras y señalización										0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	
Mantenimiento de cañerías y accesorios										0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	
Derrames o fugas												0,4	0,3	0,4		0,4
Generación de efluentes			0,4	0,4				0,4	0,4				0,3	0,4		0,4
Generación de empleo permanente										0,4	0,4	0,4		0,4		

**Tabla 5.4: Matriz de Duración. (Fuente: Elaboración propia)**

		DURACIÓN														
MEDIO  ACTIVIDAD		Medio Natural							Medio Antrópico							
		Aire		Agua		Suelo		Flora y Fauna		Aspectos socio-económicos			Calidad de vida			
		Calidad del aire	Calidad agua superficial	Calidad agua subterránea	Calidad	Topografía	Cobertura	Flora	Fauna	Empleo	Actividad económica	Bienes y servicios	Salud y seguridad de operarios	Salud y seguridad de población	Infraestructura	Paisaje
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>																
Montaje y funcionamiento de obrador		0,1	0,2	0,2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,2	0,1	0,1	0,2	0,5	0,4	0,8	0,8
Remoción de suelo y cobertura vegetal		0,1			0,8	0,8	0,8	0,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2		0,2
Movimiento de camiones, vehículos y personal		0,1				0,2	0,2		0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2		
Generación de ruidos y vibraciones		0,1							0,1				0,1	0,1		
Generación de material particulado		0,1							0,1				0,1	0,1		
Generación de emisiones gaseosas		0,1							0,1				0,1	0,1		
Generación de residuos sólidos		0,1							0,1				0,1	0,1		
Generación de empleo									0,2	0,2	0,2	0,1	0,1			
Adquisición de bienes y servicios									0,2	0,2	0,2					
Rotura de calles y veredas		0,1			0,2		0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	
Realización de excavaciones		0,1		0,8	0,8	0,8	0,8	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0	0,1			0,2
Instalación de cañerías		0,1		0,8	0,8			0,1	0,1	0,1	0,1	1,0	0,1	0,2		
Nivelación y compactación del terreno		0,1		0,8	0,8	0,8	0,8	0,1		0,1	0,1	0,1	0,2	0,2		
Instalación de equipos electromecánicos		0,2							0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		
Reposición de veredas y calles		0,1			0,2		0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Desmantelamiento de obrador		0,1				0,8	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Revegetalización		0,1			0,2		0,2	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>																
Mantenimiento de estructuras y señalización									1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	1,0		
Mantenimiento de cañerías y accesorios									1,0	1,0	0,8	0,8	0,2	1,0		
Derrames o fugas											0,2	0,8	0,2			0,2
Generación de efluentes			0,8	0,8				0,2	0,2			0,8	0,8	0,8		0,2
Generación de empleo permanente									1,0	1,0	0,8		0,8			

**Tabla 5.5: Matriz de Desarrollo. (Fuente: Elaboración propia)**

DESARROLLO															
ACTIVIDAD \ MEDIO	Medio Natural								Medio Antrópico						
	Aire		Agua		Suelo		Flora y Fauna		Aspectos socio-económicos			Calidad de vida			
	Calidad del aire	Calidad agua superficial	Calidad agua subterránea	Calidad	Topografía	Cobertura	Flora	Fauna	Empleo	Actividad económica	Bienes y servicios	Salud y seguridad de operarios	Salud y seguridad de población	Infraestructura	Paisaje
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>															
Montaje y funcionamiento de obrador	0,8	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9
Remoción de suelo y cobertura vegetal	0,2			0,1	0,2	0,9	0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		0,1
Movimiento de camiones, vehículos y personal	0,1				0,2	0,9		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
Generación de ruidos y vibraciones	0,2							0,1				0,1	0,1		
Generación de material particulado	0,2							0,1				0,1	0,1		
Generación de emisiones gaseosas	0,2							0,1				0,1	0,1		
Generación de residuos sólidos	0,2							0,1				0,1	0,1		
Generación de empleo									0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
Adquisición de bienes y servicios									0,1	0,1	0,1				
Rotura de calles y veredas	0,2			0,1		0,9	0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,1
Realización de excavaciones	0,2		0,1	0,1	0,2	0,9	0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,1
Instalación de cañerías	0,2		0,1	0,1			0,9		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	
Nivelación y compactación del terreno	0,2		0,1	0,1	0,2	0,9	0,9		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
Instalación de equipos electromecánicos	0,2								0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
Reposición de veredas y calles	0,2			0,1		0,9	0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,1
Desmantelamiento de obrador	0,1				0,1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		0,1
Revegetalización	0,2			0,1		0,9	0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,1
<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>															
Mantenimiento de estructuras y señalización									0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Mantenimiento de cañerías y accesorios									0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Derrames o fugas											0,1	0,1	0,1		0,1
Generación de efluentes		0,1	0,1				0,1	0,1				0,1	0,1		0,1
Generación de empleo permanente									0,1	0,1	0,1		0,1		

**Tabla 5.6: Matriz de Reversibilidad. (Fuente: Elaboración propia)**

REVERSIBILIDAD															
ACTIVIDAD \ MEDIO	Medio Natural								Medio Antrópico						
	Aire		Agua		Suelo		Flora y Fauna		Aspectos socio-económicos			Calidad de vida			
	Calidad del aire	Calidad agua superficial	Calidad agua subterránea	Calidad	Topografía	Cobertura	Flora	Fauna	Empleo	Actividad económica	Bienes y servicios	Salud y seguridad de operarios	Salud y seguridad de población	Infraestructura	Paisaje
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>															
Montaje y funcionamiento de obrador	0,1	0,3	0,3	0,8	0,8	0,8	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,7	0,7	0,3	0,3
Remoción de suelo y cobertura vegetal	0,1			0,8	0,8	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,7	0,7		0,4
Movimiento de camiones, vehículos y personal	0,1				0,8	0,3		0,1	0,2	0,2	0,2	0,7	0,7		
Generación de ruidos y vibraciones	0,1							0,1				0,7	0,7		
Generación de material particulado	0,1							0,1				0,7	0,7		
Generación de emisiones gaseosas	0,1							0,1				0,7	0,7		
Generación de residuos sólidos	0,1							0,1				0,7	0,7		
Generación de empleo									0,2	0,2	0,2	0,7	0,7		
Adquisición de bienes y servicios									0,2	0,2	0,2				
Rotura de calles y veredas	0,1			0,8		0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,7	0,7	0,1	0,1
Realización de excavaciones	0,1		0,8	0,8	0,8	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,7	0,7	0,1	0,1
Instalación de cañerías	0,1		0,8	0,8			0,3		0,2	0,2	0,2	0,7	0,7	0,3	
Nivelación y compactación del terreno	0,1		0,8	0,8	0,8	0,3	0,3		0,2	0,2	0,2	0,7	0,7		
Instalación de equipos electromecánicos	0,1								0,2	0,2	0,2	0,6	0,6		
Reposición de veredas y calles	0,1			0,8		0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,7	0,7	0,3	0,1
Desmantelamiento de obrador	0,1				0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	0,2		0,2
Revegetalización	0,1			0,8		0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,7	0,7	0,1	0,1
<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>															
Mantenimiento de estructuras y señalización									0,8	0,8	0,8	0,3	0,3	0,1	
Mantenimiento de cañerías y accesorios									0,8	0,8	0,8	0,3	0,3	0,1	
Derrames o fugas											0,8	0,6	0,6		0,2
Generación de efluentes		0,3	0,4				0,1	0,1				0,6	0,6		0,2
Generación de empleo permanente									0,8	0,8	0,8		0,6		

**Tabla 5.7: Matriz de Ocurrencia. (Fuente: Elaboración propia)**

		OCURRENCIA													
ACTIVIDAD \ MEDIO	Medio Natural								Medio Antrópico						
	Aire		Agua		Suelo		Flora y Fauna		Aspectos socio-económicos			Calidad de vida			
	Calidad del aire	Calidad agua superficial	Calidad agua subterránea	Calidad	Topografía	Cobertura	Flora	Fauna	Empleo	Actividad económica	Bienes y servicios	Salud y seguridad de operarios	Salud y seguridad de población	Infraestructura	Paisaje
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>															
Montaje y funcionamiento de obrador	1,0	1,0	1,0	7,0	7,0	8,0	7,0	2,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	2,0	5,0
Remoción de suelo y cobertura vegetal	1,0			7,0	3,0	7,0	3,0	1,0	6,0	8,0	7,0	3,0	3,0		5,0
Movimiento de camiones, vehículos y personal	3,0				3,0	4,0		1,0	8,0	8,0	8,0	6,0	3,0		
Generación de ruidos y vibraciones	4,0							1,0				6,0	3,0		
Generación de material particulado	4,0							1,0				6,0	3,0		
Generación de emisiones gaseosas	4,0							1,0				6,0	3,0		
Generación de residuos sólidos	4,0							1,0				6,0	3,0		
Generación de empleo									8,0	8,0	8,0	6,0	3,0		
Adquisición de bienes y servicios									8,0	8,0	8,0				
Rotura de calles y veredas	1,0			7,0		7,0	2,0	1,0	6,0	5,0	7,0	3,0	3,0	7,0	
Realización de excavaciones	1,0		3,0	7,0	3,0	7,0	2,0	1,0	7,0	8,0	7,0	6,0	3,0	7,0	3,0
Instalación de cañerías	1,0		3,0	7,0					7,0	7,0	7,0	3,0	3,0	7,0	
Nivelación y compactación del terreno	1,0		3,0	7,0	3,0	7,0	2,0		6,0	7,0	7,0	3,0	3,0		
Instalación de equipos electromecánicos	1,0								8,0	6,0	6,0	2,0	2,0		
Reposición de veredas y calles	1,0			7,0		7,0	3,0	1,0	8,0	5,0	7,0	3,0	3,0	7,0	8,0
Desmantelamiento de obrador	2,0				3,0	7,0	7,0	1,0	8,0	5,0	5,0	4,0	3,0		9,0
Revegetalización	1,0			7,0		7,0	3,0	1,0	5,0	5,0	7,0	2,0	3,0	7,0	8,0
<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>															
Mantenimiento de estructuras y señalización									7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	9,0	
Mantenimiento de cañerías y accesorios									7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	9,0	
Derrames o fugas											7,0	4,0	6,0		4,0
Generación de efluentes		4,0	4,0				4,0	1,0				4,0	6,0		4,0
Generación de empleo permanente									7,0	7,0	7,0		6,0		

**Tabla 5.8: Matriz de Calificación Ambiental. (Fuente: Elaboración propia)**

		CALIFICACIÓN AMBIENTAL													
ACTIVIDAD \ MEDIO	Medio Natural								Medio Antrópico						
	Aire		Agua		Suelo		Flora y Fauna		Aspectos socio-económicos			Calidad de vida			
	Calidad del aire	Calidad agua superficial	Calidad agua subterránea	Calidad	Topografía	Cobertura	Flora	Fauna	Empleo	Actividad económica	Bienes y servicios	Salud y seguridad de operarios	Salud y seguridad de población	Infraestructura	Paisaje
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>															
Montaje y funcionamiento de obrador	-0,3	-0,3	-0,3	-4,3	-4,3	-5,0	-3,5	-0,8	1,4	1,4	1,1	-1,6	-1,6	-1,0	-2,8
Remoción de suelo y cobertura vegetal	-0,1			-3,1	-1,4	-3,5	-1,5	-0,2	1,3	1,6	1,7	-1,0	-1,0		-1,5
Movimiento de camiones, vehículos y personal	-0,5				-1,1	-1,4		-0,2	2,1	2,1	2,1	-1,9	-1,1		
Generación de ruidos y vibraciones	-0,8							-0,2				-1,4	-0,8		
Generación de material particulado	-0,8							-0,2				-1,4	-0,8		
Generación de emisiones gaseosas	-0,8							-0,2				-1,4	-0,8		
Generación de residuos sólidos	-0,8							-0,2				-1,4	-0,8		
Generación de empleo									2,1	2,1	1,8	-1,4	-0,9		
Adquisición de bienes y servicios									2,1	2,1	1,8				
Rotura de calles y veredas	-0,2			-2,1		-2,4	-0,6	-0,2	1,1	0,9	1,5	-0,8	-0,9	-2,5	
Realización de excavaciones	-0,2		-1,4	-3,2	-1,4	-3,5	-0,7	-0,2	1,5	1,6	1,4	-2,9	-1,0	-2,5	-0,6
Instalación de cañerías	-0,1		-1,4	-3,1			-0,6		1,7	1,5	1,5	-1,4	-1,0	-2,8	
Nivelación y compactación del terreno	-0,2		-1,4	-3,1	-1,4	-3,4	-0,6		1,2	1,4	1,3	-0,9	-1,0		
Instalación de equipos electromecánicos	-0,2								2,1	1,6	1,4	-0,6	-0,6		
Reposición de veredas y calles	-0,2			-2,1		-2,4	-0,9	-0,2	1,4	0,9	1,5	-0,8	-0,9	-2,8	1,6
Desmantelamiento de obrador	-0,3				-1,0	-2,4	-1,0	-0,2	1,6	1,0	1,0	-1,0	-0,5		-2,0
Revegetalización	0,2			2,1		2,4	1,2	0,2	0,9	0,9	1,4	0,5	0,9		1,6
<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>															
Mantenimiento de estructuras y señalización									3,6	3,6	3,4	-2,2	2,5	3,6	
Mantenimiento de cañerías y accesorios									3,6	3,6	3,4	-2,2	1,8	3,6	
Derrames o fugas											-2,5	-1,7	-2,2		-0,9
Generación de efluentes		-1,5	-1,6				-0,8	-0,2				-1,7	-2,9		-0,9
Generación de empleo permanente									3,6	3,6	3,4		-2,9		

## **5.3. RESULTADOS**

### **5.3.1. Etapa de construcción**

Conforme se puede apreciar en la matriz de Calificación Ambiental (CA), los impactos generados en las actividades tanto de montaje como de funcionamiento de los obradores, ya sean negativos y positivos, son de mediana a baja magnitud e importancia, localizados evidentemente sobre el área operativa del proyecto. Se observa que las afectaciones sobre el medio natural prevalecen tanto en cantidad como en intensidad sobre las del medio antrópico.

Efectivamente, los impactos negativos se encuentran circunscriptos a afectaciones de calificación media sobre el medio natural, situándose los de mayor jerarquía sobre el suelo, con una CA = -5, y luego, la flora y paisaje, con CA = -3,5 y -2,8 respectivamente.

Por otro lado, el funcionamiento del obrador genera impactos positivos en el medio socio-económico local, ya sea en la generación de empleo como en la compra de bienes y servicios. Estos efectos están valorados con CA = +1,4 y +1,1.

Con respecto a la construcción de la red y los reservorios, según se puede observar en la matriz, se destacan acciones con capacidad de producir efectos negativos sobre el medio. Estas son la realización de excavaciones, remoción del suelo y cobertura vegetal, la nivelación y compactación de suelo, uso de equipos y maquinaria pesada. Las acciones indicadas producen alteraciones negativas sobre los factores del componente del suelo, la flora, fauna, calidad de agua subterránea, infraestructuras, seguridad de operarios, de población y paisaje.

La realización de excavaciones e instalación de ductos implica efectos importantes sobre la Calidad de Suelo (CA = -3,2), Cobertura (CA = -3,5), y seguridad de los operarios (CA = -2,9). Estos ítems son los que afectan más negativamente en todo el desarrollo de la construcción de la red, pero son de impacto negativo bajo.

De insignificante magnitud se encuentran las afectaciones a las infraestructuras (CA = -2,5), la calidad del agua subterránea (CA = -1,4) Flora y Fauna (CA = -0,7) En todos los casos se ha determinado la Calificación Ambiental de baja magnitud. La Nivelación y compactación del terreno genera impactos negativos especialmente en los suelos, con calificación de -3,1 en la Calidad.

La actividad de movimiento de vehículos y personal trae aparejados impactos sobre el medio socio-económico, con efectos negativos asociados a la seguridad de la población en el área del proyecto, por el aumento circunstancial de tránsito durante el plazo de la etapa considerada. Calificado como de baja importancia con CA = -1,1 respecto de la seguridad de la población, y de -1,9 respecto a los operarios.

También se generan ruidos y vibraciones, material particulado y emisiones gaseosas derivadas del movimiento de maquinarias, equipos y vehículos, que impactarán en forma temporaria sobre la calidad de aire del área operativa del proyecto, con efectos de baja intensidad que se revertirán rápidamente una vez finalizada la actividad.

La Actividad Económica y la generación de empleo se verán impactadas en forma positiva con calificaciones CA = +2,1, por la eventual contratación de mano de obra local.

### **5.3.2. Etapa de operación**

En el marco de la Matriz de Calificación Ambiental, los impactos ambientales más importantes corresponden a la puesta en funcionamiento del sistema de red de agua potable como un gran impacto positivo para los habitantes de la localidad. Los impactos negativos en la etapa de operación y mantenimiento guardan relación, en consecuencia, con las características y las modalidades de funcionamiento, siendo los más comunes la salud y seguridad de los operarios (CA = -2,2) que están vinculados a las tareas de generación de efluentes y tareas de mantenimiento.

El mantenimiento de infraestructuras y señalizaciones da cuenta de un impacto positivo, establecido sobre la seguridad de la población, con un valor de CA = 3,6. Sin dudas la etapa de operación basa su positividad en el servicio a ofrecer a la población, mediante el aprovisionamiento de agua potable.



# CAPÍTULO 6

## CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

### 6.1. METODOLOGÍA

Para determinar el costo económico de la obra, se realizó el cómputo métrico de los materiales y la mano de obra necesaria para la construcción de la misma.

En primer lugar, se definieron las tareas o rubros que conforman el proyecto las cuales se enumeran a continuación:

1. Excavación, relleno y compactación de terreno natural.
2. Provisión, acarreo y colocación de cañería recta y especial de PVC clase 6.
3. Provisión, acarreo y colocación de válvulas esclusas tipo "Euro 20" de H°D° doble brida.
4. Provisión, acarreo y colocación de hidrantes de 75 mm de diámetro.
5. Conexiones domiciliarias.
6. Higiene y seguridad
7. Obrador y acopio.

Mediante el análisis de precios, se determinó el costo unitario por unidad de medida de cada tarea. Para ello se tuvieron en cuenta los materiales, mano de obra y maquinaria empleada.

En función del costo unitario y el cómputo métrico se obtuvo el costo por rubro y el costo final de la obra, al cual se le añadieron los costos indirectos, beneficios e impuestos, definidos en la Tabla 6.1.

**Tabla 6.1:** Detalle obtención de coeficiente resumen. (Fuente: Elaboración propia)

Detalle	Valor
Costo directo (I)	1,00
Costo financiero (a) = 15% (I)	0,15
<b>Sub-Total (II) = (I) + (a)</b>	<b>1,15</b>
Gastos generales o indirectos (b) = 19% (II)	0,15
Beneficios (c) = 10% (II)	0,10
<b>Sub-Total (III) = (II) + (b) + (c)</b>	<b>1,40</b>
Impuesto ingresos brutos (d) = 3,5% (III)	0,035
Impuesto al cheque (e) = 1,2% (III)	0,012
<b>Coeficiente resumen (R) = (III) + (d) + (e)</b>	<b>1,45</b>

### 6.2. RESULTADOS

Los precios utilizados en los materiales fueron obtenidos de consulta a proveedores. Los montos de mano de obra se adquirieron de las planillas de jornales (UOCRA, 2023).

En la Tabla 6.2 se puede observar el resumen de costos finales de la obra. En el Anexo VI se detallan los costos unitarios de cada rubro.

**Tabla 6.2:** Costos finales de la obra. (Fuente: Elaboración propia)

ITEM		PRECIO				
N°	DESIGNACIÓN Y ESPECIFICACIONES	Ud.	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	ACUMULADO
1	<b>Excavación mecánica y/o manual en cualquier tipo de terreno a profundidad establecida en el proyecto.</b> (Incluye transporte del material sobrante, relleno y compactación)	m3	34709	\$ 1.668,35	\$ 57.906.760,15	\$ 57.906.760,15
2	<b>Provisión, acarreo y colocación de cañería recta y especial de PVC Clase 6 U.D.</b> (Incluye juntas y aros de goma, cama de arena, prueba hidráulica, limpieza y desinfección)					
2.1	de diámetro 0,315 (m) Clase 6	m	1098	\$ 260.729,33	\$ 286.280.804,34	\$ 344.187.564,49
2.2	de diámetro 0,250 (m) Clase 6	m	420	\$ 174.384,82	\$ 73.241.624,40	\$ 417.429.188,89
2.3	de diámetro 0,200 (m) Clase 6	m	108	\$ 114.561,37	\$ 12.372.627,96	\$ 429.801.816,85
2.4	de diámetro 0,160 (m) Clase 6	m	4382	\$ 45.593,15	\$ 199.789.183,30	\$ 629.591.000,15
2.5	de diámetro 0,110 (m) Clase 6	m	7184	\$ 23.550,17	\$ 169.184.421,28	\$ 798.775.421,43
2.6	de diámetro 0,075 (m) Clase 6	m	21517	\$ 8.182,94	\$ 176.072.319,98	\$ 974.847.741,41
3	<b>Provisión, acarreo y colocación de válvulas esclusas Tipo "Euro 20" de H°D° doble brida</b>					
3.1	de diámetro 0,315 (m)	N°	3	\$ 1.636.372,53	\$ 4.909.117,59	\$ 979.756.859,00
3.2	de diámetro 0,250 (m)	N°	3	\$ 1.325.746,17	\$ 3.977.238,51	\$ 983.734.097,51
3.3	de diámetro 0,200 (m)	N°	2	\$ 1.086.802,15	\$ 2.173.604,30	\$ 985.907.701,81
3.4	de diámetro 0,160 (m)	N°	27	\$ 895.647,80	\$ 24.182.490,60	\$ 1.010.090.192,41
3.5	de diámetro 0,110 (m)	N°	31	\$ 656.703,78	\$ 20.357.817,18	\$ 1.030.448.009,59
3.6	de diámetro 0,075 (m)	N°	132	\$ 489.443,54	\$ 64.606.547,28	\$ 1.095.054.556,87
4	<b>Provisión, acarreo y colocación de hidrantes completos.</b> (Incluye cámara, caja, ramal y todos los materiales necesarios para su instalación)	N°	72	\$ 490.194,10	\$ 35.293.975,20	\$ 1.130.348.532,07
5	<b>Conexiones domiciliarias</b>					
5.1	Conexión corta	N°	1343	\$ 138.544,91	\$ 186.065.814,13	\$ 1.316.414.346,20
5.2	Conexión larga	N°	1343	\$ 158.797,04	\$ 213.264.424,72	\$ 1.529.678.770,92
6	<b>Higiene y seguridad de la obra</b>	Gl	1	\$ 19.949.181,91	\$ 19.949.181,91	\$ 1.549.627.952,83
7	<b>Obrador y preparación del terreno para acopio</b>	Gl	1	\$ 15.045.589,15	\$ 15.045.589,15	\$ 1.564.673.541,98
					<b>TOTAL sin I.V.A.</b>	<b>\$ 1.564.673.541,98</b>
					<b>I.V.A.: 21%</b>	<b>\$ 328.581.443,82</b>
					<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>\$ 1.893.254.985,80</b>
m: metro lineal; m3: metro cúbico; Gl: global; N°: número *Valores a JUNIO de 2023						

## CONCLUSIONES

El acceso al agua potable es fundamental para el desarrollo de la sociedad. El hecho de que la ciudad de Sastre y Ortiz no cuente con un sistema de suministro de agua potable impide el correcto desarrollo y crecimiento de su población. Además, los sectores más vulnerables corren el riesgo de ver afectada su salud al consumir el agua subterránea, la cual contiene muchas sales nocivas para nuestro organismo.

El proyecto del acueducto entre las provincias de Santa Fe y Córdoba es una oportunidad que debe aprovecharse lo antes posible, ya que la traza del mismo pasará por la ciudad. Esto implica que sólo se deba invertir en las obras de distribución del agua hasta los hogares, ahorrándose los costos de construir una planta de potabilización.

El acceso al agua potable implicará un aumento considerable en la calidad de la vida de la población, favoreciendo el desarrollo social y económico de la ciudad.

Una vez finalizada la obra se deberá controlar el derroche de agua, el cual se incrementará al contar con acceso directo a la misma. Será necesario adoptar medidas de control como la colocación de medidores en los hogares. Otra medida que se podría aplicar es el uso de doble cañería, adoptado en la ciudad de Rafaela, que brinda buenos resultados.

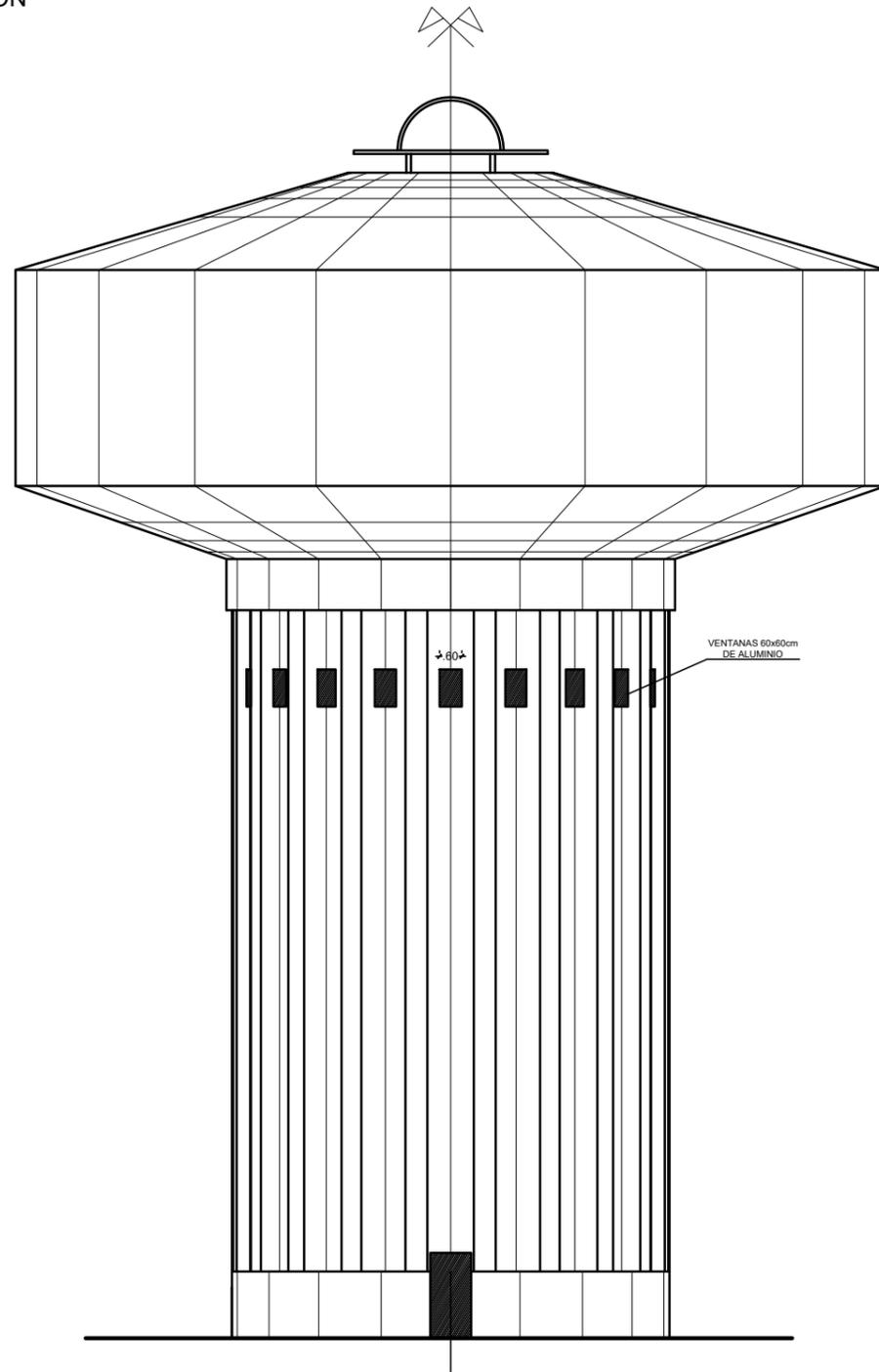
Al realizar el Estudio de Impacto Ambiental, se observa que los efectos negativos son temporarios y de baja magnitud, ya que se dan durante la etapa de construcción de la obra, mientras que los impactos positivos, de mayor alcance, beneficiarán a la población de manera permanente.



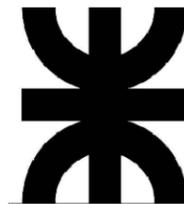
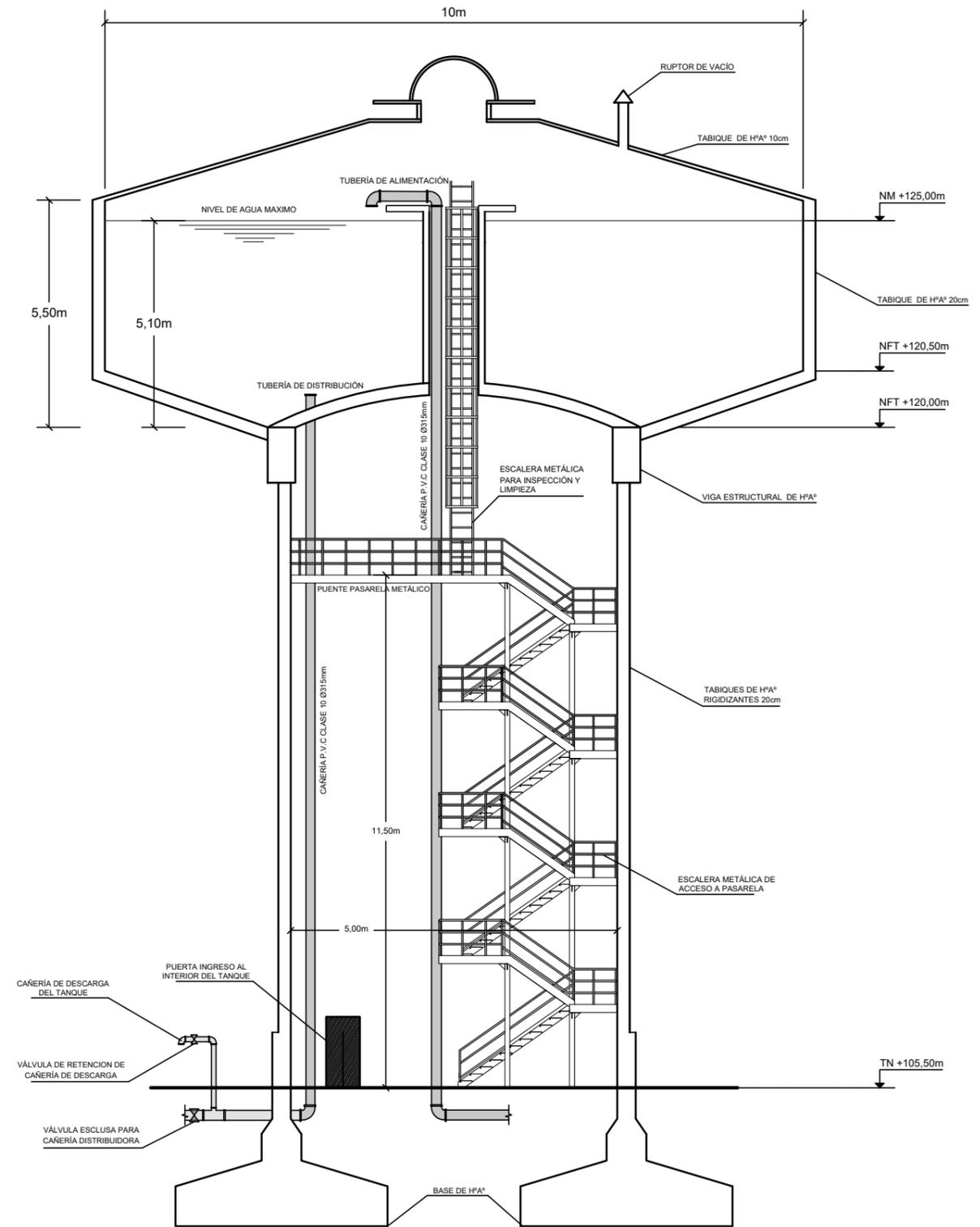
**ANEXO I:  
PLANO DE TANQUE ELEVADO**



ELEVACIÓN



CORTE



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Rafaela

Título: **ESQUEMA DE TANQUE ELEVADO - RED AGUA POTABLE - LOCALIDAD SASTRE Y ORTIZ**

Profesor: **ING. BEGLIARDO HUGO**

Alumnos: **MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA CECILIA**

Fecha: **SEPTIEMBRE 2023**

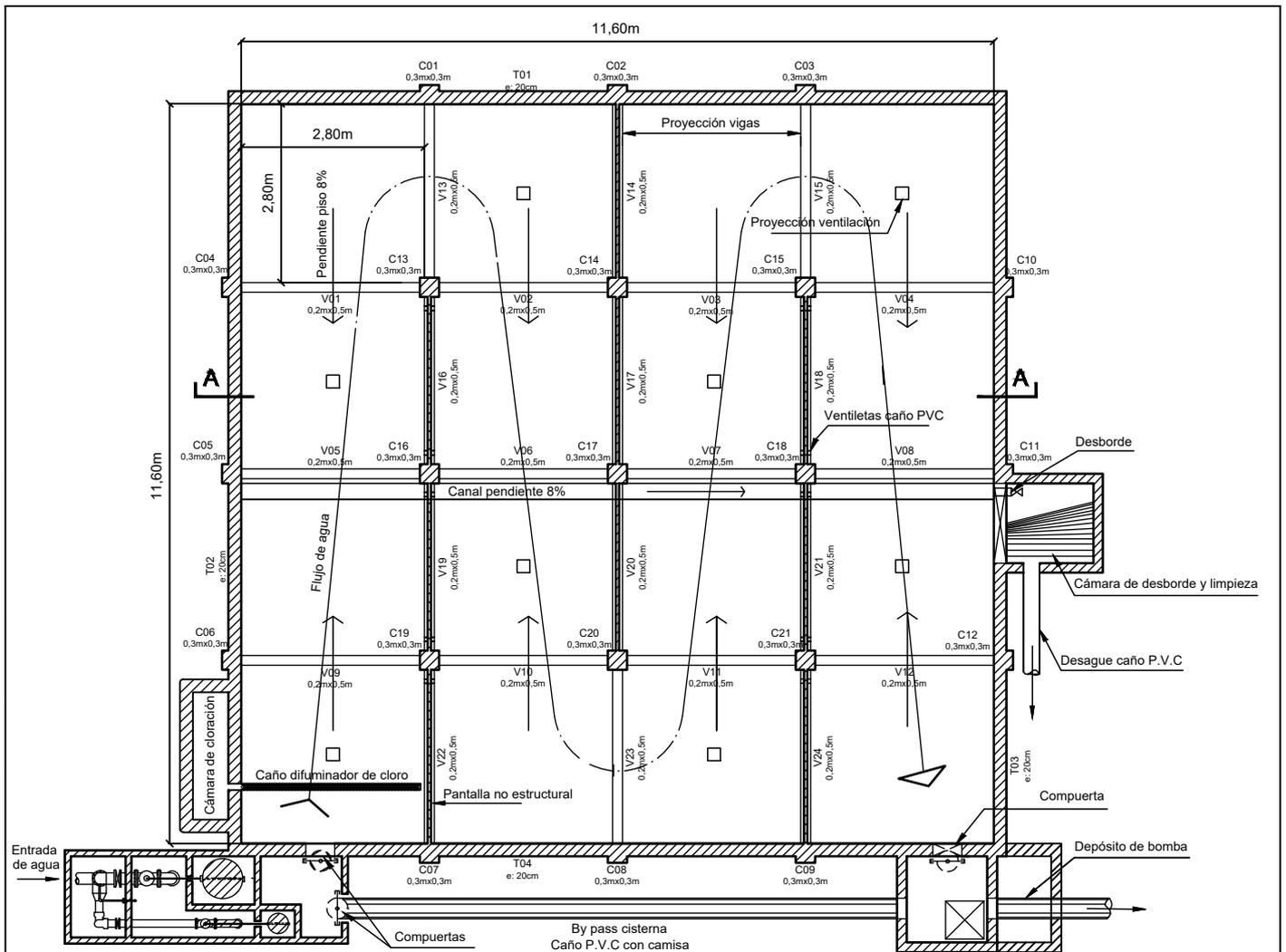
Plano:

**PTE-01**

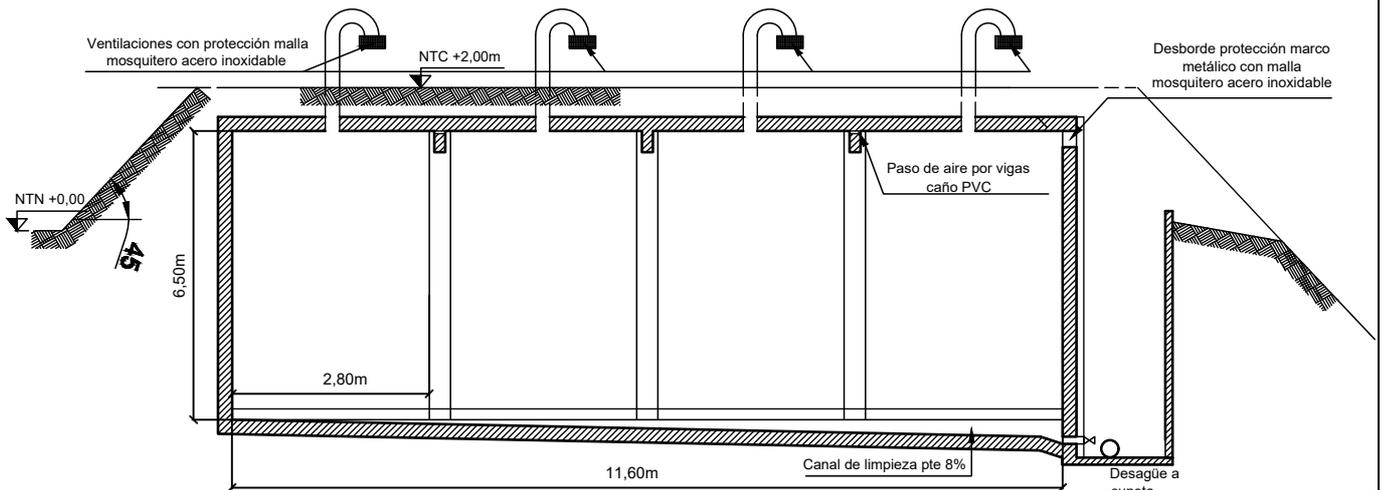
Escala: **1:100**

**ANEXO II:  
PLANO DE CISTERNA ENTERRADA**

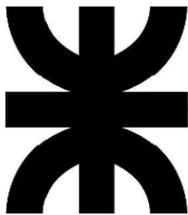




PLANTA  
CISTERNA



CORTE A-A



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Rafaela

Título: ESQUEMA CISTERNA - RED AGUA POTABLE - LOCALIDAD SASTRE Y ORTIZ

Profesor: ING. BEGLIARDO HUGO

Alumnos: MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA CECILIA

Fecha: SEPTIEMBRE 2023

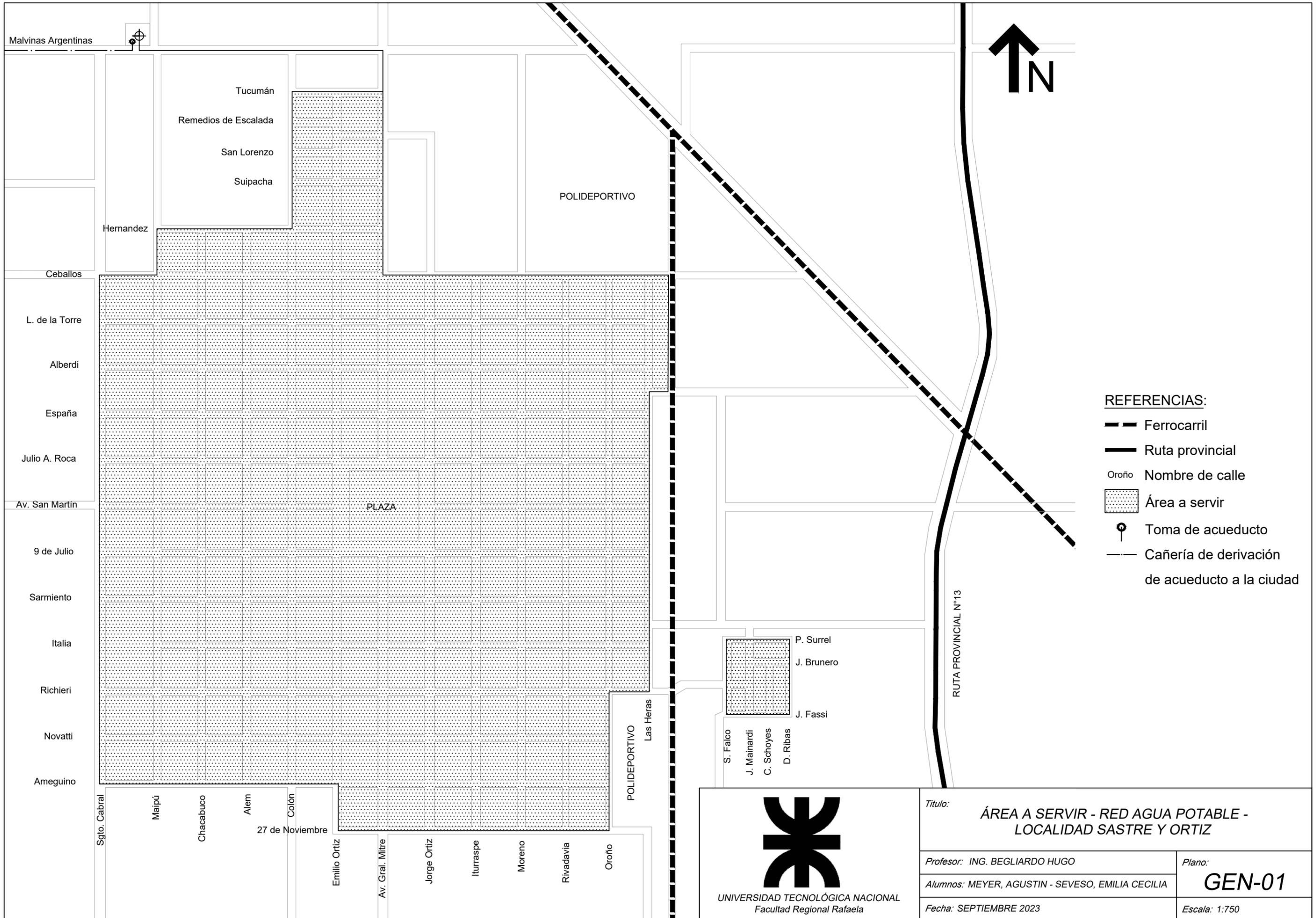
Plano:

PCE-01

Escala: S/E

**ANEXO III:  
PLANOS GENERALES**





Malvinas Argentinas

Tucumán

Remedios de Escalada

San Lorenzo

Suipacha

Hernandez

POLIDEPORTIVO

Ceballos

L. de la Torre

Alberdi

España

Julio A. Roca

Av. San Martín

9 de Julio

Sarmiento

Italia

Richieri

Novatti

Ameguino

PLAZA

RUTA PROVINCIAL N°13

P. Surrel  
J. Brunero  
J. Fassi  
S. Falco  
J. Mainardi  
C. Schoyes  
D. Ribas

POLIDEPORTIVO  
Las Heras

Sgto. Cabral

Maipú

Chacabuco

Alem

Colón

27 de Noviembre

Emilio Ortiz

Av. Gral. Mitre

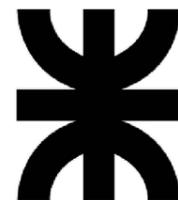
Jorge Ortiz

Iturraspe

Moreno

Rivadavia

Oroño



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Rafaela

Título:

ÁREA A SERVIR - RED AGUA POTABLE -  
LOCALIDAD SASTRE Y ORTIZ

Profesor: ING. BEGLIARDO HUGO

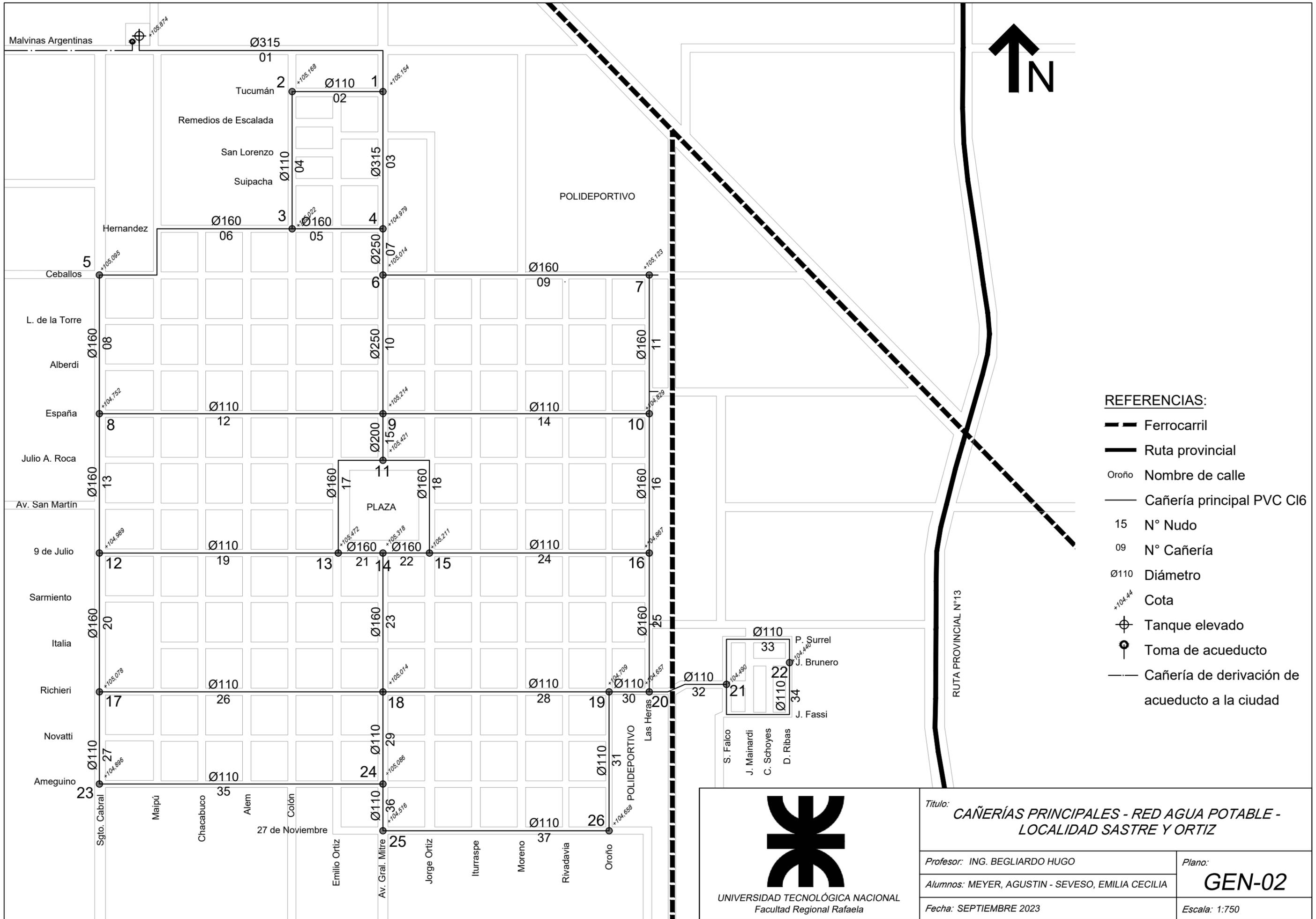
Alumnos: MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA CECILIA

Fecha: SEPTIEMBRE 2023

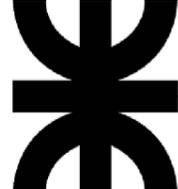
Plano:

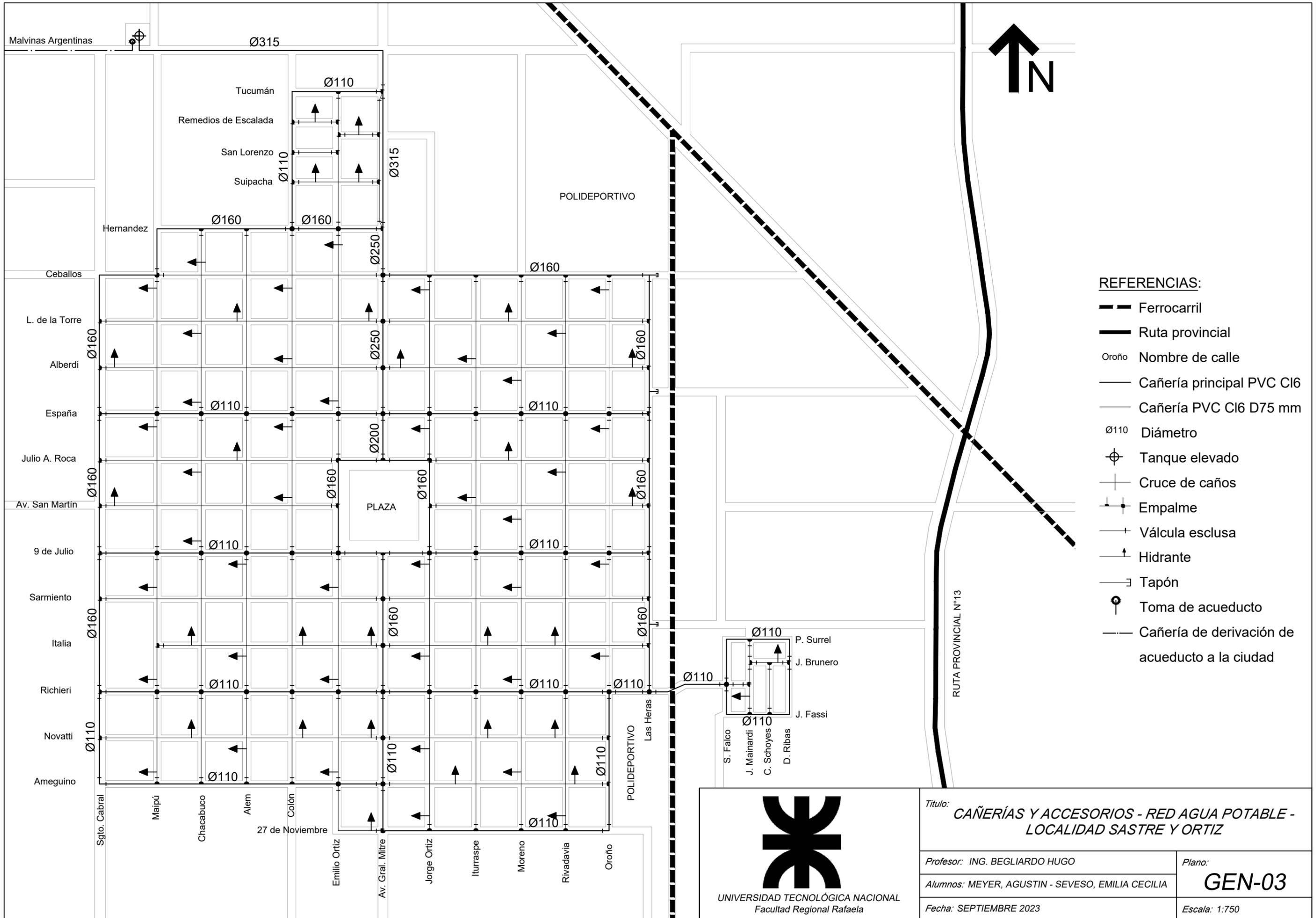
GEN-01

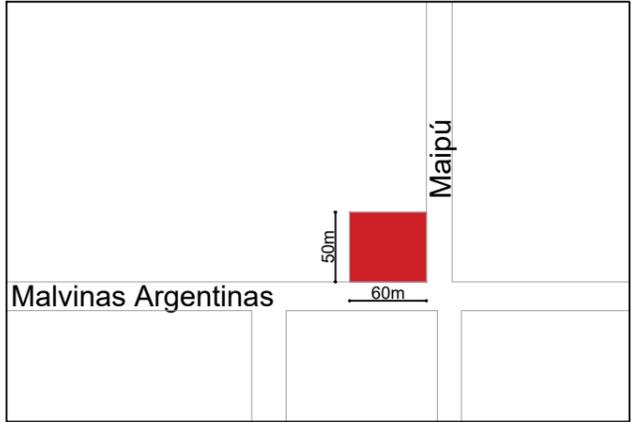
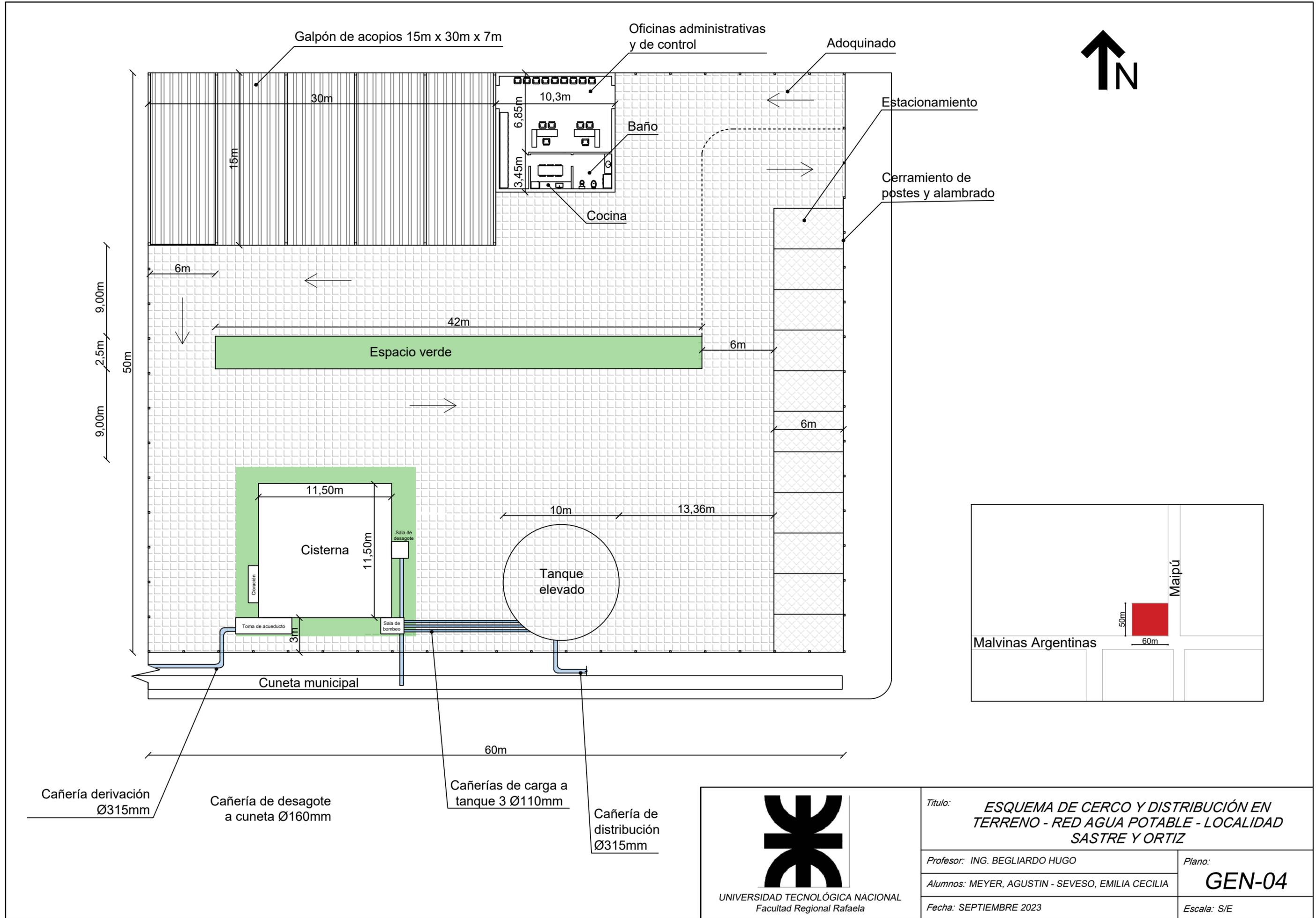
Escala: 1:750

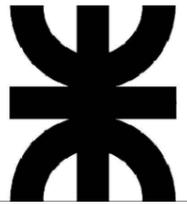


- REFERENCIAS:**
- Ferrocarril
  - Ruta provincial
  - Oroño Nombre de calle
  - Cañería principal PVC Cl6
  - 15 N° Nudo
  - 09 N° Cañería
  - Ø110 Diámetro
  - +104.44 Cota
  - Tanque elevado
  - Toma de acueducto
  - Cañería de derivación de acueducto a la ciudad

 <b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> Facultad Regional Rafaela	Título: <b>CAÑERÍAS PRINCIPALES - RED AGUA POTABLE - LOCALIDAD SASTRE Y ORTIZ</b>	
	Profesor: ING. BEGLIARDO HUGO	Plano: <b>GEN-02</b>
	Alumnos: MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA CECILIA	
	Fecha: SEPTIEMBRE 2023	Escala: 1:750

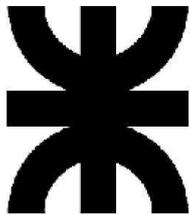
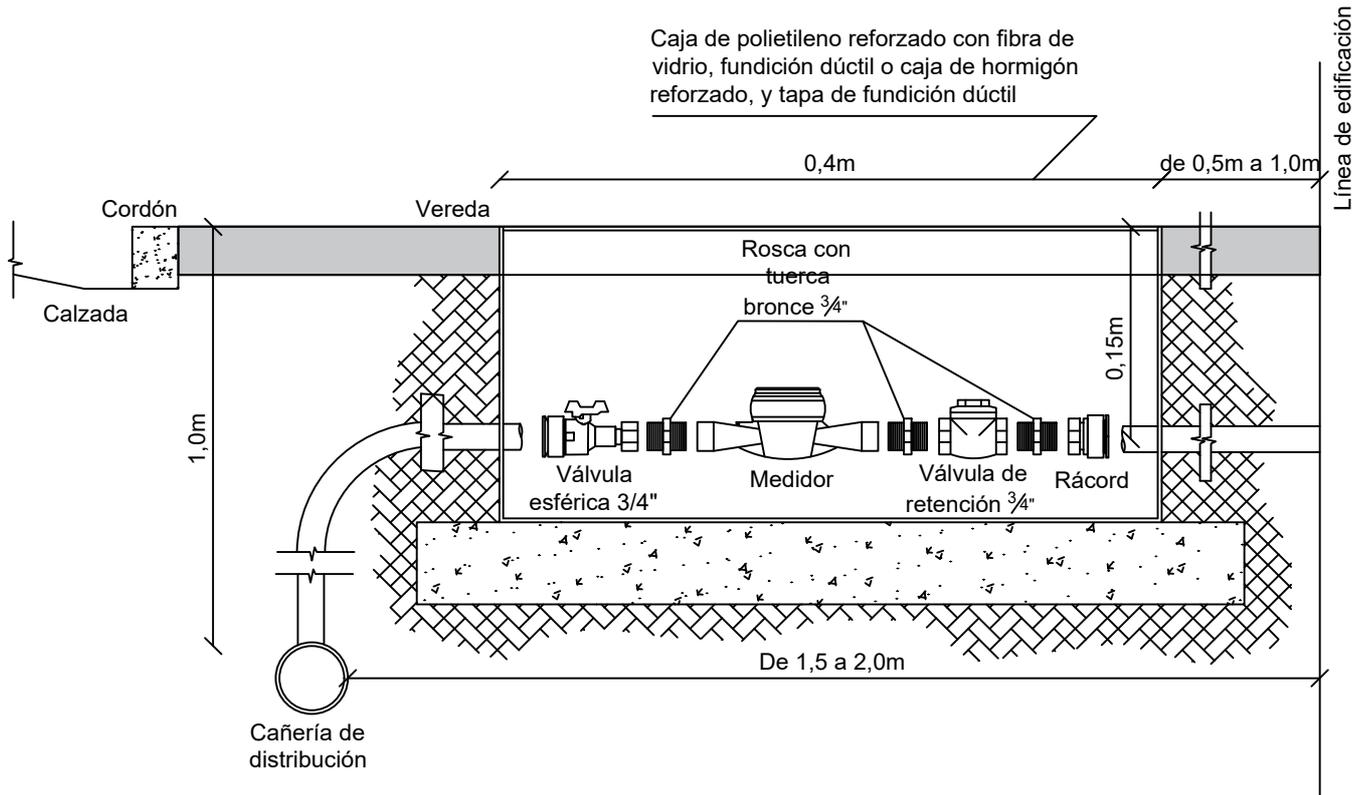




 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Rafaela	<i>Título:</i> <b>ESQUEMA DE CERCO Y DISTRIBUCIÓN EN TERRENO - RED AGUA POTABLE - LOCALIDAD SASTRE Y ORTIZ</b>	
	<i>Profesor:</i> ING. BEGLIARDO HUGO	<i>Plano:</i>
	<b>GEN-04</b>	
	<i>Alumnos:</i> MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA GECILIA	<i>Escala:</i> S/E
<i>Fecha:</i> SEPTIEMBRE 2023		

**ANEXO IV:  
PLANOS DE DETALLE**





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Rafaela

Título:

DETALLE CAJA CONEXIÓN DOMICILIARIA - RED  
AGUA POTABLE - LOCALIDAD SASTRE Y ORTIZ

Profesor: ING. BEGLIARDO HUGO

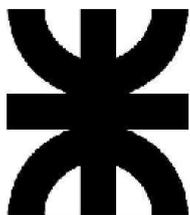
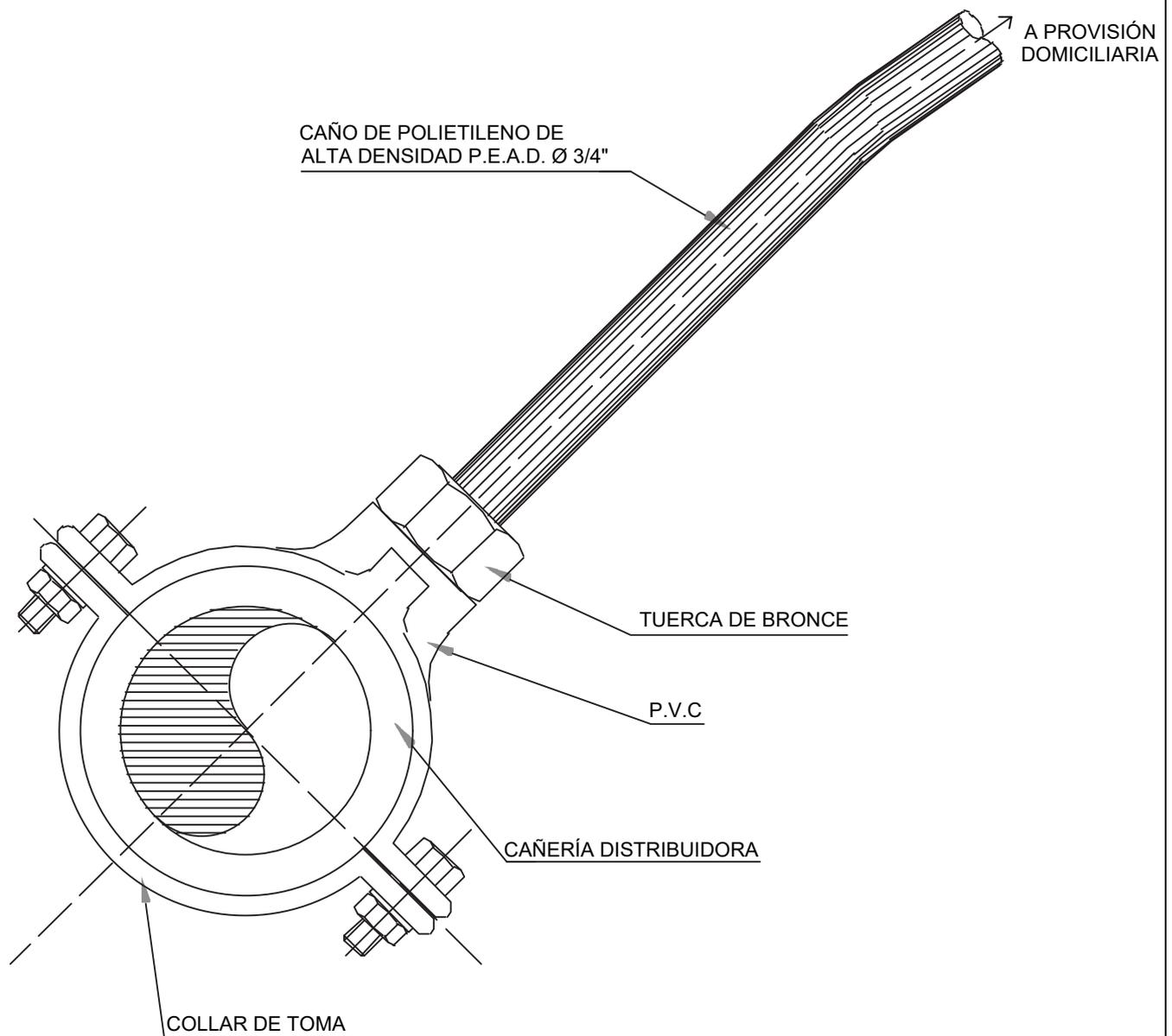
Plano:

Alumnos: MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA CECILIA

**DET-01**

Fecha: SEPTIEMBRE 2023

Escala: 1:25



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Rafaela

Título:

DETALLE CONEXIÓN DOMICILIARIA - RED  
AGUA POTABLE - LOCALIDAD SASTRE Y ORTIZ

Profesor: ING. BEGLIARDO HUGO

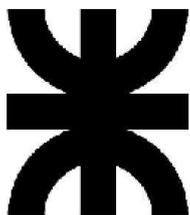
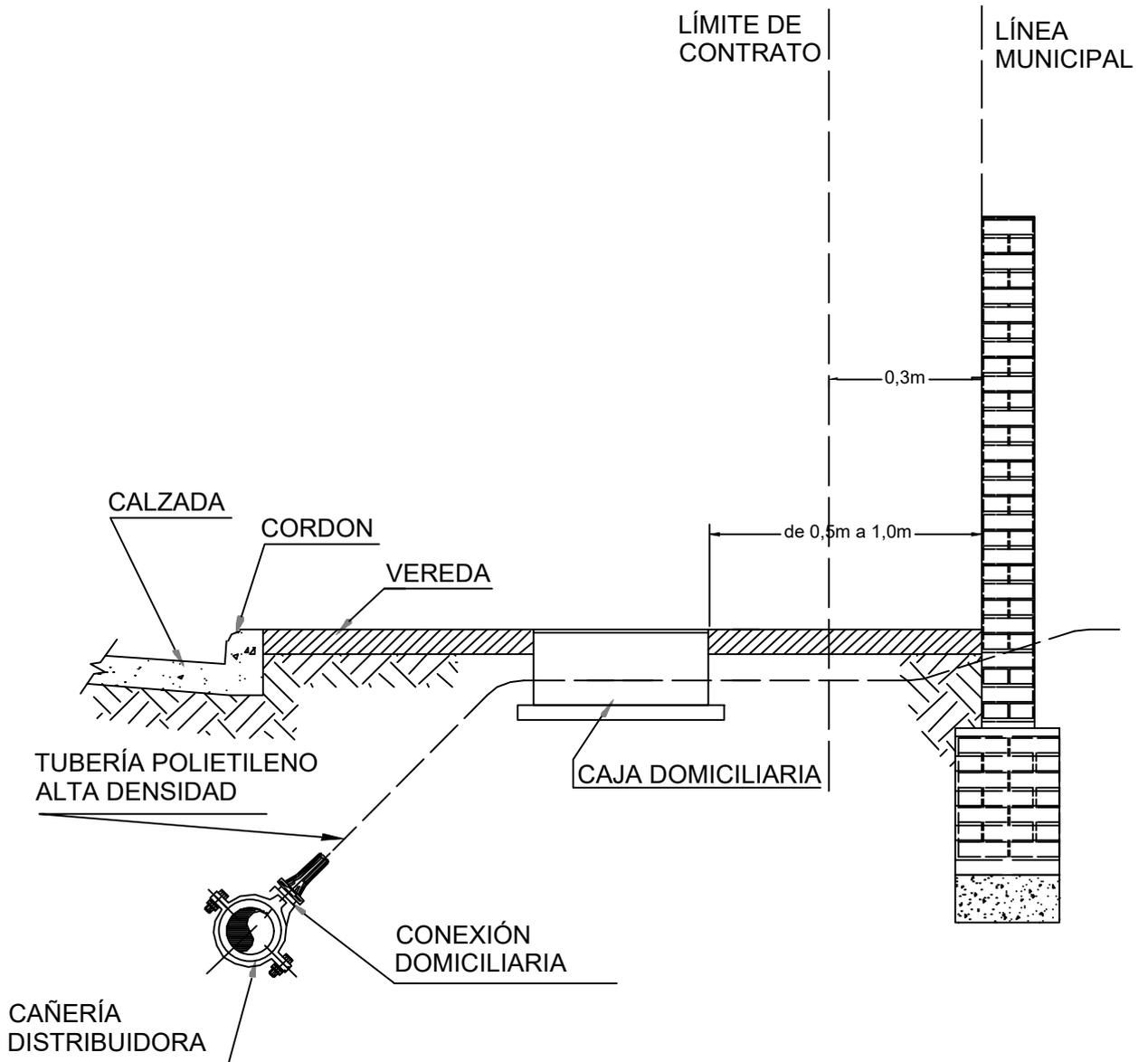
Alumnos: MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA CECILIA

Fecha: SEPTIEMBRE 2023

Plano:

**DET-02**

Escala: 1:5



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Rafaela

Título:

CONEXIÓN DE AGUA EN MISMA VEREDA - RED  
AGUA POTABLE - LOCALIDAD SASTRE Y ORTIZ

Profesor: ING. BEGLIARDO HUGO

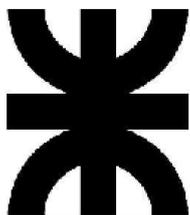
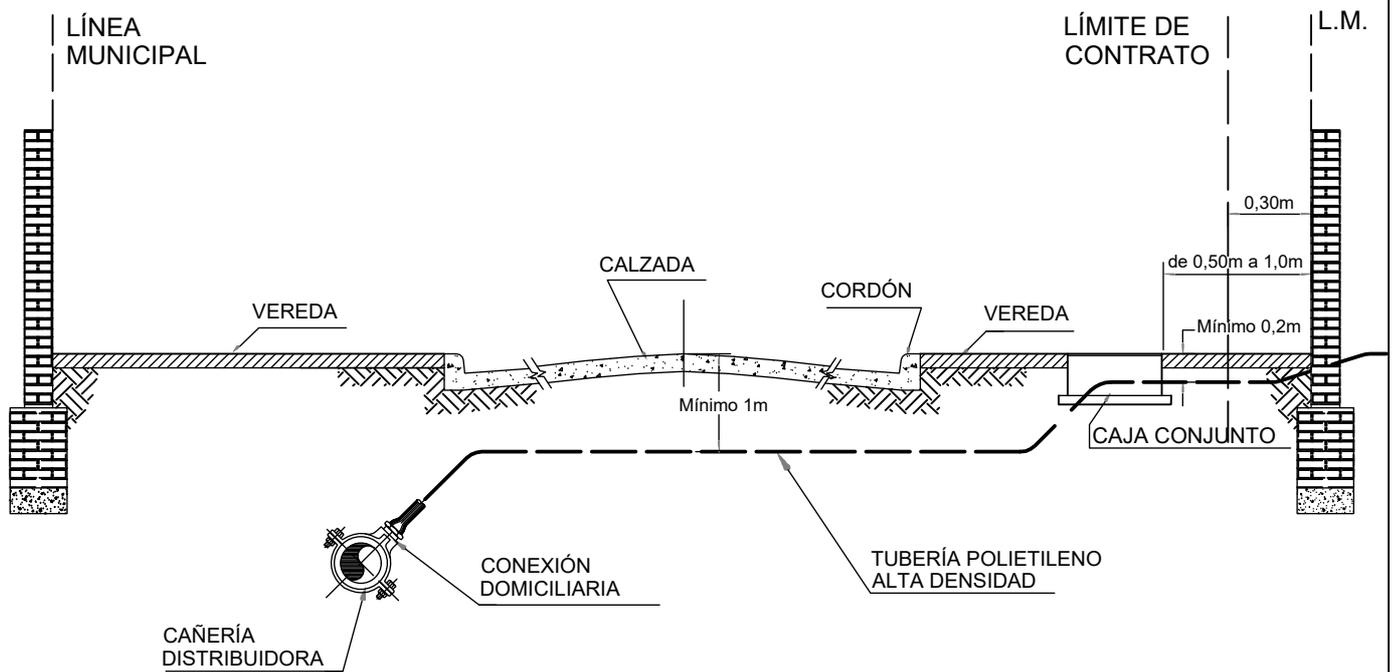
Alumnos: MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA CECILIA

Fecha: SEPTIEMBRE 2023

Plano:

**DET-03**

Escala: 1:25



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Rafaela

Título:

CONEXIÓN DE AGUA EN VEREDA OPUESTA - RED  
AGUA POTABLE - LOCALIDAD SASTRE Y ORTIZ

Profesor: ING. BEGLIARDO HUGO

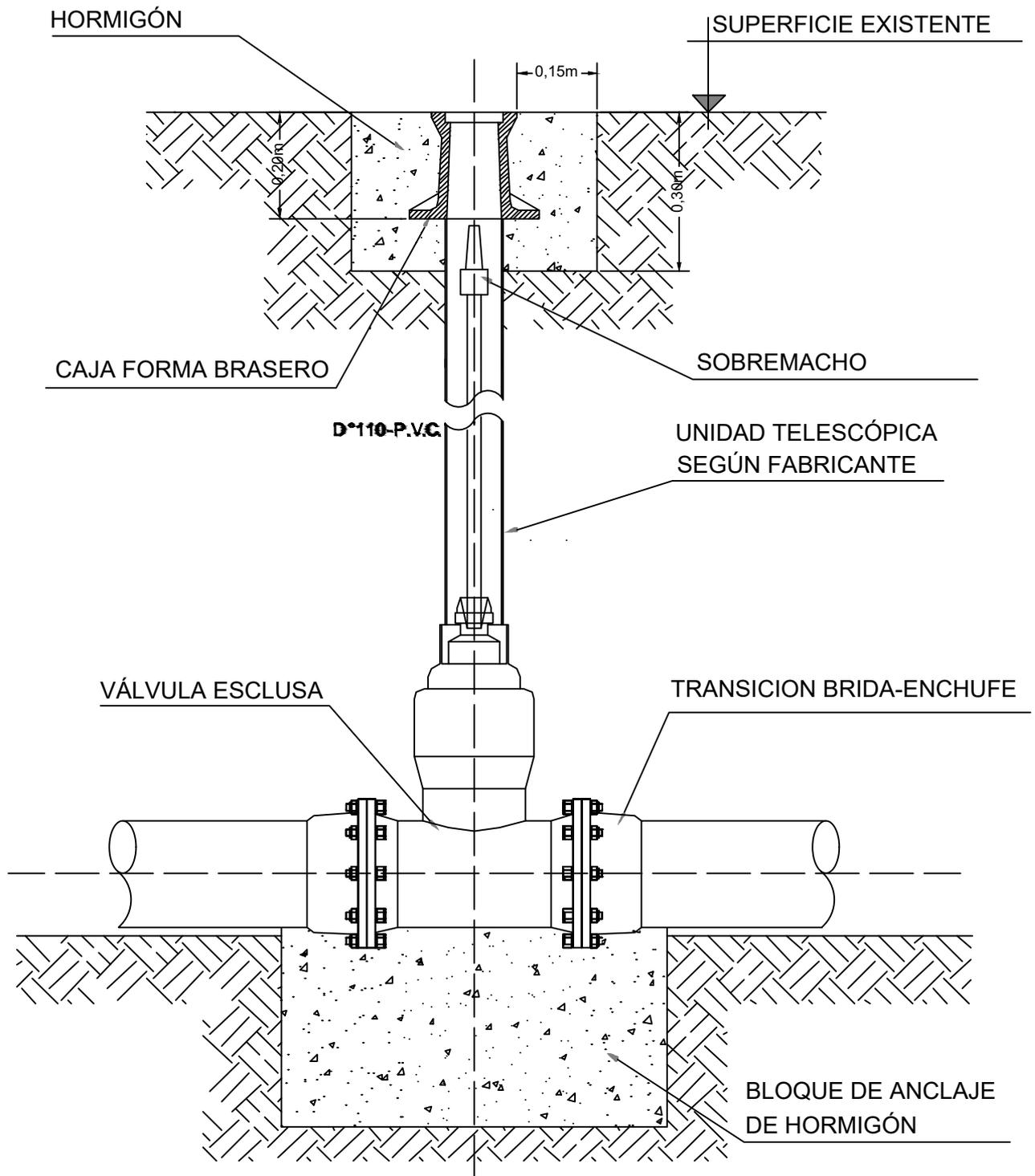
Alumnos: MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA CECILIA

Fecha: SEPTIEMBRE 2023

Plano:

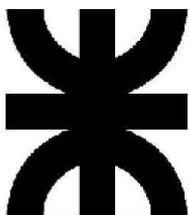
**DET-04**

Escala: 1:50



**NOTAS:**

- BLOQUE DE HORMIGÓN A CONSTRUIR CUANDO LA CALZADA O VEREDA SEA DE TIERRA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Rafaela

Título:

**DETALLE VÁLVULA ESCLUSA - RED  
AGUA POTABLE - LOCALIDAD SASTRE Y ORTIZ**

Profesor: ING. BEGLIARDO HUGO

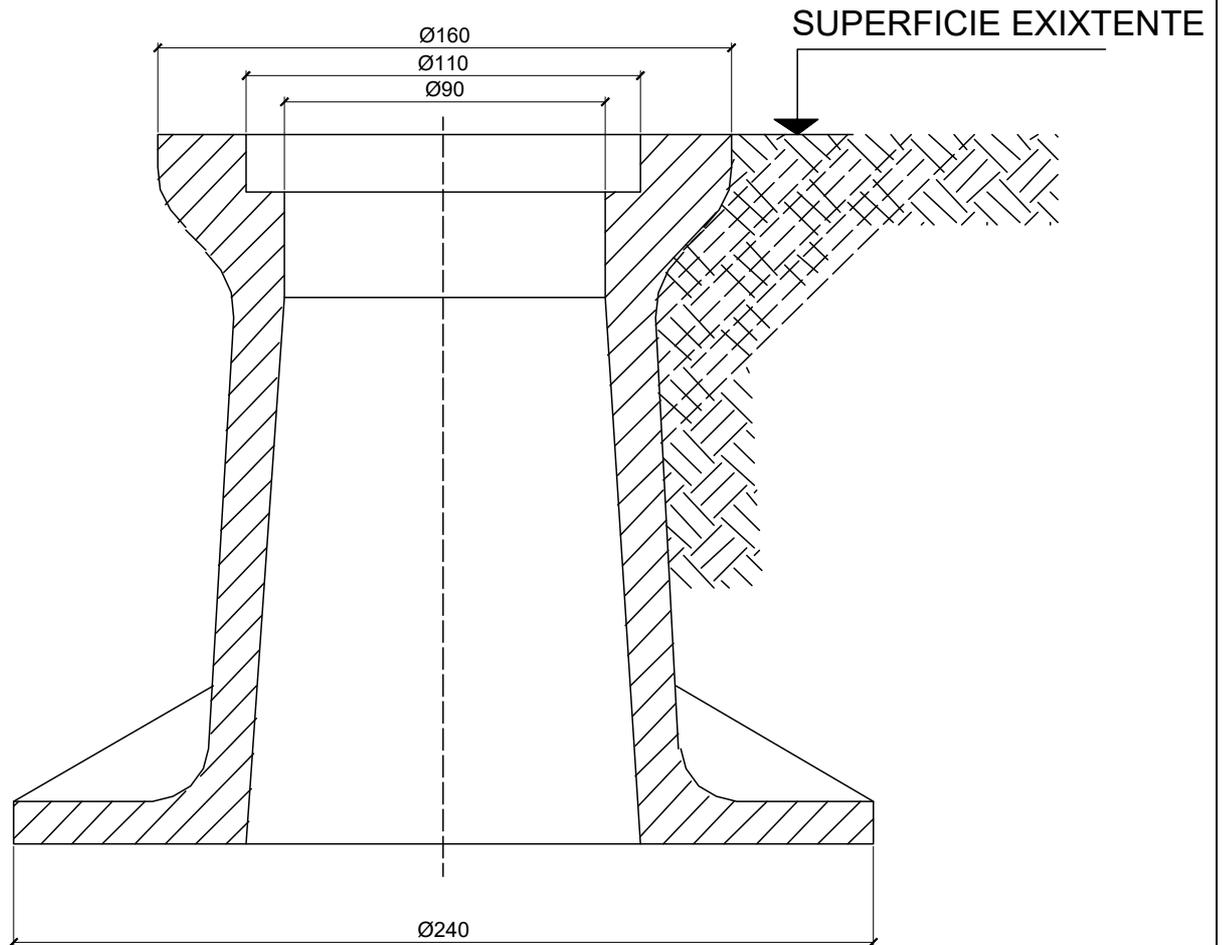
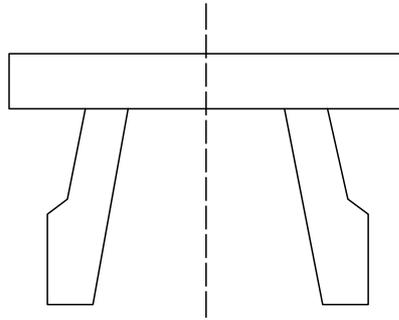
Alumnos: MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA CECILIA

Fecha: SEPTIEMBRE 2023

Plano:

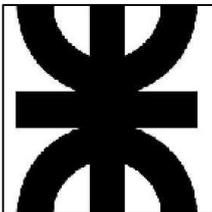
**DET-05**

Escala: 1:10



**NOTAS:**

- TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EXPRESADAS EN MILIMETROS (mm)
- MATERIAL: FUNDICIÓN DÚCTIL



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Rafaela

Título:

**BRASEROS PARA VÁLVULA ESCLUSA - RED AGUA  
POTABLE - LOCALIDAD SASTRE Y ORTIZ**

Profesor: ING. BEGLIARDO HUGO

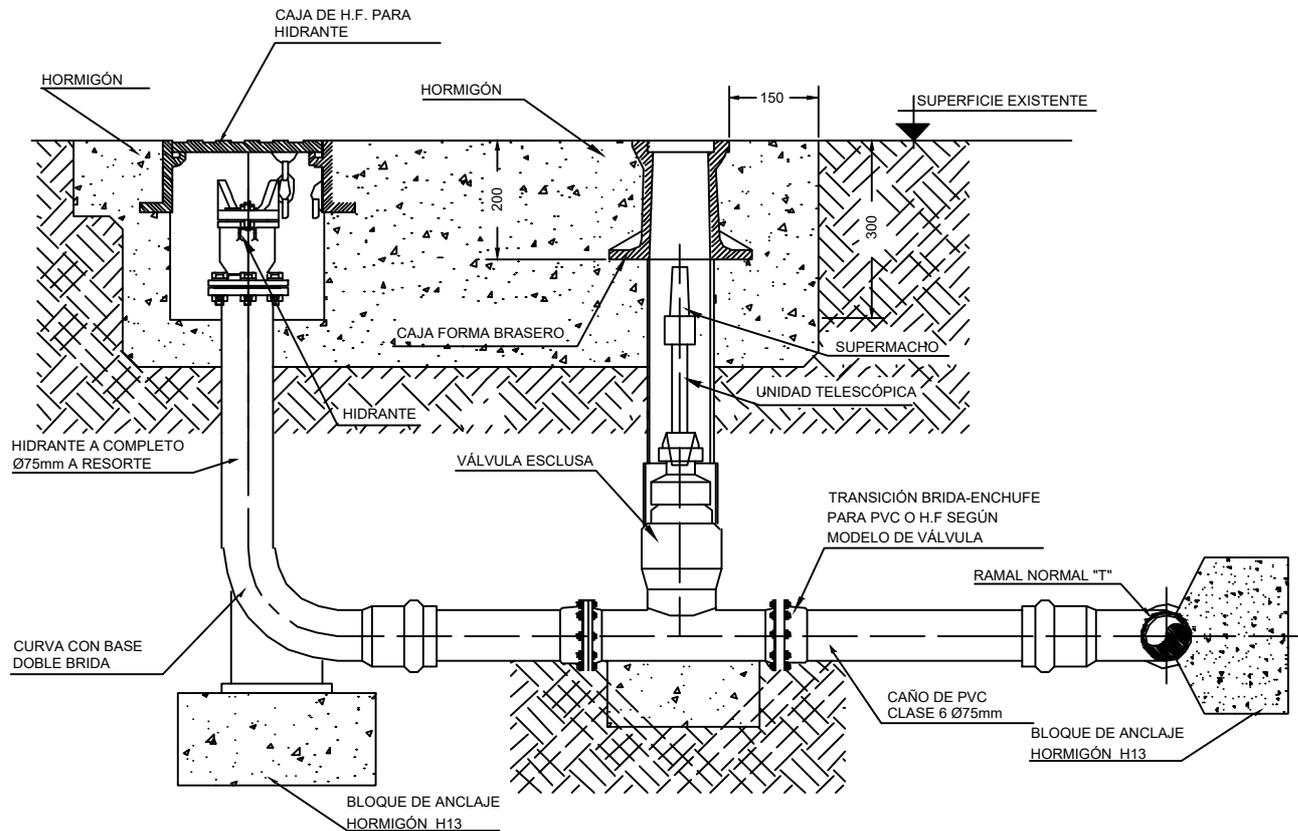
Alumnos: MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA CECILIA

Fecha: SEPTIEMBRE 2023

Plano:

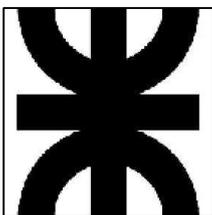
**DET-06**

Escala: S/E



**NOTAS:**

- TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EXPRESADAS EN mm
- EL CONTRATISTA DEBERÁ DISEÑAR Y DETALLAR EL BLOQUE DE ANCLAJE DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DEL TERRENO NATURAL.
- LA SUPERFICIE DEBERÁ SER RECONSTRUIDA DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES.
- CUANDO LA VEREDA SEA DE TIERRA SE CONSTRUIRÁ UN BLOQUE DE HORMIGÓN DE 300mm ALREDEDOR DE LAS CAJAS.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Rafaela

Título: **HIDRANTE - RED AGUA POTABLE - LOCALIDAD SASTRE Y ORTIZ**

Profesor: ING. BEGLIARDO HUGO

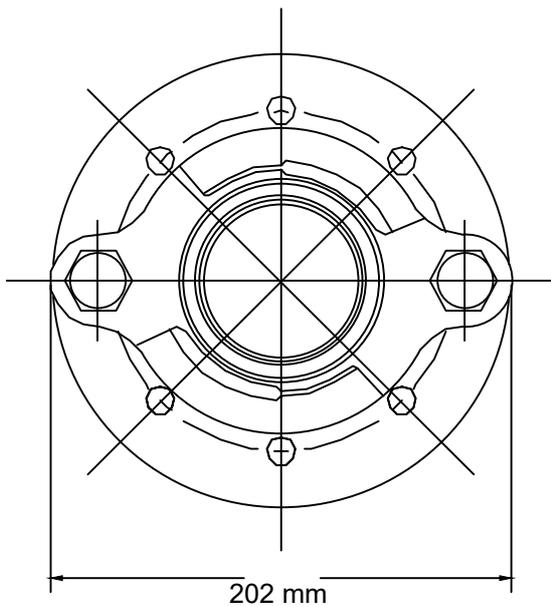
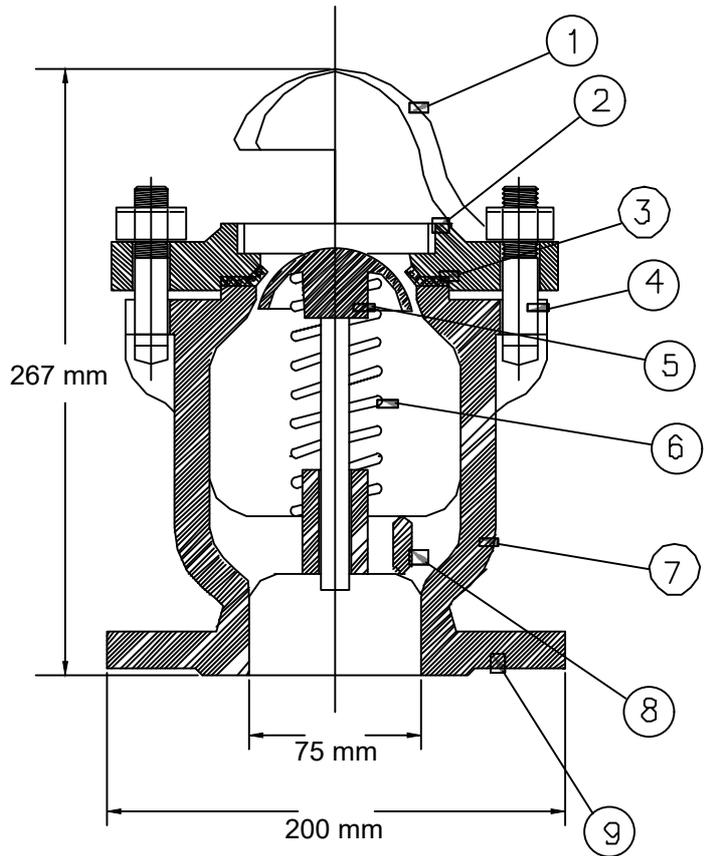
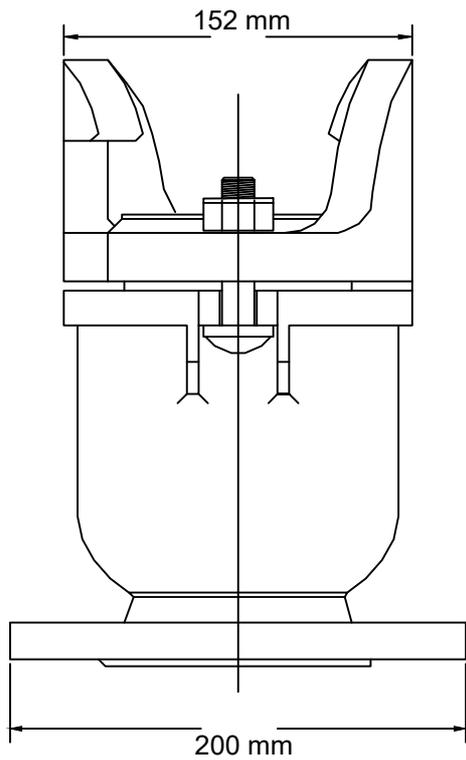
Alumnos: MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA CECILIA

Fecha: SEPTIEMBRE 2023

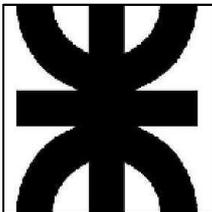
Plano:

**DET-07**

Escala: S/E



N°	DESIGNACIÓN	ESPEC. DE MAT.
1	PIEZA SOPORTE	FUNDICIÓN DÚCTIL
2	ANILLO DE ASIENTO DE LA COLUMNA	LATON ROJO FUNDIDO
3	ARANDELA	GOMA DUREZA SHORE
4	2 BULONES	ACERO AL CARBONO
5	OBTURADOR A RESORTE	LATON ROJO FUNDIDO
6	RESORTE	LATON PARA RESORTE
7	CUERPO	FUNDICIÓN DÚCTIL
8	4 BRAZOS	FUNDICIÓN DÚCTIL
9	BRIDA	FUNDICIÓN DÚCTIL



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Rafaela

Título:

DETALLE HIDRANTE - RED AGUA POTABLE -  
LOCALIDAD SASTRE Y ORTIZ

Profesor: ING. BEGLIARDO HUGO

Plano:

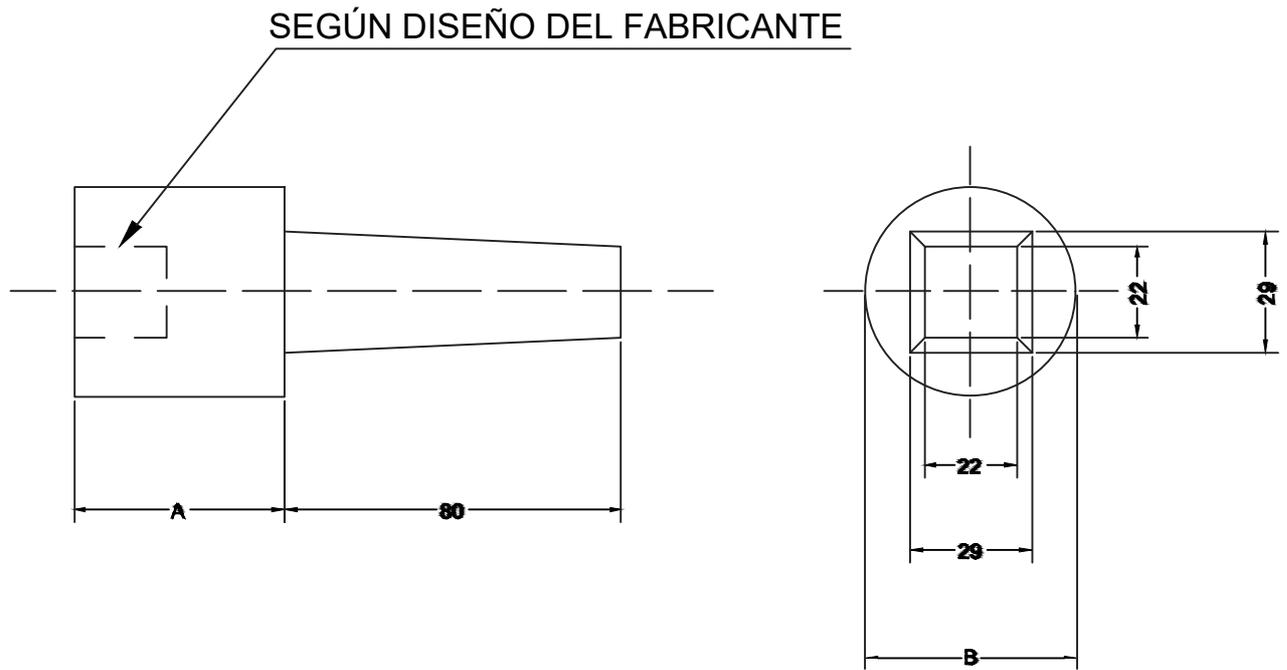
Alumnos: MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA CECILIA

**DET-08**

Fecha: SEPTIEMBRE 2023

Escala: S/E

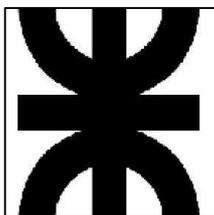




<b>DIMENSIONES</b>		
DIÁMETRO NOMINAL VÁLVULA [mm]	A [mm]	B [mm]
50 a 75	50	50
100 a 200	70	56
250 a 2500	70	70

**NOTAS:**

- EL MONTAJE DEL SOBREMACHO A LA VÁLVULA SE REALIZARÁ DE ACUERDO CON EL DISEÑO DE CADA EXTREMO DEL EJE
- EL SOBREMACHO SE ASEGURARÁ AL VÁSTAGO MEDIANTE UN PASADOR O ESPINA DE MATERIAL ANTICORROSIVO, QUE NO DEBERÁ ABSORBER LOS ESFUERZOS DE APERTURA Y CIERRE DE VÁLVULA
- TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EXPRESADAS EN mm



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Rafaela

Título:

**SOBREMACHO PARA VÁLVULA ESCLUSA - RED  
AGUA POTABLE - LOCALIDAD SASTRE Y ORTIZ**

Profesor: ING. BEGLIARDO HUGO

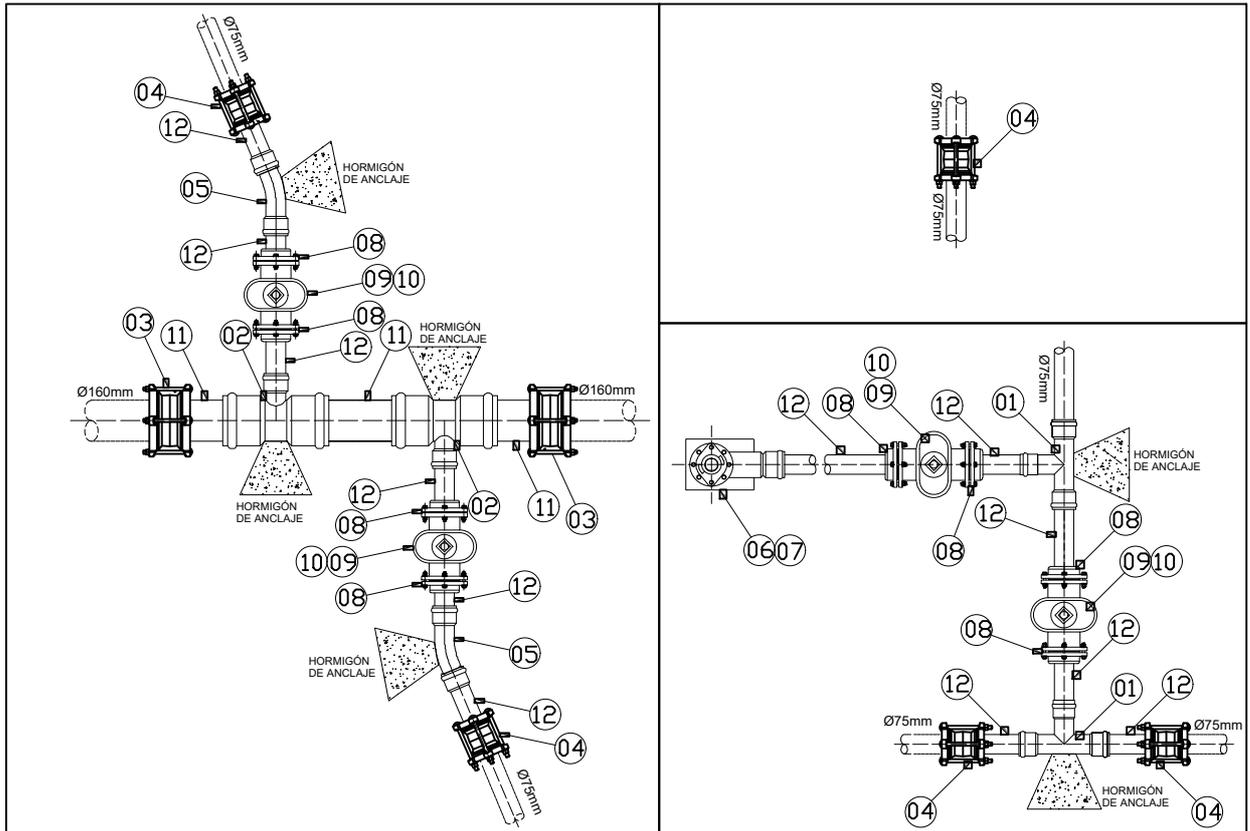
Plano:

Alumnos: MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA CECILIA

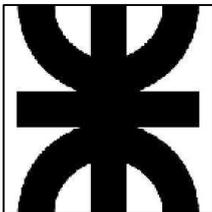
**DET-10**

Fecha: SEPTIEMBRE 2023

Escala: S/E



Ítem N°	DESIGNACIÓN Y ESPECIFICACIONES
1	RAMAL NOMINAL TE A 90° DE P.V.C Ø75mm
2	RAMAL NOMINAL TE A 90° DE P.V.C Ø75/160mm
3	JUNTA H° "MAXIFIT" PARA P.V.C Ø160mm
4	JUNTA H° "MAXIFIT" PARA P.V.C Ø75mm
5	CURVA A 22°30' DE P.V.C Ø75mm
6	HIDRANTE COMPLETO A RESORTE DE H° Ø75mm
7	MARCO Y TAPA DE H° PARA HIDRANTE
8	ADAPTADOR DE BRIDAS PARA TUBO P.V.C Ø75mm
9	VÁLVULA ESCLUSA DOBLE BRIDA DE H° Ø80mm
10	CAJA FORMA BRASERO DE H° PARA VÁLVULA ESCLUSA
11	TUBOS P.V.C CLASE 6 Ø160mm x 6m
12	TUBOS P.V.C CLASE 6 Ø75mm x 6m



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Rafaela

Título:

NUDO TIPO - RED AGUA POTABLE - LOCALIDAD  
SASTRE Y ORTIZ

Profesor: ING. BEGLIARDO HUGO

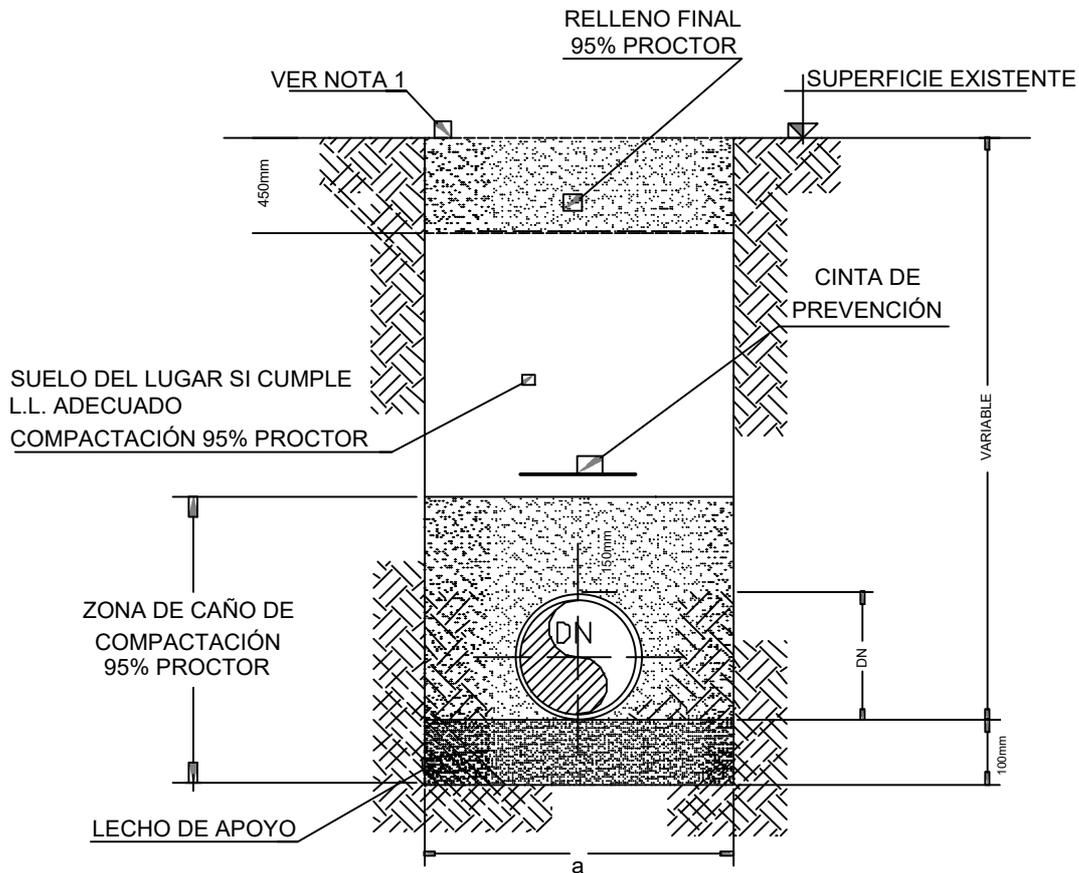
Alumnos: MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA CECILIA

Fecha: SEPTIEMBRE 2023

Plano:

DET-11

Escala: S/E



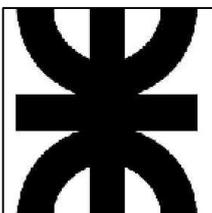
DN (mm)	d (mm)
80	500
100	500
150	600
200	600
250	700

DN (mm)	d (mm)
300	700
400	800
500	900
600	1000
>700	DN+500

### REFERENCIAS:

a - ANCHO DE ZANJA

1. -La superficie debera ser reconstruida de acuerdo a las especificaciones técnicas
2. -La distancia "a" corresponde a la distancia mínima libre entre las paredes de la zanja a la altura del intradós de la cañería. De ser necesario entibamiento, se efectuará el sobreebanco correspondiente.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Rafaela

Título:

DETALLE ZANJA - RED AGUA POTABLE -  
LOCALIDAD SASTRE Y ORTIZ

Profesor: ING. BEGLIARDO HUGO

Plano:

Alumnos: MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA CECILIA

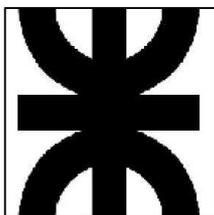
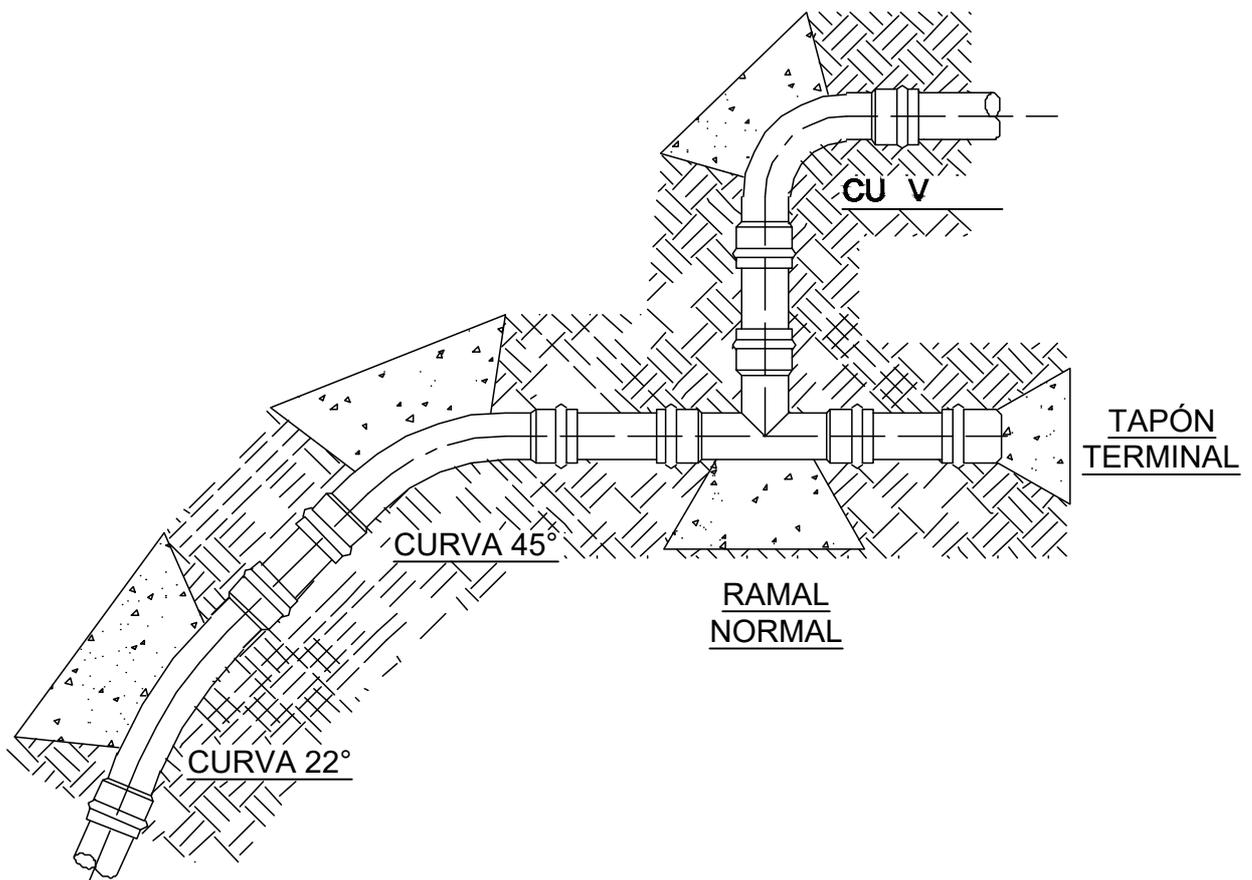
**DET-12**

Fecha: SEPTIEMBRE 2023

Escala: S/E

**SUPERFICIE MÍNIMA NECESARIA DE BLOQUES DE HORMIGÓN  
PARA APOYO DE CAÑERÍAS**

DIAMETRO (m)	TE Y TAPON TERMINAL (cm <sup>2</sup> )	CURVAS 90° (cm <sup>2</sup> )	CURVAS O RAMAL A 45° (cm <sup>2</sup> )	CURVAS 22° 30' (cm <sup>2</sup> )
0,075	400	570	310	160
0,100	710	1.010	545	280
0,150	1.590	2.250	1.220	620
0,200	2.830	4.000	2.170	1.100
0,250	4.420	6.250	3.385	1.725
0,300	6.360	9.000	4.870	2.480
0,350	8.660	12.250	6.630	3.380



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Rafaela

Título:

**APOYO PIEZAS ESPECIALES - RED AGUA  
POTABLE - LOCALIDAD SASTRE Y ORTIZ**

Profesor: ING. BEGLIARDO HUGO

Alumnos: MEYER, AGUSTIN - SEVESO, EMILIA CECILIA

Fecha: SEPTIEMBRE 2023

Plano:

**DET-13**

Escala: S/E

**ANEXO V:  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA BOMBA**



Contar	Descripción
--------	-------------

1

**Hydro MPC-E 2 CRE 155-1-1**



Advierta! la foto puede diferir del actual producto

Código: [99441203](#)

Grupo de presión suministrado como un sistema compacto según DIN standard 1988/T5.

Todas las bombas tienen control de velocidad.

Desde 0,37 a 11 kW, el grupo de presión está equipado con bombas CR, CRE, CRI y CRIE con motores de imanes permanentes electrónicamente con la máxima eficiencia. La eficiencia total del motor incluido el convertidor de frecuencia se aplica al nivel IE5 de IEC60034-31.

De 15 a 22 kW, el sistema de aumento de presión está equipado con bombas CR, CRE, CRI y CRIE con motores con control de frecuencia integrado.

La eficiencia total del motor incluido el convertidor de frecuencia es superior al nivel IE3 de IEC60034-31, incluso aunque esta norma solo se aplique al motor.

- \* Hydro MPC-E mantiene una presión constante gracias al ajuste continuo de la velocidad de las bombas.
- \* El rendimiento del sistema se adapta a la demanda gracias a la activación/desactivación del número de bombas requerido y al control en paralelo de las bombas en funcionamiento.
- \* El cambio de la bomba es automático y depende de la carga, del tiempo y del fallo.

El sistema consta de tres partes:

:bombas centrífugas multicelulares verticales, tipo CRE 155-1-1

- \* Las piezas de la bomba en contacto con el líquido bombeado están hechas en acero inoxidable EN DIN 1.4301.
- \* Las bases y cabezales de la bomba son de hierro fundido/acero inoxidable (CRI) o hierro fundido EN-GJS-500-7 (CR), dependiendo del tipo de bomba; otras piezas esenciales están hechas de acero inoxidable EN DIN 1.4301
- \* Las bombas están equipadas con un cierre de cartucho que facilita el mantenimiento HQQE (SiC/SiC/EPDM)
- \* Dos colectores de acero inoxidable conforme a EN DIN 1.4571
- \* Bancada de acero inoxidable EN DIN 1.4301 hasta CR 64. Los modelos de bomba superiores a CR 64 se colocan sobre una estructura galvanizada con perfil en C.
- \* Una válvula antirretorno(POM) y dos válvulas de aislamiento en cada bomba.
- \* Las válvulas antirretorno están certificadas conforme a DVGW, las válvulas de corte conforme a DIN y DVGW
- \* Adaptador con válvula de corte para la conexión del depósito de membrana
- \* Manómetro y transmisor de presión (salida analógica 4-20 mA)
- \* Control MPC en un armario de acero, IP54, que incluye interruptor de red, todos los fusibles necesarios, protección del motor, equipo de conmutación y unidad CU 352 controlada por microprocesador.

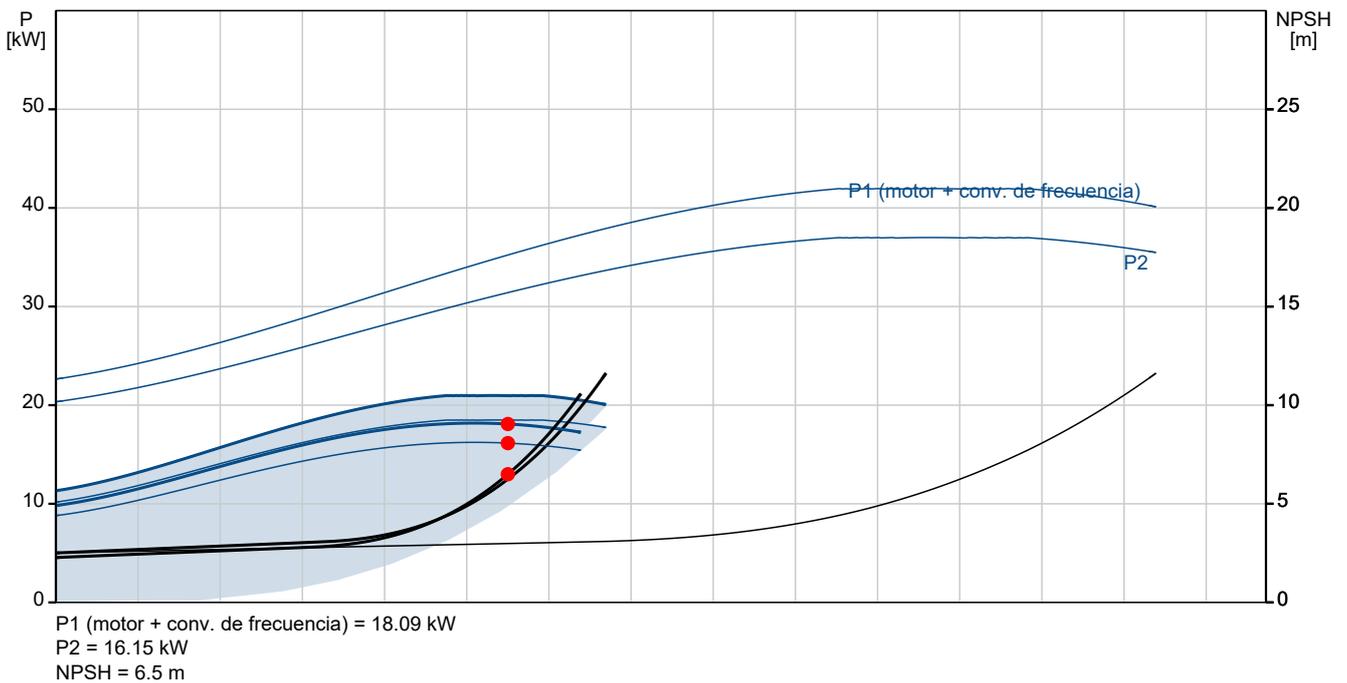
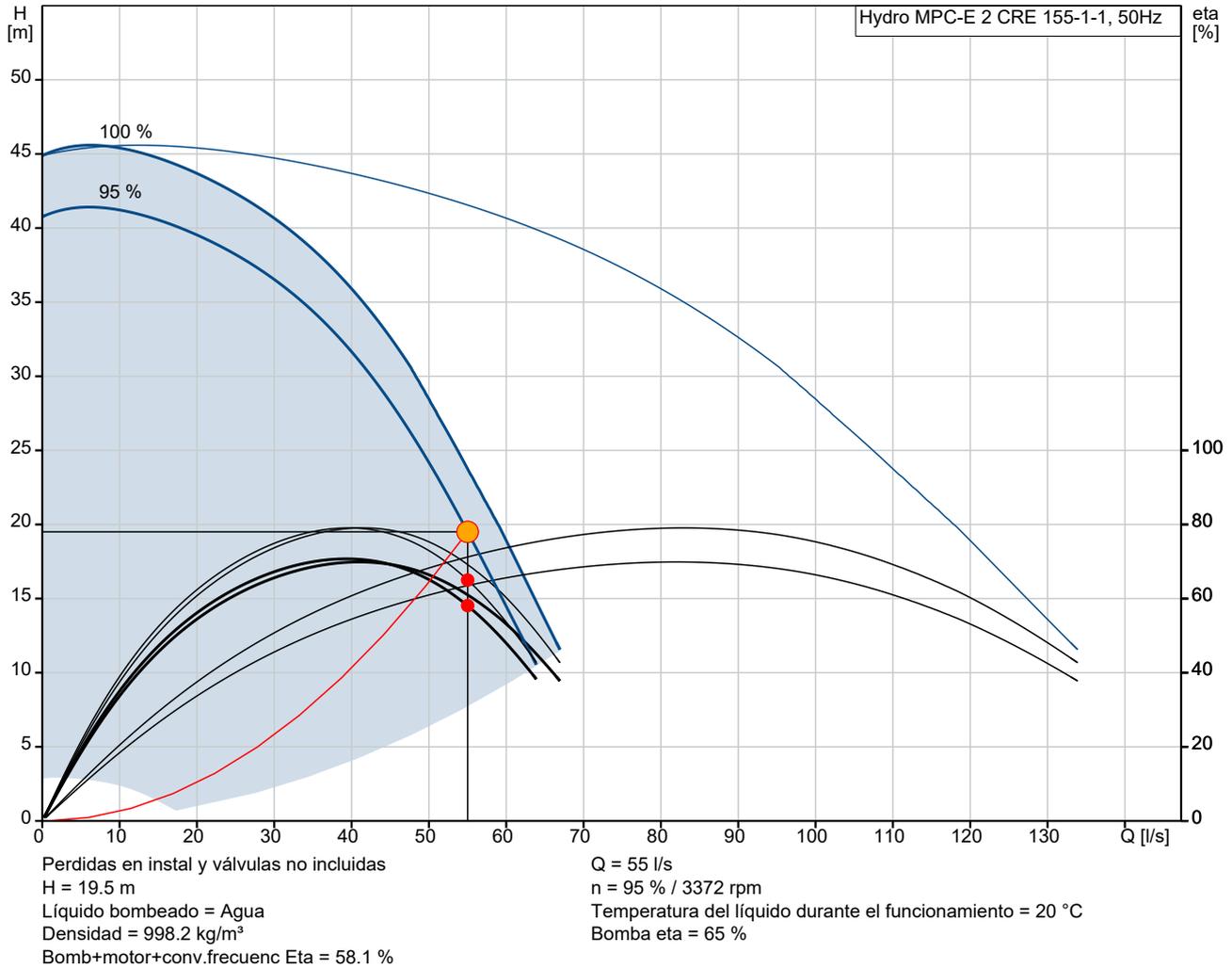
La protección contra funcionamiento en seco y el depósito de membrana están disponibles en función del listado de accesorios.

El funcionamiento se controla mediante el Control MPC con las siguientes funciones:

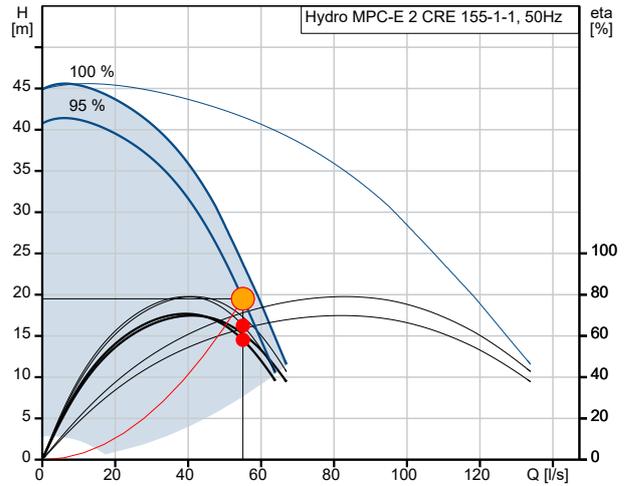
- \* Controlador multibomba inteligente, CU 352

Contar	Descripción																
1	<p>Control de presión constante mediante el ajuste continuamente variable de la velocidad de cada una de las bombas.</p> <p>Controlador PID con parámetros PI ajustables (Kp + Ti)</p> <p>Presión constante en el punto de ajuste, independiente de la presión de entrada.</p> <p>Acumulación progresiva de presión (para impedir el golpe de ariete durante el arranque).</p> <p>Funcionamiento on/off con bajo caudal.</p> <p>Control en cascada automático de las bombas para una eficiencia óptima.</p> <p>Selección del tiempo mín. entre arranque/parada, cambio automático de la bomba y prioridad de la bomba.</p> <p>Función de comprobación automática de la bomba para impedir que las bombas inactivas se bloqueen.</p> <p>Posibilidad de asignación de una bomba en reposo.</p> <p>Posibilidad de sensor de reserva (sensor principal redundante)</p> <p>Sensor secundario (con posibilidad de cambiar a otro sensor/punto de ajuste)</p> <p>Multisensor (hasta 6 sensores para influencia sobre el punto de ajuste).</p> <p>Funcionamiento manual</p> <p>Posibilidad de influencia de punto de ajuste externo</p> <p>Función de registro</p> <p>Rampa de punto de ajuste</p> <p>Posibilidad de funciones de control digital remoto:</p> <p>encendido/apagado del sistema</p> <p>trabajo máx., mín. o definido por el usuario</p> <p>hasta 6 puntos de ajuste alternativos</p> <p>Las entradas y salidas digitales se pueden configurar individualmente</p> <p>Funciones de supervisión de la bomba y del sistema:</p> <p>Minimum Límites mínimo y máximo del valor actual</p> <p>Presión de entrada</p> <p>Supervisión de válvula antirretorno</p> <p>Protección del motor</p> <p>Supervisión de sensores y cables para impedir un mal funcionamiento</p> <p>Registro de alarmas con los últimos 24 avisos/alarmas</p> <p>Funciones de pantalla e indicaciones:</p> <p>Pantalla a color</p> <p>Piloto verde para indicaciones de funcionamiento y piloto rojo para indicaciones de fallo</p> <p>contactos de cambio automático de libre potencial para señales de funcionamiento y fallo.</p> <p>Comunicación por BUS</p> <p>Es posible añadir módulos de comunicación CIM para comunicarse con Scada/BMS.</p> <p>Las bombas, tuberías y cableado completo, así como el control MPC están montados sobre la bancada. El sistema de aumento de presión se ha preconfigurado y probado.</p> <p>Opciones para actualizar el grupo de presión.</p> <table border="0"> <tr> <td>Fluido:</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>Presión max. del sistema:</td> <td>16 bar</td> </tr> <tr> <td>Caudal (Instalación):</td> <td>134.5 l/s</td> </tr> <tr> <td>Caudal (Bomba):</td> <td>55 l/s</td> </tr> <tr> <td>Altura:</td> <td>19.5 m</td> </tr> <tr> <td>Corriente nominal instalación:</td> <td>71.7 A</td> </tr> <tr> <td>Potencia nominal:</td> <td>18.5 kW</td> </tr> <tr> <td>Peso neto:</td> <td>1240 kg</td> </tr> </table>	Fluido:	Agua	Presión max. del sistema:	16 bar	Caudal (Instalación):	134.5 l/s	Caudal (Bomba):	55 l/s	Altura:	19.5 m	Corriente nominal instalación:	71.7 A	Potencia nominal:	18.5 kW	Peso neto:	1240 kg
Fluido:	Agua																
Presión max. del sistema:	16 bar																
Caudal (Instalación):	134.5 l/s																
Caudal (Bomba):	55 l/s																
Altura:	19.5 m																
Corriente nominal instalación:	71.7 A																
Potencia nominal:	18.5 kW																
Peso neto:	1240 kg																

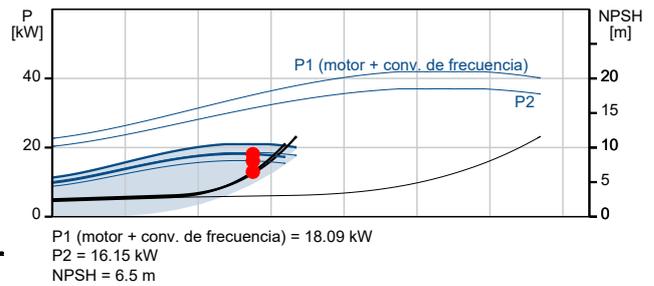
## 99441203 Hydro MPC-E 2 CRE 155-1-1 50 Hz



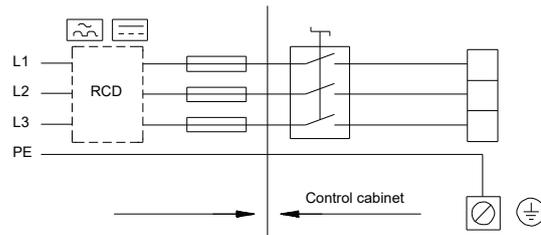
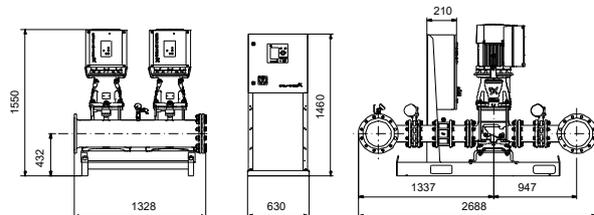
Descripción	Valor
<b>Información general:</b>	
Producto::	Hydro MPC-E 2 CRE 155-1-1
Código::	99441203
Número EAN::	5713829179592
Precio:	
<b>Técnico:</b>	
Caudal real calculado:	55 l/s
Caudal máx.:	134.5 l/s
Altura resultante de la bomba:	19.5 m
Altura máx.:	45.8 m
Nombre de la bomba principal:	CRE 155-1-1
Bomba princ. n.º:	99264409
Número de bombas:	2
<b>Materiales:</b>	
Colectores:	EN/DIN 1.4571/ AISI 316 Ti
<b>Instalación:</b>	
Rango de temperaturas ambientales:	5 .. 40 °C
Presión de trabajo máxima:	16 bar
Entrada de colector:	DN250
Salida de colector:	DN250
Presión nominal:	PN 16
Toma de tierra:	PE
Diseño del sistema:	D
<b>Líquido:</b>	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	5 .. 60 °C
Temperatura del líquido durante el funcionamiento:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m <sup>3</sup>
Viscosidad cinemática:	1 mm <sup>2</sup> /s
<b>Datos eléctricos:</b>	
Potencia (P2) bomba principal:	18.5 kW
Frecuencia de red:	50 / 60 Hz
Tensión nominal:	3 x 380-415 V
Intensidad nominal del sistema:	71.7 A
Tipo de arranque:	Variable frequency drives
Grado de protección (IEC 34-5):	IP54
Supresión de radiointerferencias:	EMC DIRECTIVE(2014/30/EU)
Número de fases de la bomba principal:	3
<b>Paneles control:</b>	
Tipo de control:	E
Protección marcha en seco, mecánica:	NONE
<b>Depósito:</b>	
Depósito de membrana:	No
<b>Otros:</b>	
Peso neto:	1240 kg
Peso bruto:	1320 kg
Arch. config. n.º:	99406310
Fichero de configuración Control MPC:	98271946
Fichero de configuración Hydro MPC:	98272018



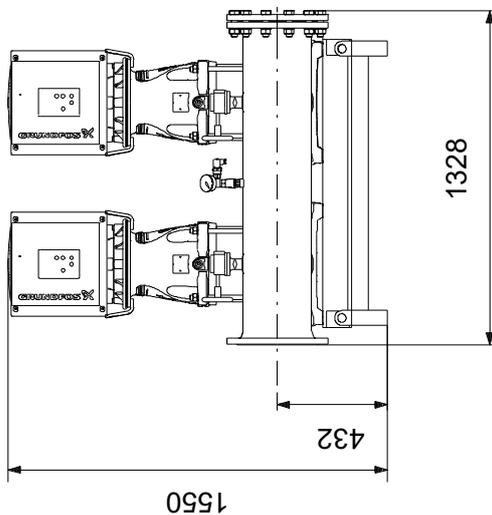
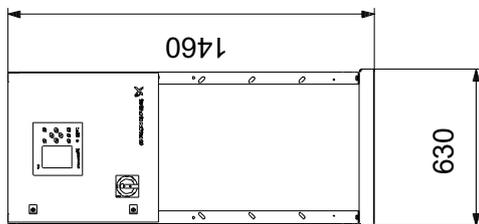
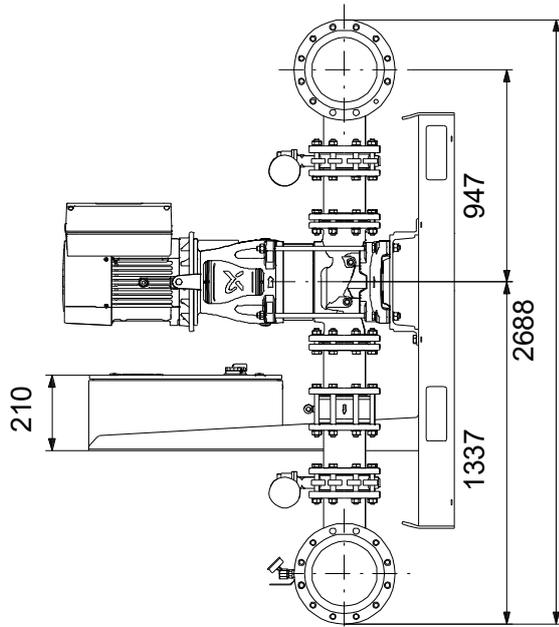
Q = 55 l/s H = 19.5 m  
 n = 95 % / 3372 rpm Líquido bombeado = Agua  
 Densidad = 998.2 kg/m<sup>3</sup> Bomba eta = 65 %  
 Perdidas en instal y válvulas no incluidas  
 Temperatura del líquido durante el funcionamiento = 20 °C  
 Bomb+motor+conv.frecuenc Eta = 58.1 %



P1 (motor + conv. de frecuencia) = 18.09 kW  
 P2 = 16.15 kW  
 NPSH = 6.5 m



## 99441203 Hydro MPC-E 2 CRE 155-1-1 50 Hz



Nota: todas las unidades están en [mm] a menos que se indiquen otras. Exención de responsabilidad: este esquema dimensional simplificado no muestra todos los detalles.

## 99441203 Hydro MPC-E 2 CRE 155-1-1 50 Hz

### Entrada

Dimensionar por Familia de bombas  
 Selec. familia de la bomba Hydro MPC  
 Recorrido Todos adecuados

### Cálculo del coste de ciclo de vida

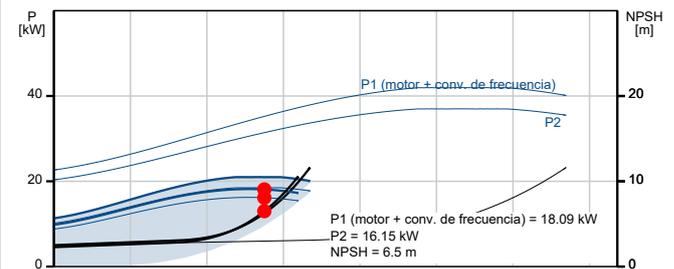
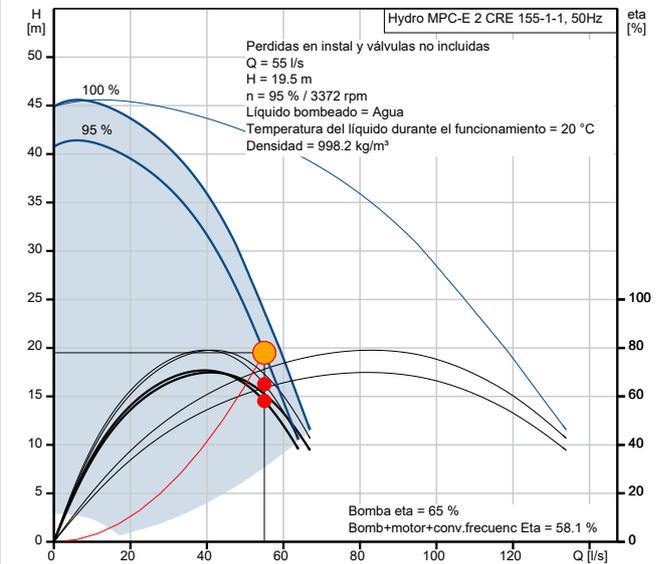
Perfil de carga Plena carga  
 Horas de funcionamiento de la bomba 1000 h/a  
 Precio de la energía 5.32 USD/kWh  
 Incremento del precio de la energía 6 %  
 CO2 emission intensity 0.57 kg/kWh  
 Período de cálculo 10 años  
 ¿Con qué nivel de detalle desea realizar el análisis del coste de ciclo de vida? Análisis simple del LCC

### Perfil func.

	1
Caud (%)	100
Caud (l/s)	55
Alt. (%)	100
Alt. (m)	19.5
P1 (kW)	18.1
Total Eta (%)	58.1
Time (h/a)	1000
Consumo energía (kWh/Año)	18096
Cantidad	1

### Resultado del dimensionamiento

Tipo	Hydro MPC-E 2 CRE 155-1-1
Cantidad	2
Motor	18.5 kW
Caud	55 l/s
Alt.	19.5 m
Pot. P1	18.09 kW
Pot. P2 requerida en el punto de trabajo	16.15 kW
BombaEta	65.0 %
Bomb+motor Eta	58.1 % = Bomba Eta * motor Eta
Consumo energía	18096 kWh/Año
Emisión CO2	10300 kg/Año
Prec.	Bajo pedido



**ANEXO VI:  
PLANILLAS DE CÁLCULO MÉTRICO**



<b>COSTO MANO DE OBRA: OFICIAL ESPECIALIZADO</b> <b>(valores a junio de 2023)</b>		
Detalle	Porcentaje (%)	Importe
Jornal por hora		\$ 1.363,00
Asistencia perfecta	20	\$ 52.339,20
<b>Sueldo Bruto</b>		<b>\$ 314.035,20</b>
<b>Contribuciones del empleador</b>		
Contribuciones patronales para Seguridad social	15,7	\$ 49.303,53
Contribuciones patronales para Obra social	6	\$ 18.842,11
Fondo de cese laboral	8	\$ 25.122,82
FODECO UOCRA	0,08	\$ 251,23
Fondo Regimen Nacional de la Industria de la Construcción	0,08	\$ 251,23
Fondo de Investigación, Capacitación y Seguridad	0,16	\$ 502,46
<b>Causas varias</b>		
Feriados pagos	6,17	\$ 19.375,97
Ley de Riesgo de Trabajo ART	12,19	\$ 38.280,89
Vacaciones pagas	7,31	\$ 22.955,97
Enfermedades inculpables	2,61	\$ 8.196,32
Licencias especiales	1,03	\$ 3.234,56
Ropa de trabajo obligatoria	1,05	\$ 3.297,37
Sueldo Anual Complementario Aguinaldo	10,84	\$ 34.041,42
<b>A PAGAR POR EL EMPLEADOR</b>	<b>71,22</b>	<b>\$ 537.691,07</b>

<b>Aportes del empleado</b>		
Jubilación	11	\$ 34.543,87
Ley 19032	3	\$ 9.421,06
Obra social	3	\$ 9.421,06
Cuota sindical	1,5	\$ 4.710,53
Seguro de vida	1,5	\$ 4.710,53
<b>Sueldo Neto</b>		<b>\$ 251.228,16</b>

<b>COSTO MANO DE OBRA: OFICIAL</b> <b>(valores a junio de 2023)</b>		
Detalle	Porcentaje (%)	Importe
Jornal por hora		\$ 1.161,00
Asistencia perfecta	20	\$ 44.582,40
<b>Sueldo Bruto</b>		<b>\$ 267.494,40</b>
<b>Contribuciones del empleador</b>		
Contribuciones patronales para Seguridad social	15,7	\$ 49.303,53
Contribuciones patronales para Obra social	6	\$ 18.842,11
Fondo de cese laboral	8	\$ 25.122,82
FODECO UOCRA	0,08	\$ 251,23
Fondo Regimen Nacional de la Industria de la Construcción	0,08	\$ 251,23
Fondo de Investigación, Capacitación y Seguridad	0,16	\$ 502,46
<b>Causas varias</b>		
Feridos pagos	6,17	\$ 19.375,97
Ley de Riesgo de Trabajo ART	12,19	\$ 38.280,89
Vacaciones pagas	7,31	\$ 22.955,97
Enfermedades inculpables	2,61	\$ 8.196,32
Licencias especiales	1,03	\$ 3.234,56
Ropa de trabajo obligatoria	1,05	\$ 3.297,37
Sueldo Anual Complementario Aguinaldo	10,84	\$ 34.041,42
<b>A PAGAR POR EL EMPLEADOR</b>	<b>71,22</b>	<b>\$ 491.150,27</b>

<b>Aportes del empleado</b>		
Jubilación	11	\$ 34.543,87
Ley 19032	3	\$ 9.421,06
Obra social	3	\$ 9.421,06
Cuota sindical	1,5	\$ 4.710,53
Seguro de vida	1,5	\$ 4.710,53
<b>Sueldo Neto</b>		<b>\$ 204.687,36</b>

<b>COSTO MANO DE OBRA: AYUDANTE (valores a junio de 2023)</b>		
Detalle	Porcentaje (%)	Importe
Jornal por hora		\$ 983,00
Asistencia perfecta	20	\$ 37.747,20
<b>Sueldo Bruto</b>		<b>\$ 226.483,20</b>
<b>Contribuciones del empleador</b>		
Contribuciones patronales para Seguridad social	15,7	\$ 49.303,53
Contribuciones patronales para Obra social	6	\$ 18.842,11
Fondo de cese laboral	8	\$ 25.122,82
FODECO UOCRA	0,08	\$ 251,23
Fondo Regimen Nacional de la Industria de la Construcción	0,08	\$ 251,23
Fondo de Investigación, Capacitación y Seguridad	0,16	\$ 502,46
<b>Causas varias</b>		
Feridos pagos	6,17	\$ 19.375,97
Ley de Riesgo de Trabajo ART	12,19	\$ 38.280,89
Vacaciones pagas	7,31	\$ 22.955,97
Enfermedades inculpables	2,61	\$ 8.196,32
Licencias especiales	1,03	\$ 3.234,56
Ropa de trabajo obligatoria	1,05	\$ 3.297,37
Sueldo Anual Complementario Aguinaldo	10,84	\$ 34.041,42
<b>A PAGAR POR EL EMPLEADOR</b>	<b>71,22</b>	<b>\$ 450.139,07</b>

<b>Aportes del empleado</b>		
Jubilación	11	\$ 34.543,87
Ley 19032	3	\$ 9.421,06
Obra social	3	\$ 9.421,06
Cuota sindical	1,5	\$ 4.710,53
Seguro de vida	1,5	\$ 4.710,53
<b>Sueldo Neto</b>		<b>\$ 163.676,16</b>

**Excavación mecánica y/o manual, relleno y compactación de cualquier tipo de terreno a la profundidad establecida en proyecto (valores a junio de 2023)**

Unidad: m3

**A - MANO DE OBRA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	0,34	523,7424	178,07
OFICIAL CARGAS SOCIALES	HS	0,224	618,58	138,56
AYUDANTE HORA BASICA	HS	0,34	459,2576	156,15
OFICIAL HORA BASICA	HS	0,224	542,4192	121,50
OFICIAL ESPECIALIZADO MAQUINISTA CARGAS SOCIALES	HS	0,0900	726,206	65,36
OFICIAL ESPECIALIZADO MAQUINISTA HORA BASICA	HS	0,0900	636,7936	57,31
<b>SUBTOTAL A</b>				<b>716,95</b>

**B - MATERIAL**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
<b>SUBTOTAL B</b>				

**C - MAQUINARIA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
GAS OIL	LTS	3,9400	90,910	358,19
CAMION VOLCADOR	hs	0,0500	1.082,720	54,14
PALA FRONTAL 1 M3	hs	0,0200	986,240	19,72
<b>SUBTOTAL C</b>				<b>432,05</b>

**D. Costo unitario directo (A + B + C)**      **1.149,00**

**E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 \* D)**      **519,35**

**K. Precio unitario de aplicación**      **1.668,35**

**Provisión, colocación y acarreo de cañería recta y especial de PVC Clase 6 Ø315mm (valores a junio de 2023)**

Unidad: ml

**A - MANO DE OBRA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
OFICIAL C.S.	HS	2,0000	618,58	478,06
OFICIAL BASICO	HS	2,0000	542,4192	398,39
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	1,0000	523,7424	523,74
AYUDANTE HORA BASICA	HS	1,0000	459,2576	459,26
<b>SUBTOTAL A</b>				<b>1.859,45</b>

**B - MATERIAL**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Caño P.V.C. C-6 Ø315mm	ml	1,3	137061,91	178.180,48
Cinta advertencia	ml	1	17,22	17,22
<b>SUBTOTAL B</b>				<b>178.197,70</b>

**C - MAQUINARIA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
<b>SUBTOTAL C</b>				<b>0,00</b>

**D. Costo unitario directo (A + B + C)**      **180.057,15**

**E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 \* D)**      **81.385,83**

**K. Precio unitario de aplicación**      **261.442,99**

**Provisión, colocación y acarreo de cañería recta y especial de PVC Clase 6 Ø250mm  
(valores a junio de 2023)**

Unidad: ml

**A - MANO DE OBRA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
OFICIAL C.S.	HS	1,0000	618,58	478,06
OFICIAL BASICO	HS	1,0000	542,4192	398,39
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	0,5000	523,7424	261,87
AYUDANTE HORA BASICA	HS	0,5000	459,2576	229,63
			<b>SUBTOTAL A</b>	<b>1.367,95</b>

**B - MATERIAL**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Caño P.V.C. C-6 Ø250mm	ml	1,3	91318,9	118.714,57
Cinta advertencia	ml	1	17,22	17,22
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>118.731,79</b>

**C - MAQUINARIA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>0,00</b>

**D. Costo unitario directo (A + B + C)** 120.099,74

**E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 \* D)** 54.285,08

**K. Precio unitario de aplicación** 174.384,82

**Provisión, colocación y acarreo de cañería recta y especial de PVC Clase 6 Ø200mm  
(valores a junio de 2023)**

Unidad: ml

**A - MANO DE OBRA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
OFICIAL C.S.	HS	1,0000	618,58	478,06
OFICIAL BASICO	HS	1,0000	542,4192	398,39
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	0,5000	523,7424	261,87
AYUDANTE HORA BASICA	HS	0,5000	459,2576	229,63
			<b>SUBTOTAL A</b>	<b>1.367,95</b>

**B - MATERIAL**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Caño P.V.C. C-6 Ø200mm	ml	1,3	59.626,04	77.513,85
Cinta advertencia	ml	1	17,22	17,22
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>77.531,07</b>

**C - MAQUINARIA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>0,00</b>

**D. Costo unitario directo (A + B + C)** 78.899,02

**E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 \* D)** 35.662,36

**K. Precio unitario de aplicación** 114.561,37

**Provisión, colocación y acarreo de cañería recta y especial de PVC Clase 6 Ø160mm  
(valores a junio de 2023)**

Unidad: ml

**A - MANO DE OBRA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
OFICIAL C.S.	HS	1,0000	618,58	478,06
OFICIAL BASICO	HS	1,0000	542,4192	398,39
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	0,5000	523,7424	261,87
AYUDANTE HORA BASICA	HS	0,5000	459,2576	229,63
<b>SUBTOTAL A</b>				<b>1.367,95</b>

**B - MATERIAL**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Caño P.V.C. C-6 Ø160mm	ml	1,3	23.088,51	30.015,07
Cinta advertencia	ml	1	17,22	17,22
<b>SUBTOTAL B</b>				<b>30.032,29</b>

**C - MAQUINARIA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
<b>SUBTOTAL C</b>				<b>0,00</b>

**D. Costo unitario directo (A + B + C) 31.400,24**

**E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 \* D) 14.192,91**

**K. Precio unitario de aplicación 45.593,15**

**Provisión, colocación y acarreo de cañería recta y especial de PVC Clase 6 Ø110mm  
(valores a junio de 2023)**

Unidad: ml

**A - MANO DE OBRA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
OFICIAL C.S.	HS	1,0000	618,58	478,06
OFICIAL BASICO	HS	1,0000	542,4192	398,39
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	0,5000	523,7424	261,87
AYUDANTE HORA BASICA	HS	0,5000	459,2576	229,63
<b>SUBTOTAL A</b>				<b>1.367,95</b>

**B - MATERIAL**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Caño P.V.C. C-6 Ø110mm	ml	1,3	11.410,73	14.833,95
Cinta advertencia	ml	1	17,22	17,22
<b>SUBTOTAL B</b>				<b>14.851,17</b>

**C - MAQUINARIA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
<b>SUBTOTAL C</b>				<b>0,00</b>

**D. Costo unitario directo (A + B + C) 16.219,12**

**E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 \* D) 7.331,04**

**K. Precio unitario de aplicación 23.550,17**

<b>Provisión, colocación y acarreo de cañería recta y especial de PVC Clase 6 Ø75mm (valores a junio de 2023)</b>				
Unidad: ml				
A - MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
OFICIAL C.S.	HS	1,0000	618,58	478,06
OFICIAL BASICO	HS	1,0000	542,4192	398,39
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	0,5000	523,7424	261,87
AYUDANTE HORA BASICA	HS	0,5000	459,2576	229,63
			<b>SUBTOTAL A</b>	<b>1.367,95</b>
B - MATERIAL				
Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Caño P.V.C. C-6 Ø75mm	ml	1,3	3.269,59	4.250,47
Cinta advertencia	ml	1	17,22	17,22
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>4.267,69</b>
C - MAQUINARIA				
Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>0,00</b>
<b>D. Costo unitario directo (A + B + C)</b>				<b>5.635,64</b>
<b>E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 * D)</b>				<b>2.547,31</b>
<b>K. Precio unitario de aplicación</b>				<b>8.182,94</b>

<b>Provisión, colocación y acarreo de válvulas esclusas Tipo "Euro 20" de H°D° doble brida Ø315 (valores a junio de 2023)</b>				
Unidad: UNIDAD				
A - MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
AYUDANTE HORA BASICA	HS	12,0000	459,2576	478,06
OFICIAL HORA BASICA	HS	12,0000	542,4192	398,39
OFICIAL ESPECIALIZADO BASICO	HS	20,0000	636,7936	12.735,87
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	12,0000	523,7424	6.284,91
OFICIAL CARGAS SOCIALES	HS	12,0000	618,5808	7.422,97
OFICIAL ESPECIALIZADO C.S.	HS	20,0000	726,2064	14.524,13
			<b>SUBTOTAL A</b>	<b>41.844,33</b>
B - MATERIAL				
Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Válvula esclusa Ø315mm	Unidad	1	1.036.739,00	1.036.739,00
Bracero de fundición para VE	Unidad	1	12.500,00	12.500,00
Hormigón 300kg	m3	0,65	46.300,00	30.095,00
Sobremacho para válvula esclusa	Unidad	1	5.800,00	5.800,00
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>1.085.134,00</b>
C - MAQUINARIA				
Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>0,00</b>
<b>D. Costo unitario directo (A + B + C)</b>				<b>1.126.978,33</b>
<b>E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 * D)</b>				<b>509.394,20</b>
<b>K. Precio unitario de aplicación</b>				<b>1.636.372,53</b>

**Provisión, colocación y acarreo de válvulas esclusas Tipo "Euro 20" de H°D° doble brida Ø250  
(valores a junio de 2023)**

Unidad: UNIDAD

**A - MANO DE OBRA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
AYUDANTE HORA BASICA	HS	12,0000	459,2576	478,06
OFICIAL HORA BASICA	HS	12,0000	542,4192	398,39
OFICIAL ESPECIALIZADO BASICO	HS	20,0000	636,7936	12.735,87
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	12,0000	523,7424	6.284,91
OFICIAL CARGAS SOCIALES	HS	12,0000	618,5808	7.422,97
OFICIAL ESPECIALIZADO C.S.	HS	20,0000	726,2064	14.524,13
<b>SUBTOTAL A</b>				<b>41.844,33</b>

**B - MATERIAL**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Válvula esclusa Ø250mm	Unidad	1	822.809,00	822.809,00
Bracero de fundición para VE	Unidad	1	12.500,00	12.500,00
Hormigón 300kg	m3	0,65	46.300,00	30.095,00
Sobremacho para válvula esclusa	Unidad	1	5.800,00	5.800,00
<b>SUBTOTAL B</b>				<b>871.204,00</b>

**C - MAQUINARIA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
<b>SUBTOTAL C</b>				<b>0,00</b>

**D. Costo unitario directo (A + B + C)** 913.048,33

**E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 \* D)** 412.697,84

**K. Precio unitario de aplicación** 1.325.746,17

**Provisión, colocación y acarreo de válvulas esclusas Tipo "Euro 20" de H°D° doble brida Ø200  
(valores a junio de 2023)**

Unidad: UNIDAD

**A - MANO DE OBRA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
AYUDANTE HORA BASICA	HS	12,0000	459,2576	478,06
OFICIAL HORA BASICA	HS	12,0000	542,4192	398,39
OFICIAL ESPECIALIZADO BASICO	HS	20,0000	636,7936	12.735,87
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	12,0000	523,7424	6.284,91
OFICIAL CARGAS SOCIALES	HS	12,0000	618,5808	7.422,97
OFICIAL ESPECIALIZADO C.S.	HS	20,0000	726,2064	14.524,13
<b>SUBTOTAL A</b>				<b>41.844,33</b>

**B - MATERIAL**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Válvula esclusa Ø200mm	Unidad	1	658.247,00	658.247,00
Bracero de fundición para VE	Unidad	1	12.500,00	12.500,00
Hormigón 300kg	m3	0,65	46.300,00	30.095,00
Sobremacho para válvula esclusa	Unidad	1	5.800,00	5.800,00
<b>SUBTOTAL B</b>				<b>706.642,00</b>

**C - MAQUINARIA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
<b>SUBTOTAL C</b>				<b>0,00</b>

**D. Costo unitario directo (A + B + C)** 748.486,33

**E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 \* D)** 338.315,82

**K. Precio unitario de aplicación** 1.086.802,15

**Provisión, colocación y acarreo de válvulas esclusas Tipo "Euro 20" de H°D° doble brida Ø160  
(valores a junio de 2023)**

Unidad: UNIDAD

**A - MANO DE OBRA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
AYUDANTE HORA BASICA	HS	12,0000	459,2576	478,06
OFICIAL HORA BASICA	HS	12,0000	542,4192	398,39
OFICIAL ESPECIALIZADO BASICO	HS	20,0000	636,7936	12.735,87
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	12,0000	523,7424	6.284,91
OFICIAL CARGAS SOCIALES	HS	12,0000	618,5808	7.422,97
OFICIAL ESPECIALIZADO C.S.	HS	20,0000	726,2064	14.524,13
<b>SUBTOTAL A</b>				<b>41.844,33</b>

**B - MATERIAL**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Válvula esclusa Ø160mm	Unidad	1	526.598,00	526.598,00
Bracero de fundición para VE	Unidad	1	12.500,00	12.500,00
Hormigón 300kg	m3	0,65	46.300,00	30.095,00
Sobremacho para válvula esclusa	Unidad	1	5.800,00	5.800,00
<b>SUBTOTAL B</b>				<b>574.993,00</b>

**C - MAQUINARIA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
<b>SUBTOTAL C</b>				<b>0,00</b>

**D. Costo unitario directo (A + B + C)** 616.837,33

**E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 \* D)** 278.810,47

**K. Precio unitario de aplicación** 895.647,80

**Provisión, colocación y acarreo de válvulas esclusas Tipo "Euro 20" de H°D° doble brida Ø110  
(valores a junio de 2023)**

Unidad: UNIDAD

**A - MANO DE OBRA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
AYUDANTE HORA BASICA	HS	12,0000	459,2576	478,06
OFICIAL HORA BASICA	HS	12,0000	542,4192	398,39
OFICIAL ESPECIALIZADO BASICO	HS	20,0000	636,7936	12.735,87
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	12,0000	523,7424	6.284,91
OFICIAL CARGAS SOCIALES	HS	12,0000	618,5808	7.422,97
OFICIAL ESPECIALIZADO C.S.	HS	20,0000	726,2064	14.524,13
<b>SUBTOTAL A</b>				<b>41.844,33</b>

**B - MATERIAL**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Válvula esclusa Ø110mm	Unidad	1	362.036,00	362.036,00
Bracero de fundición para VE	Unidad	1	12.500,00	12.500,00
Hormigón 300kg	m3	0,65	46.300,00	30.095,00
Sobremacho para válvula esclusa	Unidad	1	5.800,00	5.800,00
<b>SUBTOTAL B</b>				<b>410.431,00</b>

**C - MAQUINARIA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
<b>SUBTOTAL C</b>				<b>0,00</b>

**D. Costo unitario directo (A + B + C)** 452.275,33

**E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 \* D)** 204.428,45

**K. Precio unitario de aplicación** 656.703,78

**Provisión, colocación y acarreo de válvulas esclusas Tipo "Euro 20" de H°D° doble brida Ø75  
(valores a junio de 2023)**

Unidad: UNIDAD

**A - MANO DE OBRA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
AYUDANTE HORA BASICA	HS	12,0000	459,2576	478,06
OFICIAL HORA BASICA	HS	12,0000	542,4192	398,39
OFICIAL ESPECIALIZADO BASICO	HS	20,0000	636,7936	12.735,87
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	12,0000	523,7424	6.284,91
OFICIAL CARGAS SOCIALES	HS	12,0000	618,5808	7.422,97
OFICIAL ESPECIALIZADO C.S.	HS	20,0000	726,2064	14.524,13
<b>SUBTOTAL A</b>				<b>41.844,33</b>

**B - MATERIAL**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Válvula esclusa Ø110mm	Unidad	1	246.843,00	246.843,00
Bracero de fundición para VE	Unidad	1	12.500,00	12.500,00
Hormigón 300kg	m3	0,65	46.300,00	30.095,00
Sobremacho para válvula esclusa	Unidad	1	5.800,00	5.800,00
<b>SUBTOTAL B</b>				<b>295.238,00</b>

**C - MAQUINARIA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
<b>SUBTOTAL C</b>				<b>0,00</b>

**D. Costo unitario directo (A + B + C)** 337.082,33

**E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 \* D)** 152.361,21

**K. Precio unitario de aplicación** 489.443,54

**Provisión, colocación y acarreo de hidrantes completos Ø75mm  
(valores a junio de 2023)**

Unidad: UNIDAD

**A - MANO DE OBRA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
AYUDANTE HORA BASICA	HS	4,0000	459,2576	478,06
OFICIAL HORA BASICA	HS	4,0000	542,4192	398,39
OFICIAL ESPECIALIZADO BASICO	HS	12,5000	636,7936	7.959,92
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	4,0000	523,7424	2.094,97
OFICIAL CARGAS SOCIALES	HS	4,0000	618,5808	2.474,32
OFICIAL ESPECIALIZADO C.S.	HS	12,5000	726,2064	9.077,58
<b>SUBTOTAL A</b>				<b>22.483,24</b>

**B - MATERIAL**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Hidrante Ø75mm	Unidad	1	271.921,00	271.921,00
Caja de fundición para hidrante	Unidad	1	13.100,00	13.100,00
Hormigón 300kg	m3	0,65	46.300,00	30.095,00
<b>SUBTOTAL B</b>				<b>315.116,00</b>

**C - MAQUINARIA**

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
<b>SUBTOTAL C</b>				<b>0,00</b>

**D. Costo unitario directo (A + B + C)** 337.599,24

**E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 \* D)** 152.594,86

**K. Precio unitario de aplicación** 490.194,10

<b>Conexiones domiciliarias cortas (valores a junio de 2023)</b>				
Unidad: UNIDAD				
A - MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
AYUDANTE HORA BASICA	HS	2,5000	459,2576	478,06
OFICIAL HORA BASICA	HS	2,5000	542,4192	398,39
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	2,5000	523,7424	1.309,36
OFICIAL CARGAS SOCIALES	HS	2,5000	618,5808	1.546,45
			<b>SUBTOTAL A</b>	<b>3.732,26</b>
B - MATERIAL				
Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Caja domiciliaria polietileno	Unidad	1	3.726,00	3.726,00
Caño de polietileno 3/4" alta densidad P.E.A.D.	ml	6	2.290,00	13.740,00
Válvula esférica 3/4"	Unidad	1	2.454,00	2.454,00
Rosca con tuerca de bronce 3/4"	Unidad	3	1.340,00	4.020,00
Medidor domiciliario	Unidad	1	26.499,00	26.499,00
Válvula de retención 3/4"	Unidad	1	3.312,00	3.312,00
Rácord 3/4"	Unidad	1	4.056,00	4.056,00
Collar de toma	Unidad	1	5.027,55	5.027,55
Hormigón	m3	0,018	46.300,00	833,40
Mortero reparación veredas	m3	0,084	62.100,00	5.216,40
Losetas/cerámicos	m2	6	3.800,00	22.800,00
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>91.684,35</b>
C - MAQUINARIA				
Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>0,00</b>
<b>D. Costo unitario directo (A + B + C)</b>				<b>95.416,60</b>
<b>E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 * D)</b>				<b>43.128,30</b>
<b>K. Precio unitario de aplicación</b>				<b>138.544,91</b>

<b>Conexiones domiciliarias largas (valores a junio de 2023)</b>				
Unidad: UNIDAD				
A - MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
AYUDANTE HORA BASICA	HS	6,0000	459,2576	478,06
OFICIAL HORA BASICA	HS	8,0000	542,4192	398,39
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	6,0000	523,7424	3.142,45
OFICIAL CARGAS SOCIALES	HS	8,0000	618,5808	4.948,65
			<b>SUBTOTAL A</b>	<b>8.967,55</b>
B - MATERIAL				
Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Caja domiciliaria polietileno	Unidad	1	3.726,00	3.726,00
Caño de polietileno 3/4" alta densidad P.E.A.D.	ml	12	2.290,00	27.480,00
Válvula esférica 3/4"	Unidad	1	2.454,00	2.454,00
Rosca con tuerca de bronce 3/4"	Unidad	3	1.340,00	4.020,00
Medidor domiciliario	Unidad	1	26.499,00	26.499,00
Válvula de retención 3/4"	Unidad	1	3.312,00	3.312,00
Rácord 3/4"	Unidad	1	4.056,00	4.056,00
Collar de toma	Unidad	1	0,00	0,00
Hormigón	m3	0,018	46.300,00	833,40
Mortero reparación veredas	m3	0,084	62.100,00	5.216,40
Losetas/cerámicos	m2	6	3.800,00	22.800,00
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>100.396,80</b>
C - MAQUINARIA				
Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>0,00</b>
<b>D. Costo unitario directo (A + B + C)</b>				<b>109.364,35</b>
<b>E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 * D)</b>				<b>49.432,69</b>
<b>K. Precio unitario de aplicación</b>				<b>158.797,04</b>

### Higiene y Seguridad (valores a junio de 2023)

Unidad: Gastos Generales

#### A - MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
AYUDANTE HORA BASICA	HS	0,5000	459,2576	478,06
OFICIAL HORA BASICA	HS	1,0000	542,4192	398,39
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	0,5000	523,7424	261,87
OFICIAL CARGAS SOCIALES	HS	1,0000	618,5808	618,58
			<b>SUBTOTAL A</b>	<b>1.756,90</b>

#### B - MATERIAL

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Guantes moteados	Unidad	7128	250,00	1.782.000,00
Gafas	Unidad	3564	698,00	2.487.672,00
Auditivos	Unidad	3564	300,00	1.069.200,00
Cinta peligro	Unidad	10	4.225,00	42.250,00
Cono naranja	Unidad	20	5.399,00	107.980,00
Malla naranja	Unidad	20	21.551,00	431.020,00
Matafuegos	Unidad	4	34.746,00	138.984,00
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>6.059.106,00</b>

#### C - MAQUINARIA

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>0,00</b>

**D. Costo unitario directo (A + B + C)** 6.060.862,90

**E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 \* D)** 2.739.510,03

**K. Precio unitario de aplicación** 8.800.372,93

### Obrador y preparación de lugar de acopio (valores a junio de 2023)

Unidad: GASTOS GENERALES

#### A - MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
AYUDANTE HORA BASICA	HS	216,0000	459,2576	99.199,64
OFICIAL HORA BASICA	HS	216,0000	542,4192	117.162,55
AYUDANTE CARGAS SOCIALES	HS	216,0000	523,7424	113.128,36
OFICIAL CARGAS SOCIALES	HS	216,0000	618,5808	133.613,45
			<b>SUBTOTAL A</b>	<b>463.104,00</b>

#### B - MATERIAL

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Tejido romboidal	Unidad	7128	250,00	1.782.000,00
Columnas de hormigón	Unidad	3564	698,00	2.487.672,00
Media sombra negra	Unidad	3564	300,00	1.069.200,00
Casilla encargado	mes	24	70.000,00	1.680.000,00
Obrador	Mes	72	40.000,00	2.880.000,00
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>9.898.872,00</b>

#### C - MAQUINARIA

Descripción	Unidad	Rendimiento	Costo horario (\$)	Costo total (\$)
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>0,00</b>

**D. Costo unitario directo (A + B + C)** 10.361.976,00

**E. Coeficiente de Resumen ( 1,45 \* D)** 4.683.613,15

**K. Precio unitario de aplicación** 15.045.589,15

## REFERENCIAS

- Boidi, M. (2015-a). *Abastecimiento de agua potable*. Rafaela: Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela.
- Boidi, M. (2015-b). *Distribución de agua potable*. Rafaela: Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela.
- Boidi, M. (2015-c). *Potabilización de agua*. Rafaela: Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela.
- Catálogo comercial Grundfos. (2023). *Especificaciones técnicas*. Recuperado de <https://product-selection.grundfos.com> (consultado el 23/06/2023).
- Catálogo comercial Tigre. (2008). *Especificaciones técnicas*. Recuperado de <https://www.tigre.com.ar/informaciones-tecnicas> (Consultada el 15/03/2023).
- ENOHSa – Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (2001). *Guías para la presentación de proyectos de agua potable*. Buenos Aires, Argentina.
- Fernández Vittora, V. (2003). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Editorial Mundi-Prensa.
- García Trisolini E. (2009). *Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales*. Lima, Perú.
- Gómez Orea, D. (2002). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Editorial Mundi-Prensa.
- INDEC – Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). *Censo Nacional año 2010*. Recuperado de INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina
- Ley provincial N° 11.717. (2009). *Ley de medio ambiente y desarrollo sustentables*. Santa Fe: Gobierno de la Provincia de Santa Fe.
- Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos de la Provincia de Santa Fe (2021). *Acueducto interprovincial Santa Fe – Córdoba*. Recuperado de <https://www.infocampo.com.ar/wp-content/uploads/2018/10/ACUEDUCTO-SANTA-FE-%E2%80%93-CO%CC%81RDOBA..pdf>
- Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas (2017). *Plan de fortalecimiento institucional de Sastre, provincia de Santa Fe*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan\\_estrategico\\_territorial\\_sastre.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_estrategico_territorial_sastre.pdf)
- Pérez Ferrás L. (2005). *Selección de bombas*. Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina.
- Pérez Ferrás L. y Pérez S. (2005). *Acueductos a presión – Nociones básicas de diseño*. Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina.
- Quadri, N. P. (s.f.). *Instalaciones sanitarias*. Buenos Aires: Cesarini Hnos Editores.
- UOCRA – Unión Obrera de la Construcción de la República Argentina. (2023). *Convenio Colectivo de Trabajo 545/08 – junio 2023*. Recuperado de <https://www.uocra.org/?s=nuevas-escalas-salariales> (Consultado el 28/07/2023).



## BIBLIOGRAFÍA

- Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental en Obras – Ministerio de Medio Ambiente. (2022). *Proyecto de provisión de agua potable para la localidad de Pehuajó, provincia de Buenos Aires – Evaluación de impacto ambiental*. La Plata, Buenos Aires.
- Gómez Hernández M. (2014). *Diseño de la red de suministro de agua a una población de 20.000 habitantes y alta variedad estacional*. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Macchia, J. (2009). *Cómputos, costos y presupuestos*. 3a edición. Buenos Aires: Nobuko.
- Metcalf & Eddy, INC (1996). *Redes de alcantarillado y bombeo*. Editorial McGraw-Hill.
- Rodríguez Ruiz P. (2001). *Abastecimiento de agua*. Instituto Tecnológico de Oaxaca, México.

