



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

FACULTAD DE CS. EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

PROYECTO DE RED COLECTORA CLOACAL

LOTEO AREA 158

VILLA MARÍA - CÓRDOBA



TUTOR: ING. HÉCTOR R. ARAUJO

TUTOR EXTERNO: ING. DIEGO VILLANUEVA

ALUMNO: NICOLÁS TARQUINI

AÑO 2014



## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos aquellos quienes han confiado en mí desde el momento en que inicié esta carrera, sin olvidarme de los que me guiaron a elegirla.

Dichas personas me han demostrado y transmitido su afecto, apoyo y sus conocimientos a lo largo de este trayecto y son parte de este logro.

Estoy y estaré eternamente agradecido con cada uno de los miembros de mi familia, mis amigos, mis compañeros, mis profesores y maestros. Prefiero omitir citar particularmente a cada uno de ellos porque no quiero olvidarme de nadie; pero bien saben cuánto han contribuido en esta causa y cuan comprometido estoy en retribuirles todo lo que me han dado.

Extiendo mi agradecimiento a los Ingenieros Diego y Osvaldo Villanueva y al Arquitecto Guillermo Villanueva, quienes cordialmente y con su apoyo me abrieron las puertas de su empresa; lugar donde pude desarrollar y concluir esta práctica profesional además de integrarme a su equipo de trabajo y permitirme ganar experiencia en distintas obras de ingeniería.

Quiero agradecer al cuerpo docente, miembros del tribunal encargado de evaluar este documento, formado por el Ingeniero Gerardo Hillman, la Ingeniera Teresa Reyna, y el Ingeniero Héctor Araujo. Mi gratitud y reconocimiento al Ingeniero Araujo, quien además, ha sido el encargado de perfeccionar y conducir este informe.



## ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<i>OBJETIVOS GENERALES DEL RÉGIMEN PPS .....</i>	<i>7</i>
<i>OBJETIVOS PARTICULARES DE LA REALIZACIÓN DE LA PPS.....</i>	<i>7</i>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....</b>	<b>8</b>
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA .....</b>	<b>9</b>
<i>CARACTERÍSTICAS DEL LOTEO .....</i>	<i>9</i>
<i>USO DE SUELO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS LOTES .....</i>	<i>10</i>
<i>ASPECTOS A CONSIDERAR / INTERFERENCIAS .....</i>	<i>12</i>
<i>NIVELES DE TERRENO NATURAL .....</i>	<i>13</i>
<i>CARACTERÍSTICAS DEL SUELO .....</i>	<i>13</i>
<i>PERSPECTIVAS DE EXPANSIÓN .....</i>	<i>14</i>
<i>RED ACTUAL DE LÍQUIDOS CLOACALES - RELEVAMIENTO DE LA SITUACIÓN EXISTENTE .....</i>	<i>15</i>
<i>PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO.....</i>	<i>15</i>
<i>Período de Diseño .....</i>	<i>15</i>
<i>Proyección de la Población.....</i>	<i>16</i>
<i>Dotación.....</i>	<i>16</i>
<i>Caudales de Diseño .....</i>	<i>17</i>
<i>COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES .....</i>	<i>18</i>
<i>Procedencia de las Aguas Residuales.....</i>	<i>18</i>
<i>Análisis de Aguas Residuales.....</i>	<i>18</i>
<i>Composición .....</i>	<i>19</i>
<i>Características Físicas .....</i>	<i>21</i>
<i>Características Químicas .....</i>	<i>21</i>
<i>Características Biológicas.....</i>	<i>24</i>
<i>Características del Líquido Cloacal de Villa María .....</i>	<i>26</i>
<i>RED DE COLECTORAS.....</i>	<i>27</i>
<i>MATERIALES .....</i>	<i>28</i>
<i>DISEÑO DE LA RED COLECTORA .....</i>	<i>30</i>
<i>CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED COLECTORA.....</i>	<i>31</i>



CONEXIONES DOMICILIARIAS.....	32
TAPADO DE CAÑERÍA Y PRUEBA HIDRÁULICA.....	33
INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.....	34
Bocas de Registro.....	34
Bocas de Acceso, Ventilación o Inicio de Cañería.....	35
ESTACIÓN ELEVADORA.....	35
<b>MEMORIA TÉCNICA .....</b>	<b>37</b>
RED ACTUAL DE LÍQUIDOS CLOACALES.....	37
PERÍODO DE DISEÑO.....	37
PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	37
Población para Primera Etapa de Desarrollo.....	37
Población para Segunda Etapa de Desarrollo.....	38
CAUDALES DE DISEÑO.....	39
CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED COLECTORA.....	39
DISEÑO DE LA RED COLECTORA.....	40
CALCULO DEL CAUDAL DE APORTE DE LOS DISTINTOS LOTEOS.....	40
CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED COLECTORA.....	43
ESTACIÓN ELEVADORA.....	49
Dimensionamiento del Pozo de Bombeo.....	49
Características Finales del Pozo.....	51
Cálculo de Pérdidas en la Tubería.....	51
Cálculo de Altura a Elevar.....	54
Cavitación.....	54
Resumen de Parámetros de la Bomba a Adoptar.....	56
CÁLCULO DEL NEXO ESTACIÓN ELEVADORA - CAÑERÍA EXISTENTE.....	56
CÓMPUTO Y PRESUPUESTO ESTIMATIVO.....	58
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>59</b>
<b>ÍNDICE DE PLANOS.....</b>	<b>60</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>61</b>



## RESUMEN

El presente trabajo especificará pautas e ítems analizados a la hora de realizar el estudio del terreno en el cual se diseñará una red colectora cloacal de un barrio ubicado en el acceso de la autopista Córdoba – Rosario por la Ruta Nacional 158 al ingreso hacia la ciudad de Villa María, provincia de Córdoba.



## INTRODUCCIÓN

El proyecto realizado detalla el procedimiento para el estudio y planificación de la red colectora cloacal del loteo AREA 158, el mismo se encuentra ubicado en el acceso de la autopista Córdoba – Rosario por la Ruta Nacional 158 al ingreso hacia la ciudad de Villa María, provincia de Córdoba.

El predio del loteo consta de 131 hectáreas de las cuales en una primera etapa se desarrollarán 42 de ellas y en la segunda se concretará el resto, que todavía sigue en proceso de estudio de impacto ambiental, ya que se presentó la posibilidad de realizar una laguna artificial con islas loteadas en esta zona.

Se comenzará con el análisis de las características naturales y artificiales del loteo, el destino del mismo y la expansión que tendrá de aprobarse la segunda etapa.

Luego se estudiarán las redes existentes en la zona para lograr así la vinculación entre el loteo y el sistema cloacal de la ciudad de Villa María.

Una vez analizadas las posibilidades de unión se continuará con la determinación de los parámetros básicos de diseño tales como la proyección de la población, el periodo de diseño, los caudales de trabajo entre otros.

Ya determinados estos parámetros se procederá con el cálculo de la red colectora cloacal especificando cada uno de los ítems que la componen.

Para finalizar se realizará el cómputo de la obra al que se le anexará el presupuesto estimativo de la misma.



## OBJETIVOS

### OBJETIVOS GENERALES DEL RÉGIMEN PPS

Los mismos son:

- Brindar experiencia práctica complementaria en la formación elegida, para su inserción en el ejercicio profesional.
- Familiarizar al estudiante en el contacto con las instituciones.
- Ofrecer al estudiante experiencias y posibilidades de contacto con nuevas tecnologías.

### OBJETIVOS PARTICULARES DE LA REALIZACIÓN DE LA PPS

- Aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera en Ingeniería Sanitaria y Mecánica de los Fluidos.
- Generar un marco teórico y conceptual acerca del estudio y cálculo de una red colectora cloacal.
- Lograr un proyecto de buen nivel técnico, constructiva y económicamente viable.
- Intensificar el aprendizaje acerca del funcionamiento de una empresa en forma global y afianzar mis conocimientos sobre las atribuciones y responsabilidades de cada función.
- Compartir vivencias en el manejo de relaciones humanas en los diferentes niveles de la empresa.
- Adquirir experiencia en el desarrollo de tareas multidisciplinarias, desarrollando la aptitud para el planeamiento, la organización, la conducción y control de las acciones puestas bajo mi responsabilidad.

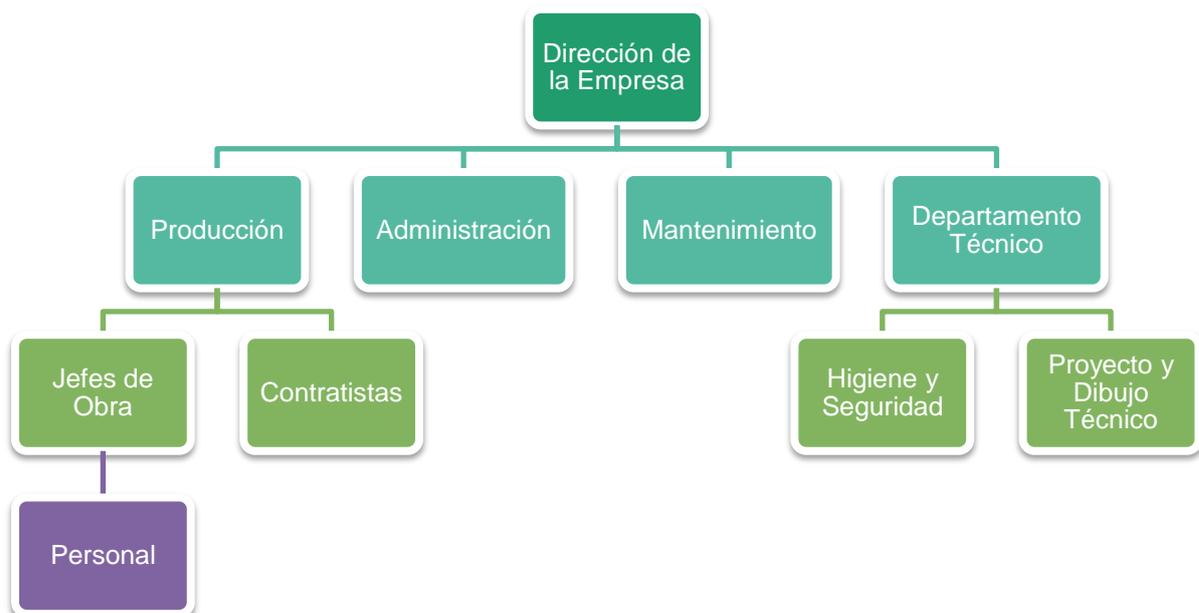


## DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

ARROW S.R.L. es una empresa constructora de origen familiar nacida en 2001, especializada en obras de infraestructura, obras viales, obras civiles, y desarrollo de proyectos inmobiliarios. Además de esto, brinda servicios de asesoramiento técnico para importantes proyectos y alquiler de maquinaria para los mismos.

Ha sido investida con la confianza de grandes empresas del medio como Riva S.A y Electroingeniería, para la consecución de proyectos conjuntos; y se ha puesto en nuestras manos proyectos de vital importancia para la región, como el Aeropuerto Regional, el Nuevo Hospital Pasteur, el nuevo puente “Presidente Juan Domingo Perón”, la Restitución del cauce del Río Ctalamuchita, cloacas, redes de agua, cordón cuneta y pavimento en diversos barrios y muchas otras más.

La estructura de la empresa es la siguiente:





## MEMORIA DESCRIPTIVA

### CARACTERÍSTICAS DEL LOTEO

Villa María es una ciudad del centro de la Provincia de Córdoba, Argentina, cabecera del Departamento General San Martín (véase Fig.1). Es la tercera en importancia de la provincia, luego de la capital y la ciudad de Río Cuarto.

Se encuentra en plena Pampa Húmeda a orillas del Río Tercero o Ctalamochita y a 146 km al sudeste de la ciudad de Córdoba (véase Fig.2).



Figura 1 – Ubicación en Argentina

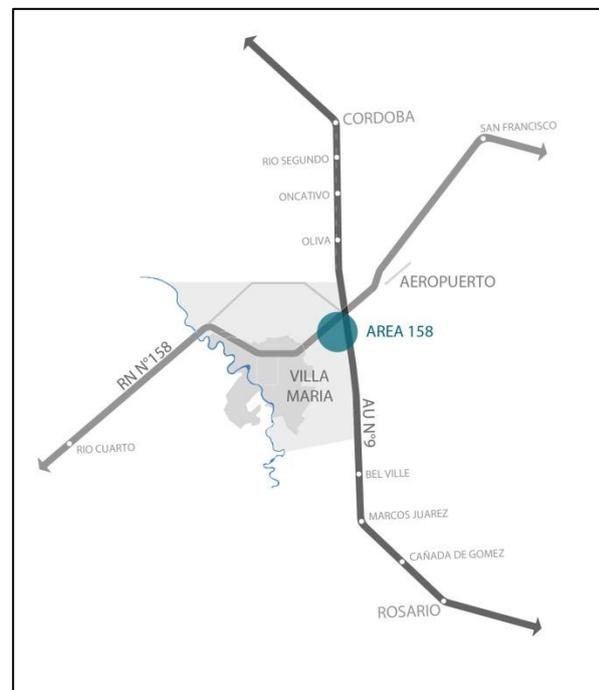


Figura 2 – Ubicación en la Región

El loteo sobre el cual se realiza el trabajo consta de 42 hectáreas las cuales se ubican bordeando la Ruta Nacional 158 y la Autopista Córdoba – Rosario (véase Fig. 3).

Respecto al ejido urbano, el loteo se ubica al norte de la ciudad a unos 3,6 km del centro de la misma.

Los accesos que posee el loteo son por Ruta Nacional 158, por Colectora a Autopista y por Calle Francisco García.

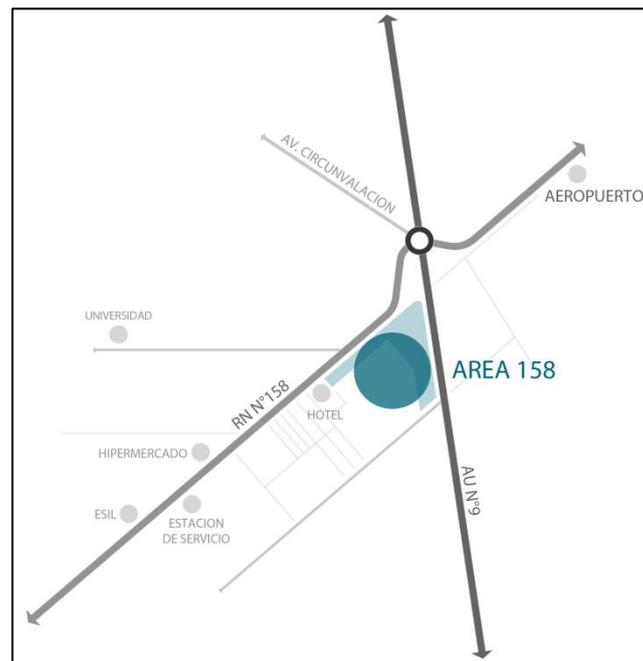


Figura 3 – Ubicación en la Ciudad

## USO DE SUELO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS LOTES

El uso de suelo del loteo se puede apreciar en el plano adjunto (véase Plano N° 1).

Se puede observar que los lotes con frente hacia las vías de comunicación principales (Ruta Nacional 158 y Colectora de Autopista) son destinados para la construcción de locales comerciales donde se prevén dársenas de estacionamiento para facilitar el acceso de los clientes a dichos espacios.

La zona interior del loteo y la correspondiente a una segunda etapa del mismo están dedicadas a uso residencial.

Los lotes poseen diversas dimensiones en función del uso de suelo al que se destinan. El área residencial, la cual se denomina residencial “Las Margaritas”, consta de unas 5,6 hectáreas edificables con lotes de dimensiones que van desde los 450 m<sup>2</sup> a los 650 m<sup>2</sup> denotando un destino para clase social de media a alta (véase Fig. 4).

El resto del loteo tiene uso de suelo con fines comerciales con parcelas que van desde 800 m<sup>2</sup> a 5300 m<sup>2</sup> de superficie (véase Fig. 5).



Figura 4 – Loteo Residencial “Las Margaritas”



Figura 5 – Zona Comercial frente a Autopista

## ASPECTOS A CONSIDERAR / INTERFERENCIAS

En una de las avenidas se encuentran dos líneas de árboles de Eucaliptus, una de ellas ubicada a dos metros hacia el sur del eje de dicha avenida y la otra línea sobre la vereda sur de la misma (Véase Fig. 6). Estos árboles pueden perjudicar la excavación de la zanja para la red cloacal y la ubicación de las bocas de registro por lo tanto más adelante se analizará en detalle su influencia.

En la avenida orientada de Noroeste a Sureste existe una línea de transporte de alta tensión (132 kV) que está ubicada sobre el eje de la misma (Véase Fig. 6) teniendo efectos similares a la línea de árboles ya que se encuentran las bases de los postes de la red.

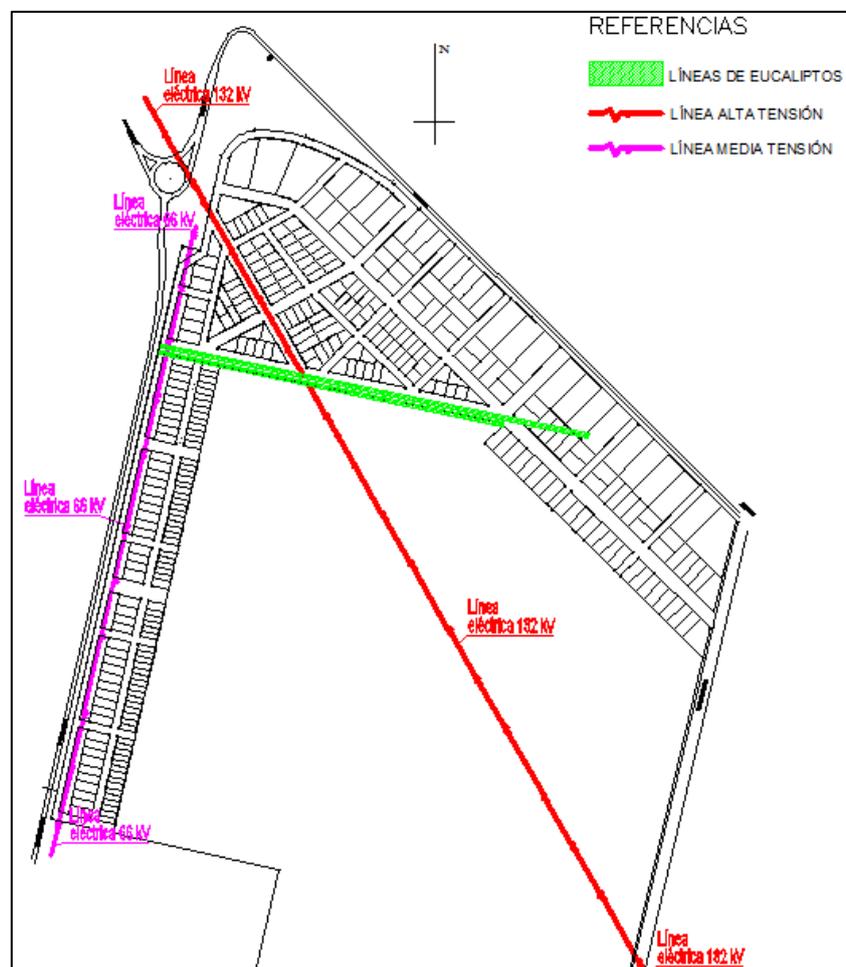


Figura 6 – Interferencias

Además es necesario destacar que las posibilidades de vinculación de la red del loteo con la red existente son dos y su análisis se detallará más adelante.



## NIVELES DE TERRENO NATURAL

Para poder diseñar la red es necesario saber los distintos niveles que posee el terreno y de esta manera determinar la dirección más conveniente del flujo y las pendientes dominantes del mismo.

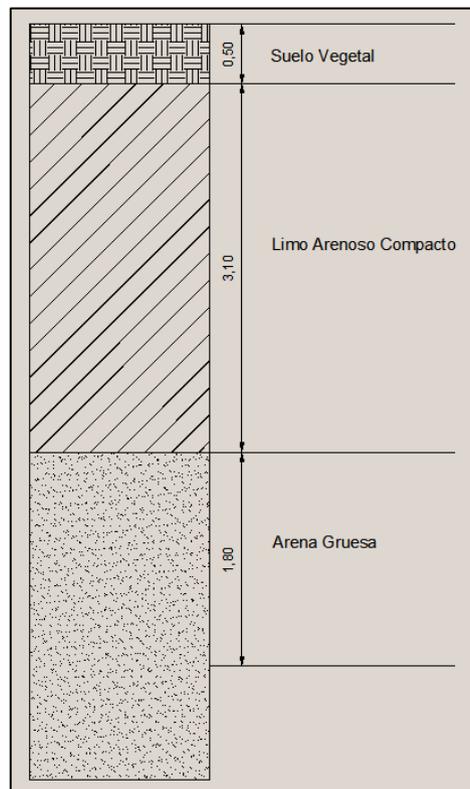
En esta etapa se realizó una nivelación geométrica del loteo con una precisión al centímetro, tomando las cotas en las esquinas y en los ejes de las calles abiertas (Véase Plano N° 2).

Para referenciar las medidas al sistema de la Cooperativa de Agua y Cloacas 15 de Mayo que rige en la ciudad de Villa María, se utilizaron los puntos fijos materializados dentro y en los alrededores del loteo con cotas conocidas y referenciadas a dicho sistema.

## CARACTERISTICAS DEL SUELO

Para determinar el tipo de suelo se realizaron calicatas en las zonas donde se prevé de antemano que se alcanzarán profundidades importantes de excavación, las mismas se encuentran sobre la calle Francisco García y al sur del loteo donde se estima puede construirse una colectora.

En total se realizaron 3 calicatas y se obtuvo el siguiente perfil que se repitió aproximadamente en cada caso.





## PERSPECTIVAS DE EXPANSIÓN

Como se mencionó en la introducción el loteo va a presentar una segunda etapa en la que se realizará una expansión del área residencial junto a unas lagunas artificiales que están en proceso de aprobación (Véase Fig. 7).

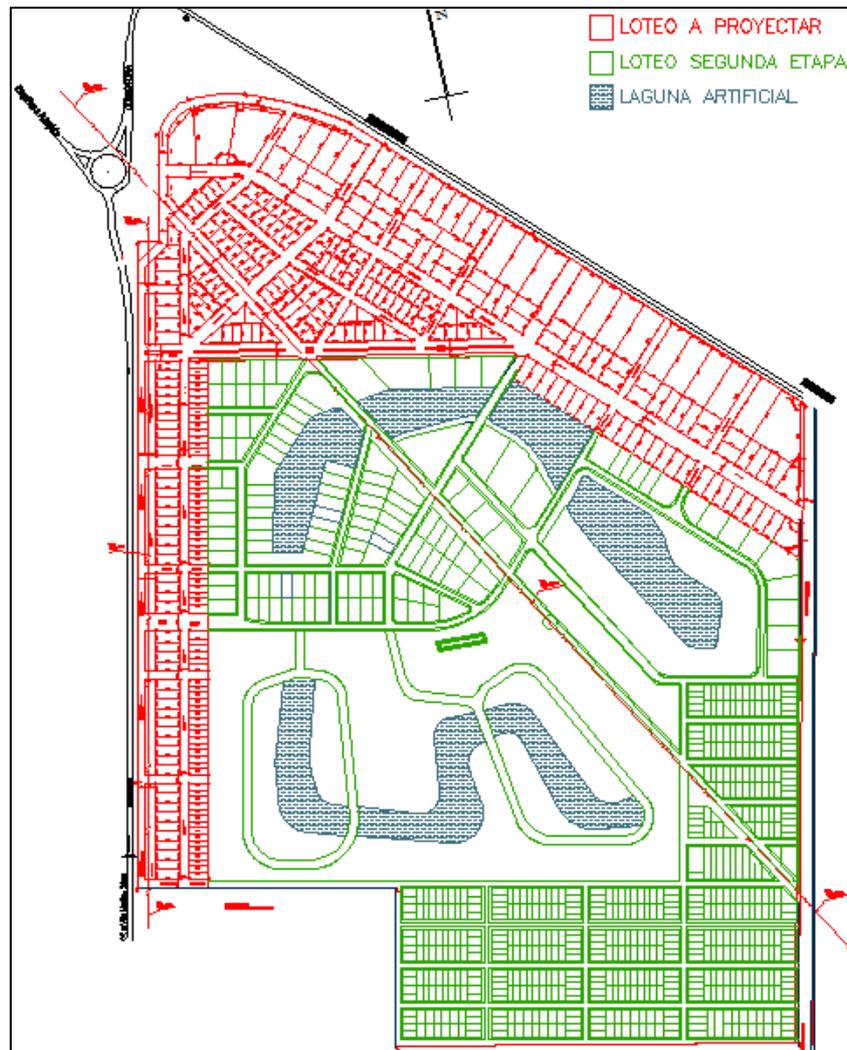


Figura 7 – Futura Expansión

Esta expansión deberá ser tomada en cuenta sobre todo en la cañería colectora que unirá la primera etapa del proyecto con la red cloacal existente de la ciudad.



## RED ACTUAL DE LÍQUIDOS CLOACALES - RELEVAMIENTO DE LA SITUACIÓN EXISTENTE

Solicitando en la Municipalidad de Villa María el plano de redes cloacales existentes, se analizaron las diferentes posibilidades para evacuar los líquidos del loteo.

Si se observa el Plano N° 3, los puntos más cercanos de nexos entre la cañería existente y la zona a proyectar son por la Ruta N° 158 hasta el American Park Hotel donde se encuentra una cañería de Ø250 con una cota de intradós de 12,23 o vinculando el loteo por la calle Francisco García hasta la calle Vélez Sarsfield donde se encuentra una cañería maestra de Ø500 con una cota de intradós de 8,20.

## PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

### ***Período de Diseño***

Es el lapso de tiempo que transcurre entre la puesta en funcionamiento de una obra y la fecha en la que la obra comienza a resultar insuficiente, es decir, que se ha superado la capacidad para la cual fue diseñada.

La elección de este parámetro es dificultosa ya que en su determinación intervienen factores económicos, técnicos y sociales.

Según los criterios que toma ENOHSA:

- Para edificios: 50 años
- Para cisternas: 50 años
- Para cañerías: 20 años
- Para elementos mecánicos: 5 a 14 años



### **Proyección de la Población**

La cantidad de aguas residuales a eliminar de una comunidad depende de la población y de la contribución per cápita. Por lo tanto, si se desea prever con exactitud la cantidad de aguas residuales será imprescindible llevar a cabo estudios de población.

Para el cálculo de la población de proyecto se emplean preferentemente los siguientes métodos:

- Método de incrementos diferenciales;
- Método geométrico;
- Método aritmético.

Los mismos se basan prácticamente en resultados de censos poblacionales actuales y anteriores para su debido cálculo de población futura.

Sin embargo por tratarse de un área de estudio y proyecto relativamente pequeña, ésta población de proyecto se puede obtener de la lotificación que actualmente guarda dicha área y del índice poblacional, previendo para ello el posible crecimiento demográfico.

### **Dotación**

Para conocer los caudales de cálculo es necesario obtener el valor del aporte cloacal unitario. Para ello es menester tener información sobre la dotación de agua potable.

La dotación es la cantidad de agua usada diariamente por un habitante, expresada generalmente en litros por habitante por día. Este es un concepto estadístico por cuanto conlleva el concepto de una proyección.

Al ser el sistema de alcantarillado de líquidos residuales un sistema separativo (conducirá solo los líquidos residuales y no así aguas pluviales), el aporte cloacal unitario para el cálculo de la red está en conexión directa solo con la dotación de agua potable.

La dotación de agua potable cubre todas las necesidades de agua de una población, pero una considerable parte de la misma no llegara al alcantarillado cloacal, este valor por lo general es de un 15% a un 20% y está comprendido por el agua usada para el llenado de piscinas, limpieza de pisos, riego de calles y jardines etc.

Por lo tanto ya tenemos que el aporte cloacal unitario será un 20% menor a la dotación de agua potable (dato aportado por la Cooperativa de Agua y Cloacas 15 de Mayo).

Además al determinar la dotación a utilizarse, en un diseño, hay que tener en cuenta un número muy grande de factores, que pueden dividirse en factores generales y



específicos. Algunos *factores generales* son el tamaño de la ciudad, las características de la ciudad (ciudades comerciales, industriales, balnearios, etc.), hábitos higiénicos (población sanitariamente educada posee mayor consumo), evacuación de líquidos cloacales (las localidades con redes cloacales poseen mayores consumos), entre otros y *factores específicos* como calidad del agua (el agua potable tiene mayor consumo que el agua turbia, con olor y sabor desagradable), control de consumo (cuando el uso del agua es medido, el consumo disminuye), el costo del agua (a mayor costo, menor consumo), piletas de natación (la existencia de piscinas puede incidir en gran medida en el consumo de agua de las propiedades), entre otros.

Con referencia al análisis anterior correspondiente al tipo de densidad de viviendas y demás factores, la Cooperativa realizó un análisis en base al consumo mensual y las cantidades de conexiones durante los últimos años para así estipular el consumo promedio para distintos usos de suelo y densidades de población.

Para la zona residencial con una densidad de viviendas media, la Cooperativa trabaja con una dotación de **280 litros/hab.día**, para residencial con densidad de viviendas baja **310 litros/hab.día**.

Para la zona comercial se considera una dotación de **180 litros/hab.día**.

### **Caudales de Diseño**

Los caudales de aguas residuales se establecen considerando la procedencia, la dotación por habitante por día y el número de usuarios del sistema.

En la ciudad de Villa María se proyecta tomando como base las Normas Generales para la Ejecución de Instalaciones Sanitarias Externas por Cuenta de Terceros de la Empresa Obras Sanitarias de la Nación dependiente de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación del año 1973, con modificaciones adoptadas por los distintos avances tecnológicos desde ese entonces.

Para el cálculo del caudal (Q) total se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q \left( \frac{l}{s} \right) = \frac{\text{Población} \times \text{Dotación} \left( \frac{l}{\text{habitantes}} \times \text{día} \right) \times 0,80 \times 1,80}{86400 \left( \frac{s}{\text{día}} \right)}$$

Donde:

0,80 corresponde a que el 80% del agua consumida va a la red cloacal.

1,80 es un coeficiente de consumo pico otorgado por la Cooperativa.

86400 es el factor de conversión de días a segundos.



## COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

El conocimiento de las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales es esencial para el proyecto y funcionamiento de las instalaciones para su recogida, tratamiento y evacuación.

Dado que el alcance del informe no involucra el tratamiento de los líquidos recolectados, se mencionaran solamente los análisis que deberían de tenerse en cuenta y una breve explicación de los mismos.

### ***Procedencia de las Aguas Residuales***

En el caso del loteo, ya que no se encuentran industrias en el mismo, la procedencia de los líquidos residuales puede considerarse completamente de tipo residencial.

### ***Análisis de Aguas Residuales***

Los análisis realizados con aguas residuales pueden clasificarse en físicos, químicos y biológicos. Los principales parámetros utilizados para caracterizar un agua residual se citan en la siguiente tabla.



PARÁMETROS	ORIGEN
<b>Físicos</b>	
Sólidos	Suministro de agua, residuos industriales y domésticos.
Temperatura	Residuos industriales y domésticos
Color	Residuos industriales y domésticos
Olor	Agua residual en descomposición, residuos industriales.
<b>Químicos</b>	
<i>Orgánico:</i>	
Proteínas	Residuos comerciales y domésticos
Carbohidratos	Residuos comerciales y domésticos
Grasas y aceites	Residuos industriales, comerciales y domésticos.
Fenoles	Residuos industriales.
Pesticidas	Residuos agrícolas
<i>Inorgánico:</i>	
PH	Residuos industriales
Cloruros	Residuos industriales, suministro de agua doméstica e infiltración de agua subterránea
Alcalinidad	Residuos domésticos, suministro de agua doméstica e infiltración de agua subterránea
Nitrógeno	Residuos domésticos y agrícolas
Fósforo	Residuos domésticos e industriales.
Azufre	Residuos industriales y suministro de agua doméstica
Compuestos tóxicos	Residuos industriales e infiltración de agua subterránea
<i>Gases:</i>	
Oxígeno	Suministro de agua doméstica e infiltración de agua subterránea
Sulfuro de hidrógeno	Descomposición de aguas domésticas
Metano	Descomposición de aguas domésticas
<b>Biológicos</b>	
Protistas	Residuos domésticos, plantas de tratamiento
Virus	Residuos domésticos
Plantas	Corrientes de agua al descubierto y plantas de tratamiento
Animales	Corrientes de agua al descubierto y plantas de tratamiento

Fuente: información de la empresa.

### **Composición**

La composición se refiere a los constituyentes físicos, químicos y biológicos que se encuentran en el agua residual. Según la cantidad de estos componentes, el agua residual se clasifica como fuerte, media o débil.

Los líquidos cloacales se encuentran compuestos fundamentalmente de los siguientes elementos:



- Agua proveniente de la cocina.
- Agua del baño y lavados de ropa.
- Agua del lavado de pisos, veredas, etc.
- Orina.
- Agua del inodoro (material fecal).

La tabla siguiente muestra los datos típicos de la concentración y composición del agua residual doméstica.

CONSTITUYENTE	CONCENTRACIÓN		
	Fuerte	Media	débil
Sólidos, en total	1200	700	350
Disueltos, en total	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
Suspendidos, en total	350	200	100
Fijos	75	50	30
Volátiles	275	150	70
Sólidos Sedimentables (ml/l)	20	10	5
Demanda bioquímica de oxígeno, a los 5 días a 20 °C	300	200	100
Carbono Orgánico total	300	200	100
Demanda química de oxígeno	1000	500	250
Nitrógeno, en total	85	40	20
Orgánico	35	15	6
Amoniacal	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo, en total	20	10	6
Orgánico	5	3	2
Inorgánico	15	7	4
Cloruros	100	50	30
Alcalinidad (como CaCO <sub>3</sub> )	200	100	50
Grasa	150	100	50

Fuente: información de la empresa.

Nota: todos los valores excepto los sólidos sedimentables se expresan en mg/l.



## **Características Físicas**

### Sólidos totales

Los sólidos totales del agua residual proceden del agua de abastecimiento, del uso industrial y doméstico y del agua de infiltración de pozos locales y aguas subterráneas.

Los sólidos domésticos incluyen los procedentes de inodoros, fregaderos, baños y lavaderos.

Los sólidos totales pueden clasificarse en sólidos suspendidos y sólidos filtrables.

Los sólidos suspendidos se clasifican a su vez en sedimentables y no sedimentables. Por su parte, la fracción de sólidos filtrables se compone de sólidos coloidales.

### Temperatura

La temperatura es un parámetro muy importante por su efecto en la vida acuática, en las reacciones químicas y velocidades de reacción. Un aumento de la misma supone un aumento de la velocidad de las reacciones, junto con una disminución del oxígeno presente. Finalmente, las temperaturas anormalmente elevadas pueden dar lugar a un crecimiento indeseable de plantas acuáticas y hongos.

### Color

El agua residual reciente suele ser gris. Sin embargo, cuando los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce a cero y el color cambia a negro brillante.

### Olores

Los olores son debidos a los gases producidos por la descomposición de la materia orgánica.

## **Características Químicas**

### Materia orgánica

En un agua residual de intensidad media, un 75% de los sólidos suspendidos y un 40% de los sólidos filtrables son de naturaleza orgánica. Los compuestos orgánicos están formados generalmente por una combinación de carbono, hidrógeno y oxígeno, junto con nitrógeno en algunos casos. Otros elementos importantes como el azufre, fósforo y hierro pueden hallarse también presentes.



#### Medida del contenido orgánico:

En el transcurso de los años se han desarrollado una serie de ensayos para determinar el contenido orgánico de las aguas residuales. Los métodos de laboratorio más utilizados hoy día son el de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y carbono orgánico total (COT). Otro ensayo más reciente es la demanda total de oxígeno (DTO) y la demanda teórica de oxígeno (DteO).

*DBO*: se puede definir como la cantidad de oxígeno requerida para la descomposición biológica de los sólidos orgánicos disueltos, en condiciones aerobias, en un tiempo y a una temperatura determinada.

La DBO es el índice de contaminación biológica por excelencia de las aguas residuales. Varía en función del tiempo y la temperatura. Nos da una idea de la tratabilidad por medios biológicos de las aguas residuales así como también de las posibilidades de degradación de la materia orgánica contenida en las mismas.

*DQO*: el ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas residuales como de las naturales. El equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse se mide utilizando un fuerte agente químico oxidante en medio ácido, como el dicromato potásico. La DQO es por lo general mayor que la DBO, porque es mayor el número de compuestos que pueden oxidarse por vía química que por vía biológica. En muchos tipos de aguas residuales es posible correlacionar la DQO con la DBO. Ello puede resultar muy útil porque la DQO puede determinarse en 3 horas comparado con los 5 días que supone la DBO. Una vez que se ha establecido la correlación, pueden utilizarse las medidas de la DQO para el funcionamiento y control de la planta de tratamiento.

*COT*: es otro ensayo utilizado para determinar el contenido de materia orgánica presente, siendo especialmente aplicable a pequeñas concentraciones de materia orgánica. El ensayo puede realizarse en poco tiempo y su uso se está extendiendo rápidamente. Algunos compuestos orgánicos tienden a no oxidarse pudiendo suceder que el valor medido del COT sea ligeramente inferior a la cantidad real presente en la muestra.

*DTO*: es otro método instrumental para determinar el contenido orgánico presente en las aguas residuales. Este ensayo puede efectuarse rápidamente y sus valores han sido correlacionados con la DQO.

*DteO*: es un método para determinar el contenido de materia orgánica mediante la aplicación de fórmulas químicas de estequiometría, por lo que exige conocer la composición química del líquido residual. No es un ensayo sino que consiste solo en aplicar fórmulas químicas.



### Materia Inorgánica

Varios compuestos inorgánicos de las aguas residuales y naturales tienen importancia para el establecimiento y control de calidad del agua. Las aguas residuales, a excepción de algunos efluentes industriales, son raramente tratadas para la eliminación de los constituyentes inorgánicos que se añaden en el ciclo de su utilización. Sin embargo la concentración de los distintos constituyentes inorgánicos puede afectar los distintos usos del agua, por lo que conviene analizar la naturaleza de algunos de ellos.

*pH*: la concentración del ion hidrógeno es un parámetro muy importante, porque el intervalo de concentración es muy estrecho y crítico.

*Cloruros*: las heces humanas contienen unos 6 gramos de cloruros por persona y por día. En lugares donde la dureza del agua sea elevada (agua con grandes cantidades de carbonatos y sulfatos de calcio y magnesio), los ablandadores aportarán igualmente grandes cantidades de cloruros. Puesto que los tratamientos convencionales de las aguas residuales no eliminan los cloruros en cantidades significativas, las concentraciones de cloruros superiores a las normales pueden interpretarse como una señal de que la masa de agua se está utilizando para el vertido de aguas residuales.

*Alcalinidad*: la alcalinidad de las aguas residuales se debe a la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de calcio, magnesio, potasio o amoníaco. El agua residual es en general alcalina, recibiendo su alcalinidad del agua de suministro, del agua subterránea y de las materias añadidas durante el uso doméstico. La alcalinidad del uso es importante cuando deba hacerse un tratamiento químico.

*Nitrógeno y Fósforo*: son los llamados nutrientes o bio-estimulantes, porque son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas.

*Compuestos tóxicos*: por su toxicidad, ciertos cationes son de gran importancia en el tratamiento y vertido de las aguas residuales. El cobre, plomo, plata, cromo, arsénico y boro son tóxicos en distintos grados para los microorganismos y por lo tanto deben tenerse en cuenta cuando se proyecta una planta de tratamiento biológico.

*Gases*: los gases más frecuentemente encontrados en el agua residual sin tratar son: nitrógeno ( $N_2$ ), oxígeno ( $O_2$ ), anhídrido carbónico ( $CO_2$ ), sulfuro de hidrógeno ( $SH_2$ ), amoníaco ( $NH_3$ ) y metano ( $CH_4$ ). Los tres primeros son comunes en la atmósfera mientras que los tres últimos, proceden de la descomposición de la materia orgánica presente en el agua residual.

El metano es el principal subproducto de la descomposición anaerobia, no encontrándose normalmente en grandes cantidades, porque las bacterias que lo producen son muy sensibles a pequeñas cantidades de oxígeno. Es un hidrocarburo combustible, incoloro e inodoro de gran valor como combustible.



## **Características Biológicas**

Los aspectos biológicos que deben tenerse presente incluyen el conocimiento de los grupos principales de microorganismos que se encuentran en las aguas residuales, así como también aquellos que intervienen en el tratamiento biológico y aquellos que son utilizados como indicadores de polución y contaminación, y finalmente, el conocimiento de los métodos utilizados para valorar la toxicidad de las aguas residuales tratadas.

### Microorganismos

Los principales grupos de microorganismos que se encuentran presentes en las aguas residuales se clasifican en protistas, plantas y animales. La categoría de las protistas incluyen las bacterias, hongos, protozoos y algas. Como plantas se clasifican las de semilla, helechos, musgos y hepáticas. Como animales se clasifican los vertebrados e invertebrados.

*Protistas:* las protistas son el grupo más importante de los microorganismos con que el ingeniero sanitario debe familiarizarse, especialmente las bacterias, algas y protozoos.

Dado el amplio y fundamental papel jugado por las bacterias en la descomposición y estabilización de la materia orgánica, deben conocerse bien sus características, funciones, metabolismos y síntesis.

*Bacterias:* son organismos de tamaño microscópico, unicelulares, cuyos procesos vitales y funciones son similares a la de los vegetales. Su papel en la estabilización de la materia orgánica por medios biológicos es fundamental. Las bacterias para poder subsistir requieren como todo organismo vivo, alimento, oxígeno y agua. Los procesos vitales que en ellas se verifican dan origen a su vez a productos de desecho.

Las bacterias se clasifican en dos grupos: bacterias parásitas y bacterias saprófitas.

- Las bacterias parásitas son aquellas que viven a expensas de otro organismo vivo, del cual extraen el alimento preparado para consumirlo. Dentro de este tipo se encuentran algunos grupos que durante su desarrollo en el tracto digestivo de los animales producen toxinas, las que afectan la salud del huésped produciendo enfermedades. La posible existencia de estos microorganismos en las aguas negras y su peligrosidad hacen que estas deban colectarse y tratarse adecuadamente, a fin de evitar la transmisión de estas bacterias patógenas de un individuo a otro.
- Las bacterias saprófitas son aquellos microorganismos que obtienen su alimento mediante la descomposición de la materia orgánica, produciendo como desecho sustancias más simples, que pueden ser de tipo orgánico e inorgánico. Estas bacterias, por la función ya indicada, son los agentes principales de los procesos de tratamiento. Existen varias especies de saprófitas, cada una de las cuales tiene un papel específico en el proceso, tendiendo a desaparecer una vez que ha cumplido su ciclo.



Todas las bacterias requieren además de alimento, oxígeno para su respiración. Las bacterias aerobias solo pueden usar el oxígeno disuelto en el agua, dando lugar a un proceso de degradación o descomposición aerobia de la materia orgánica, que se caracteriza por el hecho de desarrollarse sin la producción de olores desagradables. En cambio las bacterias anaerobias no pueden vivir en presencia del oxígeno disuelto. Lo obtienen del oxígeno contenido en la materia orgánica, a la cual deben descomponer dando lugar a un proceso de putrefacción o descomposición anaerobia, que se caracteriza por la producción y emanación de olores desagradables.

Es importante destacar la presencia de otras bacterias saprófitas que gozan de las características de los dos tipos antes mencionadas, recibiendo el nombre de bacterias facultativas, siendo de gran importancia en los procesos de tratamiento debido a su adaptabilidad a distintas concentraciones de oxígeno.

El contenido acuoso de las aguas negras favorece notablemente el desarrollo de las bacterias. Estos organismos son muy sensibles a los cambios de temperatura, dado que su velocidad de reproducción es proporcional al trabajo desarrollado, siendo su actividad afectada notablemente por tales variaciones.

La temperatura óptima para la mayoría de los tipos saprófitos oscila entre los 20°C y los 40°C, recibiendo por tal razón el nombre de mesófilos. Para temperaturas mayores o menores a las indicadas su actividad decrece y finalmente se anula. Otras bacterias actúan en un rango de temperatura que oscila entre los 55°C y los 60°C, conociéndose con el nombre de bacterias termófilas.

Es importante hacer notar que ciertas variedades llamadas psicrófilas alcanzan su mayor actividad en temperaturas muy bajas, las que oscilan entre los 0°C y 5°C.

Todos los procesos, cuando se desarrollan en condiciones óptimas, se realizan ordenadamente y concluyen con la destrucción total de las materias orgánicas contenidas en las aguas residuales.

*Algas:* las algas pueden representar un serio problema en las aguas superficiales, ya que cuando el contenido de compuestos requeridos para su crecimiento es abundante pueden reproducirse rápidamente, produciendo la eutrofización del agua. Puesto que los efluentes de las plantas de tratamiento son ricos en nutrientes biológicos, la descarga de los efluentes en los lagos motiva su enriquecimiento y aumenta la tasa de eutrofización.

Uno de los principales problemas en el tratamiento de líquidos residuales es tratar de evitar que los efluentes de las plantas sean ricos en nutrientes y de esa forma evitar desarrollos indeseados de algas.

*Virus:* además de las bacterias pueden existir otros microorganismos, de estructura más compleja, aunque de funciones y procesos vitales similares a ellas. Algunos de estos microorganismos son sub-microscópicos. Tal es el caso de los virus, cuya presencia en las aguas negras se ha podido comprobar, aunque no existen datos



concretos sobre la función que cumplen en el proceso de depuración. Los virus excretados por los humanos pueden llegar a ser un peligro muy importante para la salud pública. Se sabe con certeza que algunos virus viven hasta 41 días en el agua residual a 20°C.

*Plantas y animales:* las plantas y animales de importancia varían desde rotíferos microscópicos y gusanos hasta crustáceos macroscópicos. El conocimiento de estos organismos es útil para determinar la toxicidad de las aguas residuales evacuadas al medio ambiente y al observar la efectividad de la vida biológica en los procesos secundarios de tratamiento utilizados para destruir los residuos orgánicos.

*Organismos coliformes:* el tracto intestinal del hombre contiene innumerables bacterias en forma de bastoncillos conocidas como organismos coliformes. Estos no son dañinos al hombre y de hecho son útiles para destruir la materia orgánica en los procesos biológicos de tratamiento de las aguas residuales. Los organismos patógenos son evacuados por los seres humanos afectados por alguna enfermedad. Dado que el número de organismos patógenos presentes en las aguas residuales son pocos y difíciles de aislar, el organismo coliforme, que es más numeroso y de determinación más sencilla, se utiliza como organismo indicador.

La presencia de organismos coliformes se interpreta como una indicación de que los organismos patógenos también pueden estar presentes.

El procedimiento más corriente para determinar la presencia de coliformes consiste en la realización de ensayos presuntivos y confirmados. El ensayo presuntivo se basa en la capacidad del grupo coliforme para fermentar el caldo de lactosa, con desprendimiento de gas. El ensayo confirmado consiste en el desarrollo de cultivos de bacterias coliformes sobre medios que eliminan el crecimiento de otros organismos.

### ***Características del Líquido Cloacal de Villa María***

De información aportada por la Cooperativa de Agua y Cloacas 15 de Mayo de Villa María y por la Cooperativa Cooperativa de Agua Potable, Otros Servicios Públicos y Vivienda de Villa Nueva Limitada, puede tomarse como adecuado para el líquido cloacal un valor de DBO: 230 mg/l.



## RED DE COLECTORAS

Un adecuado sistema de evacuación de los líquidos cloacales constituye un servicio público de vital importancia sin el cual sería imposible el desarrollo de una comunidad moderna.

Todas las ciudades producen aguas servidas y están sujetas a precipitaciones pluviales. Los medios adecuados para la recolección y disposición de esos desagües son absolutamente necesarios para la salud y bienestar de los habitantes.

Una red de colectoras cumple la función de juntar los desagües de las viviendas, comercios e industrias para su conducción al lugar adecuado para su disposición final.

Cuando las aguas pluviales se evacuan por una red de cañería independiente el sistema se denomina SEPARATIVO.

En el caso en que las aguas servidas y las pluviales concurren a una única red el sistema se denomina COMBINADO O UNITARIO.

Para el caso del loteo, se procederá a la evacuación de los líquidos cloacales independientemente de las aguas de lluvia a través de un sistema que denominaremos RED DE COLECTORAS. Esto se adopta fundamentalmente para no aumentar el costo de la obra y hacerla económicamente inviable.

Esta red forma parte de un servicio público fundamental y es probablemente el servicio al cual se le usa con menos cuidado, es decir, abusando de él.

Esta situación resulta de la creencia general de que los colectores deben evacuar cualquier tipo de líquidos y sólidos que puedan volcarse dentro de ellos. Estos abusos causan daños en el sistema y pueden crear complicaciones en el tratamiento posterior de depuración. Una red de colectoras no podrá rendir un servicio satisfactorio sin un adecuado contralor.

El mal uso que suele darse a una red de colectoras puede resumirse en los siguientes puntos:

1. Riesgo de fuego y explosiones resultantes de las descarga de substancias inflamables y explosivas al sistema.
2. Atascamiento de los colectores por introducción de raíces, acumulación de tierra, grasas, y variados objetos pesados.
3. Daños físicos resultantes de la descarga de aguas corrosivas o agua cuya composición estructural está en detrimento del sistema.
4. Sobre cargas por aguas de lluvia, resultante de conexiones indebidas en los sistemas separativos.



Una red colectora tiene dos funciones básicas:

- Conducir el máximo caudal para el cual fue diseñado, sin tener que trabajar a presión;
- Transportar los sólidos suspendidos en él líquido sin que se produzca sedimentación ni olores.

Para esto, nos interesa entonces el Caudal Máximo Horario que se espera en el loteo, que nos indicara la capacidad que debe tener la red. El Caudal Mínimo Horario al momento de comenzar a funcionar la red será el de mayor peligro en cuanto a sedimentaciones.

La red, entonces, será calculada, como ya se mencionó, para el caudal máximo esperado; esto implicara que debido al pequeño caudal existente al comenzar a funcionar la red no se cumplirá con la velocidad de auto limpieza por lo que será necesario durante los primeros años hacer descargas periódicas de agua a través de camiones cisterna o de hidrantes, si los hubiera, en los inicios de cañería (para esta verificación se puede recurrir a ábacos).

## MATERIALES

Los materiales que antiguamente se utilizaban para las colectoras son los siguientes:

- Caño de hormigón comprimido (H°C°).
- Caño de fibrocemento (FC).
- Caño de hierro fundido (H°F°).
- Caño de poli cloruro de vinilo (PVC).
- Caño de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV).

En la actualidad, se usa casi con exclusividad los últimos dos materiales mencionados (PVC y PRFV).

El material seleccionado para esta obra es el PVC cloacal clase 3, las ventajas de este material en la obra que nos ocupa son varios y se detallan a continuación:

- Alta resistencia a los productos químicos.
- Excelente resistencia mecánica.
- Mínima pérdida de carga.



- Total impermeabilidad.
- Totalmente atóxico.
- Bajo peso.
- Reducido costo.
- Fácil de reparar.
- Estanqueidad.

Los caños de PVC son de sección circular y se fabrican con una longitud de hasta 6 m., vienen provistos de un sistema de unión por espiga enchufe, por medio de una unión desmontable deslizante con aro de caucho.

Los caños deben ser aprobados por normas IRAM, que aseguran todas las propiedades necesarias para un correcto y duradero funcionamiento, mediante ensayos de laboratorios entre los cuales se destacan la resistencia al impacto, al aplastamiento, estabilidad dimensional, etc.

Las piezas especiales, curvas, ramales, manguitos etc., deben cumplir también con las normas mencionadas.

En cuanto a deformaciones a largo plazo en las tuberías de PVC enterradas, la experiencia tanto en Europa como en nuestro País revela que no se producen fallas en tuberías en servicio continuo por este motivo, aun cuando en muchos casos han sido instaladas en condiciones desfavorables.

Para el caso de la obra que nos ocupa no se tienen grandes profundidades dentro del loteo, el ancho de la zanja será el mínimo para una correcta colocación y la tapada se realizará siguiendo las especificaciones técnicas correspondientes.

En el tramo del nexo loteo / red existente habrá tapadas mayores que pueden generar mayores esfuerzos sobre la cañería, para lo cual será necesario el correcto preparado del fondo de zanja y luego un buen compactado en capas para lograr una apropiada distribución de esfuerzos sobre la cañería.

Teniendo estos recaudos se hace innecesario el cálculo de las deformaciones.



## DISEÑO DE LA RED COLECTORA

Algunos lineamientos utilizados para el diseño son los siguientes:

- Para el trazado de la red cloacal se pretende seguir la pendiente natural del terreno, utilizando una pendiente mínima del 3 ‰ (para cañería Ø160).
- La tapada mínima para evitar cargas excesivas sobre la cañería exigida por la Cooperativa es de 1,20 metros para cañerías por debajo de calzada y de 0,80 metros para cañerías colocadas sobre vereda.
- El diámetro mínimo de la cañería es de Ø160.
- La velocidad máxima del líquido cloacal no deberá provocar excesiva turbulencia, y la velocidad mínima deberá ser tal que no permita la sedimentación de los materiales en suspensión, o sea velocidad de auto limpieza. La velocidad mínima requerida, según el ENHOSA, debe ser mayor o igual a 0,60 m/seg. para el caudal a sección llena que corresponda al diámetro y pendiente seleccionada. La velocidad máxima, no debe superar los 3,00 m/seg a sección llena o semi llena. Este criterio es conservador, porque las redes originariamente eran de Hormigón y se trataba de evitar la erosión en las cañerías por el arrastre de partículas.
- El diámetro de salida siempre será mayor o igual al diámetro de entrada.
- La cota del invertido del caño de salida siempre estará por debajo de la cota del invertido del caño de entrada.
- La cota de intradós del caño que ventila estará por lo menos un diámetro por encima del intradós del caño que desagua.



## CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED COLECTORA

Para llevar a cabo el cálculo hidráulico es necesario obtener la longitud de la red para, posteriormente, encontrar el gasto hectométrico del loteo.

$$Q_{Hectometrico} \left( \frac{l}{s} \right) = \frac{Población \times Dotación \left( \frac{l}{habitantes \times día} \right) \times 0,80 \times 1,80}{86400 \left( \frac{s}{día} \right) \times Longitud Red (Hm)}$$

Los conductos cloacales circulares se calculan siempre como canales a sección llena, o sea el tirante coincidirá con el diámetro de la cañería.

Partiendo de la fórmula de Chezy, que permite obtener la velocidad media en la sección de un canal:

$$V = C \times \sqrt{R \times i} \quad (1)$$

Donde:

R: Radio hidráulico de la sección.

i: Pendiente hidráulica m/m.

C: Coeficiente de Chezy. Está en función de material, viscosidad del fluido, R.

De la expresión más simple de la fórmula de Manning:

$$C = \frac{1}{n} \times R^{1/6} \quad (2)$$

Donde:

n: Coeficiente de Manning. Está en función del material y la viscosidad del fluido. Para la cañería de PVC según estudios en laboratorios es apropiado tomar 0,011.

Si reemplazamos (2) en (1) obtenemos:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{1/6} \times \sqrt{R \times i} = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

Como

$$R = A/p ; A = \frac{\pi \times \phi^2}{4} ; P = \pi \times \phi$$

Entonces

$$R = \frac{\pi \times \phi^2}{\pi \times \phi} = \frac{\phi}{4}$$



Luego

$$V = 36,08 \times \phi^{2/3} \times i^{1/2} \quad (3)$$

Por la ecuación de continuidad

$$Q = A \times V \quad (4)$$

Reemplazando (3) en (4):

$$Q = 28,335 \times \phi^{8/3} \times i^{1/2} \quad [m^3/s]$$

$$Q = 28335 \times \phi^{8/3} \times i^{1/2} \quad [l/s]$$

$$\phi [m] = \left( \frac{Q[l/s]}{28335 \times i^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Una vez obtenido el diámetro se adopta uno comercial y con este se calcula la velocidad de auto-limpieza mediante la fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2} \geq 0,60 \text{ m/s}$$

Está comprobado por ENOHSA que el criterio de velocidad de auto-limpieza es más representativo para conductos con diámetro mayor a 300 mm.

## CONEXIONES DOMICILIARIAS

Las conexiones domiciliarias externas (o acometidas) serán de diámetro 110 mm y rígen, para los materiales las mismas normas que para la cañería de la colectora. Se instalarán con una pendiente mínima de 1.5 % hacia la colectora.

Los empalmes de las conexiones domiciliarias con las colectoras se harán mediante ramales “Y” que desemboquen en el mismo sentido que el flujo en la parte superior de la colectora. El conducto de la conexión empalmará con el ramal mencionado mediante una curva a 45°. En el extremo de la cañería de 110 mm se colocará una tapa de PVC, hasta que se realice la conexión correspondiente (Véase Fig. 9).

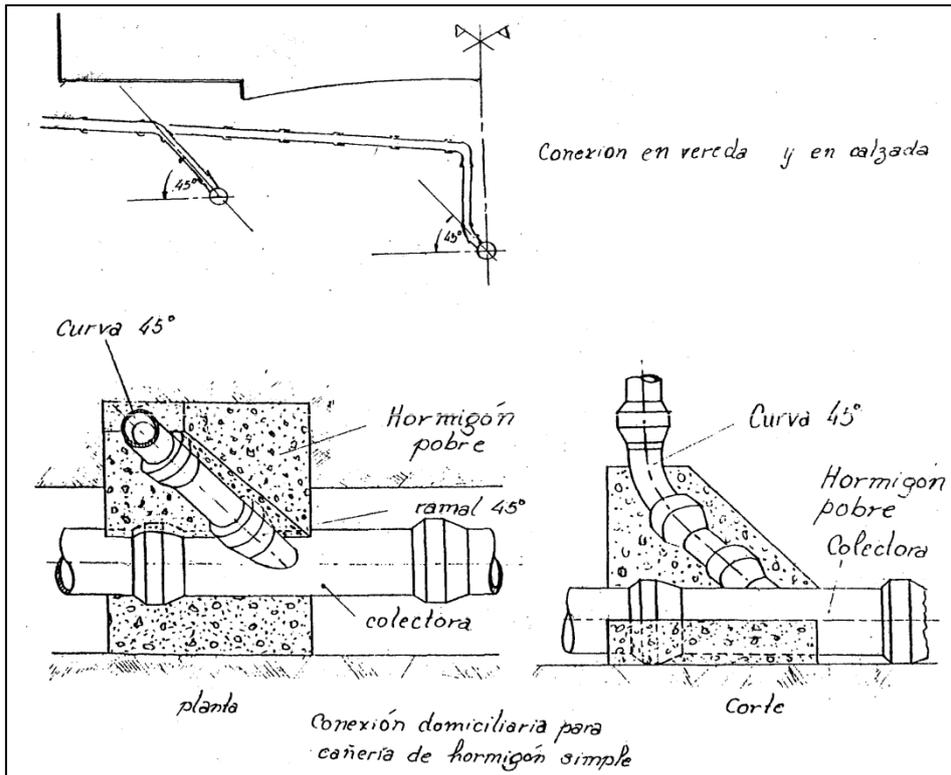


Figura 8 - Conexión Domiciliaria

Vale aclarar que en la conexión con cañería de PVC no es necesario realizarle la protección con hormigón pobre debido a la estanqueidad del material adoptado.

En el caso de que la tapada de la red colectora sea superior a los 3.00 m o el diámetro de la cañería sea igual o mayor a 300 mm, no se podrán realizar conexiones domiciliarias sobre dicha cañería, debiéndose ejecutar una cañería subsidiaria.

## TAPADO DE CAÑERÍA Y PRUEBA HIDRÁULICA

El tapado de las zanjas podrá ser realizado con el material extraído de la excavación, el que será acopiado al costado de la zanja.

El grado de compactación a lograr será por lo menos igual al del terreno natural no alterado.

Se requiere que se preste la mayor atención en la ubicación y compactación del material debajo del caño y hasta la denominada zona de cuna (diámetro horizontal del caño).

El material se colocará en capas no mayores a 20 cm de espesor y se compactará mediante método manual empleando pisones de tamaño y peso adecuados dentro de



la zona de caño y hasta 15 cm por encima de la misma evitando dañar el caño por impacto.

Por encima de ese nivel podrá emplearse compactación mecánica empleando equipos estáticos o dinámicos. La operación será continua hasta la finalización del relleno.

El relleno no será volcado directamente sobre los caños para evitar que algún posible objeto o una roca dañe el caño en la caída.

Para la prueba hidráulica, se realizara una tapada de 30 cm sobre el intradós del caño dejando al descubierto las uniones y piezas especiales para conexiones.

Se cargará el tramo del conducto con una presión de 2 metros de columna de agua y se controlará durante un lapso de 30 minutos observando si el nivel disminuye.

## INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

### ***Bocas de Registro***

Son cámaras de ingreso que cumplen las siguientes funciones:

- Ventilar la cañería.
- Poder realizar la limpieza de colectoras.

Deben ubicarse en los siguientes puntos:

- Cambios de pendiente.
- Saltos.
- Cambios de dirección.
- A distancias no mayores de 140.00 m.

Se construirá el cuerpo de hormigón simple y la tapa de hormigón armado, la tapa de acceso de 0,60 m de diámetro será de hierro fundido (Véase Plano N° 4).

Deberá realizarse un impermeabilizado interior previo a su funcionamiento.

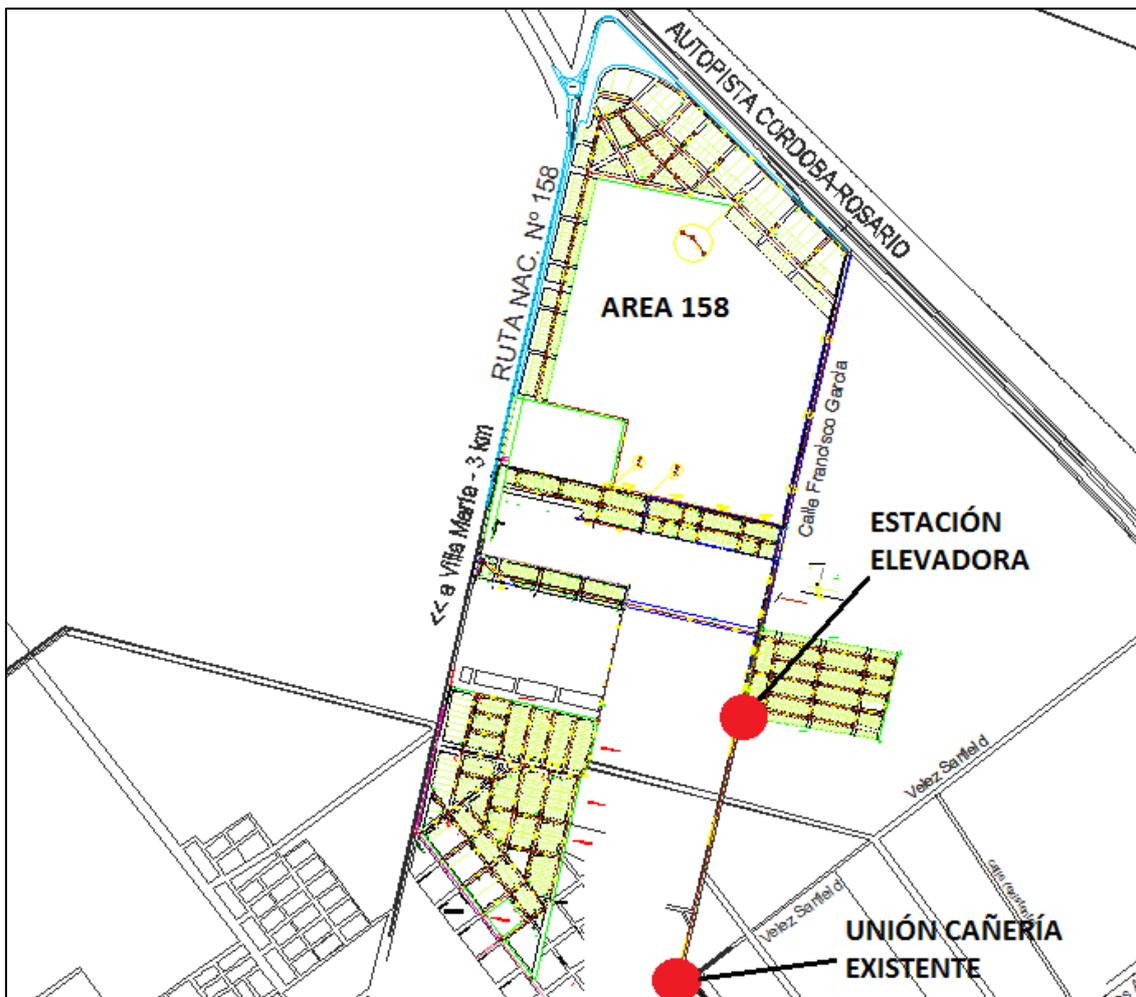


### **Bocas de Acceso, Ventilación o Inicio de Cañería**

Ubicadas ocasionalmente al inicio de cañería, a los efectos de economizar en el costo de la obra puede colocarse estas bocas de acceso que consisten, en una curva a 45°, un tramo de cañería, una tapa y una caja de hierro fundido como protección (Véase Plano N° 5).

### **ESTACIÓN ELEVADORA**

La estación elevadora se ubicara en el Loteo Francisco García, ubicado sobre la calle con el mismo nombre entre el loteo en estudio (Área 158) y la cañería Ø500 existente sobre la calle Vélez Sarsfield (Véase Fig. 10).



**Figura 9 - Ubicación Estación Elevadora**

La estación elevadora se encuentra en el loteo Francisco García por dos motivos. Uno de ellos es tener una red colectora a una gran profundidad con el objeto de que a



futuro otros loteos ubicados entre Area 158 y Loteo Francisco García puedan conectarse a ella sin demasiados problemas, el otro motivo es por conveniencia económica ya que a mayor distancia se obtenía costos de trabajos no rentables.

Por exigencia de la Municipalidad de Villa María se debe construir una cañería colectora a gravedad de diámetro Ø315 como nexo entre la estación elevadora y la cañería existente también con el fin de servir a futuros loteos que se esperan en la zona.

El primer paso es realizar una nivelación entre ambos puntos.

Consiguiente, la búsqueda de interferencias posibles. En el Plano N° 8 se pueden ver todos los obstáculos a atravesar.

En la memoria técnica se encuentran los cálculos de la misma.

Para el diseño de la estación elevadora, la tapada de la colectora afluente y las condiciones de fundación determinan la profundidad de la estructura subterránea.

Las seguridades con que debe contar el equipo electromecánico, como así también el suministro de energía eléctrica es excluyente en las estaciones elevadoras, puesto que cualquier falla puede causar daños considerables.

Se construirá una interconexión a dos líneas distintas de alimentación independientes, y además se proveerá la instalación de un grupo electrógeno con la capacidad adecuada, y con arranque automático, para atender posibles cortes del suministro eléctrico.

La estación se dimensionará para la demanda última. Como la capacidad de la estación elevadora depende del pronóstico de crecimiento del área tributaria, en este caso el conjunto de loteos de aporte están lejos de estar totalmente desarrollados, por lo que se tendrá un menor caudal afluente al diseñado.

Para evitar la septización del líquido cloacal por efecto de una larga permanencia de las aguas, las menores afluencias en la primera etapa serán contempladas variando las cotas de arranque en el pozo de aspiración.



## MEMORIA TÉCNICA

### RED ACTUAL DE LÍQUIDOS CLOACALES

Ante estas dos alternativas surgió como posibilidad más viable debido a las distancias a transportar los líquidos, realizar el nexo hacia la cañería ubicada frente al hotel.

Al presentarse esta propuesta a la Subsecretaría de Saneamiento perteneciente a la Municipalidad de Villa María, se obtuvo la respuesta negativa de concretar el nexo por ésta vía ya que el municipio estima un desarrollo inmobiliario importante por la calle Francisco García por lo que nos recomendó realizar el nexo por dicha calle para servir en un futuro los diferentes loteos que se construirán en los alrededores.

Para evacuar los líquidos por esta calle es necesario considerar que el loteo se encuentra a 2500 metros de la red cloacal existente. Esto sumado a que la localidad está situada en una zona geográfica de llanura, lleva a la conclusión que sería económicamente inviable el proyecto sin antes prever el uso de una estación elevadora para evitar profundidades de excavación costosas y llegar con una cota de intradós mayor que la de la red existente.

### PERÍODO DE DISEÑO

Debido a la vida útil de los materiales que se emplearán en la construcción del sistema, se considera un periodo económico de diseño de 20 años para las obras de Ingeniería Civil y un lapso de 10 años para equipos mecánicos.

### PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

#### ***Población para Primera Etapa de Desarrollo***

Para estimar la población del loteo se analiza la densidad de viviendas por hectárea para poder determinar el tipo de uso del suelo.

El área residencial consta, como ya fue mencionado con anterioridad, de unas 5,55 hectáreas y en la misma hay 114 lotes destinados a viviendas por ende la densidad de viviendas por hectárea es de 20, la cual se compara con una clasificación tipo de densidad de población para así determinar a qué rango corresponde.



Densidad Viviendas/Ha	Clasificación
5 - 15	Densidad Baja
15 - 30	Densidad Media - Baja
30 - 50	Densidad Media
50 - 75	Densidad Alta
> 75	Densidad Muy Alta

Se extrae de aquí que la zona residencial se encuentra con una densidad media a baja, por lo que los lotes son grandes respecto a las viviendas (barrio semi privado).

Según la Cooperativa de Agua y Cloacas 15 de Mayo que rige en Villa María, para este tipo de destino se estima una densidad poblacional de 3,5 habitantes/lote. Multiplicando por la cantidad de lotes se obtiene  $3,5 \times 114 = \mathbf{399}$  habitantes en la zona residencial.

Hay una zona de macro lotes que consta de 1,42 hectáreas y un total de 3 lotes donde se podrán construir complejos de departamentos con un FOS de 0,50. Se adopta la medida de un departamento estándar de 65 m<sup>2</sup> entonces:

$$14.200 \text{ m}^2 \times 0,50 = 7.100 \text{ m}^2 \text{ cubiertos}$$

$$7.100 \text{ m}^2 / 65 \text{ m}^2/\text{departamento} = 109 \text{ departamentos}$$

Para ello la Cooperativa estima un promedio de 3 habitantes por departamento, lo que da 109 dptos. x 3 hab./dpto. = **327 habitantes**.

En la zona comercial, según la cooperativa, debe tomarse como densidad 4 personas/lote para asegurar así la futura existencia de algún local de comidas. Dentro de dicha área hay 226 lotes, por ende  $226 \text{ lotes} \times 4 \text{ personas/lote} = \mathbf{904}$  personas.

El total de personas a cubrir es de **1.630 personas**.

### ***Población para Segunda Etapa de Desarrollo***

Esta zona consta de unas 89 hectáreas de las cuales 39 son edificables. Dentro de ellas unas 22 Ha tienen un destino residencial estándar, es decir, viviendas en lotes medianos y 17 Ha de residencial tipo barrio privado.

Según la Cooperativa, para estimar la población futura en la zona con una densidad de viviendas media, se debe tomar un valor de 60 habitantes/hectárea y para la otra 20 habitantes/hectárea.

Con ello se obtiene:



22 Ha x 60 hab./Ha = **1320 habitantes**;

17 Ha x 20 hab./Ha = **340 habitantes**.

Es decir un total de **1.660 habitantes**, casi un 2% más que la primera etapa.

Debido a que la concreción de esta etapa aún no está definida, se simplificará en el cálculo de la dotación considerando una densidad de viviendas media solamente para así obtener luego un caudal hectométrico único.

La distribución de densidad de población se conservará ya que por más que la distribución del loteo se modifique posteriormente, se mantendrá la relación de densidades entre viviendas en lotes medianos y viviendas en lotes grandes.

## CAUDALES DE DISEÑO

En base a lo detallado en la memoria descriptiva resultan los siguientes valores:

Etapa	Zona	Población [habitantes]	Dotación [l/hab.día]	Q [l/s]	Σ [l/s]
Primera	Residencial C. Media	726	280	3,39	<b>6,10</b>
	Comercial	904	180	2,71	
Segunda	Residencial C. Media	1660	280	7,75	<b>7,75</b>

Los caudales obtenidos son los máximos esperados para la vida útil de la red.

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED COLECTORA

El caudal máximo horario es de 6,1 lts/s.

Del diseño de la red colectora obtenemos que la longitud total de la cañería es 5.406 m, o lo que es igual a 54,06 Hm.

Por lo tanto el caudal hectométrico es **0,113 lts/s.Hm**



## DISEÑO DE LA RED COLECTORA

El trazado de la red, haciendo algunas salvedades, fue realizado por el eje de la calzada de las calles del loteo, razón por la cual los niveles de terreno natural fueron tomados en los centros de calzadas de las intersecciones y en puntos singulares a mitad de tramo.

En la Avenida Pública 2 donde se encuentran los Eucaliptos, se desplazó la traza de la cañería de cloaca llevándola al eje de la calzada ubicada al Norte de la misma. En la Avenida Pública 3 donde se encuentra la interferencia artificial se desplaza la cañería 1,80 m hacia la calzada ubicada al Este, de este modo, se evita la intersección de la red con las bases de las columnas de tendido eléctrico.

En la unión de la Avenida Pública 2 con la Calle Pública 6 y la Calle Pública 16 se encuentra un Eucalipto de 16 m de altura con un ancho nominal en la base de 1,20 m el cual coincide con el eje de la Avenida y la Calle 16. A pedido del contratista se deja en dicho lugar el árbol por lo que se coloca una cámara adicional para evitar su intersección.

Por Calle Pública 16 desde Calle Pública 6 a Calle Pública 8 se encuentran sobre el eje de la calzada (a 12,50 metros de las líneas municipales) una línea de Algarrobos blancos de mediano tamaño ubicados cada 15 metros aproximadamente. El eje de la cañería se desplaza 2,50 metros del eje de la calle hacia el Noroeste.

Los niveles relevados sobre Calle Pública 16 entre Calle Pública 6 hasta Calle Francisco García fueron tomados antes de la apertura de calle de dicho tramo por lo que bajarían aproximadamente unos 0,10 metros en el eje de calle.

Al diseñarse las cotas de intradós de las cañerías teniendo en cuenta la tapada mínima se puede apreciar que la posibilidad de realizar el nexo por gravedad con la cañería existente frente al hotel es imposible dado que la cota que posee dicha cañería es alta, además de la exigencia antes descrita por parte del municipio de conducir todos los líquidos por la calle Francisco García.

## CÁLCULO DEL CAUDAL DE APOORTE DE LOS DISTINTOS LOTEOS

Como ya se mencionó, la Municipalidad de Villa María exigió a la empresa a realizar el nexo de vinculación por la calle Francisco García desde el loteo AREA 158 hasta la red existente en calle Vélez Sarsfield. Dicho pedido fue con motivo de poder vincular futuros loteos en la zona y así poder dotarlos del servicio de cloacas.

En la Figura 8 se pueden observar los loteos que se anexarán a la colectora demarcados en azul y los empalmes de dichos loteos a la red cloacal en rojo.



Las designaciones numéricas corresponden a los siguientes lotes:

- 1 - “Loteo La Arbolada I”
- 2 - “Loteo Berardo”
- 3 - “Loteo La Arbolada II”
- 4 - “Loteo Francisco García”
- 5 - “Loteo Solares del Norte”
- 6 - “Segunda Etapa Loteo AREA 158”

Para todos ellos se utiliza una densidad poblacional de 60 Habitantes/Hectarea y una dotación media de 280 l/hab.día, salvo para la segunda etapa del loteo Area 158 que estos parámetros han sido calculados anteriormente.

LOTEO	Sup. [Ha]	Long. de Red [Hm]	Población [habitantes]	Dotación [l/hab.día]	Q [l/s]	Q [l/s.Hm]
La Arbolada I	5.8	15.4	348	280	1.62	0.11
Berardo	5.9	14.1	354	280	1.65	0.12
La Arbolada II	4.7	12.9	282	280	1.32	0.10
Francisco García	15.9	32.6	954	280	4.45	0.14
Solares del Norte	39.0	62.5	2340	280	10.92	0.17
Segunda Etapa AREA 158	39.0	115.5	1660	280	7.75	0.07
<b>SubTotal</b>					<b>27.71</b>	
<b>Q (AREA 158)</b>					<b>6.10</b>	
<b>TOTAL</b>					<b>33.81</b>	

El caudal afluente a la estación elevadora será (todo menos Solares del Norte):

$$Q = 1,62 + 1,65 + 1,32 + 4,45 + 7,75 + 6,10 = \mathbf{22,89 \text{ lts/s}}$$

Debido a lo mencionado en el apartado de Proyección de la Población, como aun el proyecto de la segunda etapa no está definido con certeza, supondremos que el aporte de líquidos se dará en dos puntos. La mitad sobre el tramo por la calle Francisco García y el resto por la calle colectora al sur del loteo.

Se supuso como el peor de los casos que los empalmes de esta expansión del loteo aportaran los caudales en las bocas de registro 47 y 56.



- 1 - "Loteo La Arbolada I";
- 2 - "Loteo Berardo";
- 3 - "Loteo La Arbolada II";
- 4 - "Loteo Francisco García";
- 5 - "Loteo Solares del Norte";
- 6 - "Segunda Etapa Loteo AREA 158"

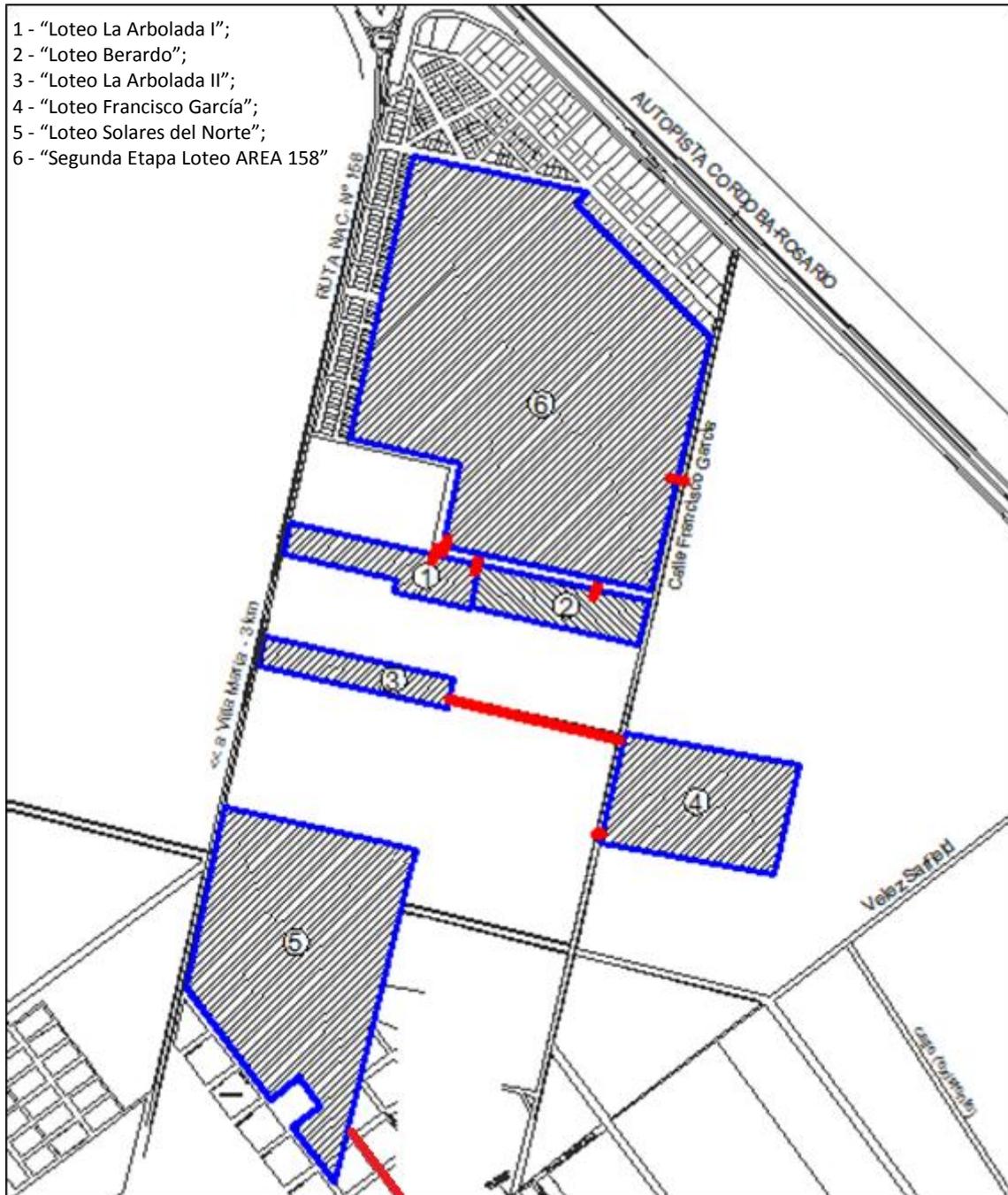


Figura 10 - Aporte de loteos a colectora



## CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED COLECTORA

La cañería que colecta por la calle al sur del loteo se sobredimensiona un diámetro por dos motivos, uno para contemplar posibles cambios de la hipótesis adoptada para la expansión del loteo Área 158 y otro para reducir la pendiente del conducto y evitar mayores excavaciones.

Con el mismo objetivo se realiza un sobredimensionamiento de la cañería colectora por la calle Francisco García.

Desde la boca de registro 64 se ingresa a la estación elevadora la cual será calculada más adelante.

En el Plano N° 6 están las trazas de la red colectora en sus sub-grupos para su cálculo.

En el Plano N° 7-A y en el Plano N° 7-B se observan la red cloacal en el loteo y por la calle Francisco García con sus correspondientes niveles.

A continuación se muestran las planillas de cálculo.



Tramo por BR	Nivel del Terreno		Long. [Hm]	i de Terreno [m/m]		Nivel de Intradós		Tapada		i de Cañería i Adoptada [m/m]		Gasto [lts/seg]	Diam. Nec. [mm]	Diam. Adopt. [mm]	Q <sub>capacidad</sub> [lts/seg]	V [m/s]	Verificaciones	
	Entrada	Salida		Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Autolimpieza	Q <sub>capacidad</sub> > Q <sub>salida</sub>							
9	8	15.48	15.21	0.92	0.003	14.28	14.00	1.20	1.21	0.003	0.003	0.00	0.10	0.10	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
8	7	15.21	15.44	0.85	-0.003	13.99	13.74	1.22	1.70	0.003	0.003	0.10	0.10	0.20	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
7	6	15.44	15.45	1.64	0.000	13.73	13.24	1.71	2.21	0.003	0.003	0.20	0.18	0.38	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
6	5	15.45	15.32	0.84	0.002	13.23	12.98	2.22	2.34	0.003	0.003	0.38	0.09	0.48	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
5	4	15.32	15.01	0.85	0.004	12.97	12.71	2.35	2.30	0.003	0.003	0.48	0.10	0.57	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
4	3	15.01	14.57	1.64	0.003	12.70	12.21	2.31	2.36	0.003	0.003	0.57	0.19	0.76	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
3	2	14.57	14.53	1.64	0.000	12.20	11.71	2.37	2.82	0.003	0.003	0.76	0.19	0.95	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
2	1	14.53	14.37	1.68	0.001	11.70	11.19	2.83	3.18	0.003	0.003	0.95	0.00	0.95	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
58	57	14.28	14.13	1.26	0.001	11.18	10.68	3.19	3.60	0.003	0.003	0.95	0.00	0.95	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
57	56	14.13	14.07	1.21	0.000	10.67	10.29	3.61	3.84	0.003	0.003	0.95	0.00	0.95	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
56	55	14.07	13.46	1.36	0.004	9.95	9.68	4.12	3.78	0.002	0.002	0.95	4.96	5.91	17.33	0.6	VERIFICA	VERIFICA
55	54	13.46	13.88	1.69	-0.002	9.68	9.34	3.78	4.54	0.002	0.002	5.91	1.36	7.27	17.33	0.6	VERIFICA	VERIFICA
54	53	13.88	13.96	1.81	0.000	9.34	8.98	4.54	4.98	0.002	0.002	7.27	0.00	7.27	17.33	0.6	VERIFICA	VERIFICA
53	52	13.96	13.33	1.47	0.004	8.98	8.69	4.98	4.64	0.002	0.002	7.27	0.83	8.10	17.33	0.6	VERIFICA	VERIFICA

Rama Celeste



Tramo por BR	Nivel del Terreno		Long. [Hm]	i de Terreno [m/m]	Nivel de Intrados		Tapada		i de Cañería [m/m]	i Adoptada [m/m]	Gasto [lts/seg]		Diám. Nec. [mm]	Diám. Adopt. [mm]	Q <sub>capacidad</sub> [lts/seg]	V [m/s]	Verificaciones	
	Entrada	Salida			Entrada	Salida	Entrada	Salida			Entrada	Salida					Autolimpieza	Q <sub>capacidad</sub> > Q <sub>realiz</sub>
12	10	15.61	15.60	0.99	0.000	14.41	14.11	1.20	1.49	0.003	0.003	0.00	0.11	0.11	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
10	9	15.60	15.48	1.00	0.001	14.10	13.80	1.50	1.68	0.003	0.003	0.11	0.11	0.23	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
9	24	15.48	15.46	1.80	0.000	13.79	13.25	1.69	2.21	0.003	0.003	0.23	0.20	0.43	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
13	12	15.68	15.61	0.40	0.002	14.48	14.36	1.20	1.25	0.003	0.003	0.00	0.05	0.05	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
12	11	15.61	15.61	0.12	0.000	14.35	14.31	1.26	1.30	0.003	0.003	0.05	0.01	0.06	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
16	17	15.70	15.68	0.22	0.001	14.50	14.43	1.20	1.25	0.003	0.003	0.00	0.03	0.03	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
17	11	15.68	15.61	0.68	0.001	14.43	14.23	1.25	1.38	0.003	0.003	0.03	0.08	0.10	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
11	23	15.61	15.55	1.32	0.000	14.22	13.82	1.20	1.73	0.003	0.003	0.16	0.15	0.31	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
23'	23	15.50	15.55	0.77	-0.001	14.28	14.05	1.22	1.50	0.003	0.003	0.00	0.09	0.09	11.70	0.6	VERIFICA	VERIFICA
23	24	15.55	15.46	1.22	0.001	13.81	13.45	1.74	2.01	0.003	0.003	0.40	0.14	0.53	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
24	25	15.46	15.46	0.25	0.000	13.24	13.17	2.22	2.29	0.003	0.003	0.96	0.03	0.99	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
21	26	15.50	15.47	1.16	0.000	14.30	13.95	1.20	1.52	0.003	0.003	0.00	0.13	0.13	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
27	26	15.31	15.47	0.81	-0.002	14.11	13.87	1.20	1.60	0.003	0.003	0.00	0.09	0.09	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
26	25	15.47	15.46	1.02	0.000	13.86	13.55	1.61	1.91	0.003	0.003	0.22	0.11	0.34	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
25	34	15.46	15.29	1.62	0.001	13.16	12.67	2.30	2.62	0.003	0.003	1.33	0.18	1.51	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
34	33	15.29	15.29	0.14	0.000	12.66	12.62	2.63	2.67	0.003	0.003	1.51	0.02	1.53	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
26	33	15.47	15.29	1.36	0.001	14.27	13.86	1.20	1.43	0.003	0.003	0.00	0.15	0.15	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
33	32	15.29	14.92	0.81	0.005	12.61	12.37	2.68	2.55	0.003	0.003	1.68	0.09	1.77	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA

Rama Verde



Tramo por BR	Nivel del Terreno		Long. [Hm]	i de Terreno [m/m]		Nivel de Intradós		Tapada		i de Cañería [m/m]		i Adoptada [m/m]	Gasto [lts/seg]		Diám. Nec. [mm]	Diám. Adopt. [mm]	Q <sub>capacidad</sub> [lts/seg]	V [m/s]	Verificaciones	
	Entrada	Salida		Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida		Autolimpieza	Q <sub>capacidad</sub> > Q <sub>salida</sub>						
14	15	15.71	15.70	1.23	0.000	14.51	14.14	1.20	1.56	0.003	0.003	0.003	0.00	0.14	30	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
15	20	15.70	15.44	1.51	0.002	14.13	13.68	1.57	1.76	0.003	0.003	0.003	0.14	0.17	41	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
17	21	15.68	15.50	1.33	0.001	14.48	14.08	1.20	1.42	0.003	0.003	0.003	0.00	0.15	31	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
22	21	15.55	15.50	0.51	0.001	14.35	14.20	1.20	1.30	0.003	0.003	0.003	0.00	0.06	22	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
21	20	15.50	15.44	0.85	0.001	14.07	13.82	1.43	1.62	0.003	0.003	0.003	0.21	0.10	41	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
18	19	15.56	15.38	1.37	0.001	14.36	13.95	1.20	1.43	0.003	0.003	0.003	0.00	0.15	32	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
19	20	15.38	15.44	1.50	0.000	13.94	13.49	1.44	1.95	0.003	0.003	0.003	0.15	0.17	42	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
20	27	15.44	15.31	0.92	0.001	13.48	13.20	1.20	2.11	0.003	0.003	0.003	0.93	0.10	65	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
28	27	15.30	15.31	0.75	0.000	14.10	13.88	1.20	1.44	0.003	0.003	0.003	0.00	0.08	25	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
27	32	15.31	14.92	1.35	0.003	13.19	12.79	2.12	2.13	0.003	0.003	0.003	1.12	0.15	70	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
31	32	14.92	14.92	0.75	0.000	13.72	13.50	1.20	1.43	0.003	0.003	0.003	0.00	0.08	25	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA

Rama Azul



Tramo por BR	Nivel del Terreno		Long. [Hm]	i de Terreno [m/m]		Nivel de Intradós		Tapada		i de Cañería [m/m]		i Adoptada [m/m]	Gasto [lts/seg]		Diám. Nec. [mm]	Diám. Adopt. [mm]	Q <sub>capacidad</sub> [lts/seg]	V [m/s]	Verificaciones		
	Entrada	Salida		Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida		Autolimpieza	Q <sub>capacidad</sub> > Q <sub>salida</sub>							
32	35	14.92	14.90	1.38	0.000	12.36	11.94	2.56	2.96	0.003	0.003	0.003	3.13	0.16	3.29	99	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
35'	35	15.19	14.90	1.22	0.002	13.99	13.62	1.20	1.28	0.003	0.003	0.003	0.00	0.14	0.14	30	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
38	35	14.80	14.90	0.50	-0.002	13.60	13.45	1.20	1.45	0.003	0.003	0.003	0.00	0.06	0.06	22	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
35	36	14.90	14.90	0.10	0.000	11.93	11.90	2.97	3.00	0.003	0.003	0.003	3.48	0.01	3.49	102	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
36	37	14.90	14.90	0.18	0.000	11.89	11.84	3.01	3.06	0.003	0.003	0.003	3.49	0.02	3.51	102	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
37	42	14.90	14.47	1.41	0.003	11.83	11.40	3.07	3.07	0.003	0.003	0.003	3.51	0.16	3.67	104	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
41	42	14.47	14.47	0.50	0.000	13.27	13.12	1.20	1.35	0.003	0.003	0.003	0.00	0.06	0.06	22	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
42	43	14.47	14.00	1.64	0.003	11.39	10.90	3.08	3.10	0.003	0.003	0.003	3.73	0.19	3.92	106	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
19	29	15.38	15.40	0.82	0.000	14.18	13.93	1.20	1.47	0.003	0.003	0.003	0.00	0.09	0.09	26	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
29	30	15.40	14.93	1.34	0.004	13.92	13.52	1.48	1.41	0.003	0.003	0.003	0.09	0.15	0.24	37	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
30	39	14.93	14.69	1.40	0.002	13.51	13.09	1.42	1.60	0.003	0.003	0.003	0.24	0.16	0.40	45	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
39	40	14.69	14.56	1.70	0.001	13.08	12.57	1.61	1.99	0.003	0.003	0.003	0.40	0.19	0.59	52	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
40	44	14.56	14.18	1.64	0.002	12.56	12.07	2.00	2.11	0.003	0.003	0.003	0.59	0.19	0.78	58	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
45	44	14.07	14.18	0.77	-0.001	12.87	12.64	1.20	1.54	0.003	0.003	0.003	0.00	0.09	0.09	25	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
44	43	14.18	14.00	1.53	0.001	12.06	11.60	2.12	2.40	0.003	0.003	0.003	0.86	0.17	1.04	64	200	21.23	0.7	VERIFICA	VERIFICA



Tramo por BR	Nivel del Terreno		Long. [Hm]	i de Terreno [m/m]		Nivel de Intradós		Tapada		i de Cañería i Adoptada [m/m]		Gasto [lts/seg]		Diám. Nec. [mm]	Diám. Adopt. [mm]	Q <sub>capacidad</sub> [lts/seg]	V [m/s]	Verificaciones			
	Entrada	Salida		Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Autolimpieza	Q <sub>capacidad</sub> > Q <sub>salida</sub>								
Rama Roja	43	46	14.00	14.07	1.79	0.000	10.89	10.35	3.11	3.72	0.003	0.003	4.95	0.00	4.95	116	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
	43'	46	14.00	14.07	1.72	0.000	12.80	12.29	1.20	1.78	0.003	0.003	0.00	0.19	0.19	34	160	11.71	0.6	VERIFICA	VERIFICA
	46	47	14.07	14.00	1.36	0.001	10.39	10.12	3.68	3.88	0.002	0.002	5.15	0.00	5.15	127	200	17.33	0.6	VERIFICA	VERIFICA
	47	48	14.00	13.82	1.36	0.001	10.12	9.85	3.88	3.97	0.002	0.002	5.15	3.88	9.03	157	200	17.33	0.6	VERIFICA	VERIFICA
	48	49	13.82	13.70	1.38	0.001	9.85	9.57	3.97	4.13	0.002	0.002	9.03	0.00	9.03	157	200	17.33	0.6	VERIFICA	VERIFICA
	49	50	13.70	13.68	1.38	0.000	9.57	9.30	4.13	4.38	0.002	0.002	9.03	0.00	9.03	157	200	17.33	0.6	VERIFICA	VERIFICA
	50	51	13.68	13.51	1.37	0.001	9.30	9.02	4.38	4.49	0.002	0.002	9.03	0.00	9.03	157	200	17.33	0.6	VERIFICA	VERIFICA
	51	52	13.51	13.33	1.37	0.001	9.02	8.75	4.49	4.58	0.002	0.002	9.03	0.00	9.03	157	200	17.33	0.6	VERIFICA	VERIFICA
	52	59	13.33	13.44	1.34	-0.001	8.69	8.42	4.64	5.02	0.002	0.002	17.12	0.00	17.12	199	200	17.33	0.6	VERIFICA	VERIFICA
Rama Rosa	59	60	13.44	13.31	1.34	0.001	8.42	8.15	5.02	5.16	0.002	0.002	17.12	0.00	17.12	199	200	17.33	0.6	VERIFICA	VERIFICA
	60	61	13.31	13.20	1.34	0.001	8.15	7.89	5.16	5.31	0.002	0.002	17.12	0.00	17.12	199	200	17.33	0.6	VERIFICA	VERIFICA
	61	62	13.20	13.00	1.34	0.001	7.94	7.67	5.26	5.33	0.002	0.002	17.12	1.32	18.44	205	250	31.43	0.6	VERIFICA	VERIFICA
	62	63	13.00	12.22	1.34	0.006	7.67	7.40	5.33	4.82	0.002	0.002	18.44	0.00	18.44	205	250	31.43	0.6	VERIFICA	VERIFICA
	63	64	12.22	12.22	0.20	0.000	7.40	7.36	4.82	4.86	0.002	0.002	18.44	4.45	22.89	222	250	31.43	0.6	VERIFICA	VERIFICA
	64	E.Elev	12.22	12.68	0.20	-0.023	7.36	7.32	4.86	5.36	0.002	0.002	22.89	0.00	22.89	222	250	31.43	0.6	VERIFICA	VERIFICA



## ESTACIÓN ELEVADORA

El siguiente trabajo tiene por fin definir los parámetros básicos para luego su elección.

Para el siguiente análisis se siguieron especificaciones del Ingeniero Eduardo Milanés de la Cooperativa de Agua y Cloaca 15 de Mayo de Villa María y las Normas Generales para la Ejecución de Instalaciones Sanitarias Externas por Cuenta de Terceros de la Empresa Obras Sanitarias de la Nación.

### **Dimensionamiento del Pozo de Bombeo**

La capacidad de la bomba debe ser dos veces el caudal afluente, con lo cual, se logra un intervalo mínimo entre dos arranques sucesivos de la bomba.

El caudal de bombeo es:

$$Q_b = 2 Q_{\text{afluente}} = 2 \times 22,89 \text{ lts/s}$$

$$Q_b = 45,78 \text{ lts/s}$$

$$Q_b = 164,80 \text{ m}^3/\text{h}$$

El dimensionamiento del pozo de bombeo se efectúa tomando como parámetros de cálculo el caudal de bombeo ( $Q_b$ ), el caudal de demanda ( $Q_d$ ), los ciclos por hora ( $U$ ), y las presiones de operación, el procedimiento es el siguiente:

$T_c$  representa el tiempo transcurrido entre dos arranques consecutivos de las bombas, y se expresa:

$$T_c = \frac{1 \text{ hora}}{U}$$

Pero también:

$$T_c = T_{LL} + T_{VA} \quad (1)$$

Donde:

$T_{LL}$  = Tiempo de llenado del tanque

$T_{VA}$  = Tiempo de vaciado del tanque

Por definición, el momento en que ocurren más ciclos en una hora es cuando el caudal de demanda ( $Q_d$ ) es igual a la mitad del caudal de bombeo ( $Q_b$ ), por lo tanto:

$$T_{LL} = \frac{V_u}{Q_b - Q_d}$$



Donde:

$V_u = \text{Volumen utilizable}$

Pero como:

$$Q_d = 1/2 Q_b$$
$$T_{LL} = \frac{V_u}{Q_b - 1/2 Q_b} = \frac{V_u}{1/2 Q_b} = \frac{2V_u}{Q_b} \quad (2)$$

Por otro lado:

$$T_{VA} = \frac{V_u}{Q_d} = \frac{V_u}{1/2 Q_b} = \frac{2V_u}{Q_b} \quad (3)$$

Reemplazando (2) y (3) en (1):

$$T_c = \frac{4V_u}{Q_b}$$
$$V_u = \frac{T_c \times Q_b}{4}$$

Las bombas sumergibles de hoy en día soportan regímenes de hasta 20 arranques por hora. Se adopta un valor de U de 10 arranques por hora. Esto es para tener recaudos en cuanto al desgaste de los alabes y para obtener menores volúmenes en el pozo de bombeo (antes se utilizaba  $4 \leq U \leq 6$ ) debido a la gran profundidad de excavación a realizar y complejidad tanto en la construcción de la cámara como su costo.

Luego:

$$T_c = \frac{1 \text{ hora}}{10} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hora}} = 360 \text{ s}$$
$$V_u = \frac{360 \text{ s} \times 45,78 \text{ lts/s}}{4} = 4120,20 \text{ lts} = 4,12 \text{ m}^3$$

Es necesario un tirante de por lo menos 0,50 m (aproximadamente altura de la bomba) desde el fondo del pozo para que permita un intercambio de calor entre el líquido y el estator de la bomba.

Se adopta un pozo rectangular de 3,00 m x 3,00 m, por ende:

$$A = a \times b = 3,00 \times 3,00 = 9,00 \text{ m}^2$$

Luego:



$$h = \frac{V_u}{A} = \frac{4,12 \text{ m}^3}{9,00 \text{ m}^2} = 0,46 \text{ m}$$

Se deja de revancha entre el invertido del caño y el pelo de agua una altura igual a 0,50 m.

### **Características Finales del Pozo**

Los niveles del pozo de bombeo y dimensiones son:

- Dimensiones Internas del Pozo: 3,00 m x 3,00 m.
- Terreno Natural en Lote: 12,35 m.
- Terreno Natural en Eje de Calle: 12,22 m.
- Intradós Caño de Salida: 11,02 m.
- Intradós Caño de Entrada (Ø250): 7,32 m.
- Invertido Caño de Entrada (Ø250): 7,07 m.
- Nivel de Falla Bomba 1: 6,57 m.
- Nivel de Arranque Bomba 1: 6,52 m.
- Nivel de Parada Bomba 1: 6,06 m.
- Cota Fondo de Pozo: 5,56 m.
- Cota Plano de Fundación: 5,41 m.

En el Plano N 9 se puede ver la planta y corte de la estación.

### **Cálculo de Pérdidas en la Tubería**

Se adopta cañería de impulsión de diámetro 6", de acero inoxidable con las siguientes características:

Tamaño Nominal	Diámetro Externo	Espesor Pared	Diámetro Interno	Rugosidad Absoluta e	
in	mm	mm	mm	ft	mm
5"	129	2	127	0.000007	0.002



Para las pérdidas por fricción se utilizará la ecuación de Darcy – Weisbach:

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Donde:

$h_f$ : pérdida de carga

$f$ : factor de fricción adimensional

$L$ : longitud del tubo

$D$ : diametro interior del tubo

$V$ : velocidad promedio

Se procede con el cálculo de la velocidad en la cañería de impulsión.

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \times (0,127 \text{ m})^2}{4} = 0,013 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,067 \text{ m}^3/\text{s}}{0,018 \text{ m}^2} = 3,61 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Para el líquido a una temperatura de 15°C se tiene:

$$\nu = 0,000001141 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

Luego el número de Reynolds será:

$$R = \frac{VD}{\nu} = \frac{3,61 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0,127 \text{ m}}{0,000001141 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}} = 402.250$$

La rugosidad absoluta del acero inoxidable es  $\varepsilon = 0,002 \text{ mm}$  por lo que la rugosidad relativa ( $\varepsilon/D$ ) será:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,002 \text{ mm}}{127 \text{ mm}} = 0.000016$$

Con el valor del número de Reynolds y la rugosidad relativa entramos al diagrama de Moody (Figura 11) e interpolando obtenemos el valor del factor de fricción adimensional.

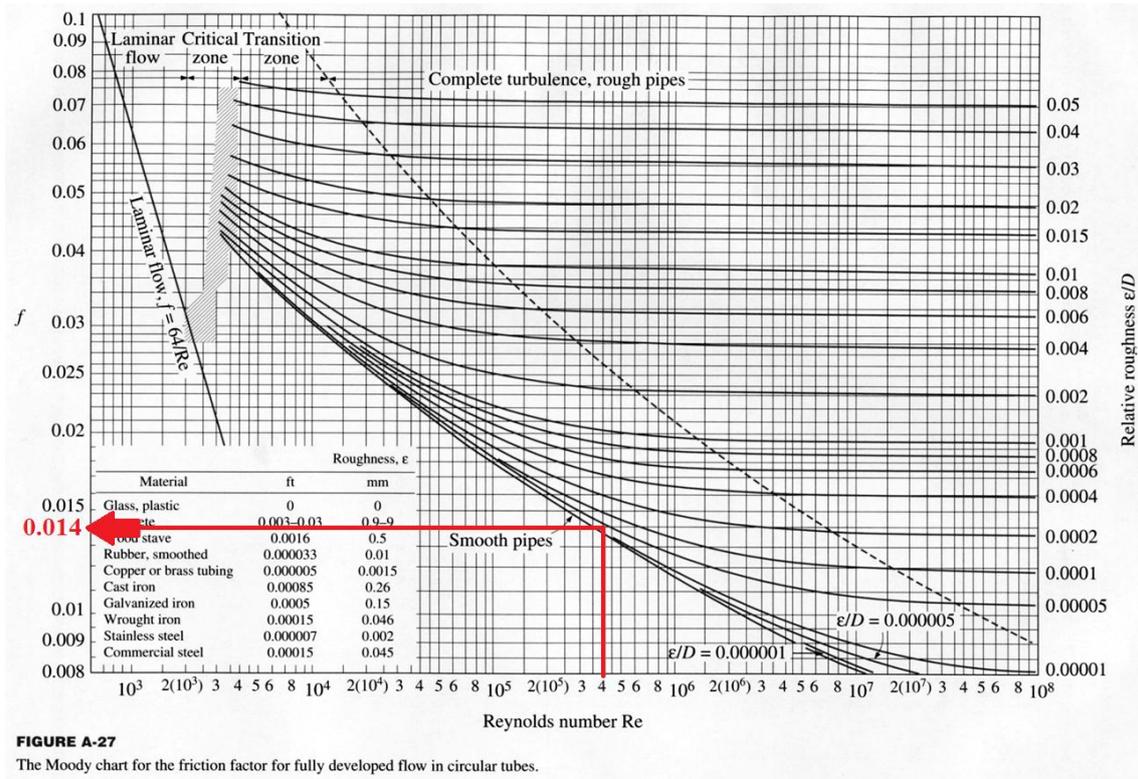


FIGURE A-27 The Moody chart for the friction factor for fully developed flow in circular tubes.

Figura 11 - Diagrama de Moody

→  $f = 0,014$

Pérdidas por Fricción

La longitud de cañería necesaria para realizar la impulsión del líquido entre la bomba y la boca de registro en calle Francisco García es de aproximadamente **25,00 m**.

Pérdidas por Elementos Singulares

Se expresarán estas pérdidas en términos de la longitud efectiva equivalente  $L_e$  de tubo.

$$L_e = \frac{KD}{f}$$

Donde K es un coeficiente adimensional para cada accesorio, generalmente determinado por experimentación.

Los accesorios necesarios en este tramo con sus respectivos coeficientes K son los que se pueden observar en la siguiente tabla.



Accesorio	Cantidad	K
Válvula de retención de bola	1	1.25
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	1	0.19
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	4	0.60
<b>K<sub>TOTAL</sub></b>		<b>3.84</b>

Luego:

$$L_e = \frac{3,84 \times 0,127 \text{ m}}{0,014} = \mathbf{34,83 \text{ m}}$$

### Pérdidas Totales

La longitud a utilizar será la suma de la debida a pérdidas por fricción más las de pérdidas por elementos singulares.

$$L = 25,00 \text{ m} + 34,83 \text{ m} = \mathbf{59,83 \text{ m}}$$

Aplicando la ecuación de Darcy – Weisbach obtenemos las pérdidas:

$$h_f = 0,014 \times \frac{59,83 \text{ m}}{0,127 \text{ m}} \times \frac{\left(3,61 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \times 9,806 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \mathbf{4,39 \text{ m}}$$

### **Cálculo de Altura a Elevar**

La altura necesaria será:

$$H = (\text{Cota de Calle} - 1,20\text{m}) - (\text{Cota Fondo Pozo} + \text{Altura Eje Rodete}) + h_f$$

$$H = (12,22\text{m} - 1,20\text{m}) - (5,51\text{m} + 0,25\text{m}) + 4,39 \text{ m} = \mathbf{9,65\text{m}}$$

La altura total que deberá elevar la bomba es de **9,65 m**.

### **Cavitación**

Cuando el flujo en un dispositivo alcanza una presión inferior a la de vapor del mismo para su temperatura, el líquido se evapora, produciéndose una formación de espacios vacíos (cavidades). Las burbujas así formadas son arrastradas por la corriente hacia otros lugares. Aparecerán por lo tanto gradientes de presión que aceleran las burbujas y chocan violentamente con las paredes generando desgastes en los elementos.



La condición para que no se produzca cavitación es la siguiente:

$$(NPSH)_d > (NPSH)_r$$

Donde:

$(NPSH)_d$ : Net Positive Suction Head o Altura Neta Positiva en la Aspiración Disponible, la cual depende de las características de la instalación y del líquido a bombear.

$(NPSH)_r$ : Net Positive Suction Head o Altura Neta Positiva en la Aspiración Requerida, es la altura mínima que se necesita para evitar la cavitación. Depende de las características de la bomba, por lo que es un dato que debe proporcionar el fabricante en sus curvas de operación.

A nuestros fines determinaremos la  $(NPSH)_d$  suponiendo un nivel mínimo sobre el fondo del canal de 0,50 m (altura para el enfriamiento de la bobina de la bomba).

$$(NPSH)_d = H_{atm} - H_v + h_s - \Delta H_s$$

Donde:

$H_{atm}$ : presión atmosférica respecto a la altura sobre el nivel del mar (Villa María 196 m.s.n.m.)

$H_v$ : presión de vapor del fluido.

$h_s$ : Altura estática de succión.

$\Delta H_s$ : Pérdida de carga a la entrada.

Luego:

$H_{atm}$	10.30 m
$H_v$	0.238 m
$h_s$	0.25 m
$\Delta H_s$	0.30 m
<b><math>(NPSH)_d</math></b>	<b>10.01 m</b>

Este valor debe ser mayor a la altura neta positiva en la aspiración requerida la cual dependerá del modelo de la bomba a adoptar.



### Resumen de Parámetros de la Bomba a Adoptar

En la siguiente tabla se resumen los parámetros necesarios:

Parámetro	Valor
Q	45,78 lts/s
H	9,65 m
NPSH <sub>d</sub>	10,01 m
Ø <sub>salida</sub>	127,00 mm

### CÁLCULO DEL NEXO ESTACIÓN ELEVADORA - CAÑERÍA EXISTENTE

Como se mencionó en la memoria descriptiva, la estación de bombeo elevará el líquido a una boca de registro ubicada en calle Francisco García, de allí se vinculará a la red existente en la calle Vélez Sarsfield por medio de una cañería de PVC Ø315.

Esta cañería, para una pendiente mínima de 2‰, admite un caudal de 58,00 lts/s, 35,11 lts/s más que el caudal esperado en la estación elevadora.

La longitud total del tramo es de 1243 m.

A continuación se puede ver el cálculo hidráulico del nexo.

No se encontrarán problemas mayores con las interferencias entre el nexo a realizar y las redes cloacales existentes ya que las mismas son de Ø160 y van a una pequeña profundidad.

De manera similar ocurre con la red de distribución de agua existente ya que la misma, según sondeos, se encuentra aproximadamente a 1,10 metros de profundidad respecto del terreno natural.

En la intersección de la traza con la calle Humahuaca se encuentra una cañería Ø1000 de PVC, longitud 6,00 m, correspondiente al desagüe pluvial con una cota de lomo de caño de 10,51 m, por lo que si le restamos el ancho del caño más la cabeza inferior del mismo obtenemos una cota de 9,46 m. El intradós del caño a colocar en dicho cruce es de 9,14 m, con lo que se pasaría por debajo con un margen de 0,32 m. Dicho cruce se realizará con un túnel.

En Velez Sarsfield se encuentra un canal de desagüe pluvial de 2m x 1,5m con una cota de lomo de losa superior de 7,90 m, por lo que se cruzará por arriba del mismo a unos 0,24 m del invertido del caño de cloaca a colocar.



Tramo por BR	Nivel del Terreno		Long. [Hm]	i de Terreno [m/m]	Nivel de Intradós		Tapada		i de Cañería [m/m]	Adoptada [m/m]	Gasto [lts/seg]		Diám. Nec. [mm]	Diám. Adopt. [mm]	Q <sub>capacidad</sub> [lts/seg]	V [m/s]	Verificaciones			
	Entrada	Salida			Entrada	Salida	Entrada	Salida			Ruta	Salida					Autolimpieza	Q <sub>capacidad</sub> > Q <sub>gásida</sub>		
65	66	12.22	11.88	1.30	0.003	11.02	10.68	1.20	1.20	0.003	0.003	22.89	0.00	22.89	211	315	66.57	0.9	VERIFICA	VERIFICA
66	67	11.88	11.80	1.30	0.001	10.68	10.42	1.20	1.38	0.002	0.002	22.89	0.00	22.89	222	315	58.21	0.7	VERIFICA	VERIFICA
67	68	11.80	12.01	1.30	-0.002	10.42	10.16	1.38	1.85	0.002	0.002	22.89	0.00	22.89	222	315	58.21	0.7	VERIFICA	VERIFICA
68	69	12.01	11.96	1.30	0.000	10.16	9.90	1.85	2.06	0.002	0.002	22.89	0.00	22.89	222	315	58.21	0.7	VERIFICA	VERIFICA
69	70	11.96	11.84	1.30	0.001	9.90	9.64	2.06	2.20	0.002	0.002	22.89	0.00	22.89	222	315	58.21	0.7	VERIFICA	VERIFICA
70	71	11.84	11.73	1.37	0.001	9.64	9.37	2.20	2.36	0.002	0.002	22.89	0.00	22.89	222	315	58.21	0.7	VERIFICA	VERIFICA
71	72	11.73	12.31	1.11	-0.005	9.37	9.14	2.36	3.17	0.002	0.002	22.89	0.00	22.89	222	315	58.21	0.7	VERIFICA	VERIFICA
72	73	12.31	12.18	1.15	0.001	9.14	8.91	3.17	3.27	0.002	0.002	22.89	0.00	22.89	222	315	58.21	0.7	VERIFICA	VERIFICA
73	74	12.18	12.00	1.15	0.002	8.91	8.68	3.27	3.32	0.002	0.002	22.89	0.00	22.89	222	315	58.21	0.7	VERIFICA	VERIFICA
74	75	12.00	11.69	1.15	0.003	8.68	8.45	3.32	3.24	0.002	0.002	33.81	0.00	33.81	257	315	58.21	0.7	VERIFICA	VERIFICA



## CÓMPUTO Y PRESUPUESTO ESTIMATIVO

El presupuesto está realizado a precios de Mayo 2014.

Se diferencia el presupuesto del nexo cloacal entre la estación elevadora y la red existente, incluyendo la estación propiamente dicha, del resto del loteo debido a que su costo será amortizado por los dueños de los loteos que aportan a la red.

Item	Descripción	U.	Cant.	PRECIOS			% Item s/Rubro	Precio Rubro
				Unitario	Subitem	Item		
<b>A. OBRAS ESPECIFICAS</b>								
<b>A.01.</b>	<b>Sistema de Desagües Cloacales</b>							<b>\$ 5 727 931.13</b>
<b>A.01.1.</b>	<b>Cañerías</b>						<b>\$ 4 860 797.20</b>	<b>84.86%</b>
A.01.1.10	Excavación de zanja en terreno de cualquier categoría	m3	13 775.21	\$ 89.27	\$ 1 229 774.81			
A.01.1.20	Tapado y compactación de zanja	m3	13 576.19	\$ 118.59	\$ 1 609 972.80			
A.01.1.31	Prov. y coloc. cañerías PVC 160 mm	ml	6 009.03	\$ 218.87	\$ 1 315 184.38			
A.01.1.32	Prov. y coloc. cañerías PVC 200 mm	ml	2 008.46	\$ 285.58	\$ 573 575.00			
A.01.1.33	Prov. y coloc. cañerías PVC 250 mm	ml	307.72	\$ 429.90	\$ 132 290.21			
<b>A.01.2.</b>	<b>Bocas de Registro</b>						<b>\$ 280 229.24</b>	<b>4.89%</b>
A.01.2.10	Excavación en terreno de cualquier categoría	m3	198.49	\$ 89.27	\$ 17 719.72			
A.01.2.30	Ejecución de boca de registro en calzada h menor 2,50 m	U	26.00	\$ 10 096.52	\$ 262 509.52			
A.01.2.31	Ejecución de boca de registro en calzada h mayor 2,50 m	U	29.00	\$ 11 490.51	\$ 333 224.79			
<b>A.01.3.</b>	<b>Boca de Acceso</b>	U					<b>\$ 29 369.28</b>	<b>0.51%</b>
	Ejecución de boca de acceso	U	16.00	\$ 1 835.58	\$ 29 369.28			
<b>A.01.4.</b>	<b>Conexiones Domiciliarias</b>						<b>\$ 557 535.40</b>	<b>9.73%</b>
A.01.4.10	Ejecución de conexión domiciliaria cloacal diámetro 160 mm	U	340.00	\$ 1 639.81	\$ 557 535.40			
<b>A.02.</b>	<b>Nexo Cloacal</b>							<b>\$ 1 915 538.38</b>
<b>A.02.1.</b>	<b>Cañerías</b>						<b>\$ 1 429 862.74</b>	<b>74.65%</b>
A.02.1.10	Excavación de zanja en terreno de cualquier categoría	m3	1 566.18	\$ 89.27	\$ 139 819.94			
A.02.1.20	Tapado y compactación de zanja	m3	1 469.31	\$ 118.59	\$ 174 242.72			
A.02.1.30	Prov. y coloc. cañerías PVC 315 mm	ml	1 243.00	\$ 897.67	\$ 1 115 800.08			
<b>A.02.2.</b>	<b>Bocas de Registro</b>						<b>\$ 70 675.64</b>	<b>3.69%</b>
A.02.2.10	Excavación en terreno de cualquier categoría	m3	53.44	\$ 0.00	\$ -			
A.02.2.30	Ejecución de boca de registro en calzada h menor 2,50 m	U	7.00	\$ 10 096.52	\$ 70 675.64			
A.02.2.31	Ejecución de boca de registro en calzada h mayor 2,50 m	U	3.00	\$ 11 490.51	\$ 34 471.53			
<b>A.01.6.</b>	<b>Estación Elevadora</b>						<b>\$415 000.00</b>	<b>21.66%</b>
	Ejecución de pozo de bombeo, bombas, equipos adicionales, cañerías, etc.	U	1.00	\$415 000.00				
<b>TOTAL INFRAESTRUCTURA</b>								<b>\$ 7 643 469.51</b>
<b>IVA</b>								<b>\$ 1 605 128.60</b>
<b>TOTAL INFRAESTRUCTURA con IVA Incluido</b>								<b>\$ 9 248 598.10</b>

Para el trabajo, no se discrimina la distribución de los costos del nexo entre los dueños de los loteos debido a que por el momento se desconoce el acuerdo entre las partes, por lo que el costo de la red es de **\$9.248.598,10 (Pesos Nueve Millones Doscientos Cuarenta y Ocho Mil Quinientos Noventa y Ocho con 10/100)**



## CONCLUSIÓN

Durante el desarrollo de la Práctica Profesional Supervisada en la empresa ARROW S.R.L. se ha podido obtener, como elemento fundamental, la experiencia del trabajo a la par de profesionales y el trato diario con los mismos.

En este sentido, ha sido de notable riqueza la introducción al trabajo diario y al estilo de tareas desarrolladas en una empresa constructora, aportando una perspectiva laboral de este perfil de organizaciones.

Por otro lado, mediante la ejecución de las labores encomendadas, se han afianzado los conocimientos adquiridos durante la carrera de grado de Ingeniería Civil. Éstos resultaron herramientas fundamentales, que permitieron ahondar en determinados temas con gran entendimiento a través de bibliografía adecuada y consulta a profesionales experimentados.

Finalmente, como conclusión de las tareas desarrolladas, se debe destacar que el presente diseño de la red colectora de líquidos cloacales proyectada para el loteo de AREA 158, resulta factible y viable, tal es así que actualmente se encuentra en la ejecución de la etapa de colocación de cañerías dentro del loteo.



## ÍNDICE DE PLANOS

PLANO Nº 1 – USO DE SUELO

PLANO Nº 2 – NIVELACIÓN

PLANO Nº 3 – RED CLOACAL EXISTENTE

PLANO Nº 4 – DETALLE BOCA DE REGISTRO

PLANO Nº 5 – DETALLE BOCA DE ACCESO

PLANO Nº 6 – RAMAS DE RED COLECTORA

PLANO Nº 7-A – RED CLOACAL PROYECTADA

PLANO Nº 7-B – RED CLOACAL PROYECTADA

PLANO Nº 8 – INTERFERENCIAS COLECTOR ENTRE ESTACIÓN ELEVADORA Y CALLE VÉLEZ SANSFIELD

PLANO Nº 9 – ESTACIÓN ELEVADORA



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURA 1 – UBICACIÓN EN ARGENTINA .....	9
FIGURA 2 – UBICACIÓN EN LA REGIÓN.....	9
FIGURA 3 – UBICACIÓN EN LA CIUDAD.....	10
FIGURA 4 – LOTEO RESIDENCIAL “LAS MARGARITAS” .....	11
FIGURA 5 – ZONA COMERCIAL FRENTE A AUTOPISTA.....	11
FIGURA 6 – INTERFERENCIAS .....	12
FIGURA 7 – FUTURA EXPANSIÓN .....	14
FIGURA 8 - CONEXIÓN DOMICILIARIA .....	33
FIGURA 9 - UBICACIÓN ESTACIÓN ELEVADORA.....	35
FIGURA 10 - APORTE DE LOTEOS A COLECTORA .....	42
FIGURA 11 - DIAGRAMA DE MOODY .....	53

# PLANOS

