



Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales

# Práctica Supervisada

## Proyecto Red Cloacal “Lomas de Manantiales”

**Alumno:** Emanuel Segundo Bolzon Tagliapietra

**Tutor interno:** Ing. Teresa Reyna

**Supervisor externo:** Ing. Santiago Reyna

2016

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS Y ALCANCE DEL TRABAJO .....</b>	<b>6</b>
2.1	BREVE DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR .....	6
2.2	OBJETIVOS A ALCANZAR .....	6
<b>3</b>	<b>ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>7</b>
3.1	UBICACIÓN DE LA URBANIZACIÓN.....	7
3.2	DATOS DEL LOTE O .....	10
3.3	MEDIO AMBIENTE FÍSICO .....	12
3.3.1	<i>Clima. Características generales.</i> .....	12
3.3.2	<i>Relieve</i> .....	13
3.3.3	<i>Flora</i> .....	15
3.3.4	<i>Hidrología superficial del área de estudio</i> .....	15
3.3.5	<i>Hidrología subterránea</i> .....	17
3.4	DATOS DEMOGRÁFICOS DE LA LOCALIDAD .....	18
3.4.1	<i>Población</i> .....	18
<b>4</b>	<b>PAUTAS PARA EL DISEÑO DE RED COLECTORA CLOACAL.....</b>	<b>21</b>
4.1	INTRODUCCIÓN .....	21
4.2	PAUTAS PARA EL TRAZADO DE LA RED.....	21
4.3	DISPOSICIONES DE DISEÑO.....	22
4.3.1	<i>Pendiente mínima</i> .....	22
4.3.2	<i>Velocidad mínima</i> .....	24
4.3.3	<i>Velocidad máxima</i> .....	24
4.3.4	<i>Pendiente máxima</i> .....	25
4.3.5	<i>Tapada sobre los caños instalados en zanja</i> .....	25
4.3.6	<i>Diámetros</i> .....	26
4.3.7	<i>Material de los caños</i> .....	26
4.3.8	<i>Ubicación de las colectoras</i> .....	26
4.3.9	<i>Instalaciones complementarias</i> .....	26
4.3.10	<i>Conexiones domiciliarias</i> .....	27
4.3.11	<i>Bocas de registro</i> .....	28
4.3.12	<i>Estaciones elevadoras</i> .....	30
<b>5</b>	<b>DISEÑO Y CÁLCULO DE RED COLECTORA CLOACAL .....</b>	<b>32</b>
5.1	JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN TÉCNICA.....	32
5.2	CÁLCULO DE LA RED .....	34
5.2.1	POBLACIÓN DE DISEÑO .....	34
5.2.2	<i>Determinación del caudal máximo horario</i> .....	37
5.2.3	<i>Metodología de cálculo</i> .....	38
5.2.4	<i>Velocidades máximas</i> .....	39
5.2.5	<i>Planilla de cálculo</i> .....	39
5.3	VERIFICACIÓN DE CAÑERÍA DE PVC PARA USO CLOACAL A GRAVEDAD .....	42
5.3.1	<i>Cálculo de la carga de Relleno</i> .....	42
5.3.2	<i>Cálculo de la carga de Tránsito</i> .....	43
5.3.3	<i>Verificación por deflexión</i> .....	44
5.3.4	<i>Verificación por PANDEO</i> .....	45
<b>6.</b>	<b>CÓMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO.....</b>	<b>48</b>
6.1	INTRODUCCIÓN .....	48
6.2	CONSIDERACIONES PARA EL CÓMPUTO .....	48
6.2.1	<i>Red de cañerías</i> .....	48
6.2.2	<i>Provisión, colocación de cañerías y accesorios de PVC (Policloruro de Vinilo)</i> .....	49

6.2.3.	Bocas de registro .....	49
6.2.4.	Conexiones domiciliarias. ....	50
6.3	PLANILLAS PARA EL CÓMPUTO MÉTRICO Y PRUPUESTO .....	50
<b>6</b>	<b>CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS .....</b>	<b>53</b>
6.1	SECUENCIA DE TRABAJO .....	53
6.2.	VERIFICACIÓN DE LAS CAÑERIAS .....	54
6.2.1.	Prueba hidráulica a zanja abierta.....	54
6.2.2.	Prueba hidráulica a zanja cerrada.....	55
6.2.3.	Prueba del tapón .....	55
6.2.4.	Verificación de estanqueidad de las bocas de registro.....	55
6.2.5.	Verificación de la instalación domiciliaria interna.....	56
6.2.6.	Prueba de funcionamiento .....	56
6.2.7.	Patología de las conducciones enterradas para tubos flexibles .....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ubicación de la provincia de Córdoba en Argentina, ubicación de la ciudad de Córdoba	7
Figura 2 - Ubicación de la zona de estudio en la ciudad de Córdoba .....	7
Figura 3 - Mapa con ubicación del Predio.....	8
Figura 4 - Imagen satelital.....	8
Figura 5 - Mega emprendimiento “Manantiales” .....	9
Figura 5 - Plano del loteo Lomas de Manantiales.....	10
Figura 6 - Relieve de la Provincia de Córdoba .....	14
Figura 7 - Mapa Hidrográfico de Córdoba - Cuenca hidrográfica activa del río Primero.....	16
Figura 8 - Cuenca del Arroyo La Cañada.....	17
Figura 9 - Cuencas subterráneas.....	18
Figura 10 - Crecimiento físico y poblacional.....	19
Figura 11 - Distribución etaria y pirámide de población de la Ciudad de Córdoba.....	20
Figura 12 - Disposición de líquido y sólido en conductos cloacales a gravedad .....	22
Figura 13 - Pendiente del terreno mayor a la máxima admisible.....	23
Figura 14 - Pendiente del terreno entre máxima y mínima admisible.....	23
Figura 15 - Pendiente del terreno menor a pendiente mínima.....	24
Figura 16 - Esquema de una cañería.....	25
Figura 17 - Conexión en vereda y calzada.....	27
Figura 18 - Boca de registro en intersección de cañerías.....	28
Figura 19 - Boca de registro en un salto .....	29
Figura 20 - Boca de registro en un cambio de pendiente.....	29
Figura 21 - Boca de registro en un cambio de dirección.....	29
Figura 22 - Boca de registro en un cambio de diámetro de la cañería.....	29
Figura 23 - Boca de registro a una distancia menor a 120 m.....	29
Figura 24 - Corte en Estación Elevadora tipo .....	31
Figura 25 – Ubicación del Colector Sur y estación de bombeo .....	32

Figura 26 - Traza de la cañería y ubicación de las bocas de registro .....	33
Figura 27 - Corte detalle de excavación.....	48
Figura 28 - Corte boca de registro para cañerías a gravedad .....	49
Figura 29 - Esquema conexión domiciliaria - Accesorios para conexión domiciliaria .....	50
Figura 30 - Foto de cañería con conexiones domiciliarias.....	50

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Datos más relevantes del emprendimiento.....	11
Tabla 2 - Resumen de población de Lomas de Manantiales.....	11
Tabla 3 - Indicadores demográficos.....	20
Tabla 4 - Pendientes máximas.....	25
Tabla 5 - Análisis de población .....	37
Tabla 6 - Coeficientes para caudales volcados a colectoras.....	37
Tabla 7 - Planilla de cálculo de la red cloacal .....	41
Tabla 8 - Ancho de zanja según diámetro de caño.....	42
Tabla 9 - Coeficiente K según ángulo de apoyo .....	44
Tabla 10 - Tabla auxiliar para cómputo.....	52
Tabla 11 - Cómputo y presupuesto .....	52
Tabla 12 - Pérdidas admisibles en (lts/Hmxhora).....	54

### ANEÑOS

- 1 - Plano de loteo de Lomas de Manantiales
- 2 - Planimetría Red Cloacal (A1)
- 3 - Perfil Longitudinal 1 de 5 (A1)
- 4 - Perfil Longitudinal 2 de 5 (A1)
- 5 - Perfil Longitudinal 3 de 5 (A1)
- 6 - Perfil Longitudinal 4 de 5 (A1)
- 7 - Perfil Longitudinal 5 de 5 (A1)
- 8 - Nexo de Lomas de Manantiales con red existente (A2)
- 8 - Boca de Registro
- 9 - Boca de Registro (A3)
- 10 - Pliego de especificaciones técnicas - Municipalidad

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente es un proyecto de una red colectora de efluentes cloacales a gravedad para la urbanización de Lomas de Manantiales, ubicada en la ciudad de Córdoba, provincia de Córdoba, Argentina.

El proyecto corresponde al Grupo Edisur, una desarrollista con sede en la ciudad de Córdoba, concebida para el desarrollo de grandes emprendimientos inmobiliarios.

La urbanización Lomas de Manantiales es un loteo residencial que cuenta con 195 lotes cuya superficie promedio es 469,16 m<sup>2</sup>. La superficie total es de 9 hectáreas 1486,66 m<sup>2</sup>. La población resultará de 2576 habitantes, los cuales generarán un caudal de efluentes cloacales medio diario de 644,00 m<sup>3</sup>/día.

La red colectora cloacal que recorre la urbanización denominada Lomas de Manantiales permitirá la conducción de los efluentes cloacales de origen domiciliario de la totalidad de las construcciones a desarrollarse en las parcelas que dispone la urbanización.

Todo el líquido colectado por la red se descargará en el interior de la estación de bombeo construida actualmente en la margen sur del arroyo La Cañada en el sector próximo al canal Anizacate y desde aquí será impulsado hasta un colector municipal ubicado en la calle Pedro Cárdenas, para conducirlos hasta la planta de tratamiento de Bajo Grande, donde serán tratados adecuadamente.

Para el diseño de la red se tuvo en cuenta lo establecido por la normativa ENOHSA y la Dirección de Redes Sanitarias y Gas de la Municipalidad de la Ciudad de Córdoba, en lo respectivo a tapada y pendiente mínima, longitud y pendiente máxima, etc. Más adelante se verá en detalle estos aspectos.

## 2 OBJETIVOS Y ALCANCE DEL TRABAJO

### 2.1 BREVE DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR

El presente trabajo consiste en una red colectora cloacal a gravedad que permitirá la conducción del 100% de los efluentes cloacales domésticos generados en el interior de la urbanización Lomas de Manantiales ubicada en la zona suroeste de la Ciudad de Córdoba, Provincia de Córdoba.

### 2.2 OBJETIVOS A ALCANZAR

- Recopilación de antecedentes e información disponible y referente al predio Lomas de Manantiales en lo que respecta a estudio de suelo, topografía, infraestructura de servicios, tendencias de crecimiento poblacional, desarrollo urbano, etc.
- Estudio de la demanda en función del crecimiento demográfico y la máxima ocupación posible en la urbanización para el cálculo de la red cloacal.
- Obtención, mediante trabajos de campaña, de información altimétrica del predio en estudio.
- Evaluación de la normativa vigente para la presentación y diseño de sistema y obras hidráulicas en la provincia de Córdoba.
- Realización de la memoria de cálculo de la red que colectará los líquidos del barrio verificando las velocidades mínimas
- Ejecución de planos de proyecto con indicaciones planialtimétricas de las bocas de registro y cotas de intradós de la intersección de las cañerías con las bocas en la entrada y salida, longitud de los tramos, diámetro de cañería y pendientes, de acuerdo a lo indicado en la planilla de cálculo de la red cloacal. Dichos planos serán la planimetría, perfiles longitudinales y boca de registro tipo.
- Realizar el cómputo y presupuesto del proyecto.

### 3 ZONA DE ESTUDIO

#### 3.1 UBICACIÓN DE LA URBANIZACIÓN

El emprendimiento inmobiliario “Lomas de Manantiales” se encuentra en la Ciudad de Córdoba, Provincia de Córdoba, Argentina.

En la figura 1 se muestra la ubicación de la provincia de Córdoba en relación al país y la ciudad en relación a la provincia de Córdoba.

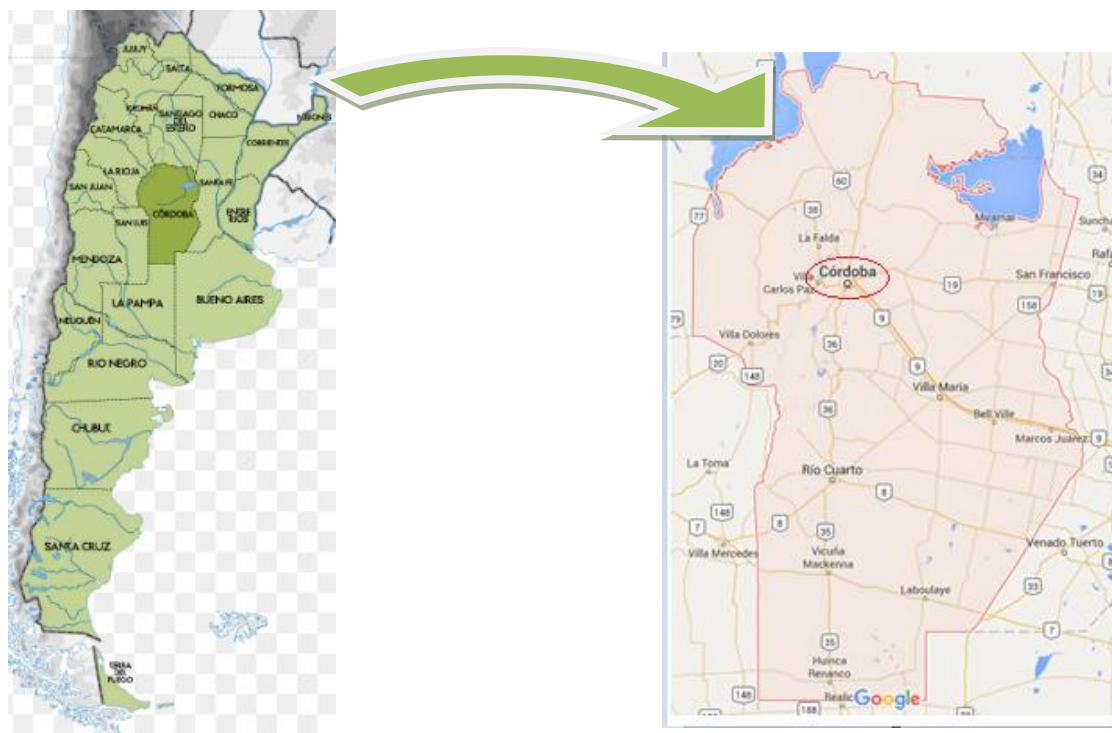


Figura 1 - Ubicación de la provincia de Córdoba en Argentina, ubicación de la ciudad de Córdoba  
(Fuente: Elaboración propia)

La urbanización se ubica al sureste de la ciudad, como se muestra en la figura 2.



Figura 2 - Ubicación de la zona de estudio en la ciudad de Córdoba  
(Fuente: Google Maps)

Como se muestra en la figura 3, el acceso a la urbanización se efectúa a través de la Avenida de Circunvalación Agustín Tosco, transitando por dicha vía una distancia aproximada de 2100m desde la Avenida Armada Argentina (continuación de ruta provincial nº 5). Otra posibilidad para acceder a la urbanización se desarrolla por Calle Raúl Carlos Brogini, transitando por dicha vía una distancia de 1300m desde la intersección de dicha calle con la Calle San Antonio.

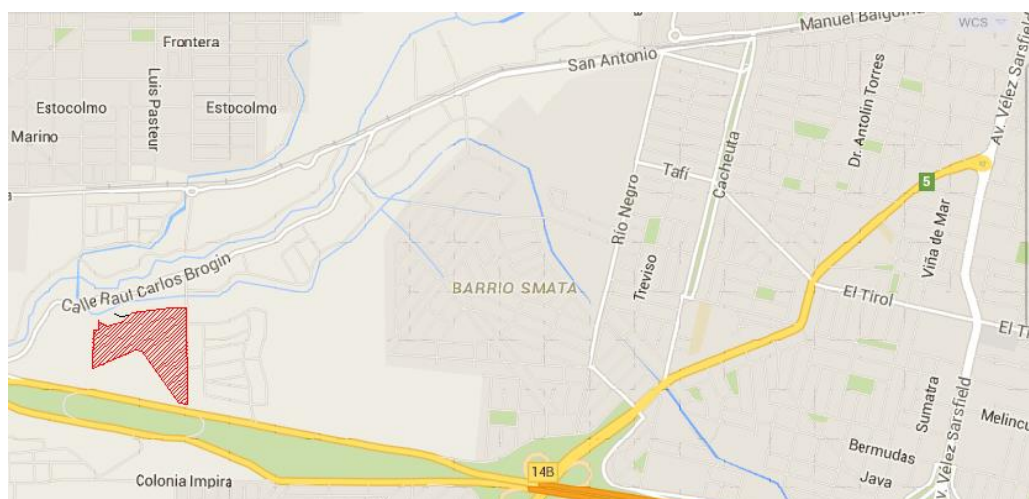


Figura 3 - Mapa con ubicación del Predio  
(Fuente: Google Maps)

En la figura 4 se observa, en celeste, el terreno baldío donde se proyecta Lomas de Manantiales. Además se muestra hacia el Este, las urbanizaciones de Casonas y Altos de Manantiales, ya consolidadas, que fueron proyectadas también por Grupo Edisur.

Altos de Manantiales tiene una tipología de viviendas tipo dúplex, en lotes de entre 300 y 400 m<sup>2</sup>, y Casonas de Manantiales que tiene una tipología de grupo de edificios para viviendas colectivas, en lotes de más de 1000 m<sup>2</sup>. Esto mismo se proyecta en Lomas de Manantiales, y se analiza con detalle en el capítulo 5.



Figura 4 - Imagen satelital.  
(Fuente: Google Earth 2015)



Lomas de Manantiales forma parte del mega emprendimiento inmobiliario del Grupo Edisur, llamado “Manantiales”. Este cuenta con 1000 Ha con más de 4000 lotes entre country y urbanizaciones, y 650 departamentos en torres y casonas.

En la figura 5 se observa un mapa del mega emprendimiento, dividido en 20 zonas con tipologías de urbanización distinta. Lomas de Manantiales se ubica en la zona 4, junto con Altos y Casonas de Manantiales.



Figura 5 - Mega emprendimiento “Manantiales”  
(Fuente: pagina web Grupo Edisur)

### 3.2 DATOS DEL LOTEO

En la figura 6 se muestra un plano del loteo proyectado, sobre el que se trabajará para dotarlo de una red cloacal.



Figura 5 - Plano del loteo Lomas de Manantiales  
(Fuente Elaboración propia)

En la tabla 1 se muestra un resumen de los datos más relevantes del emprendimiento:

Tipo de establecimiento:	Emprendimiento urbanístico (loteo residencial)
Categoría según dec. 415/99:	Tipo III-Poco contaminante
Cantidad de lotes	195 lotes
Superficie promedio del lote:	469,16 m <sup>2</sup>
Superficie total del emprendimiento	9 hectáreas 1486,66 m <sup>2</sup>
Distancia al curso superficial natural más cercano	120 m, al Arroyo La Cañada, desde la esquina noroeste del emprendimiento
Características topográficas:	De pendiente leve con sentido Sur Norte
Coordenadas geográficas del loteo:	Latitud: 31° 27' 28.4" S
	Longitud: 64° 14' 25.9" O
Tipo de suelo:	Limo-arcilloso - arenoso
Arbolado/vegetación autóctona	Con especies arbóreas de arbustos y pastizales de renoval.
Servicio de desagües cloacales	Se proyecta una red colectora cloacal, que luego se conecta a la colectora sur que lleve los líquidos a una estación de bombeo.
Servicio de agua potable	Provisto por la empresa Aguas Cordobesas.

Tabla 1 - Datos más relevantes del emprendimiento  
(Fuente: Elaboración propia)

En la tabla 2 se muestra un resumen de la cantidad de viviendas previstas a construir en los lotes, y la cantidad de personas que albergará Lomas de Manantiales. Para la determinación de dicha población se ha considerado la posibilidad de construir dúplex en los lotes más chicos de la urbanización, y edificio de viviendas bajo el régimen de Propiedad Horizontal en los lotes más grandes, de acuerdo a lo autorizado por la Municipalidad de la Ciudad de Córdoba. En el capítulo 5 se analizará en detalle este punto.

Manzana	Superficie Manzana [m <sup>2</sup> ]	Lotes	Unidades Habitacionales	Población
2	6439,85	8	56	196
3	10786,58	8	88	308
4	7562,37	6	66	231
5	7786,1	11	48	168
6	5507,12	13	36	126
7	4172,51	18	28	98
8	12215,36	14	99	346,5
9	9451,16	11	90	315
11	3527,41	17	22	77
12	5781,16	19	38	133
13	9692,48	17	81	283,5
14	4155,92	14	28	98
15	4525,86	15	30	105
16	4055,16	13	26	91
		$\Sigma$	736	2,576

Tabla 2 - Resumen de población de Lomas de Manantiales  
(Fuente: Elaboración propia)

### 3.3 MEDIO AMBIENTE FÍSICO

#### 3.3.1 Clima. Características generales.

Las urbanizaciones Lomas de Manantiales se encuentran en la zona central de la Provincia de Córdoba. Esta zona presenta, un clima templado. La temperatura del mes más caliente es superior a 22°C (veranos muy calurosos). Frío en invierno, con temperatura media menor a 18°C.

Desde el punto de vista dinámico, el clima de Córdoba es típico de la zona templada, con caracteres específicos de una provincia mediterránea.

Es de una gran uniformidad térmica, con un período de lluvias que se extiende de octubre a marzo y otro seco, entre abril y septiembre. El verano se presenta cálido y con aumento en la humedad relativa, mientras que el invierno es seco y no muy riguroso, aunque un poco más acentuado en las Sierras y el extremo Sur de la Provincia. En otoño y primavera, en general, se presenta buen tiempo, con marcada amplitud térmica, lo que produce una sensación agradable durante el día, pero con frío en las noches y primeras horas de la mañana.

Los vientos preponderantes son del sector Norte, Nordeste y Sur, siendo agosto y los meses de primavera el período de mayor actividad eólica. Bastante similar, pero más frío es el clima de la región serrana, existiendo, en la misma, diferencias en función de la altitud, especialmente, entre las Sierras Grandes y las Sierras Chicas. El clima estimulante de la Provincia de Córdoba se debe a la frecuencia de los cambios de tiempo, que obedecen a la acción de las masas de aire y sus combinaciones con las líneas generales de las formas del relieve. A estos tiempos los podemos clasificar en:

- a. Tiempo cálido y Húmedo con vientos del Norte.
- b. Tiempo tormentoso con vientos del Sur.
- c. Tiempo frío de invierno y agradable de verano, con vientos del Sur.
- d. Tiempo de sudestada.
- e. Tiempo cálido y seco, con vientos de Noroeste y Oeste

#### **a. Tiempo cálido y Húmedo con vientos del Norte:**

A partir del mes de septiembre predominan las masas de aire cálidas y húmedas del Norte. Estas son constantes y soplan con fuerza creciente durante períodos de varios días. El tiempo ventoso, bajo un cielo polvoriento, blanquecino o grisáceo, se torna caluroso mientras aumenta la tensión del vapor. El viento, que se intensifica durante el día, disminuye o cesa por la noche. Sobre las sierras, a medio día, se forman nubes convectivas (cúmulus de desarrollo vertical) que desaparecen al caer la tarde. Hacia el final del período, con predominio de las masas de aire del Norte, los vientos de ese rumbo aumentan de fuerza, aún durante la noche, y el calor se torna molesto, sofocante. Cesan ante la irrupción de masas de aire del Suroeste.

#### **b. Tiempo tormentoso, con vientos del Sur:**

El cambio del tiempo se produce con fuertes vientos del Sur, a veces realmente intensos, y tempestades eléctricas con lluvias. Algunos fenómenos de este tipo, pueden producir verdaderos destrozos en diversos lugares de la zona. A partir de octubre las lluvias suelen ser torrenciales provocando crecidas en los cursos de agua que descienden de la falda oriental de las Sierras. Las lluvias son de corta duración; por lo que el cielo pronto se despeja por completo mientras se acentúa el predominio de una masa de aire de origen polar, fresco y limpio que facilita la insolación. Al producirse el cambio por la sustitución de la masa de aire cálido del Norte por la fría o fresca del Sur, las temperaturas bajan bruscamente (a veces desciende entre 15° y 20°C en pocas horas). Al caer la noche, se observa la formación de una gran barrera de cúmulus del Sur, con un núcleo tormentoso en el extremo Oeste, iluminado de relámpagos. Este núcleo se desplaza lentamente hacia el Este descargando su lluvia, mientras el cambio de tiempo se ha producido en forma de fuertes vientos sin lluvia. En períodos de gran sequía los frentes producen lluvias muy escasas y localizadas con tormentas de polvo.

#### **c. Tiempo frío de invierno y agradable de verano, con vientos del Sur:**

Detrás del frente frío llega el anticiclón o masa de aire polar, de este modo el tiempo fresco y el cielo claro favorecen la radiación durante el día y la irradiación en la noche. En invierno las temperaturas mínimas nocturnas, a causa de la intensa irradiación favorecida por la sequedad del aire, pueden descender entre 8° y 10° bajo cero en la zona de la cuenca alta. Al final de estos estados de tiempo anticiclónicos, sobre todo durante el invierno, se presentan períodos de días de calma, con cielo de gran transparencia, en los cuales la temperatura asciende durante el día para descender fuertemente en horas de la noche.

#### **d. Tiempo de Sudestada:**

No siempre el anticiclón polar cruza el país en diagonal y llega a Córdoba por el Sudoeste, a veces, con menos frecuencia atraviesa la Patagonia hacia en Este, se carga de humedad sobre el Atlántico y se instala, sobre la Península de Valdez. Desde esta posición envía vientos que llegan al sur de la provincia de Córdoba desde el Sudeste, fríos o frescos, según la época del año, y húmedos. Se trata de la Sudestada, caracterizada por dar lugar a semanas enteras con cielo cubierto por nubes bajas, llovizna y lluvia débil, con escasas interrupciones y temperaturas muy estables.

#### **f. Tiempo cálido y seco, con vientos del Noroeste y Oeste**

Es muy claro el predominio de los vientos del Norte, Noreste y Sur, y a veces del Este. Los vientos del Oeste y Noroeste en primavera y verano son más fuertes, a veces solo duran algunas horas en la mañana, rara vez todo el día y con fuerza atenuada. Son muy secos y cálidos y no forman nubes.

### **3.3.2 Relieve**

El departamento Capital, en el cual está ubicada las urbanizaciones Lomas de Manantiales, ocupa una llanura ondulada con barrancas naturales, al pie de las Sierras Chicas, encontrándose atravesado por cursos de agua como el río Suquía, el arroyo La Cañada y El infiernillo.

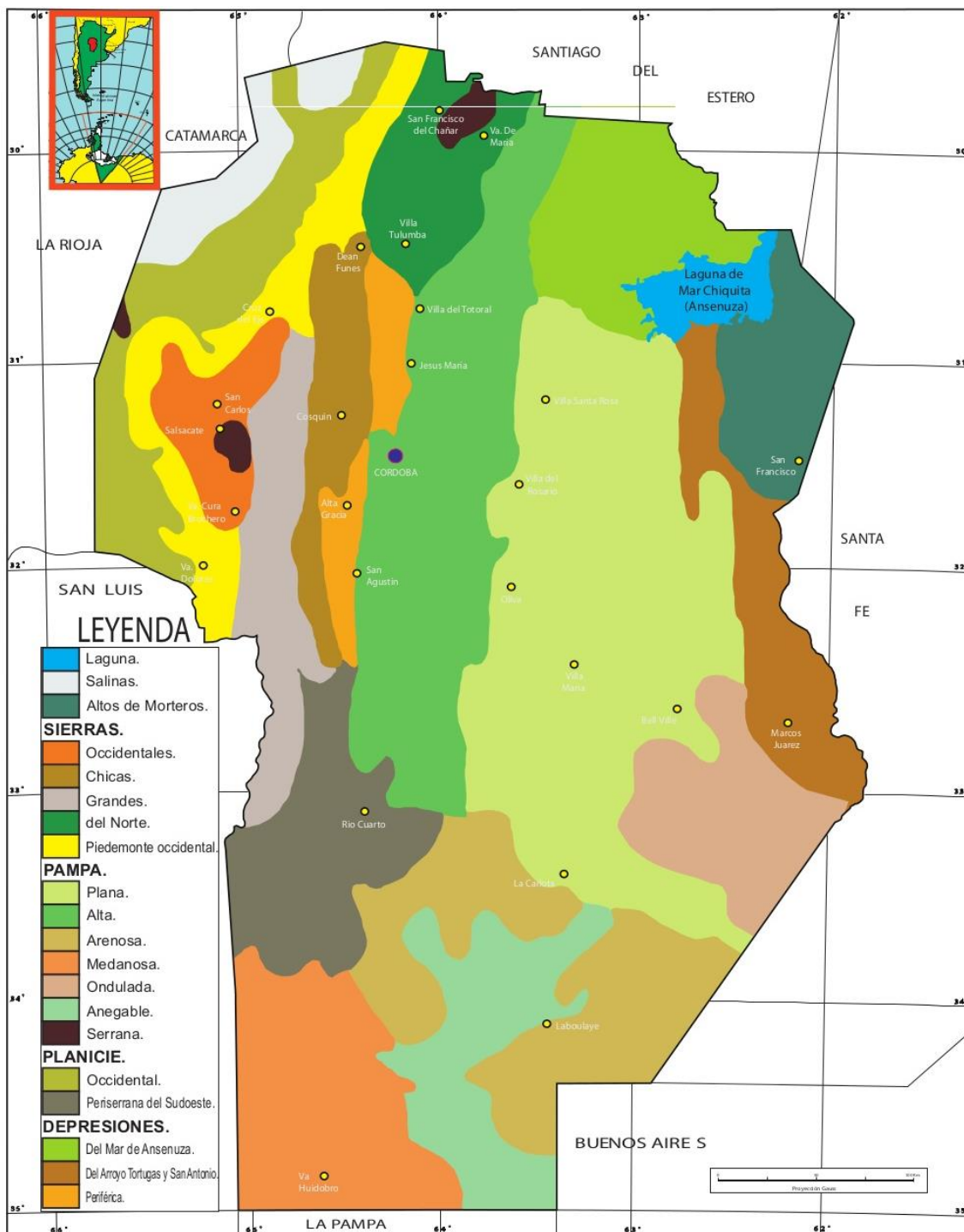


Figura 6 - Relieve de la Provincia de Córdoba  
(Fuente: "los suelos". Agencia Córdoba. D.A.C y T.S.E.M. Dirección de Ambiente.)

### 3.3.3 Flora

La posición de Córdoba como nudo de contacto entre la sierras pampeanas, la región chaqueña y la pradera o pampa húmeda, explica que su territorio sea rico en una flora indígena integrada por árboles y arbustos de diversas familias, con especies forrajeras, leñosas, madereras, frutales, tintoreras, textiles y otras, sin contar la legión de plantas menores y las hierbas “medicinales” que gozan del favor popular en el tratamiento doméstico de innumerables dolencias.

La enunciación de las especies puede ser hecha en correspondencia con las zonas naturales, y vinculada además a la altitud del relieve, la existencia de cursos fluviales y a la cuota de humedad. Conforme a lo anterior, se puede dividir en:

- |                           |   |   |
|---------------------------|---|---|
| a) Zona Subandina         | [ | <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Pastos Alpinos (+1800 msnm)</li> <li>2 Bosques de Tabaquillos y de Horco Molle (entre 1500 y 1800 msnm)</li> </ul> |
| b) Zona del Monte Serrano | [ | <ul style="list-style-type: none"> <li>3 Se desarrolla entre los 1500 y 600 msnm</li> </ul>   |
| c) Zona de Llanura        | [ | <ul style="list-style-type: none"> <li>4 Bosques Rivereños (-600 msnm)</li> <li>5 Pampa y Campo</li> <li>6 Salinas</li> </ul>                               |

Con respecto a las urbanizaciones Lomas de Manantiales, se puede observar, que su vegetación no resulta propia del Monte Serrano original, sino que su superficie se encuentra desprovista de vegetación autóctona, habiendo sido utilizado el predio para explotación agrícola, disponiendo su superficie en la actualidad pastizales y algunos árboles de renoval.

### 3.3.4 Hidrología superficial del área de estudio

La zona bajo análisis, se encuentra en la cuenca serrana, aquí las precipitaciones son más abundantes que en la zona de la planicie Oeste de la provincia, tiene una estructura y morfología rígidas, que determinan un encauzamiento lineal de las aguas superficiales en desmedro de las estancadas. Estas faltan y en su lugar únicamente se hallan los embalses artificiales.

Este sector del departamento Capital, se encuentra dentro de la cuenca de aporte del río Primero que nace a partir del embalse San Roque. El río Primero, derrama sus aguas en la depresión lacustre de Mar Chiquita.

En la figura 8 se muestra un mapa hidrográfico de la provincia de Córdoba, con los ríos, embalses y lagunas más importantes, y con más detalle la cuenca del Río Primero o Suquía. Se observa que Lomas de Manantiales está ubicada cercana al Arroyo la Cañada, afluente del Río Suquía.

No obstante a la cercanía del arroyo, el líquido cloacal se verterá al Río Suquía, después de la confluencia con Arroyo La Cañada, previo paso por la planta de tratamiento de líquidos cloacales de Bajo Grande.

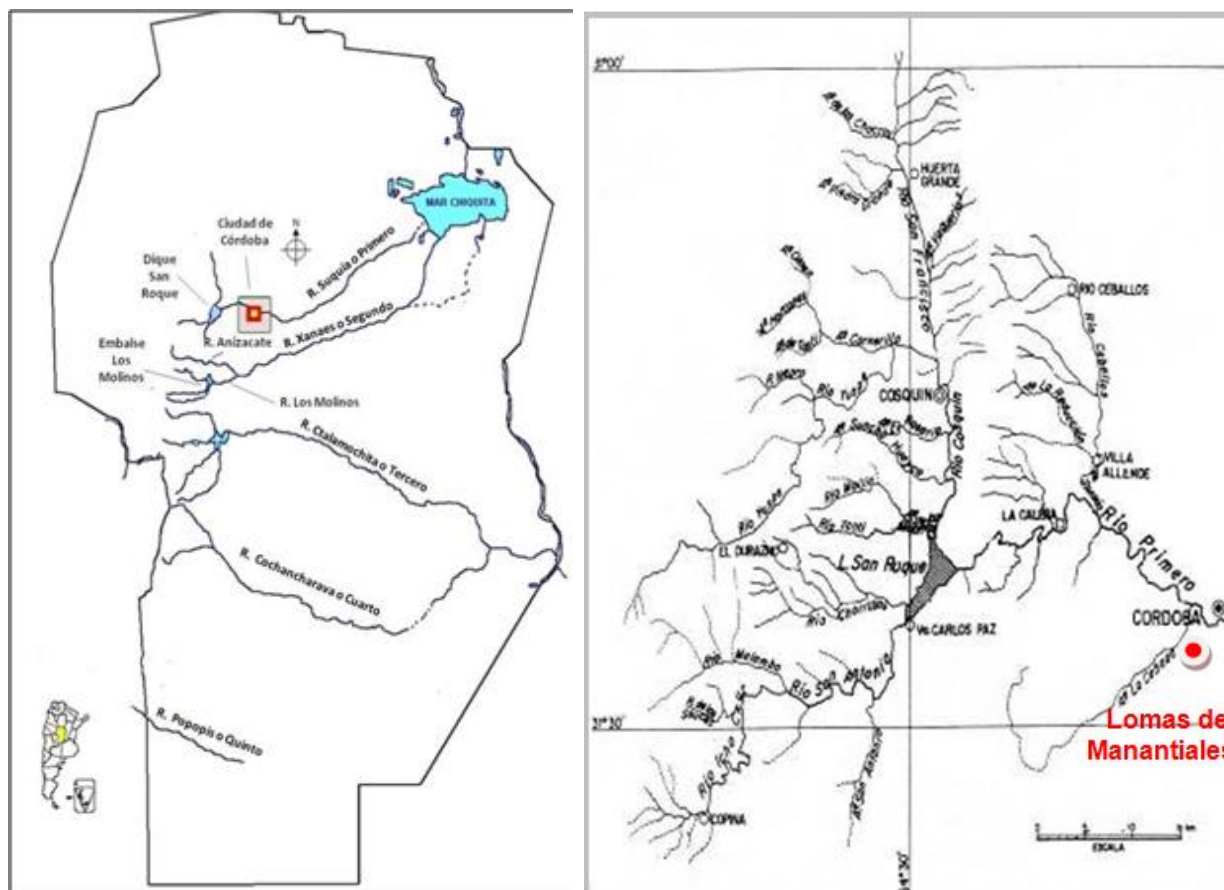


Figura 7 - Mapa Hidrográfico de Córdoba - Cuenca hidrográfica activa del río Primero.  
(Fuente: Vázquez y otros, 1979)

La precipitación media anual en la cuenca del Río Primero es de unos 700 mm. La abundancia relativa alcanza los 6,67 l/s/km<sup>2</sup> y el índice de circulación a los 210 mm; el déficit es de 410 mm y el coeficiente de circulación del 30%. El derrame anual medio es de 284 hm<sup>3</sup>.

Las variaciones estacionales están definidas por la abundancia de aguas en el período octubre - marzo, con un coeficiente de caudal por arriba del módulo y un pico en diciembre. Las aguas bajas corresponden al invierno. Las variaciones de caudal se adaptan fielmente a las variaciones de las precipitaciones en la cuenca: frecuencia veraniega y escasez invernal.

En la figura 8 se muestra la cuenca del Arroyo La Cañada, que tiene una superficie de 424 km<sup>2</sup>.





Figura 8 - Cuenca del Arroyo La Cañada  
(Fuente: Estudio de cuenca Arroyo La Cañada de la Municipalidad de Córdoba)

### 3.3.5 Hidrología subterránea

Las aguas subterráneas representan en la Provincia un recurso natural inapreciable, pues la notable escasez de las de superficie y las condiciones climáticas desfavorables de una extensa área, las convierten en la única fuente de este elemento vivificante. Por lo general las cuencas profundas de alta mineralización están aisladas del proceso bacteriológico y protegidas de la contaminación resultante de la actividad antrópica que se presenta muy concentrada en los núcleos urbanos.

La estructura en bloques, fosas y pilares del Basamento Cristalino y el afloramiento del mismo en las sierras, permite distinguir varias cuencas hidrogeológicas, cuyos límites son un tanto imprecisos por la falta de información del ambiente profundo. Los cordones montañosos, con un rumbo aproximado nornordeste, dividen a la Provincia en tres unidades características: la montañosa, la llanura del este y las del noroeste y oeste.

Desde un punto de vista geológico, se encuentran en toda la región tres formaciones bien diferenciadas, formación Paraná, formación Puelches y formación Pampeana. En una clasificación general y esquematizada, la llanura del este pertenece a lo que en el país se considera la gran Cuenca Chaco-Paranaense, y las del noroeste y oeste, forman parte de los Llanos occidentales. La cuenca Chaco-Paranaense se divide en la Provincia en dos unidades bien definidas: la de Mar Chiquita y la de los ríos Tercero, Cuarto y Quinto.

De acuerdo a estas consideraciones, se definen las siguientes cuencas (Vázquez y otros, 1979):

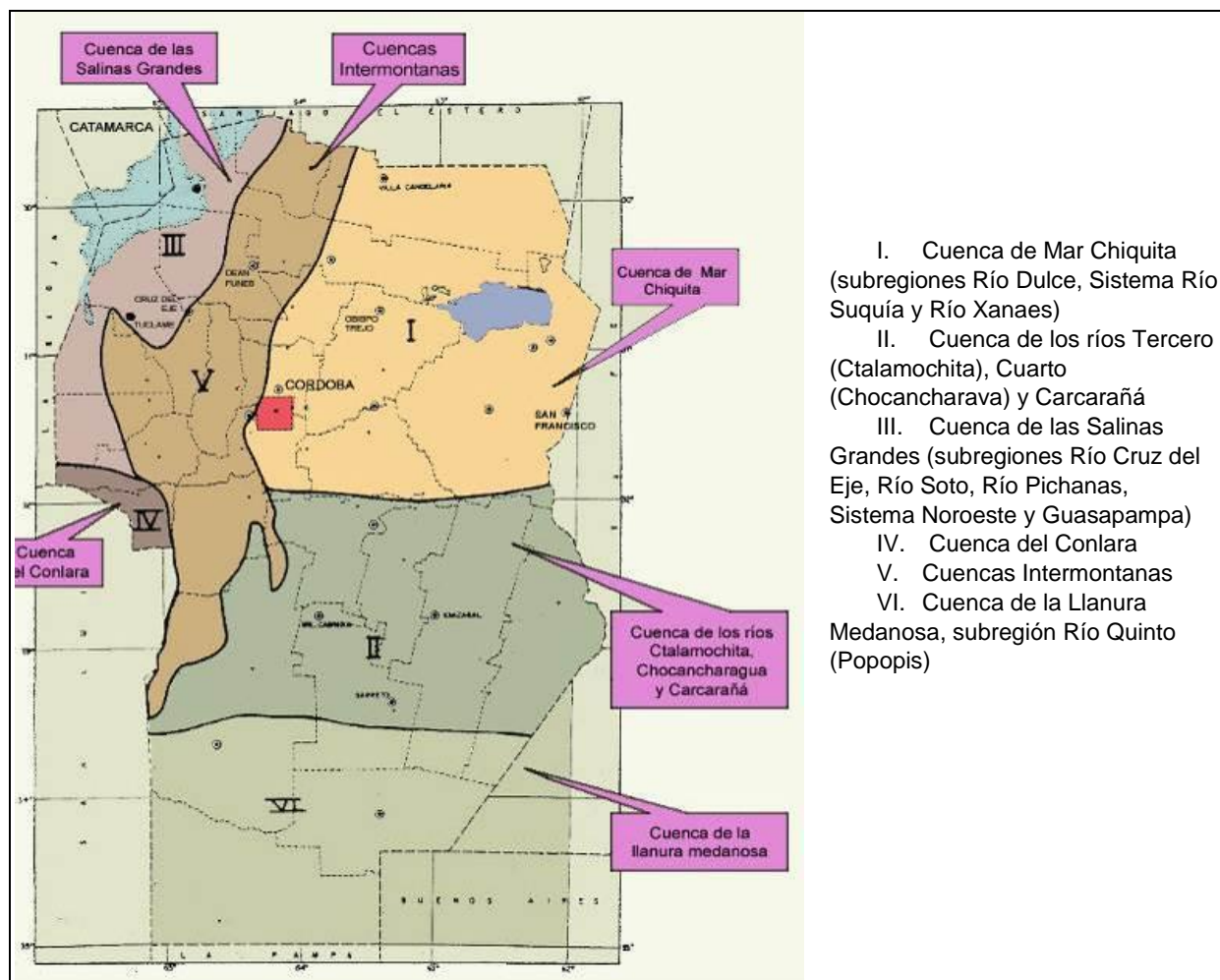


Figura 9 - Cuencas subterráneas  
(Fuente: Vázquez y otros, 1979)

De acuerdo a lo expresado anteriormente, la zona de estudio está comprendida en la cuenca subterránea I; Cuenca de Mar Chiquita.

### 3.4 DATOS DEMOGRÁFICOS DE LA LOCALIDAD

#### 3.4.1 Población

Se muestra en la figura 10 el crecimiento físico y poblacional de la Ciudad de Córdoba desde el año 1810 a 2010.

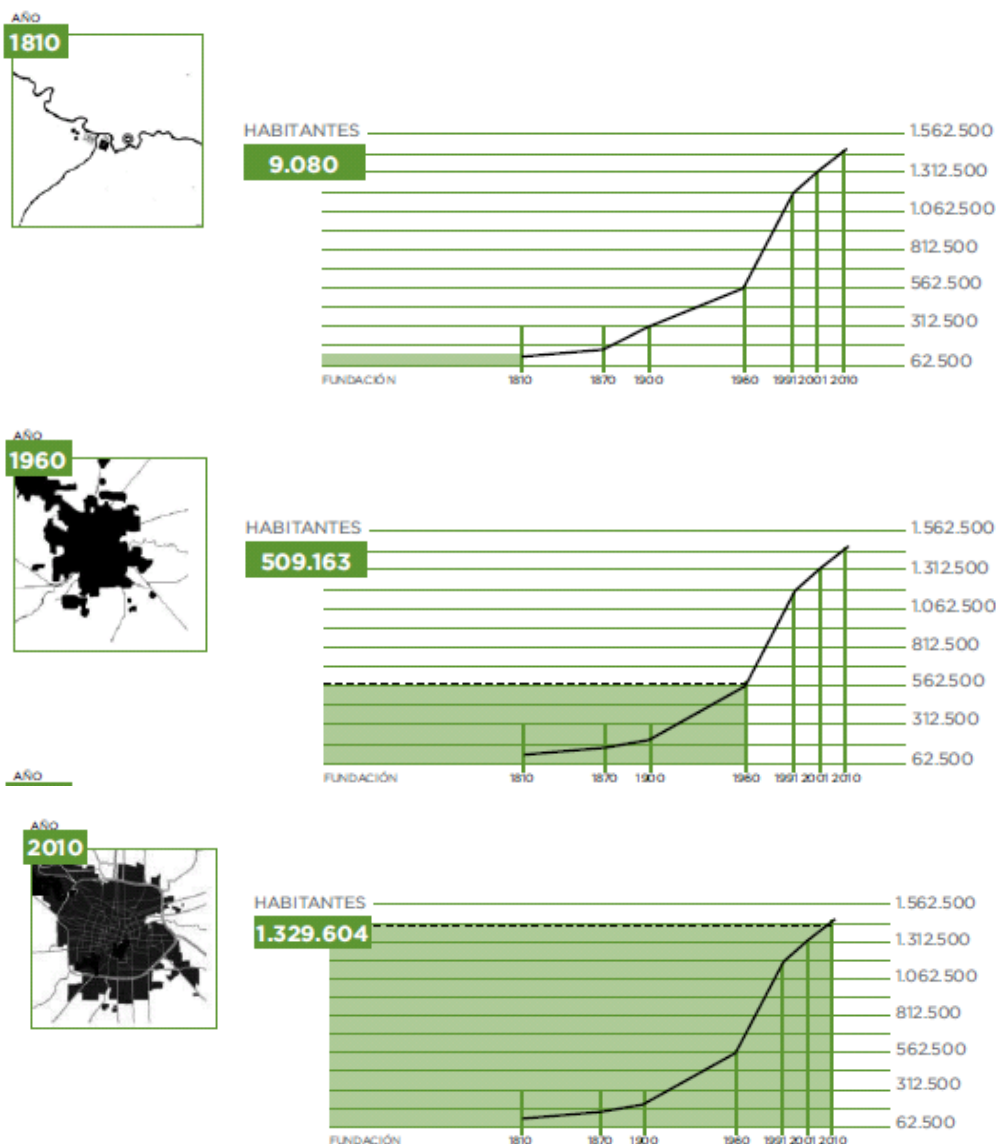


Figura 10 - Crecimiento físico y poblacional.

(Fuente: Dirección de Catastro, Secretaría de Economía y Finanzas, Municipalidad de Córdoba; y Censos Nacionales)

Según el censo del año 2001, la ciudad contaba con una población de 1.284.582 habitantes (INDEC, 2001), lo que representa un incremento del 8.9% frente a los 1.179.372 habitantes (INDEC, 1991) del censo anterior. Estas cifras corresponden a la población urbana del departamento Capital. A partir del censo del 2001, Córdoba pasa a ser oficialmente la segunda ciudad de país en población y concentrar el 41,9% de la población total de la provincia.

Según el INDEC, la tasa de crecimiento poblacional viene decayendo desde 1980, cuando el registro marcaba un crecimiento de un 21.6%, mientras que en el último censo fue de tan sólo un 3.5% (2010), es decir, una caída de 18.1 puntos porcentuales.

La densidad poblacional en 2001 era de 2.285,7 habitantes por kilómetro cuadrado, y en 2010 fue de 2.308.3 Hab/Km<sup>2</sup>, 125 veces más alto que el indicador provincial.

La distribución etaria y por sexo actual se muestra en los gráficos de la figura 11.

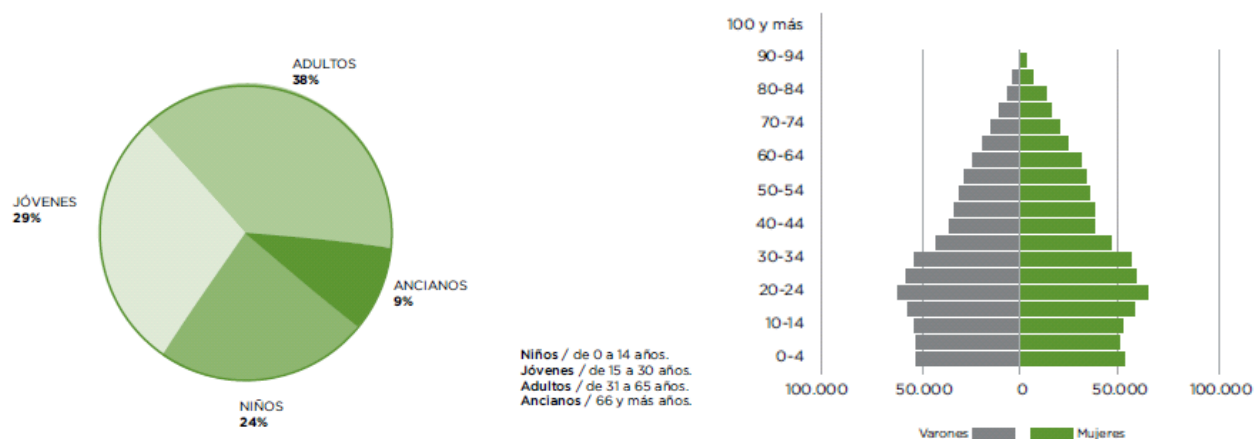


Figura 11 - Distribución etaria y pirámide de población de la Ciudad de Córdoba. (Fuente: CNPV 2010, INDEC.)

Tasa de Natalidad Bruta	18 ‰
Tasa de Mortalidad Infantil	11,9 ‰
Tasa de Mortalidad Neonatal	7,5 ‰
Tasa de Mortalidad Posnatal	3,6 ‰
Esperanza de Vida - Hombres	71,08 años
Esperanza de Vida - Mujeres	78,71 años
Índice de Masculinidad	91,2

Tabla 3 - Indicadores demográficos. (Fuente: Censo Provincial de Población 2008, Gob. Pcia. de Cba e INDEC.)

## 4 PAUTAS PARA EL DISEÑO DE RED COLECTORA CLOACAL

### 4.1 INTRODUCCIÓN

Las redes de desagües cloacales tradicionales o convencionales conforman un conjunto de conductos ramificados, que con su trazado recuerda a un sistema fluvial en su funcionamiento.

El desarrollo de los conductos, todos escurriendo en lo general a superficie libre, se realiza siempre con pendiente descendiente partiendo de los extremos, donde se encuentran los puntos más altos y los diámetros más chicos, hasta los puntos más bajos, donde se encuentran los tramos de mayor diámetro.

Las conducciones de menores dimensiones confluyen a conductos de diámetros cada vez mayores, hasta alcanzar las conducciones principales del sistema.

A lo largo del trazado, esas conducciones, dispuestas en la vía pública, van recibiendo los desagües de los predios.

El flujo de los desagües al principio irregular en los extremos de la red, va convirtiéndose en continuo y más regular a medida que va recorriendo, alcanzando conductos de mayor diámetro.

El sistema de conductos comprende conducciones principales (o colectores) y conducciones secundarias o colectoras (son estas las que reciben las descargas domiciliarias)

El proyecto y su construcción deberán asegurar la inexistencia de filtraciones o desbordes que puedan causar contaminación del suelo o capas acuíferas subterráneas, así como contemplar que no se produzcan atascamientos en las diversas instalaciones que componen el sistema.

Como la sedimentación de material sólido es difícil de evitar, en especial en las colectoras que reciben pocas conexiones (lo que se da habitualmente al comienzo del periodo de diseño) deberán preverse los accesos que posibiliten las eventuales desobstrucciones.

### 4.2 PAUTAS PARA EL TRAZADO DE LA RED

El trazado depende fundamentalmente de:

- Trazado de la red vial.
- Topografía del área.
- Geología e hidrología del área.
- Limitaciones legales.
- Localización de la planta depuradora o de descarga.

Otras consideraciones a tener en cuenta:

- Las colectoras deberán proyectarse en tramos rectos entre accesos a las mismas.
- Solo se admitirán pequeñas curvaturas en caso de colectoras con juntas elásticas.
- Como guía general, las colectoras seguirán en su trazado, en lo posible, la tendencia del escurrimiento natural de las aguas superficiales, configurándose cuencas de aporte cuyos efluentes serán colectados por emisarios.
- Los trazados deberán implicar la menor profundización posible de las cañerías en el terreno.
- Deberá minimizarse el número de accesos a la red, sin que por ello se resientan las posibilidades de desobstrucciones eventuales.
- Deben evitarse en lo posible las estaciones de bombeo, las que solo serán admitidas cuando sean imprescindibles y después de un adecuado análisis de alternativas y de una justificación técnico económica.

### 4.3 DISPOSICIONES DE DISEÑO

#### 4.3.1 Pendiente mínima

El método usado para la circulación es la “conducción con agua por gravedad” donde puede aplicarse las leyes de la hidráulica aplicadas a los fluidos ideales. Debemos garantizar en los conductos cloacales determinadas pendientes para que escurran y no se depositen los sólidos.

La pendiente permite que el líquido desplacé los sólidos de manera eficiente. Recordando que, el escurrimiento de líquido se debe producir por gravedad, para lo cual, las cañerías deben estar perfectamente dimensionadas en cuanto a su diámetro y pendiente, debiendo asegurar que el escurrimiento se produzca a perímetro parcialmente mojado y de esta manera garantizar una circulación de aire (ventilación), la cual debe producirse en el sentido contrario al del escurrimiento del líquido, lo que se produce por la sección que queda delimitada entre el tirante líquido y el intradós de la cañería. Lo anterior es esquematiza en la figura 12.



Figura 12 - Disposición de líquido y sólido en conductos cloacales a gravedad  
(Fuente: <https://www.google.com.ar/search?q=desague+cloacal+a+gravedad+imagen+ca%C3%B1o&espv>)

Siempre debemos tratar de seguir la pendiente natural del terreno, de esa forma se minimizan las excavaciones y estas deben ser compatibles con las velocidades mínimas y máximas.

Se pueden presentar distintos casos:

**1er Caso:** Que la pendiente del terreno sea mayor que la máxima admisible para la cañería. En este caso se instalará la misma con pendiente máxima hasta alcanzar la tapada mínima, donde se deberá aplicar un salto.

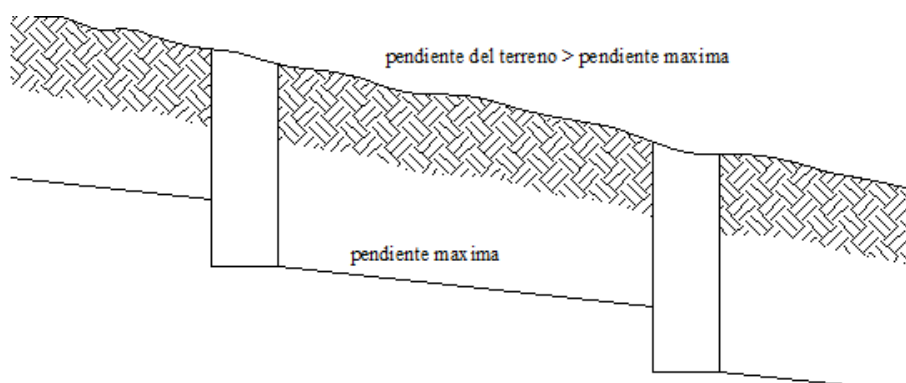


Figura 13 - Pendiente del terreno mayor a la máxima admisible  
(Fuente: Apunte cátedra Ing. Sanitaria)

**2do Caso:** Que la pendiente del terreno esté comprendida entre la máxima y la mínima de la cañería. En este caso, se instalará la cañería paralela al terreno, con un volumen mínimo de excavación, sería el caso más favorable.

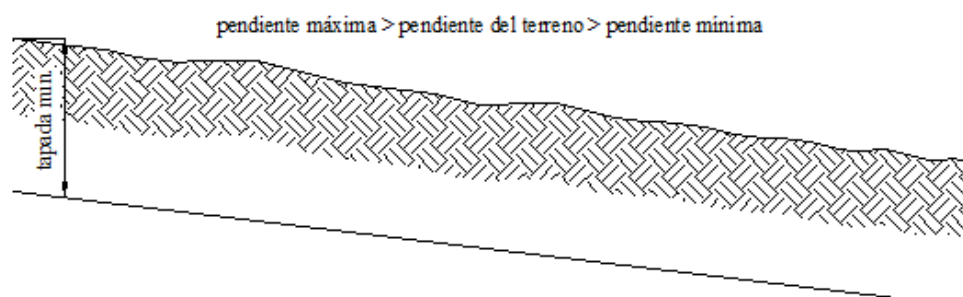


Figura 14 - Pendiente del terreno entre máxima y mínima admisible  
(Fuente: Apunte cátedra Ing. Sanitaria)

**3er Caso:** Que la pendiente del terreno sea menor o en contra pendiente con respecto a la de la cañería. Caso más desfavorable, puesto que la cañería se iría enterrando hasta un punto en el cual habrá que realizar bombeo, la pendiente de la misma deberá ser la mínima para evitar grandes excavaciones.

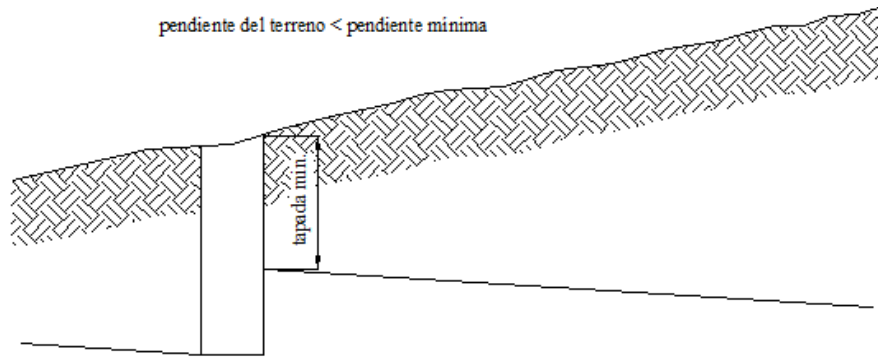


Figura 15 - Pendiente del terreno menor a pendiente mínima  
(Fuente: Apunte cátedra Ing. Sanitaria)

La pendiente mínima está en función del diámetro y de la velocidad. La velocidad mínima es la que asegura que no se depositen sólidos en las paredes del caño; llamada también velocidad de autolimpieza.

- La pendiente mínima para cañería de 160 mm es igual a 0.00300 m/m (3,00 ‰)
- La pendiente mínima para cañería de 250 mm es igual a 0.00245 m/m (2,45 ‰)

#### 4.3.2 Velocidad mínima

La velocidad mínima o de autolimpieza se establece en 0.6 m/s, para cañería a sección llena, esta velocidad garantiza la no sedimentación de los sólidos suspendidos, teniéndose que verificar en conductos de Ø 300mm o mayores y cuando el proyecto se realiza en varias etapas y los caudales son menores ya que las velocidades disminuyen cuando bajan los tirantes.

#### 4.3.3 Velocidad máxima

Es importante controlar la velocidad máxima por la acción erosiva que pudiera provocar ésta. El CoFAPyS define la siguiente expresión para determinar la velocidad máxima:

$$V_{m\acute{a}x} = 6 * \sqrt{g * R} \quad (1)$$

Donde:  $V_{m\acute{a}x}$  es la velocidad máxima [m/s];  $g$  la aceleración de la gravedad igual a 9.81 [m/s<sup>2</sup>];  $R$  el radio hidráulico [m]

$$R = \phi / 4 \quad (2)$$

Donde:  $\phi$  es el diámetro de cañería [m]

La ecuación 2 es válida para secciones circulares a sección llena, caso extremo que hay que verificar.



#### 4.3.4 Pendiente máxima

La pendiente máxima está en función de la velocidad máxima y el diámetro de cada cañería. Para velocidades altas el líquido escurre y el sólido se deposita en las paredes del caño. También se tiene en cuenta el material constituyente de la red que admite una velocidad máxima.

Según especificaciones de la ENOHSA, no se superará la velocidad dada por la ec 1.

En la tabla 4 se muestra la pendiente máxima que se admite, según el diámetro. Se observa que a mayor diámetro, menor pendiente se puede aceptar.

Diámetro [mm]	Pendiente máxima [%]
160	11
250	9
315	8

Tabla 4 - Pendientes máximas  
(Fuente: Normativa ENOHSA)

#### 4.3.5 Tapada sobre los caños instalados en zanja

Se la define como la profundidad desde la superficie del terreno hasta el intradós del tubo. La finalidad de la tapada mínima es proteger a los conductos contra la rotura por impacto del tránsito cuando van por debajo de la calzada o cualquier otro peso que pueda incidir sobre ella, evitar que las cañerías se congelen y asegurar un buen gradiente de acometida.

En la figura 17 se muestra un esquema de una cañería y la definición de extrados, intrados, invertido, base de la cañería y tapada

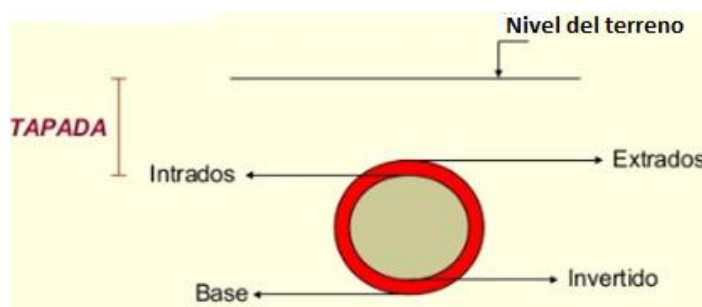


Figura 16 - Esquema de una cañería  
(Fuente: <http://es.slideshare.net/irisschvartz/desague-cloacal-calculo-de-pendiente>)

Se han considerado las siguientes tapadas que son, en la práctica, las exigidas por la mayoría de los municipios:

- Tapada mínima en calzada: 1,20 m.
- Tapada mínima en vereda: 0,80 m.
- Tapada máxima para conexión domiciliaria: 3,00 m.

El valor máximo de las tapadas se determina por la imposibilidad o la poca comodidad de hacer las instalaciones domiciliarias a elevadas profundidades, también por las condiciones del terreno, el material constitutivo del caño, los costos de excavación, y en nuestro caso uno de los condicionantes es la profundidad de la napa freática. Superado el valor máximo se debería realizar la conexión a colectoras subsidiarias.

#### 4.3.6 Diámetros

Si bien el diámetro debe surgir del cálculo hidráulico, se fija el valor límite mínimo 100 mm, según especificaciones de la ENOHSa para aquellas colectoras en las cuales el proyectista pueda demostrar que su capacidad de conducción es suficiente para los caudales a transportar al final del periodo de diseño de la obra.

No obstante el diámetro mínimo usado generalmente es de 150 mm (160 mm en PVC), que es el que se usará para el cálculo.

#### 4.3.7 Material de los caños

La selección de las cañerías deberá hacerse en función del dimensionamiento hidráulico de la misma y su verificación estructural a las cargas externas.

El material usado generalmente en la actualidad es el PVC (Policloruro de Vinilo), que es el que se utilizará para este proyecto.

#### 4.3.8 Ubicación de las colectoras

Previo al trazado de la red colectora deberá verificarse la existencia de otras instalaciones visibles o subterráneas de servicios públicos o de propiedad privada y prever su remoción cuando tal solución sea posible.

Las colectoras de diámetros iguales o mayores que 300 mm (315 mm en PVC) no podrán recibir descargas domiciliarias. Tampoco podrán hacerlo todas aquellas, aun de diámetro menor, instaladas a una profundidad de más de 3 metros medida hasta el extradós del caño. En ese caso, las conexiones con unidades de vivienda se harán a colectoras subsidiarias.

#### 4.3.9 Instalaciones complementarias

Las instalaciones complementarias tienen por finalidad asegurar que la red colectora funcione de acuerdo con lo previsto en el proyecto y de modo tal que pueda inspeccionarse y mantenerse en buenas condiciones de funcionamiento. Las más usadas son las bocas de registro, las conexiones domiciliarias, las estaciones elevadoras y los sifones invertidos.

### 4.3.10 Conexiones domiciliarias

Estas se clasifican en internas y externas. Las internas son las que se realizan en el interior de las viviendas hasta el frente y son realizadas por el frentista y las externas que se construye en la calle por parte de la empresa adjudicataria, enlazando así la cañería de desagüe interna con la colectora externa.

A medida que se va instalando la colectora y de acuerdo al plano de ubicación de los lotes, se van dejando colocados ramales para el enlace con las obras domiciliarias internas, aunque el mismo sea baldío. En los terrenos baldíos, los ramales se deben cerrar con un disco de material vítreo asentado con mezcla de cal o mastic asfáltico si se encontrara debajo del nivel freático.

El diámetro máximo en que pueden hacerse conexiones domiciliarias es de 315 mm para PVC, además no pueden realizarse conexiones a cañerías ubicadas a profundidades mayores a 3,00 metros.

Los caños y piezas de conexión a emplear serán de igual material que el de la red, la derivación domiciliaria está compuesta por un ramal a  $45^\circ$  y una curva a  $45^\circ$ . El ramal a  $45^\circ$  se coloca sobre el corte realizado en la colectora, de manera que el líquido residual proveniente del domicilio ingrese en la misma dirección que el escurrimiento de la colectora, a continuación de la curva a  $45^\circ$  se coloca un tramo de caño de 110 mm de diámetro, hasta 60 cm antes de la línea municipal. Finalmente se inserta un tapón de plástico en el extremo libre, a los fines de evitar el ingreso de objetos extraños, retirándose el mismo cuando la red se encuentre en condición de ser utilizada.

Con respecto a la cañería de la instalación domiciliaria interna esta se efectúa con diámetro de 110 mm, con pendientes mínimas de  $1/60$ , 5 cm por metro, y máximas de  $1/20$ , 1,6 cm por metro y sobre un plano rígido, o sea una solera de hormigón ya que aquí las uniones son rígidas.

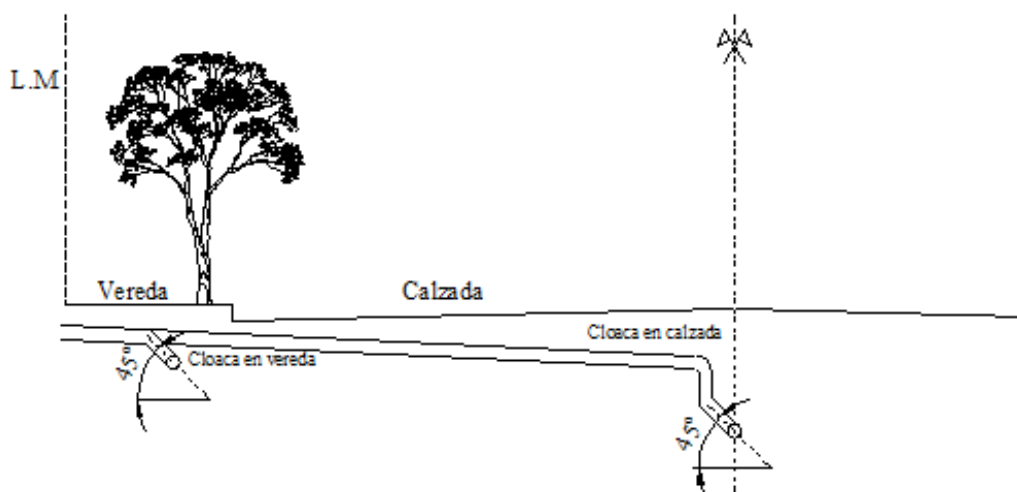


Figura 17 - Conexión en vereda y calzada.

(Fuente: [http://catedra-cereghetti1.idoneos.com/instalaciones\\_sanitarias/sistema\\_cloacal/](http://catedra-cereghetti1.idoneos.com/instalaciones_sanitarias/sistema_cloacal/))

#### 4.3.11 Bocas de registro

Los sistemas convencionales de redes cloacales utilizan accesos de hombre para inspección y desobstrucción de las cañerías, denominadas Bocas de Registro, estas además sirven para ventilar las cañerías.

Estos accesos poseen un diámetro mínimo de 1,00 m en la parte inferior o zona de trabajo, que puede reducirse a 0,60 m en la zona superior o acceso.

En un sistema convencional se instalarán bocas de registro en los siguientes puntos de la red:

- En cada esquina de las plantas urbanas o cada 120 m fuera de ella.
- Cambios de dirección.
- Uniones con colectores.
- Cambios de pendiente.
- Cambios de material de la cañería.
- Cambios de diámetro de la cañería.

Habitualmente, las bocas de registro se construyen en hormigón pre-moldeado o moldeado in situ, con tapa de hierro fundido u hormigón armado. En las bocas instaladas en calzada estas tapas deben ser aptas para soportar el peso de vehículos.

Con respecto a la entrada y salida de las cañerías deben cumplirse las siguientes disposiciones:

- El caño de salida nunca debe tener diámetro menor que el de entrada.
- La cota de intrados del caño de entrada, nunca será menor que la cota de intrados del caño de salida, en razón que si estuviera por debajo el primero trabajaría en carga, circunstancia no deseable en los desagües cloacales.
- La cota del intrados del caño que ventila debe estar, por lo menos, un diámetro por encima del caño de salida.

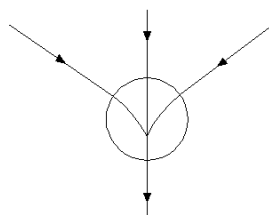


Figura 18 - Boca de registro en intersección de cañerías

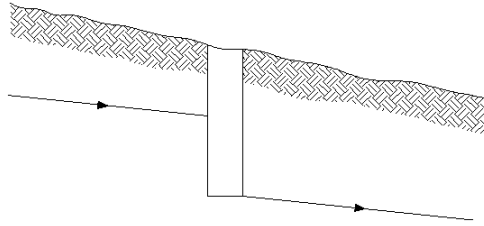


Figura 19 - Boca de registro en un salto

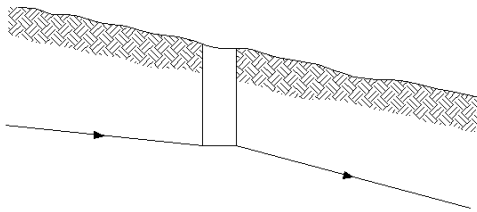


Figura 20 - Boca de registro en un cambio de pendiente.

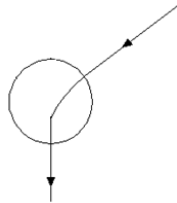


Figura 21 - Boca de registro en un cambio de dirección.

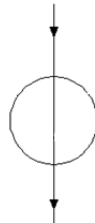


Figura 22 - Boca de registro en un cambio de diámetro de la cañería.

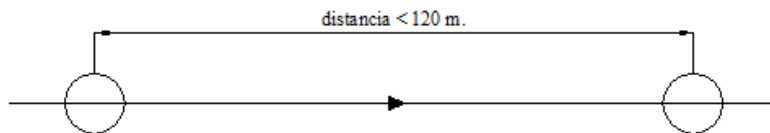


Figura 23 - Boca de registro a una distancia menor a 120 m.

(Fuente figura 18 a 23: Apunte cátedra Ing. Sanitaria)

#### 4.3.12 Estaciones elevadoras

Son usadas en zonas donde la cañería ya se ha enterrado 3 metros por debajo del nivel del terreno natural, entonces se tendrá que elevar las aguas negras para proseguir la conducción por gravedad.

Estas deberán tener una cámara donde llegan las aguas negras, ahí previo el paso por una reja tipo canasto, que sirve para detener a los materiales gruesos, son elevadas por medio de bombas sumergibles a través de una cañería de impulsión a una cámara de descarga a una cota más elevada, desde donde se diseña el empalme hacia la red.

El diseño óptimo de una estación de bombeo está dado en función del caudal que desea elevarse. De acuerdo a los costos de adquisición de los equipos, a mayor capacidad mayor es el costo, por ello es conveniente repartir el caudal de modo de reducir el tamaño de cada unidad, aún si es necesario instalar dos o más equipos, los cuales funcionarán alternadamente para permitir un desgaste similar.

Siempre al número de bombas calculado se le deberá agregar una más en calidad de reserva para cuando se deba realizar tareas de mantenimiento o ante el desperfecto de alguna bomba, por ende el número mínimo es de dos bombas.

La ubicación del pozo de bombeo, además de ser conveniente para los fines específicos del mismo, se selecciona teniendo en cuenta el impacto sobre la trama urbana y sobre el medio ambiente, aparte de la disponibilidad de accesos adecuados y energía eléctrica.

La disposición de las bombas en la estación se puede realizar de dos formas:

- Emplazamiento indirecto se colocan en un recinto independiente denominado “cámara seca” o a la intemperie. Las bombas y la cámara seca, si existe, pueden adosarse a la obra de toma o pozo de bombeo, lo que se conoce como emplazamiento lateral o colocarse en la parte superior de los mismos, que corresponde a un emplazamiento superior
- Emplazamiento directo: las bombas están dentro de la masa líquida de la obra de toma o pozo de bombeo. Los motores, por su parte, pueden hallarse junto a la bomba en la cámara húmeda o en una cámara seca superior o a la intemperie.

Para albergar la estación elevadora se tendrá que buscar algún terreno propiedad del Municipio en las inmediaciones de donde hace falta ubicar la citada estación y ahí construir un recinto cerrado con algún sistema de izaje para las bombas y el canasto de limpieza. Ante la falta del terreno municipal se deberá comprar alguna propiedad o si es posible usar un espacio verde. En la selección del predio se considerará la dirección de los vientos predominantes para evitar una posible dispersión de olores desagradables sobre el entorno.

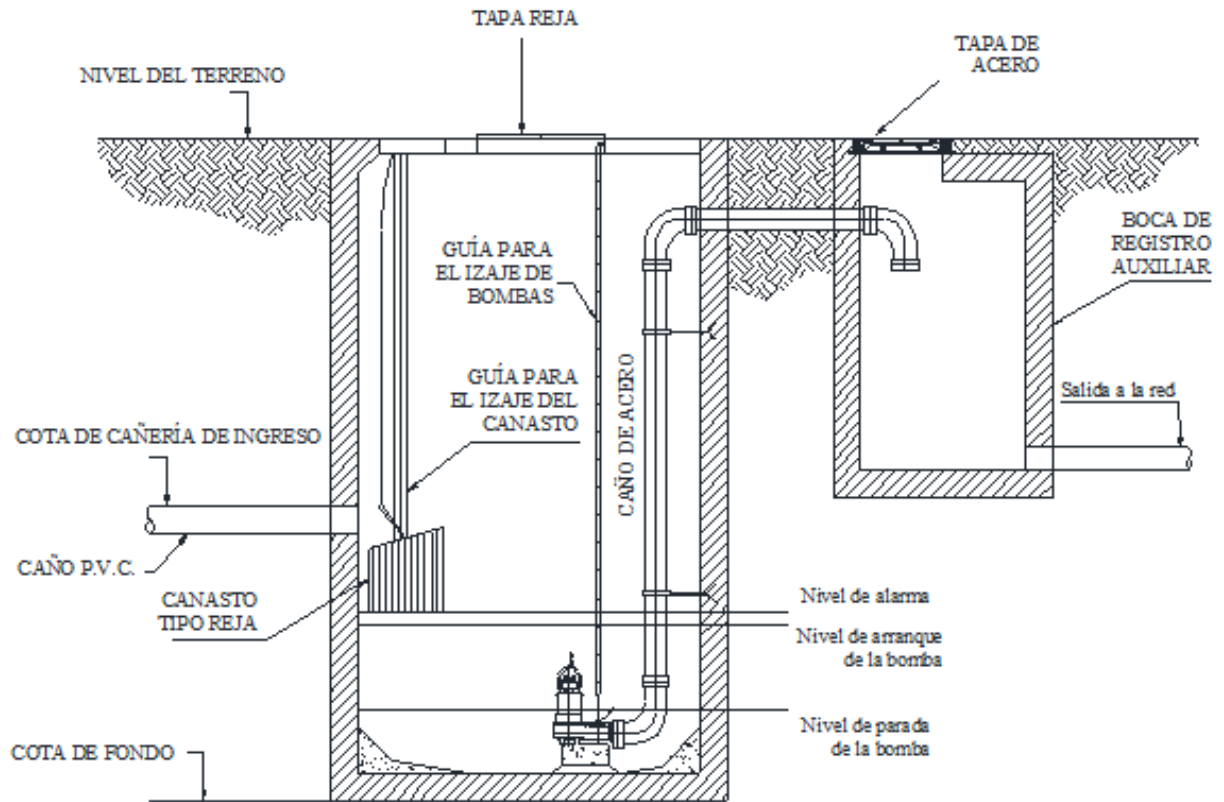


Figura 24 - Corte en Estación Elevadora tipo  
(Fuente: Apunte cátedra Ing. Sanitaria)

## 5 DISEÑO Y CÁLCULO DE RED COLECTORA CLOACAL

### 5.1 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN TÉCNICA

Para proveer del servicio cloacal domiciliario a las Urbanizaciones Lomas de Manantiales, se optó por ubicar conductos que recorran el emprendimiento urbanístico bajo las calles y veredas. La totalidad de los efluentes colectados por la red serán depositados en la estación de bombeo que se encuentra construida en el actualidad en la margen sur del arroyo La Cañada. Desde aquí se impulsarán hasta un colector municipal que trasladará finalmente los efluentes a la planta de Bajo Grande para su tratamiento.

En la figura 25 se muestra un plano con la ubicación del colector sur y la estación de bombeo. La obra de nexo con la red existente, deberá cruzar el canal Maestro Sur para alcanzar el Colector Sur.

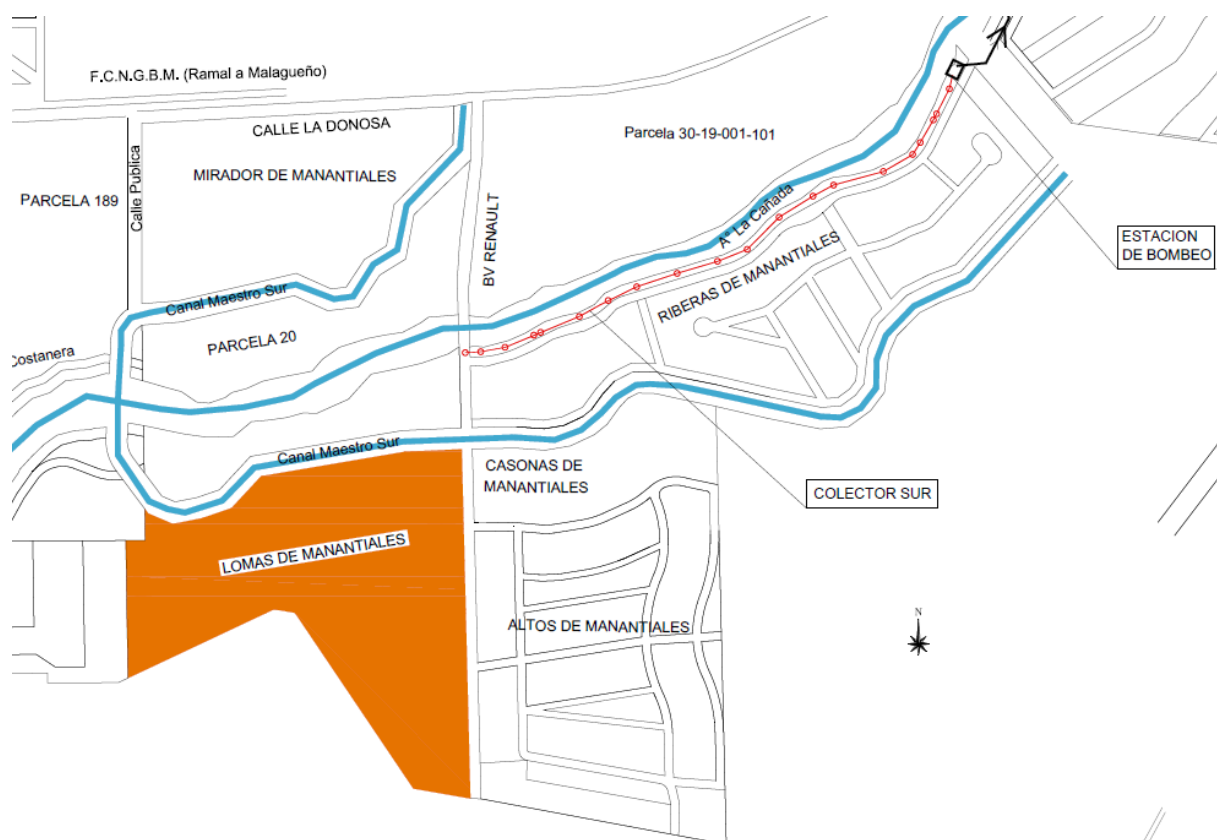


Figura 25 – Ubicación del Colector Sur y estación de bombeo  
(Fuente: Elaboración propia)

La red de cloacas permitirá la conexión de todos los lotes y de los espacios verdes para su posterior tratamiento y disposición final. Los conductos cloacales se realizarán en PVC. El diámetro a utilizar se calcula posteriormente.

Lo primero que se hizo fue elegir la traza de la red y ubicar las bocas de registro según las premisas que se presentó en el capítulo 4. En la figura 26 se muestra un plano del loteo con la traza de la cañería y la ubicación de las bocas de registro. Fue necesario el proyecto de 50 bocas de registro y 3762 metros de cañería en 160mm y 250mm.



Toda la red proyectada confluye al extremo noreste de la urbanización, siguiendo la pendiente natural del terreno. Esto es lógico y técnicamente aceptable, ya que es en esa dirección donde se encuentra un curso natural de agua (arroyo La Cañada), y el colector Sur.

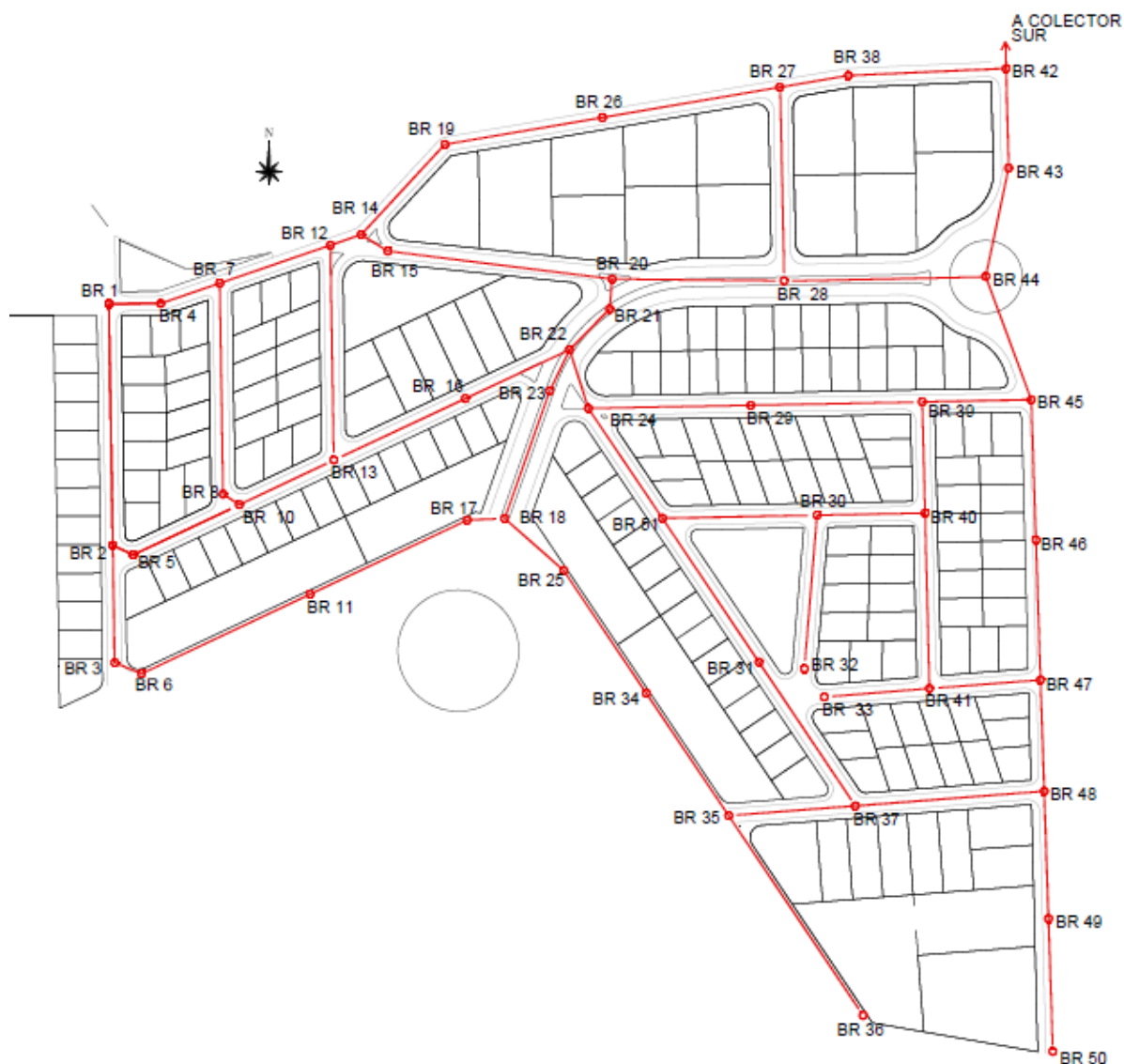


Figura 26 - Traza de la cañería y ubicación de las bocas de registro  
(Fuente: Elaboración propia)

La obra de nexo a la red existente se muestra en un plano en la sección ANEXOS

## 5.2 CÁLCULO DE LA RED

Como premisa se tuvo que la red sea completamente a gravedad, evitando en lo posible, el bombeo.

### 5.2.1 Población de diseño

Al ser una urbanización que proyecta desde cero el Grupo Edisur, puede fijar el tamaño de lotes, reglamentación en cuanto a retiros, FOS, FOT, etc. Se tuvo en cuenta la posibilidad de construir dúplex en los lotes más chicos de la urbanización, y edificios de viviendas bajo el régimen de Propiedad Horizontal en los lotes más grandes.

En la tabla 5 se desagrega la cantidad de unidades habitacionales máximas por lote que se espera cuando esté totalmente consolidada la urbanización y se tomó como promedio 3,5 hab/unidad habitacional.

Manzana	Lote	Descripcion	Sup [m <sup>2</sup> ]	Unidades habitacionales	Habitantes	
1	1	ESPACIO VERDE	-	-	-	
2	1	VIVIENDA COLECTIVA	1846,38	22	56,00	196,00
	2	VIVIENDA COLECTIVA	1238,58	22		
	3	DÚPLEX	600,00	2		
	4	DÚPLEX	600,00	2		
	5	DÚPLEX	600,00	2		
	6	DÚPLEX	600,00	2		
	7	DÚPLEX	564,48	2		
	8	DÚPLEX	390,41	2		
3	1	VIVIENDA COLECTIVA	1444,56	11	88,00	308,00
	2	VIVIENDA COLECTIVA	1910,80	11		
	3	VIVIENDA COLECTIVA	1123,52	11		
	4	VIVIENDA COLECTIVA	1174,70	11		
	5	VIVIENDA COLECTIVA	1359,02	11		
	6	VIVIENDA COLECTIVA	1288,27	11		
	7	VIVIENDA COLECTIVA	1343,72	11		
	8	VIVIENDA COLECTIVA	1141,99	11		
4	1	VIVIENDA COLECTIVA	1219,30	11	66,00	231,00
	2	VIVIENDA COLECTIVA	1297,30	11		
	3	VIVIENDA COLECTIVA	1311,25	11		
	4	VIVIENDA COLECTIVA	1346,45	11		
	5	VIVIENDA COLECTIVA	1195,80	11		
	6	VIVIENDA COLECTIVA	1192,27	11		
5	1	DÚPLEX	366,27	2	48,00	168,00
	2	DÚPLEX	289,76	2		
	3	DÚPLEX	301,57	2		
	4	DÚPLEX	301,61	2		
	5	DÚPLEX	301,61	2		
	6	DÚPLEX	301,61	2		
	7	DÚPLEX	301,61	2		
	8	DÚPLEX	301,61	2		
	9	DÚPLEX	301,61	2		
	10	DÚPLEX	537,91	2		
	11	DÚPLEX	347,59	2		
	12	DÚPLEX	361,34	2		
	13	DÚPLEX	301,61	2		
	14	DÚPLEX	301,61	2		
	15	DÚPLEX	301,61	2		
	16	DÚPLEX	301,61	2		
	17	DÚPLEX	301,61	2		
	18	DÚPLEX	301,61	2		
	19	DÚPLEX	301,61	2		
	20	DÚPLEX	301,61	2		
	21	DÚPLEX	301,61	2		
	22	DÚPLEX	301,61	2		
	23	DÚPLEX	301,61	2		
	24	DÚPLEX	454,29	2		

Manzana	Lote	Descripcion	Sup [m²]	Unidades habitacionales	Habitantes	
6	1	DÚPLEX	301,22	5507,12	36,00	126,00
	2	DÚPLEX	301,22			
	3	DÚPLEX	320,32			
	4	DÚPLEX	301,00			
	5	DÚPLEX	301,00			
	6	DÚPLEX	301,00			
	7	DÚPLEX	301,00			
	8	DÚPLEX	301,00			
	9	DÚPLEX	301,00			
	10	DÚPLEX	312,26			
	11	DÚPLEX	324,12			
	12	DÚPLEX	335,98			
	13	DÚPLEX	301,00			
	14	DÚPLEX	301,00			
	15	DÚPLEX	301,00			
	16	DÚPLEX	301,00			
	17	DÚPLEX	301,00			
	18	DÚPLEX	301,00			
7	1	DÚPLEX	302,72	4172,51	28,00	98,00
	2	DÚPLEX	300,98			
	3	DÚPLEX	300,98			
	4	DÚPLEX	300,98			
	5	DÚPLEX	300,98			
	6	DÚPLEX	301,18			
	7	DÚPLEX	296,77			
	8	DÚPLEX	282,13			
	9	DÚPLEX	300,98			
	10	DÚPLEX	300,98			
	11	DÚPLEX	300,98			
	12	DÚPLEX	300,98			
	13	DÚPLEX	288,13			
	14	DÚPLEX	293,74			
8	1	DÚPLEX	1029,29	12215,36	99,00	346,50
	2	DÚPLEX	600,00			
	3	DÚPLEX	600,00			
	4	DÚPLEX	600,00			
	5	DÚPLEX	600,00			
	6	DÚPLEX	600,00			
	7	DÚPLEX	623,85			
	8	DÚPLEX	603,04			
	9	VIVIENDA COLECTIVA	1765,54			
	10	VIVIENDA COLECTIVA	2563,92			
	11	VIVIENDA COLECTIVA	2629,72			
9	1	DÚPLEX	375,83	9451,16	90,00	315,00
	2	DÚPLEX	301,00			
	3	DÚPLEX	301,00			
	4	DÚPLEX	301,00			
	5	DÚPLEX	301,00			
	6	DÚPLEX	301,00			
	7	DÚPLEX	301,00			
	8	DÚPLEX	301,00			
	9	DÚPLEX	301,00			
	10	DÚPLEX	301,00			
	11	DÚPLEX	301,00			
	12	DÚPLEX	301,00			
	13	DÚPLEX	301,00			
	14	DÚPLEX	301,00			
	15	DÚPLEX	366,71			
	16	VIVIENDA COLECTIVA	2602,02			
	17	VIVIENDA COLECTIVA	2193,60			
10	1	EQUIPAMIENTO COMUNITARIO	2308,92	-	-	
11	1	DÚPLEX	302,17	3527,41	22,00	77,00
	2	DÚPLEX	302,17			
	3	DÚPLEX	313,02			
	4	DÚPLEX	323,87			
	5	DÚPLEX	334,73			
	6	DÚPLEX	322,76			
	7	DÚPLEX	320,22			
	8	DÚPLEX	336,85			
	9	DÚPLEX	334,73			
	10	DÚPLEX	323,87			
	11	DÚPLEX	313,02			

Manzana	Lote	Descripcion	Sup [m²]	Unidades habitacionales	Habitantes
12	1	DÚPLEX	293,55	2	133,00
	2	DÚPLEX	295,97	2	
	3	DÚPLEX	301,00	2	
	4	DÚPLEX	301,00	2	
	5	DÚPLEX	301,00	2	
	6	DÚPLEX	301,00	2	
	7	DÚPLEX	301,00	2	
	8	DÚPLEX	301,00	2	
	9	DÚPLEX	326,22	2	
	10	DÚPLEX	321,90	2	
	11	DÚPLEX	305,90	2	
	12	DÚPLEX	301,00	2	
	13	DÚPLEX	301,00	2	
	14	DÚPLEX	301,00	2	
	15	DÚPLEX	301,00	2	
	16	DÚPLEX	301,00	2	
	17	DÚPLEX	301,00	2	
	18	DÚPLEX	301,36	2	
	19	DÚPLEX	324,26	2	
13	1	DÚPLEX	361,60	2	283,50
	2	DÚPLEX	301,00	2	
	3	DÚPLEX	301,00	2	
	4	DÚPLEX	301,00	2	
	5	DÚPLEX	301,00	2	
	6	DÚPLEX	301,00	2	
	7	DÚPLEX	301,00	2	
	8	DÚPLEX	301,00	2	
	9	DÚPLEX	301,00	2	
	10	DÚPLEX	301,00	2	
	11	DÚPLEX	301,00	2	
	12	DÚPLEX	301,00	2	
	13	DÚPLEX	301,00	2	
	14	DÚPLEX	301,00	2	
	15	DÚPLEX	303,07	2	
	16	VIVIENDA COLECTIVA	1934,86	21	
	17	VIVIENDA COLECTIVA	3179,95	30	
14	1	DÚPLEX	305,53	2	98,00
	2	DÚPLEX	292,54	2	
	3	DÚPLEX	279,56	2	
	4	DÚPLEX	301,00	2	
	5	DÚPLEX	301,00	2	
	6	DÚPLEX	301,00	2	
	7	DÚPLEX	301,00	2	
	8	DÚPLEX	278,78	2	
	9	DÚPLEX	292,64	2	
	10	DÚPLEX	298,87	2	
	11	DÚPLEX	301,00	2	
	12	DÚPLEX	301,00	2	
	13	DÚPLEX	301,00	2	
	14	DÚPLEX	301,00	2	
15	1	DÚPLEX	294,49	2	105,00
	2	DÚPLEX	289,30	2	
	3	DÚPLEX	291,07	2	
	4	DÚPLEX	301,00	2	
	5	DÚPLEX	301,00	2	
	6	DÚPLEX	301,00	2	
	7	DÚPLEX	301,00	2	
	8	DÚPLEX	318,77	2	
	9	DÚPLEX	347,68	2	
	10	DÚPLEX	287,95	2	
	11	DÚPLEX	288,54	2	
	12	DÚPLEX	301,02	2	
	13	DÚPLEX	301,02	2	
	14	DÚPLEX	301,02	2	
	15	DÚPLEX	301,00	2	

Manzana	Lote	Descripcion	Sup [m²]	Unidades habitacionales	Habitantes	
16	1	DÚPLEX	303,55	4055,16	26,00	91,00
	2	DÚPLEX	303,87			
	3	DÚPLEX	303,87			
	4	DÚPLEX	303,87			
	5	DÚPLEX	303,87			
	6	DÚPLEX	303,87			
	7	DÚPLEX	303,87			
	8	DÚPLEX	303,87			
	9	DÚPLEX	303,87			
	10	DÚPLEX	303,87			
	11	DÚPLEX	303,87			
	12	DÚPLEX	303,87			
	13	DÚPLEX	409,04			
<b>Σ</b>			<b>97967,96</b>	<b>95659,04</b>	<b>736</b>	<b>2576</b>

Tabla 5 - Análisis de población  
(Fuente: Elaboración propia)

### 5.2.2 Determinación del caudal máximo horario

La dotación de agua potable se fija en  $0,315 \frac{m^3}{dia * hab}$ , valor que resulta similar a los determinados en urbanizaciones de características similares. El coeficiente de aporte según norma es de 0,8, que indica que el 80% de la dotación de agua potable va a la cloaca y el 20% se pierde por riego del jardín, bebida y otros usos.

El caudal unitario de efluentes cloacales resulta entonces:

$$q_u = 0,315 \frac{m^3}{dia * hab} * 0,8 = 0,25 \frac{m^3}{dia * hab} \quad (3)$$

Con  $q_u$  y los valores de la tabla 2, se determinó  $Q_c$ , caudal medio diario de diseño:

$$Q_c = \frac{3,50 hab}{vivienda} * 736 viviendas * 0,25 \frac{m^3}{d * hab} = 2576 hab * 0,25 \frac{m^3}{d * hab} = 644,00 \frac{m^3}{d} \quad (4)$$

Este caudal fue afectado por una serie de coeficientes que permitirán determinar los caudales de diseño para las conducciones, de acuerdo a la normativa del ENOHSA para una población de diseño entre 500 a 3000 habitantes, dichos coeficientes están resaltados en la tabla 6.

Población servida	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta$
$500 h \leq P_B \leq 3.000 h$	1,40	1,90	2,66	0,60	0,50	0,30
$3.000 h < P_B \leq 15.000 h$	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35
$15.000 h < P_B \leq 30.000 h$	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42

Tabla 6 - Coeficientes para caudales volcados a colectoras.  
(Fuente: Normativa ENOHSA)

Aplicando los coeficientes anteriores se obtuvo  $Q_E$ , caudal máximo horario de diseño para la red cloacal:

$$Q_E = Q_c * \alpha = 644,00 \frac{m^3}{d} * 2,66 = 1713,04 \frac{m^3}{d} \quad (5)$$

Para los fines de la modelación hidráulica de la red cloacal, se dividirá este caudal de acuerdo a la longitud de la colectora cloacal que recorrerá las distintas calles de la urbanización.

$$q_E = \frac{Q_c}{L_{red}} = \frac{1713,04 \frac{m^3}{d}}{3761,86 m} = 1713,04 \frac{m^3}{d * m} = 19,83 \frac{l}{s * m} \quad (6)$$

Donde:  $q_E$ =caudal específico;  $L_{red}$  = longitud total de la red cloacal

Para obtener el caudal en cada tramo, se hace la operación inversa a la ec. 6, se multiplica el caudal específico por la longitud del tramo. Al final de la red se llega con el caudal acumulado igual a  $Q_E$ .

### 5.2.3 Metodología de cálculo

Para el cálculo de los conductos se utilizó la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} i^{1/2} \quad (7)$$

Donde: R es radio hidráulico (m); i pendiente del conducto (m/m); n coeficiente de rugosidad de Manning; Q caudal ( $m^3/s$ ) y A área ( $m^2$ )

Según el material empleado en esta red (PVC) se adoptó un coeficiente de rugosidad de 0,011.

La modelación se realizó siguiendo el esquema de redes abiertas (árboles). La red se encuentra dividida en un conjunto de conductos que fueron debidamente numerados lo mismo que las distintas bocas de registro.

A y R son función del diámetro:

$$A = \frac{\pi \emptyset^2}{4} \quad (8)$$

$$R = \frac{\emptyset}{4} \quad (9)$$

Remplazando 8 y 9 en 7, y tomando  $i = 0,011$ , despejo  $\emptyset$  y obtengo la siguiente expresión de cálculo:

$$\emptyset = \frac{Q}{27878 * i^{1/2}}^{3/8} \quad (10)$$

### 5.2.4 Velocidades máximas

Según lo establecido por la normativa del ENOHSA capítulo 8 punto 8.4, se calculó la velocidad máxima admisible en el interior de los conductos de la red colectora para los diámetros de 160 y 250 mediante la expresión indicada en dicho punto, que es la siguiente:

$$U_{m\acute{a}x} = 6 * \sqrt{g * R} \quad (11)$$

Donde:  $U_{m\acute{a}x}$  es la velocidad máxima;  $g$  la aceleración de la gravedad;  $R$  radio hidráulico

\_ Para 160mm (diámetro interior 153.60mm)

Para la determinación del radio hidráulico se consideró el tirante dentro del conducto para el cual se obtiene la máxima descarga.  $R=0.041m$

$$U_{m\acute{a}x} = 6 * \sqrt{9,81 * 0,041} = 3,80 \frac{m}{s} \quad (12)$$

\_ Para 250 mm (diámetro interior 240.20mm)

Para la determinación del radio hidráulico se consideró el tirante dentro del conducto para el cual se obtiene la máxima descarga.  $R=0.064m$

$$U_{m\acute{a}x} = 6 * \sqrt{9,81 * 0,064} = 4,75 \frac{m}{s} \quad (13)$$

### 5.2.5 Planilla de cálculo

Para el cálculo de la red de cloaca se utilizó la planilla de cálculo solicitada por la Municipalidad de la Ciudad de Córdoba. Para este caso y de acuerdo a lo indicado por la normativa del ENOHSA cap. 8 punto 8.6 inciso f, la verificación de la totalidad de los tramos de la red se efectuó por el criterio de la velocidad mínima del conducto a sección llena, la cual deberá ser igual o mayor a 0.60 m/s.

También se respetó en el proyecto la velocidades máxima determinada anteriormente en la presente memoria, como dato complementario se calculó la fuerza tractiz en los distintos tramos de la red, recordándose que de acuerdo a lo permitido por la normativa del ENOHSA la red podrá ser calculada teniendo en cuenta el criterio de velocidad mínima o fuerza tractiz, habiéndose optado como se mencionó anteriormente por el método de la velocidad mínima para esta red.

En la tabla 7 se presenta la planilla con los cálculos de los parámetros más importantes de la red colectora cloacal de la urbanización Lomas de Manantiales.

Los resultados obtenidos de cota de intrados, pendiente, y diámetro de cañería se ven plasmados en los planos que se encuentran en los anexos de este informe.

El diseño de la red se realizó de acuerdo a las normativas de la Municipalidad de Córdoba, dado que la urbanización cuenta con factibilidad de cloaca.

Tramo	BOCA REGISTRO		Long, Tramo (m)	COTA TERRENO ag, arriba (m)	COTA TERRENO ag, abajo (m)	PENDIENTE TERRENO (m/m)	QE TRAMO (lts/seg)	QE ACUMULADO (lts/seg)	PENDIENTE ADOPTADA CAÑERÍA (m/m)	DIAMETRO INTERNO DE CALCULO (mm)	DIAMETRO INTERNO ADOPTADO (mm)	PENDIENTE MINIMA (m/m)	VELOCIDAD CAÑERÍA (m/s)	QLO ACUMULADO DE AUTOLIMPIEZA (lts/seg)	FUERZA TRACTIZ (kg/m2)	COTA INTRADOS ag, arriba (m)	COTA INTRADOS ag, abajo (m)	TAPADA ag, arriba (m)	TAPADA ag, abajo (m)
	Ag, Arriba	Ag, Abajo																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	18	17	18,52	513,36	513,21	0,0081	0,10	0,10	0,01674	19,37	153,60	0,0030	1,3	0,03	0,05	512,32	512,01	1,04	1,20
2	17	11	85,97	513,21	512,00	0,0141	0,45	0,55	0,01407	38,29	153,60	0,0030	1,2	0,17	0,07	512,01	510,80	1,20	1,20
3	11	6	92,07	512,00	511,35	0,0071	0,49	1,04	0,00706	55,22	153,60	0,0030	0,9	0,31	0,06	510,80	510,15	1,20	1,20
4	6	3	14,31	511,35	510,78	0,0398	0,08	1,11	0,03983	40,99	153,60	0,0030	2,1	0,33	0,43	510,15	509,58	1,20	1,20
5	3	2	58,05	510,78	509,04	0,0300	0,31	1,42	0,02997	47,36	153,60	0,0030	1,8	0,43	0,06	509,58	507,84	1,20	1,20
6	10	5	58,04	509,22	509,27	-0,0009	0,31	0,31	0,00569	36,40	153,60	0,0030	0,8	0,09	0,04	508,18	507,85	1,04	1,42
7	5	2	10,78	509,27	509,04	0,0213	0,06	0,36	0,00371	42,03	153,60	0,0030	0,6	0,11	0,02	507,85	507,81	1,42	1,23
8	2	1	119,40	509,04	506,62	0,0203	0,63	2,41	0,02002	62,33	153,60	0,0030	1,5	0,72	0,08	507,81	505,42	1,23	1,20
9	1	4	25,57	506,62	506,63	-0,0004	0,13	2,54	0,00313	90,10	153,60	0,0030	0,6	0,76	0,04	505,42	505,34	1,20	1,29
10	4	7	30,89	506,63	506,54	0,0029	0,16	2,71	0,00300	92,95	153,60	0,0030	0,6	0,81	0,04	505,34	505,25	1,29	1,29
11	13	10	51,67	510,37	509,22	0,0223	0,27	0,27	0,02226	26,98	153,60	0,0030	1,5	0,08	0,17	509,17	508,02	1,20	1,20
12	10	8	9,59	509,22	509,11	0,0115	0,05	0,32	0,01147	32,56	153,60	0,0030	1,1	0,10	0,05	508,02	507,91	1,20	1,20
13	8	7	104,25	509,11	506,54	0,0247	0,55	0,87	0,02465	40,95	153,60	0,0030	1,6	0,26	0,10	507,91	505,34	1,20	1,20
14	7	12	57,87	506,54	506,36	0,0031	0,31	3,88	0,00300	106,43	153,60	0,0030	0,6	1,17	0,03	505,25	505,08	1,29	1,28
15	13	12	106,19	510,37	506,36	0,0378	0,56	0,56	0,03776	32,01	153,60	0,0030	2,0	0,17	0,37	509,17	505,16	1,20	1,20
16	12	14	15,87	506,36	506,31	0,0032	0,08	4,53	0,00315	111,69	153,60	0,0030	0,6	1,36	0,02	505,08	505,03	1,28	1,28
17	36	35	119,06	515,06	515,12	-0,0005	0,63	0,63	0,00302	53,64	153,60	0,0030	0,6	0,19	0,03	513,86	513,50	1,20	1,62
18	35	34	73,08	515,12	514,67	0,0062	0,39	1,01	0,00301	64,24	153,60	0,0030	0,6	0,30	0,03	513,50	513,28	1,62	1,39
19	34	25	73,08	514,67	513,40	0,0174	0,39	1,40	0,01478	53,80	153,60	0,0030	1,3	0,42	0,10	513,28	512,20	1,39	1,20
20	25	18	38,76	513,40	513,36	0,0010	0,20	1,60	0,00310	75,90	153,60	0,0030	0,6	0,48	0,04	512,20	512,08	1,20	1,28
21	18	23	66,94	513,36	510,22	0,0469	0,35	1,95	0,04571	49,37	153,60	0,0030	2,2	0,59	0,49	512,08	509,02	1,28	1,20
22	23	22	22,56	510,22	509,90	0,0142	0,12	2,07	0,01418	62,86	153,60	0,0030	1,2	0,62	0,18	509,02	508,70	1,20	1,20
23	13	16	71,78	510,37	510,38	-0,0001	0,38	0,38	0,00306	44,26	153,60	0,0030	0,6	0,11	0,05	509,17	508,95	1,20	1,43
24	16	22	56,95	510,38	509,90	0,0084	0,30	0,68	0,00439	51,51	153,60	0,0030	0,7	0,20	0,03	508,95	508,70	1,43	1,20
25	37	31	85,49	514,83	514,66	0,0020	0,45	0,45	0,00491	43,26	153,60	0,0030	0,7	0,14	0,04	513,79	513,37	1,04	1,29
26	31	51	85,73	514,66	513,09	0,0183	0,45	0,90	0,01726	44,34	153,60	0,0030	1,4	0,27	0,08	513,37	511,89	1,29	1,20
27	30	51	76,52	513,62	513,09	0,0069	0,40	0,40	0,00902	37,03	153,60	0,0030	1,0	0,12	0,07	512,58	511,89	1,04	1,20
28	51	24	65,55	513,09	510,34	0,0420	0,35	1,65	0,04195	47,09	153,60	0,0030	2,1	0,50	0,16	511,89	509,14	1,20	1,20
29	39	29	84,81	511,93	511,54	0,0046	0,45	0,45	0,00649	40,94	153,60	0,0030	0,8	0,13	0,08	510,89	510,34	1,04	1,20
30	29	24	80,34	511,54	510,34	0,0149	0,42	0,87	0,01494	44,95	153,60	0,0030	1,3	0,26	0,07	510,34	509,14	1,20	1,20
31	24	22	30,40	510,34	509,90	0,0145	0,16	2,68	0,01447	68,96	153,60	0,0030	1,2	0,80	0,10	509,14	508,70	1,20	1,20



Tramo	BOCA REGISTRO		Long. Tramo (m)	COTA TERRENO ag, arriba (m)	COTA TERRENO ag, abajo (m)	PENDIENTE TERRENO (m/m)	QE TRAMO (lts/seg)	QE ACUMULADO (lts/seg)	PENDIENTE ADOPTADA CAÑERÍA (m/m)	DIAMETRO INTERNO DE CALCULO (mm)	DIAMETRO INTERNO ADOPTADO (mm)	PENDIENTE MINIMA (m/m)	VELOCIDAD CAÑERÍA (m/s)	QLO ACUMULADO DE AUTOLIMPIEZA (lts/seg)	FUERZA TRACTIZ (kg/m <sup>2</sup> )	COTA INTRADOS ag, arriba (m)	COTA INTRADOS ag, abajo (m)	TAPADA ag, arriba (m)	TAPADA ag, abajo (m)
	Ag. Arriba	Ag. Abajo																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
32	22	21	28,23	509,9	509,15	0,0266	0,1488	5,5829	0,0266	81,01	153,60	0,0030	1,7	1,67	0,26	508,70	507,95	1,20	1,20
33	21	20	14,9	509,15	508,56	0,0396	0,0785	5,6615	0,0396	75,56	153,60	0,0030	2,1	1,70	0,54	507,95	507,36	1,20	1,20
34	28	20	85	509,35	508,56	0,0093	0,4480	0,4480	0,0093	38,30	153,60	0,0030	1,0	0,13	0,18	508,15	507,36	1,20	1,20
35	20	15	111,79	508,56	506,89	0,0149	0,5892	6,6986	0,0149	96,62	153,60	0,0030	1,3	2,01	0,07	507,36	505,69	1,20	1,20
36	15	14	15,49	506,89	506,31	0,0374	0,0816	6,7803	0,0374	81,70	153,60	0,0030	2,0	2,03	0,55	505,69	505,11	1,20	1,20
37	14	19	60,77	506,31	506,13	0,0030	0,3203	11,6281	0,0030	160,56	240,20	0,0030	0,8	3,49	0,14	505,03	504,88	1,28	1,25
38	19	26	79,03	506,13	505,89	0,0030	0,4165	12,0447	0,0030	162,69	240,20	0,0030	0,8	3,61	0,14	504,88	504,69	1,25	1,20
39	26	27	89,24	505,89	505,63	0,0029	0,4703	12,5150	0,0030	165,04	240,20	0,0030	0,8	3,75	0,14	504,69	504,43	1,20	1,20
40	28	27	95,68	509,35	505,63	0,0389	0,5043	0,5043	0,0389	30,62	153,60	0,0030	2,0	0,15	0,72	508,15	504,43	1,20	1,20
41	27	38	34,61	505,63	505,52	0,0032	0,1824	13,2017	0,0032	166,57	240,20	0,0030	0,8	3,96	0,14	504,43	504,32	1,20	1,20
42	38	42	78,09	505,52	505,35	0,0022	0,4116	13,6133	0,0030	170,33	240,20	0,0030	0,8	4,08	0,14	504,32	504,13	1,20	1,22
43	50	49	65,68	514,73	514,21	0,0079	0,3462	0,3462	0,0079	35,83	153,60	0,0030	0,9	0,10	0,22	513,53	513,01	1,20	1,20
44	49	48	62,51	514,21	513,87	0,0054	0,3295	0,6756	0,0054	49,40	153,60	0,0030	0,8	0,20	0,03	513,01	512,67	1,20	1,20
45	35	37	62,85	515,12	514,83	0,0046	0,3313	0,3313	0,0072	35,92	153,60	0,0030	0,9	0,10	0,06	514,08	513,63	1,04	1,20
46	37	48	93,7	514,83	513,87	0,0102	0,4938	0,8251	0,0102	47,29	153,60	0,0030	1,0	0,25	0,05	513,63	512,67	1,20	1,20
47	48	47	55,05	513,87	513,4	0,0085	0,2901	1,7909	0,0085	65,43	153,60	0,0030	1,0	0,54	0,06	512,67	512,20	1,20	1,20
48	41	47	55,11	514,3	513,4	0,0163	0,2905	0,2905	0,0192	28,41	153,60	0,0030	1,4	0,09	0,17	513,26	512,20	1,04	1,20
49	47	46	69,21	513,4	512,04	0,0197	0,3648	2,4461	0,0197	62,91	153,60	0,0030	1,5	0,73	0,08	512,20	510,84	1,20	1,20
50	46	45	69,29	512,04	510,5	0,0222	0,3652	2,8113	0,0222	64,76	153,60	0,0030	1,5	0,84	0,22	510,84	509,30	1,20	1,20
51	33	41	52,16	514,65	514,3	0,0067	0,2749	0,2749	0,0067	33,90	153,60	0,0030	0,8	0,08	0,09	513,45	513,10	1,20	1,20
52	41	40	86,7	514,3	513,27	0,0119	0,4570	0,7319	0,0119	43,97	153,60	0,0030	1,1	0,22	0,05	513,10	512,07	1,20	1,20
53	32	30	76,12	514,7	513,62	0,0142	0,4012	0,4012	0,0142	33,95	153,60	0,0030	1,2	0,12	0,08	513,50	512,42	1,20	1,20
54	30	40	53,4	513,62	513,27	0,0066	0,2814	0,6826	0,0066	47,89	153,60	0,0030	0,8	0,20	0,04	512,42	512,07	1,20	1,20
55	40	39	54,9	513,27	511,93	0,0244	0,2893	1,7038	0,0244	52,74	153,60	0,0030	1,6	0,51	0,12	512,07	510,73	1,20	1,20
56	39	45	53,92	511,93	510,5	0,0265	0,2842	1,9880	0,0265	55,02	153,60	0,0030	1,7	0,60	0,21	510,73	509,30	1,20	1,20
57	45	44	64,68	510,5	508,71	0,0277	0,3409	5,1402	0,0277	77,94	153,60	0,0030	1,7	1,54	0,24	509,30	507,51	1,20	1,20
58	28	44	99,76	509,35	508,71	0,0064	0,5258	0,5258	0,0064	43,60	153,60	0,0030	0,8	0,16	0,12	508,15	507,51	1,20	1,20
59	44	43	54,79	508,71	507,22	0,0272	0,2888	5,9548	0,0272	82,63	153,60	0,0030	1,7	1,79	0,13	507,51	506,02	1,20	1,20
60	43	42	49,11	507,22	505,35	0,0381	0,2588	6,2136	0,0381	78,82	153,60	0,0030	2,0	1,86	0,52	506,02	504,15	1,20	1,20

Tabla 7 - Planilla de cálculo de la red cloacal  
(Fuente: Elaboración propia)

### 5.3 VERIFICACIÓN DE CAÑERÍA DE PVC PARA USO CLOACAL A GRAVEDAD

#### 5.3.1 Cálculo de la carga de Relleno

- **Peso específico y Angulo de Fricción:** Según estudios geotécnicos realizados en la zona, se pudo constatar que el tipo de suelo que prevalece hasta una profundidad de 5 metros, es el Limo Blando con características colapsables, de color marrón claro y con intercalaciones de tosquillas (ML), cuyos parámetros característicos son:

Peso específico seco:  $\gamma_d = 1,25 \text{ t/m}^3$

Peso Específico Húmedo:  $\gamma = \gamma_d * \left(1 + \frac{W\%}{100}\right) = 1,47 \text{ t/m}^3$

Angulo de fricción:  $\phi' = 26^\circ$

- **Coefficiente de Rozamiento y de Rankine:** Entre el relleno y la pared de la zanja, teniendo en cuenta el ángulo de fricción característico del suelo,

$$\mu' = \tan \phi' = \tan 26^\circ = 0.488 \quad (14)$$

$$k = \frac{1 - \sin \phi'}{1 + \sin \phi'} = 0,39 \quad (15)$$

- **Ancho de Zanja:** Se obtiene teniendo en cuenta la tabla 29 del inciso III.19.8.7 del Legajo Técnico de Red colectora de desagües cloacales de la Dirección de Redes Sanitarias y Gas de la Municipalidad de Córdoba y el Diámetro Exterior del caño destinado para la ejecución de la obra.

$D_{ext} = 160 \text{ y } 250 \text{ mm} \quad e = 3,20 \text{ y } 4.90 \text{ mm}$

Diámetro comercial (mm)	Ancho de Zanja (m)	
	Excavación sin Contención	Excavación con contención
160	0,60	0,90
250	0,80	1,10

Tabla 8 - Ancho de zanja según diámetro de caño  
(Fuente: Elaboración propia)

- **Coefficiente de carga:** deriva del resultado de la siguiente fórmula:

Para 160mm

$$C_D = \frac{1 - e^{-2k\mu' H/B}}{2k\mu'} = \frac{1 - e^{-2 \times 0.39 \times 0.488 \times 1.20 / 0.60}}{2 \times 0.39 \times 0.488} = 1.397 \quad (16)$$

Para 250 mm

$$C_D = \frac{1 - e^{-2k\mu' H/B}}{2k\mu'} = \frac{1 - e^{-2 \times 0.39 \times 0.488 \times 1.20 / 0.80}}{2 \times 0.39 \times 0.488} = 1.142 \quad (17)$$

**Carga de Relleno****Para conducto 160mm**

$$Q_R = C_D * \gamma * B * D$$

$$Q_R = 1.397 * 1.47 * 0.60 * 0.160 = 0.197 \text{ t/m} \quad (18)$$

**Para conducto de 250 mm**

$$Q_R = C_D * \gamma * B * D$$

$$Q_R = 1.142 * 1.47 * 0.80 * 0.250 = 0.335 \text{ t/m} \quad (19)$$

**5.3.2 Cálculo de la carga de Tránsito**

- *Carga por rueda:* Se fija un valor de 7200 kg/ rueda
- *Altura de Tapada:*  $H = 1,20 \text{ m}$
- *Factor de Impacto:*  $I_f = 1 + 0.30/1.20 = 1.25$
- *Pv:* Presión ejercida sobre el caño por el tren de cargas. Este valor se obtiene por fórmula, teniendo en cuenta la tapada y la carga por rueda del vehículo.

$$p_v = \frac{3 * P}{\pi * H^2} * \left[ \cos^5 \left( \tan^{-1} \frac{2.25}{H} \right) + \cos^5 \left( \tan^{-1} \frac{0.45}{H} \right) \right] \quad (20)$$

$$p_v = \frac{3 * 7200}{\pi * 1.20^2} * \left[ \cos^5 \left( \tan^{-1} \frac{2.25}{1.20} \right) + \cos^5 \left( \tan^{-1} \frac{0.45}{1.20} \right) \right] = 3547.18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad (21)$$

**Carga de Tránsito****Para conducto de 160 mm**

$$Q_T = p_v * I_f * D$$

$$Q_T = 3547.18 * 1.25 * 0.16 = 709.43 \text{ kg/m} \quad (22)$$

**Para conducto de 250 mm**

$$Q_T = p_v * I_f * D$$

$$Q_T = 3547.18 * 1.25 * 0.25 = 1108,49 \text{ kg/m} \quad (23)$$

### 5.3.3 Verificación por deflexión

Para conducto de 160 mm

- *Diámetro:* 160 mm
- *Espesor:* 3.20 mm
- *Coefficiente de Aumento de la carga:*  $D_L$  se agrega debido a la deformación en el tiempo aun con carga constante. Se adopta un valor de 2.
- *Coefficiente K:* depende del ángulo en que se apoya la tubería sobre el lecho, en este caso 60°, y se lo determina a partir de la siguiente tabla:

Ángulo de Apoyo (°)	K
0	0.110
<b>60</b>	<b>0.102</b>
90	0.096
120	0.090
180	0.083

Tabla 9 - Coeficiente K según ángulo de apoyo  
(Fuente: Manual técnico de Redes Cloacales en PVC Tigre)

- *Módulo de Elasticidad (E) del PVC:* Se tomará el establecido en las normas Americanas,  $E = 28000 \text{ kg/cm}^2$ .
- *Módulo de Reacción de Suelo (E'):* depende fundamentalmente del tipo de suelo y grado de compactación. Para determinarlo debemos tener en cuenta el tipo de instalación del caño en la zanja. En este caso, se realizará un empotramiento en grancilla graduada 3/9, para el que se recomienda adoptar un  $E' = 49 \text{ kg/cm}^2$ .

### DEFLEXIÓN

Para conducto de 160 mm

$$\Delta y = \frac{(D_L * Q_R + Q_T) * K}{\frac{2 * E}{3 * \left(\frac{D}{e} - 1\right)^3} + 0.061 * E'}$$

$$\Delta y = \frac{(2 * 1.97 + 7.09) * 0.102}{\frac{2 * 28000}{3 * \left(\frac{160}{3.20} - 1\right)^3} + 0.061 * 49} = 0.357 \text{ cm} \quad (24)$$

Para conducto de 250 mm

$$\Delta y = \frac{(D_L * Q_R + Q_T) * K}{\frac{2 * E}{3 * \left(\frac{D}{e} - 1\right)^3} + 0.061 * E'} \quad (25)$$

$$\Delta y = \frac{(2 * 3.35 + 11.08) * 0.102}{\frac{2 * 28000}{3 * \left(\frac{250}{4.90} - 1\right)^3} + 0.061 * 49} = 0.578 \text{ cm}$$

## VERIFICACIÓN

$$\Delta y \leq 5\% D_{ext}$$

Para 160 mm

$$3.57 \text{ mm} \leq 8.00 \text{ mm}$$

Para 250 mm

$$5.78 \text{ mm} \leq 12.50 \text{ mm}$$

De acuerdo a esta condición, los espesores de 3.20 y 4.90mm para los conductos de 160 y 250mm respectivamente admite la deflexión a la que se va a someter la cañería.

### 5.3.4 Verificación por PANDEO

- *Factor de Flotación:* ( $R_w$ ) En este caso es igual a 1, ya que, a la profundidad de trabajo, no hay presencia de napa freática.
- *Coefficiente Empírico de Apoyo:* ( $B'$ ) el mismo es calculado mediante la siguiente fórmula:

$$B' = \frac{1}{1 + 4 * e^{-0.2132H}} = \frac{1}{1 + 4 * 2.71^{-0.2132 * 1.20}} = 0.243 \quad (26)$$

- *Módulo de Reacción de Suelo:*  $E' = 49 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

- Diámetro Medio del Caño: 156.80mm – 245.10mm
- Módulo de Elasticidad del Caño:  $E = 28000 \text{ kg/cm}^2$
- El coeficiente I de la sección del caño se calculara de la siguiente manera,  
*Para conducto de 160mm*

$$I = \frac{e^3}{12} = \frac{0.32^3}{12} = 0.0027 \text{ cm}^3$$

Para conducto de 250mm

$$I = \frac{e^3}{12} = \frac{0.49^3}{12} = 0.0098 \text{ cm}^3 \quad (27)$$

### **Carga Admisible de Pandeo**

**Para conducto de 160 mm**

$$q_{adm} = \frac{1}{2.5} * \sqrt{(32 * R_w * B' * E' * \frac{E * I}{D_m^3})}$$

$$q_{adm} = \frac{1}{2.5} * \sqrt{(32 * 1 * 0.243 * 49 * \frac{28000 * 0.0027}{15.68^3})} = 1.09 \text{ kg/cm}^2 \quad (28)$$

**Para conducto de 250 mm**

$$q_{adm} = \frac{1}{2.5} * \sqrt{(32 * R_w * B' * E' * \frac{E * I}{D_m^3})}$$

$$q_{adm} = \frac{1}{2.5} * \sqrt{(32 * 1 * 0.243 * 49 * \frac{28000 * 0.0098}{24.51^3})} = 1.06 \text{ kg/cm}^2 \quad (29)$$

**Carga Actuante de Pandeo****Para conducto de 160 mm**

$$q_t = R_w * \frac{Q_R}{D_m} + \frac{Q_v}{D_m}$$

$$q_t = 1.00 * \frac{1.97}{15.68} + \frac{7.09}{15.68} = 0.5776 \text{ kg/cm}^2 \quad (30)$$

$$q_{adm} \geq q_t$$

$$1.09 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 0.5776 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

**Para conducto de 250 mm**

$$q_t = R_w * \frac{Q_R}{D_m} + \frac{Q_T}{D_m}$$

$$q_t = 1.00 * \frac{3.35}{24.51} + \frac{11.08}{24.51} = 0.5887 \text{ kg/cm}^2 \quad (31)$$

$$q_{adm} \geq q_t$$

$$1.06 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 0.5887 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

La carga actuante de pandeo sobre los conductos de 160 y 250mm **q<sub>t</sub>** **representan el 53% y 43% de la carga admisible q<sub>adm</sub>**, **respectivamente** por lo que la cañería PVC de 160 y 250 mm, con espesor de 3,20 mm y 4,90 mm verifican ante este esfuerzo solicitante.

## 6. CÓMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO

### 6.1 INTRODUCCIÓN

A continuación, en el presente capítulo, se procederá a la determinación del cómputo del proyecto de la red colectora cloacal de las urbanizaciones Prados y Solares de Manantiales. Y posteriormente se presentará el presupuesto estimativo.

### 6.2 CONSIDERACIONES PARA EL CÓMPUTO

#### 6.2.1 Red de cañerías

- Excavación a cielo abierto de zanjas para el alojamiento de caños.

Se tomará un ancho de zanja igual al diámetro del caño más 50 cm, según aconsejan los fabricantes y norma IRAM para caños de PVC.

Además se tendrá en cuenta la longitud de los distintos diámetros de cañería y el promedio de tapada por tramo.

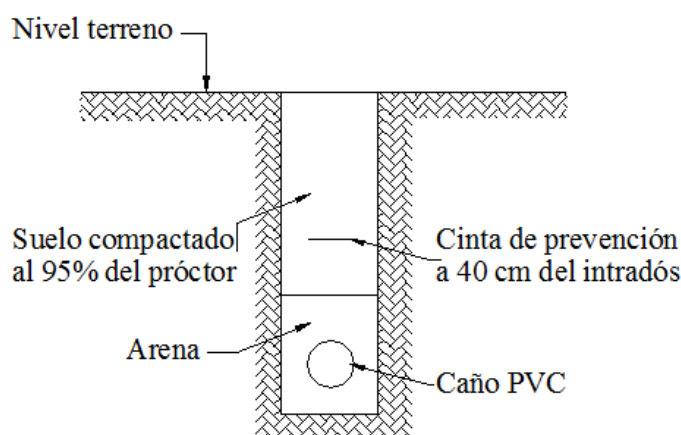
- Cama de asiento y relleno de arena

El caño se alojará sobre un lecho de arena de 10 cm de espesor mínimo y recubierto superiormente por igual material en un espesor mínimo de 10 cm y abarcará todo el ancho de la zanja.

Se considera un cálculo análogo al de excavación de zanjas utilizando el mismo ancho y longitud de cañería, pero en este caso, multiplicando por 20 cm de espesor para obtener el volumen buscado.

- Tapado, apisonado de zanjas y retiro de tierra sobrante.

Este volumen de tierra sobrante será aproximadamente el volumen de excavación menos el volumen de arena.



0

Figura 27 - Corte detalle de excavación  
(Fuente: Catalogo de cañería)



### 6.2.2 Provisión, colocación de cañerías y accesorios de PVC (Policloruro de Vinilo)

Para la provisión, colocación de las cañerías y accesorios se deberá tener en cuenta:

- La longitud total de los distintos diámetros de cañería.
- Volumen de arena.

### 6.2.3. Bocas de registro

El recuento de las bocas de registro se diferencia en las que tienen una altura igual o menos a 2,50 metros de las que poseen una altura mayor a 2,50 metros.

En la red colectora cloacal realizada se tiene 50 bocas de registro de altura menor o igual a 2,50 metros.

Para la excavación, la profundidad de la misma será: la suma de la tapada de la cañería de cota más baja, más el diámetro, más 30 cm.

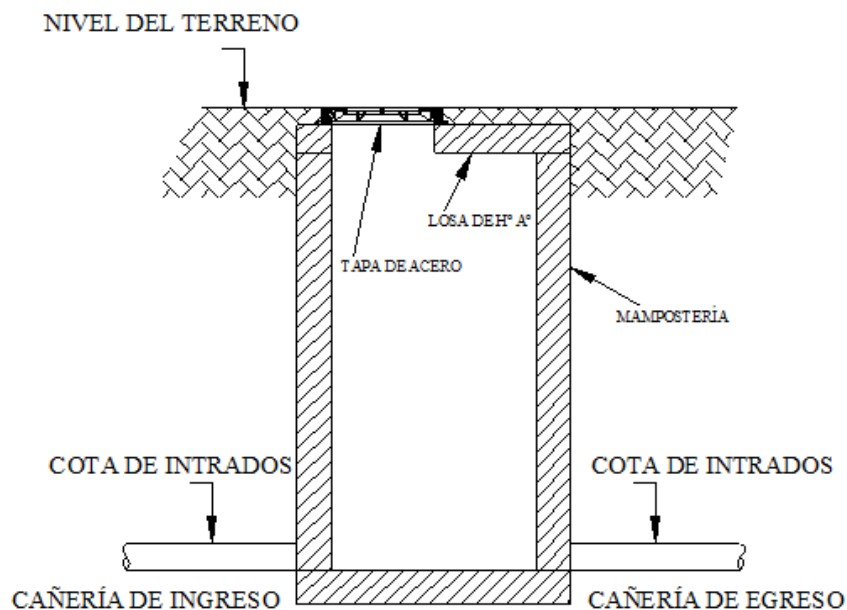


Figura 28 - Corte boca de registro para cañerías a gravedad  
(Fuente: Apunte de cátedra Ing. Sanitaria)

### 6.2.4. Conexiones domiciliarias.

El número de conexiones es de 195, una por cada lote de la urbanización. En la figura 29 se muestra un esquema de una conexión domiciliaria y los accesorios que se deben prever, y en la figura 30 se muestra una fotografía de una red en construcción, con las conexiones domiciliarias.

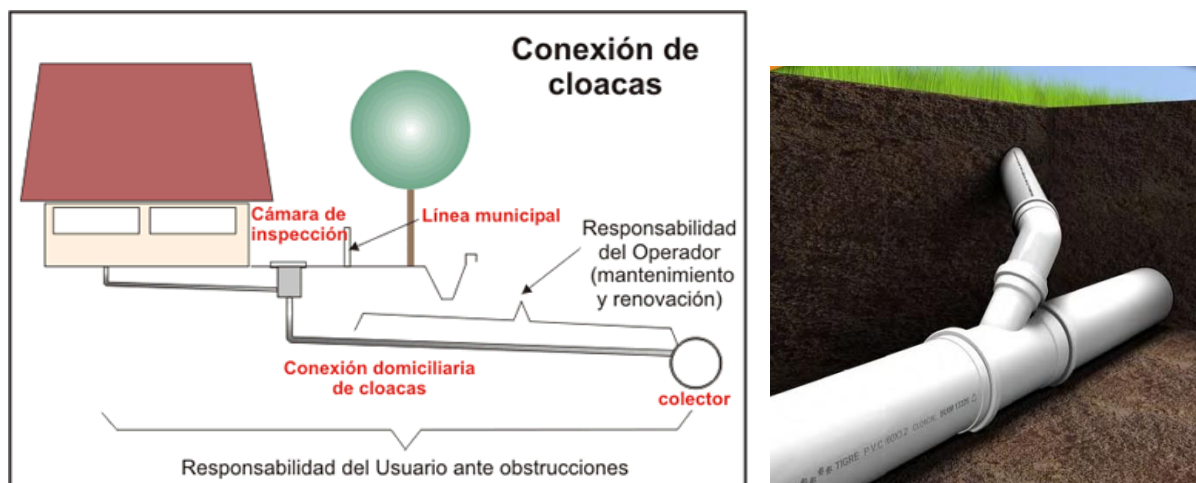


Figura 29 - Esquema conexión domiciliaria - Accesorios para conexión domiciliaria  
(Fuente: <http://www.epas.mendoza.gov.ar/index.php/uso-responsable/91-informacion-de-menús/area-tecnica>)



Figura 30 - Foto de cañería con conexiones domiciliarias  
(Fuente: <http://www.rosarionoticias.gob.ar/page/noticias/id/26411/title/Avanzan-las-obras-de-cloacas-en-toda-la-ciudad#.V2wS0NLhDIU>)

### 6.3 PLANILLAS PARA EL CÁMPUTO MÉTRICO Y PRUPUESTO

En la tabla 10 se muestra una planilla auxiliara para el cómputo, y en la tabla 11 se muestra el cómputo y presupuesto.

Tramo	BOCA REGISTRO		Long. Tramo (m)	TAPADA ag. arriba (m)	TAPADA ag. abajo (m)	TAPADA promedio + diametro + 10cm(m)	DIAMETRO ADOPTADO (mm)	Ancho de zanja (m)	Volumen de zanja (m <sup>3</sup> )	Volumen de arena (m <sup>3</sup> )
	Ag. Arriba	Ag. Abajo								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	18	17	18,52	1,04	1,20	1,38	160	0,66	16,87	2,44
2	17	11	85,97	1,20	1,20	1,46	160	0,66	82,84	11,35
3	11	6	92,07	1,20	1,20	1,46	160	0,66	88,72	12,15
4	6	3	14,31	1,20	1,20	1,46	160	0,66	13,79	1,89
5	3	2	58,05	1,20	1,20	1,46	160	0,66	55,94	7,66
6	10	5	58,04	1,04	1,42	1,49	160	0,66	57,08	7,66
7	5	2	10,78	1,42	1,23	1,58	160	0,66	11,28	1,42
8	2	1	119,40	1,23	1,20	1,48	160	0,66	116,24	15,76
9	1	4	25,57	1,20	1,29	1,50	160	0,66	25,40	3,38
10	4	7	30,89	1,29	1,29	1,55	160	0,66	31,60	4,08
11	13	10	51,67	1,20	1,20	1,46	160	0,66	49,79	6,82
12	10	8	9,59	1,20	1,20	1,46	160	0,66	9,24	1,27
13	8	7	104,25	1,20	1,20	1,46	160	0,66	100,46	13,76
14	7	12	57,87	1,29	1,28	1,55	160	0,66	59,01	7,64
15	13	12	106,19	1,20	1,20	1,46	160	0,66	102,32	14,02
16	12	14	15,87	1,28	1,28	1,54	160	0,66	16,13	2,09
17	36	35	119,06	1,20	1,62	1,67	160	0,66	131,23	15,72
18	35	34	73,08	1,62	1,39	1,77	160	0,66	85,13	9,65
19	34	25	73,08	1,39	1,20	1,56	160	0,66	75,00	9,65
20	25	18	38,76	1,20	1,28	1,50	160	0,66	38,37	5,12
21	18	23	66,94	1,28	1,20	1,50	160	0,66	66,27	8,84
22	23	22	22,56	1,20	1,20	1,46	160	0,66	21,74	2,98
23	13	16	71,78	1,20	1,43	1,57	160	0,66	74,62	9,47
24	16	22	56,95	1,43	1,20	1,57	160	0,66	59,20	7,52
25	37	31	85,49	1,04	1,29	1,42	160	0,66	80,40	11,28
26	31	51	85,73	1,29	1,20	1,50	160	0,66	85,16	11,32
27	30	51	76,52	1,04	1,20	1,38	160	0,66	69,69	10,10
28	51	24	65,55	1,20	1,20	1,46	160	0,66	63,16	8,65
29	39	29	84,81	1,04	1,20	1,38	160	0,66	77,24	11,19
30	29	24	80,34	1,20	1,20	1,46	160	0,66	77,42	10,60
31	24	22	30,40	1,20	1,20	1,46	160	0,66	29,29	4,01
32	22	21	28,23	1,20	1,20	1,46	160	0,66	27,20	3,73
33	21	20	14,90	1,20	1,20	1,46	160	0,66	14,36	1,97
34	28	20	85,00	1,20	1,20	1,46	160	0,66	81,91	11,22
35	20	15	111,79	1,20	1,20	1,46	160	0,66	107,72	14,76
36	15	14	15,49	1,20	1,20	1,46	160	0,66	14,93	2,04
37	14	19	60,77	1,28	1,25	1,62	250	0,75	73,61	9,12
38	19	26	79,03	1,25	1,20	1,57	250	0,75	93,35	11,85
39	26	27	89,24	1,20	1,20	1,55	250	0,75	103,74	13,39
40	28	27	95,68	1,20	1,20	1,46	160	0,66	92,20	12,63
41	27	38	34,61	1,20	1,20	1,55	250	0,75	40,23	5,19
42	38	42	78,09	1,20	1,22	1,56	250	0,75	91,37	11,71
43	50	49	65,68	1,20	1,20	1,46	160	0,66	63,29	8,67
44	49	48	62,51	1,20	1,20	1,46	160	0,66	60,23	8,25
45	35	37	62,85	1,04	1,20	1,38	160	0,66	57,24	8,30
46	37	48	93,70	1,20	1,20	1,46	160	0,66	90,29	12,37
47	48	47	55,05	1,20	1,20	1,46	160	0,66	53,05	7,27
48	41	47	55,11	1,04	1,20	1,38	160	0,66	50,19	7,27
49	47	46	69,21	1,20	1,20	1,46	160	0,66	66,69	9,14
50	46	45	69,29	1,20	1,20	1,46	160	0,66	66,77	9,15

Tramo	BOCA REGISTRO		Long. Tramo (m)	TAPADA ag. arriba (m)	TAPADA ag. abajo (m)	TAPADA promedio + diámetro + 10cm(m)	DIAMETRO ADOPTADO (mm)	Ancho de zanja (m)	Volumen de zanja (m³)	Volumen de arena (m³)
	Ag. Arriba	Ag. Abajo								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
51	33	41	52,16	1,20	1,20	1,46	160	0,66	50,26	6,89
52	41	40	86,7	1,20	1,20	1,46	160	0,66	83,54	11,44
53	32	30	76,12	1,20	1,20	1,46	160	0,66	73,35	10,05
54	30	40	53,4	1,20	1,20	1,46	160	0,66	51,46	7,05
55	40	39	54,9	1,20	1,20	1,46	160	0,66	52,90	7,25
56	39	45	53,92	1,20	1,20	1,46	160	0,66	51,96	7,12
57	45	44	64,68	1,20	1,20	1,46	160	0,66	62,33	8,54
58	28	44	99,76	1,20	1,20	1,46	160	0,66	96,13	13,17
59	44	43	54,79	1,20	1,20	1,46	160	0,66	52,80	7,23
60	43	42	49,11	1,20	1,20	1,46	160	0,66	47,32	6,48
								Σ	<b>3741,03</b>	<b>502,72</b>

Tabla 10 - Tabla auxiliar para cómputo  
(Fuente: Elaboración propia)

Item	Designación	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
<b>Liberación de traza y limpieza del terreno, según Art. III.19 del PETP</b>					
1	1.1 Limpieza Superficial y liberación de traza	Gl.	1,00	18000,00	18.000,00
<b>Excavación en zanja a cielo abierto en todo tipo de suelo y a cualquier profundidad; incluso excavación en roca, voladura, bombeo, tablestacado, entibado y todos los trabajos que correspondan según Art. III.20 del PETP</b>					
2	2.1 Excavación en zanja a cielo abierto	m3	3741,03	49,00	183.310,60
<b>Cama de asiento y relleno de arena según Art. III.21 del PEPT</b>					
3	3.1 Cama de asiento y relleno de arena	m3	502,72	114,00	57.309,72
<b>Provisión, acarreo y colocación de cañerías incluyendo juntas, piezas especiales, pruebas hidráulicas y todos los trabajos que correspondan según Art. III.23 del PEPT</b>					
4	4.1 Diámetro 160mm	ml.	3420,12	315,00	1.077.337,80
	4.2 Diámetro 250mm	ml.	341,74	350,00	119.609,00
<b>Relleno y compactación de zanjas con suelo natural hasta nivel de terreno natural, incluido retiro de sobrante, según Art. III.22 PEPT</b>					
5	5.1 Relleno y compactación de zanjas	m3	3238,32	50,00	161.915,79
<b>Bocas de registro completas, incluido excavaciones, rellenos y marcos y tapa, según Art. III.24 del PEPT</b>					
6	6.1 Boca de registro h<=2,50	Un.	50,00	7500,00	375.000,00
	6.2 Boca de registro h>=2,50	Un.	0,00	10900,00	-
<b>Conexiones domiciliarias, incluyendo materiales y mano de obra, según el Art. III.28 del PEPT</b>					
7	7.1 Conexiones DN 110mm	Un.	195,00	450,00	87.750,00
<b>TOTAL</b>				<b>\$</b>	<b>2.080.232,91</b>

Tabla 11 - Cómputo y presupuesto  
(Fuente: Elaboración propia)

El costo total de la obra es de **\$ 2.080.233**. Si dividimos por 736, cantidad de unidades habitacionales esperadas, nos da un valor de **\$ 2.826**

## 7 CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS

### 7.1 SECUENCIA DE TRABAJO

La secuencia de trabajo para la ejecución del tendido de las cañerías es la siguiente:

- Replanteo, en donde materializamos el eje de la excavación
- Excavación, las zanjas deben realizarse según las normas habituales, respondiendo a las condiciones geológicas del suelo. El ancho de la zanja depende de la profundidad y del diámetro de la cañería, como también de las condiciones del suelo y del equipo de excavación que se disponga. Generalmente se define el ancho a la altura del extradós del tubo, las Normas IRAM; para cañerías de PVC, definen el ancho de la zanja como 50 cm más el diámetro de la tubería. La excavación no podrá superar en más de 200 metros a la cañería colocada y tapada con la zanja totalmente rellena. Esta distancia se puede modificar si las circunstancias así lo aconsejan. Si el contratista interrumpiese temporariamente la tarea en un frente de trabajo, deberá dejar la zanja con la cañería perfectamente colocada, rellena y compactada, en cuyos extremos se deberá colocar tapones para evitar que en ella penetre material suelto proveniente de las excavaciones.
- Tablestacado, en terrenos desmoronables se realizará entibaciones, utilizando puntales para suelos cohesivos y entibado metálico para suelos arenosos.
- Cama de arena y tendido de cañerías, una vez extraído el suelo hasta la cota establecida, se nivela el fondo de la zanja con la pendiente calculada y se procede al acuñamiento de la cañería. La misma se aloja sobre una capa de arena de 10 cm de espesor, luego se la tapa con arena o una mezcla suelo-arena hasta 10 cm por encima de la cañería, quedando lista para proceder con el llenado de la zanja.
- Acoplamiento de conexiones particulares.
- Prueba hidráulica, dos metros de columna de agua.
- Ejecución de media tapada, se llena la zanja hasta 40 cm sobre el extradós.
- Colocación de cinta de prevención, sobre la media tapada se coloca una cinta de prevención, para que en futuras obras, cuando se tenga que realizar una excavación cerca de la red, se pueda divisarla y advertir que más abajo se encuentra la cañería.
- Conclusión de la tapada con su correspondiente compactación, por último se procede al compactado del suelo en capas sucesivas que van desde 15 a 20 cm, al 95% del Proctor Normalizado, en calles, en veredas se compacta con el 85% del Proctor Normalizado. Esta compactación se realiza hasta el nivel de terreno, donde se procederá a la reposición del pavimento o vereda. Cabe destacar que la compactación se realiza a cañería llena.
- Paso del mandril.

- Prueba hidráulica a zanja tapada, manteniendo el caño lleno durante la compactación, si las pérdidas no superan las admisibles entonces se dará por aprobada la prueba.
- Reposición de pavimentos y veredas, deberá reponerse el mismo tipo de pavimento y, en el caso de veredas, tratar de que esta quede lo más parecida a la original.
- Habilitación del servicio, dándose por concluida la obra.

## 7.2. VERIFICACIÓN DE LAS CAÑERÍAS

Una vez realizada la colocación de las cañerías entre dos bocas de registro, incluidas las conexiones domiciliarias y ejecutadas las juntas, se procederá a efectuar las pruebas hidráulicas del tramo. Estos se hace después de realizada la prueba de pasaje de tapón, que se desarrollará posteriormente.

### 7.2.1. Prueba hidráulica a zanja abierta

La primera prueba, en “zanja abierta” se efectuara llenando con agua la cañería, colocando previamente en el extremo de menor cota un tapón ciego, y eliminado todo el aire se lleva al líquido a la presión de prueba de 2 metros de columna de agua (0.2kg/m<sup>2</sup>), que deberá ser medido sobre el intradós del punto más alto de la cañería. Se muestra las pérdidas de carga admisible en la tabla 12.

Diámetro(mm)	Longitud del caño (m)			
	750	1000	1200	1500
0,100	7,5	6,4	5,3	4,3
0,150	-	9,6	8,0	6,4
1,200	-	12,8	10,7	8,5
0,250	-	16,0	13,3	10,7
0,300	-	19,2	16,0	12,8
0,350	-	22,4	18,7	14,9
0,400	-	25,6	21,3	17,1
0,450	-	28,8	24,0	19,2
0,500	-	32,0	26,7	21,3

Tabla 12 - Pérdidas admisibles en (lts/Hmxhora).  
(Fuente: ENOHTSA)

Si no existieran fallas, se mantendrá la cañería con la presión de prueba constante de dos metros de columna de agua, durante dos horas. La merma del agua debida a las pérdidas no deberá medirse por descenso del nivel en el dispositivo empleado, sino por

la cantidad de agua que sea necesaria agregar para mantener el nivel constante durante el tiempo indicado.

Las juntas que pierdan deberán ser rehechas y los caños que acusaran pérdidas considerables, deberán ser reemplazados, repitiéndose la prueba las veces que sea necesario hasta alcanzar los valores satisfactorios.

### 7.2.2. Prueba hidráulica a zanja cerrada

Una vez pasada la prueba a zanja abierta, en la segunda prueba, a “zanja cerrada”, se mantendrá la cañería con la misma presión y se procederá al relleno de la zanja y apisonado de la tierra hasta alcanzar un espesor de 0,30 metros sobre la cañería, en toda la longitud del tramo, para comprobar que los caños no han sido dañados durante la operación de tapada.

Si las pérdidas no sobrepasan las admisibles, se dará por aprobada la prueba a “zanja tapada”.

Para asegurar la limpieza de la cañería se efectuará una nueva prueba del paso del tapón. Si el mismo tuviera dificultad para su paso o si para hacerlo hubiera que golpear la cañería, se realizará una nueva prueba hidráulica, para asegurar que con los golpes no haya sido dañada.

### 7.2.3. Prueba del tapón

La finalidad de esta prueba es verificar que no existan obstrucciones dentro de la cañería.

A medida que avanza la colocación de la cañería, se va introduciendo un tapón de madera dura atado en sus extremidades con un alambre. Terminada la colocación de cada tramo, se desplazará el tapón en toda su longitud, en ida y vuelta y se rechazarán las cañerías que no permitan su paso.

Este procedimiento se efectuará antes y después de realizar las pruebas hidráulicas.

El tapón tendrá un diámetro de 4 mm menor que el diámetro interior de la cañería y su largo será de 1.5 veces el diámetro de la misma.

### 7.2.4. Verificación de estanqueidad de las bocas de registro

Para verificar la existencia de pérdidas dentro de las bocas de registro, se deberá colocar en las mismas una cantidad suficiente de agua para producir la colmatación de estas, dejándola 24 horas, midiéndose posteriormente el nivel de agua. Si este bajó más de 1.5 cm, se considerará que la cámara tiene pérdidas.

### 7.2.5. Verificación de la instalación domiciliaria interna

Esta verificación consiste en colocar dentro de la cañería agua a una presión de 2 m.c.a., manteniéndola durante 30 minutos. Luego se verifica que no se hayan producido pérdidas.

### 7.2.6. Prueba de funcionamiento

Antes de realizar la recepción provisoria, se efectuará una prueba de funcionamiento de todas las instalaciones, debiendo quedar comprobado en las mismas el correcto funcionamiento del total de la obra y de cada una de sus partes.

Con el fin de verificar el escurrimiento del líquido por las cañerías y boca de registro, el contratista deberá volcar en las bocas de registro más alejadas a designar por la inspección, una cantidad mayor a 100 m<sup>3</sup> de agua, a distribuir en cada una de las pruebas, sin necesidad que la misma sea potable.

Antes de efectuar la descarga del agua, el contratista deberá dejar abiertas las bocas de registro que la inspección crea conveniente, con el objeto de poder efectuar el seguimiento del agua por el itinerario indicado en los planos y comprobar así que no hay retención dentro de las cañerías y bocas de registro, y que el agua arrojada en los extremos más alejados de la red llegan al punto final de la cloaca máxima.

Esta prueba se repetirá las veces que sea necesaria hasta que sea satisfactoria y estos gastos adicionales correrán por cuenta del contratista.

Las bocas de registro que deban permanecer abiertas durante la prueba deben tener el señalamiento correspondiente para evitar accidentes, si esto ocurriera el contratista será el único responsable.

Cuando se efectuó esta prueba el contratista deberá contar con una bomba de achique en la boca de registro más baja.

### 7.2.7. Patología de las conducciones enterradas para tubos flexibles

- La apertura de zanjas adyacentes hace que disminuya el soporte lateral y se deforme lateralmente en exceso y colapse por aplastamiento, la cobertura lateral mínima debe ser:

$$x \geq \frac{1.4 \times D \times H \times F}{Z}$$

Dónde: D es diámetro exterior de la tubería (m); H tapada (m); Z máxima profundidad excavable (m); F factor de seguridad, usualmente 2.

- La falta de resistencia lateral del suelo. Cuando las zonas laterales de un tubo están un poco compactas o son muy estrechas y se ponen materiales muy compresibles el tubo se deforma excesivamente. Por ello, en terrenos compresibles se recomienda



excavar un mínimo de dos diámetros a cada lado del tubo, relleno con material fuertemente compactado.

- Empleo de rellenos compresibles que al asentar excesivamente a los lados del tubo anulan el efecto arco y provocan tensiones verticales sobre el tubo, superiores a las geostáticas.

# ANEXOS