

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y
NATURALES

CÁTEDRA DE PRÁCTICAS SUPERVISADAS

Informe Técnico Final

CEAS S.A.

DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA RED COLECTORA CLOACAL

Tatiana Paola Penza
Alumna

Dra. Ing. Teresa Reyna
Tutora interna

Dr. Ing. Santiago Reyna
Tutor Externo

AÑO 2016

INDICE GENERAL

	<i>Pág.</i>
CAPÍTULO 1 – INTRODUCCIÓN	
.....	8
CAPÍTULO 2 – OBJETIVOS Y ALCANCE DEL TRABAJO	
2.1. Breve descripción del trabajo a realizar.....	10
2.2. Objetos a alcanzar.....	10
2.3. Alcance del trabajo.....	11
CAPÍTULO 3 – ZONA DE ESTUDIO	
3.1. Ubicación de la Urbanización.....	12
3.2. Caracterización del emprendimiento.....	15
3.3. Medio ambiente físico.....	17
3.3.1. Clima. Características generales.....	17
3.3.2. Relieve.....	19
3.3.3. Flora.....	21
3.3.4. Hidrología superficial del área de estudio.....	21
3.3.5. Hidrología subterránea.....	24
3.4. Datos demográficos de la localidad.....	26
3.4.1. Población.....	26
CAPÍTULO 4 – DISEÑO RED COLECTORA CLOACAL	
4.1. Introducción.....	29
4.2. Pautas para el trazado de la red.....	30
4.3. Disposiciones de diseño.....	31
4.3.1. Pendiente mínima.....	31
4.3.2. Velocidad mínima.....	33
4.3.3. Velocidad máxima.....	33

4.3.4. Pendiente máxima.....	34
4.3.5. Tapada sobre los caños instalados en zanja.....	34
4.3.6. Diámetro.....	35
4.3.7. Material de los caños.....	35
4.3.8. Ubicación de las colectoras.....	35
4.3.9. Instalaciones complementarias.....	36
4.3.10. Conexiones domiciliarias.....	36
4.3.11. Bocas de registro.....	37
4.3.12. Estaciones elevadoras.....	40

CAPÍTULO 5 – CÁLCULO RED COLECTORA CLOACA

5.1. Justificación de la solución técnica.....	42
5.2. Metodología de cálculo.....	43
5.2.1. Metodología de cálculo para los conductos.....	43
5.2.2. Red.....	44
5.2.3. Cambio de diámetro en bocas de registro.....	44
5.2.4. Pendientes máximas.....	44
5.2.5. Planilla.....	45
5.3. Verificación de cañería de PVC para uso cloacal a gravedad.....	56
5.3.1. Cálculo de la carga de relleno.....	56
5.3.2. Cálculo de la carga de tránsito.....	58
5.3.3. Verificación por deflexión.....	59
5.3.4. Verificación por pandeo.....	61

CAPÍTULO 6 – CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS

6.1. Secuencia de trabajo.....	65
6.2. Verificaciones en las cañerías.....	66

6.2.1. Prueba hidráulica a zanja abierta.....	66
6.2.2. Prueba hidráulica a zanja cerrada.....	67
6.2.3. Prueba del tapón.....	68
6.2.4. Verificación de estanqueidad de las bocas de registro.....	68
6.2.5. Verificación de la instalación domiciliaria interna.....	68
6.2.6. Prueba de funcionamiento.....	69
6.2.7. Patología de las conducciones enterradas para tubos flexibles.....	69

CAPÍTULO 7 – CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

7.1. Introducción.....	71
7.2. Consideraciones para el cómputo.....	71
7.2.1. Red de cañerías.....	71
7.2.2. Provisión, colocación de cañerías y accesorios de PVC.....	72
7.2.3. Bocas de registro.....	72
7.2.4. Conexiones domiciliarias.....	73
7.3. Cálculos auxiliares para cómputo.....	75
7.4. Presupuesto estimado.....	79
7.4.1. Incidencia de cada ítem.....	81

CAPÍTULO 8 – CONCLUSIONES

.....	83
-------	----

CAPÍTULO 9 – BIBLIOGRAFÍA

.....	84
-------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 – Planimetría de las urbanizaciones.....	12
Figura 3.2 – Ubicación de la Ciudad en la Provincia de Córdoba.....	13
Figura 3.3 – Detalle de ubicación en el departamento Capital.....	13
Figura 3.4 – Ubicación geográfica del loteo.....	14

Figura 3.5 - Relieve de la Provincia de Córdoba.....	20
Figura 3.6 - Mapa Hidrográfico de Córdoba.....	22
Figura 3.7 - Cuenca hidrográfica activa del río Primero.....	23
Figura 3.8 - Cuencas subterráneas: I, Cuenca de Mar Chiquita; II, Cuenca de los Ríos Tercero, Cuarto y Quinto; III, Cuenca de las Salinas Grandes; IV, Cuenca del Conlara; V, Cuenca Intermontanas; (o) Perforaciones.....	25
Figura 3.9 - Evolución de la población.....	26
Figura 3.10 - Crecimiento físico y poblacional.....	26
Figura 3.11 - Distribución etaria de la población de la Ciudad de Córdoba.....	28
Figura 4.1 - Distintos casos de pendientes del terreno.....	31
Figura 4.2 - Distintos casos de pendientes del terreno.....	32
Figura 4.3 - Distintos casos de pendientes del terreno.....	32
Figura 4.4 - Conexión en vereda y calzada.....	37
Figura 4.5 - Boca de registro en intersección de cañerías.....	38
Figura 4.6 - Boca de registro en un salto.....	38
Figura 4.7 - Boca de registro en un cambio de pendiente.....	39
Figura 4.8 - Boca de registro en un cambio de dirección.....	39
Figura 4.9 - Boca de registro en un cambio de diámetro de la cañería.....	39
Figura 4.10 - Boca de registro a una distancia menor a 120 m.....	40
Figura 4.11 - Corte en Estación Elevadora.....	41
Figura 7.1 - Corte detalle de excavación.....	72
Figura 7.2 - Corte boca de registro para cañerías a gravedad.....	73
Figura 7.3 - Esquema conexión domiciliaria.....	73

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.1 - Vista del loteo Solares y Prados de Manantiales.....	16
---	----

Fotografía 3.2 - Vista del loteo Solares y Prados de Manantiales.....16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 - Indicadores demográficos.....28

Tabla 5.1 – Calculo red colectora cloacal. Formato solicitado por la Dirección de Redes de la Municipalidad de la Ciudad de Córdoba.....48

Tabla 6.1 - Pérdidas admisibles en (lts/Hmxhora).....67

Tabla 7.1 – Cómputo Solares y Prados de Manantiales.....74

Tabla 7.2 – Cálculos de tapada promedio por longitud de cañería.....75

Tabla 7.3 – Cálculos de volumen total de excavación.....79

Tabla 7.4 – Cómputo y Presupuesto Solares y Prados de Manantiales.....80

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 7.1 - Incidencia de cada ítem en la presupuesto de la red colectora cloacal...82

ÍNDICE ANEXOS

.....85

1. PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICA
2. PLANIMETRÍA RED DE CLOACA – 1 de 15
3. PERFILES RED DE CLOCAL calle 1 y 2 – 2 de 15
4. PERFILES RED DE CLOCAL calle 3, 4 y 5 – 3 de 15
5. PERFILES RED DE CLOCAL calle 6, 7 y 8 – 4 de 15
6. PERFILES RED DE CLOCAL calle 9 y 10 – 5 de 15
7. PERFILES RED DE CLOCAL calle 11, 12, 13 y 14 – 6 de 15
8. PERFILES RED DE CLOCAL calle 15, 16 y 17 – 7 de 15
9. PERFILES RED DE CLOCAL calle 18 y 19 – 8 de 15
10. PERFILES RED DE CLOCAL calle 20 y 21 – 9 de 15
11. PERFILES RED DE CLOCAL calle 22, 23 y 28 – 10 de 15
12. PERFILES RED DE CLOCAL calle 24 25 y 26 – 11 de 15
13. PERFILES RED DE CLOCAL calle 27 y 29 – 12 de 15
14. PERFILES RED DE CLOCAL calle 30 y 31 – 13 de 15
15. PERFILES RED DE CLOCAL calle 32, 33 y 34 – 14 de 15
16. PERFILES RED DE CLOCAL calle 36 y 36 – 15 de 15
17. BOCA DE REGISTRO

18. UBICACIÓN PROVINCIAL
19. UBICACIÓN DEPARTAMENTAL
20. UBICACIÓN LOCAL
21. DATOS GARANTIZADOS RED COLECTORA SOLARES Y PRADOS DE
MANANTIALES
22. MARCO Y TAPA BOCA DE REGISTRO
23. AMANCO JUNTA SEGURA FOLLETO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El presente es un proyecto de red cloacal a gravedad de efluentes cloacales de origen domiciliarios, para las urbanizaciones Solares y Prados de Manantiales ubicados en la Ciudad de Córdoba, departamento Capital.

El acceso a la urbanización se efectúa a través de la Ruta Provincial Nº 5, en sentido Córdoba - Alta Gracia. Otra posibilidad para acceder se desarrolla por Av. Manantiales cruzando por debajo de la Av. Circunvalación.

El parcelario de las dos urbanizaciones, Solares y Prados de Manantiales cuya superficie cubre aproximadamente 50 Ha, se encuentra fraccionado en un total de 462 lotes con superficies comprendidas entre los 250 a 500 m².

El proyecto corresponde a la empresa cordobesa Edisur, una desarrollista con sede geográfica en la ciudad de Córdoba, Argentina, concebida para el desarrollo de grandes emprendimientos inmobiliarios.

La red de cloaca permitirá la conexión de todos los lotes para su posterior tratamiento y disposición final. Los conductos cloacales se realizarán en PVC en diámetro de 160 mm, 250 mm y 315 mm con una longitud aproximada de 11.342 m. El volumen total de excavación a realizar será el necesario para la correcta colocación de los conductos con un total de aproximadamente 10.779 m³.

Esta red recibirá el aporte futuro de los efluentes generados de las urbanizaciones Colinas y Terrazas de Manantiales que dispondrá de una población análoga a Solares y Prados de Manantiales. Este caudal ingresará puntualmente en la Boca de Registro 87, el cual se encuentra ubicado a comienzo de calle 19.

La red colectora de las urbanizaciones, se desarrollará por calzada y un tramo por espacio verde, los distintos tramos, se vincularán mediante bocas de registros indicadas en los planos correspondientes, habiéndose tenido como premisa durante la etapa de diseño que la distancia entre dos bocas de registro consecutivas no exceda los 120m. Tal como fue solicitado por la Dirección de Redes Sanitarias y Gas de la Municipalidad de la Ciudad de Córdoba.

La tapada mínima de los conductos por calzada es de 1,20 m de acuerdo a lo establecido por la normativa ENOHSa.

La red colectora cloacal dispondrá de una longitud aproximada de 11.342 m con diámetros de 160 mm, 250 mm y 315 mm. La misma constará con un total de 119 bocas de registro, las cuales serán de hormigón armado tanto su platea como tabiques perimetrales con su correspondiente cojinete interior y revoques con estucado. Cada boca de registro dispondrá de una tapa de fundición apta para el paso de tránsito vehicular. La cañería será íntegramente construida en PVC con junta de aro de goma.

La totalidad de los tramos en que se encuentra construida la red colectora disponen de una pendiente mínima que garantiza una velocidad mínima de 0,60m/s a sección llena de acuerdo a lo establecido por la normativa del ENOHSa. Respecto a la pendiente máxima de los distintos tramos también se ajustaron los valores de forma tal de no superar en ningún momento las pendientes máximas calculadas en la memoria hidráulica de acuerdo a lo establecido por la normativa del ENOHSa en su capítulo 8.

CAPÍTULO 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 las urbanizaciones Solares y Prados de Manantiales ubicados en la zona suroeste de la Ciudad de Córdoba, Provincia de Córdoba.

La organización en este trabajo, facilitará conocer y seguir las distintas tareas y programas para un proyecto de redes colectoras cloacales. El mismo está confeccionado con la metodología requerida.

2.2. Objetivos a alcanzar

- Recopilación de antecedentes e información disponible y referente de los predios Solares y Prados en lo que respecta a estudio de suelo, topografía, infraestructura de servicios, tendencias de crecimiento poblacional y 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 coleccionará 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, la longitud de los tramos y pendientes, en acuerdo a lo indicado en la planilla de datos modelo de red de cloaca y plano tipo. Dichos planos serán la planimetría, perfiles longitudinales y boca de registro.

2.3. Alcance del trabajo

- Red colectora de residuos cloacales, donde se realizará el diseño de la misma determinando el trazado, las dimensiones de los elementos constitutivos, la selección de los materiales y tipos de materiales.
- Confección de planos finales, de detalle y pliegos de especificaciones técnicas.
- Cómputo y presupuesto del proyecto.

CAPÍTULO 3: ZONA DE ESTUDIO

3.1. Ubicación de la urbanización

El emprendimiento inmobiliario “Prados y Solares de Manantiales” se encuentra en el departamento Capital, Ciudad de Córdoba, Provincia de Córdoba.

El proyecto corresponde a una urbanización cerrada cuya superficie cubre aproximadamente 50 Ha 0122.16 m². El parcelario de las dos urbanizaciones se encuentra fraccionado en un total de 462 lotes con superficies comprendidas entre los 250 a 500 m². A continuación se presenta un esquema del proyecto urbanístico planteado:

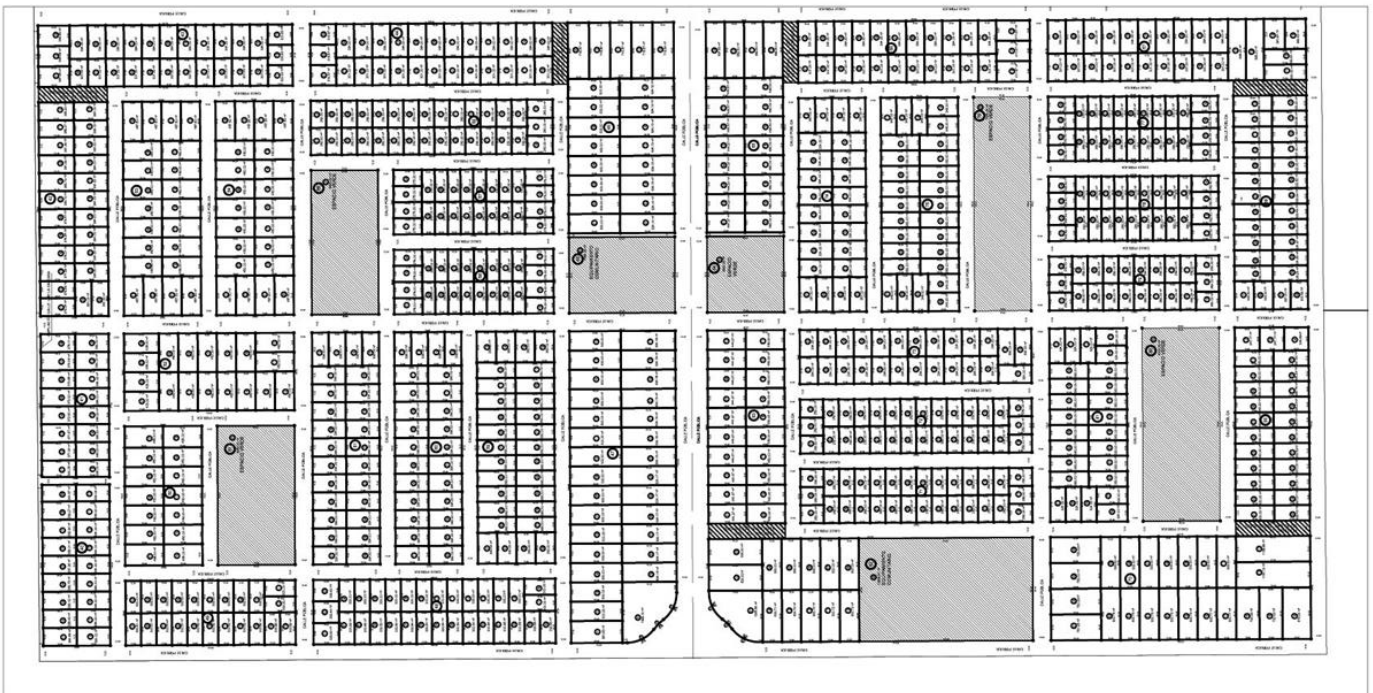


Figura 3.1 - Planimetría de las urbanizaciones

Las coordenadas geográficas de las urbanizaciones son:

Latitud: 31° 28' 37.41" S

Longitud: 64° 15' 42.23" O



Figura 3.2 - Ubicación de la Ciudad en la Provincia de Córdoba



Figura 3.3 - Detalle de ubicación en el departamento Capital



Figura 3.4 - Ubicación geográfica del loteo. [Fuente: Google Earth 2016]

El acceso a la urbanización se efectúa a través de la Ruta Provincial N° 5, en sentido Córdoba - Alta Gracia, transitando por dicha vía una distancia aproximada de 4,9 km desde Av. Circunvalación hasta la intersección con la calle Cañada de Gómez girando a la derecha por la misma y transitando una distancia de 2,2 km.

Otra posibilidad para acceder a la urbanización se desarrolla por Av. Manantiales cruzando por debajo de la Av. Circunvalación y transitando por la nueva costanera Norte hasta la intersección de la misma con calle Colonia Impira y por la misma hasta la intersección con la calle Cañada de Gómez y por último transitando por esta vía una distancia de aproximadamente 1500 m.

3.2. Caracterización del emprendimiento

Las principales características del emprendimiento son:

Tipo de establecimiento:	Emprendimiento urbanístico (loteo residencial)
Categoría según dec. 415/99:	Tipo III-Poco contaminante
Cantidad de lotes	462 lotes
Superficie promedio del lote:	375,00 m ²
Superficie total del emprendimiento	50 hectáreas 0122,16 m ²
Distancia al curso superficial natural más cercano	460 m, al Arroyo La Cañada, desde la esquina oeste del emprendimiento
Características topográficas:	De pendiente leve con sentido Sur Norte
Coordenadas geográficas del loteo:	Latitud: 31° 28' 37.41 "S, Longitud: 64° 15' 42.23" O
Tipo de suelo:	Limo-arcilloso - arenoso
Arbolado/vegetación autóctona	Con especies arbóreas de arbustos y pastizales de renoval.
Servicio de desagües cloacales	Las urbanizaciones disponen una red colectora cloacal a la espera de la definición del punto de volcamiento de los efluentes
Servicio de agua potable	Provisto por la empresa Aguas Cordobesas.



Fotografía 3.1 - Vista del loteo Solares y Prados de Manantiales. Febrero 2016



Fotografía 3.2 - Vista del loteo Solares y Prados de Manantiales. Febrero 2016

3.3. Medio ambiente físico

3.3.1. *Clima. Características generales*

Las urbanizaciones Solares y Prados 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 clasificar¹ 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

[Fuente: ¹ MIATELLO, Roberto y otros (1977). Geografía Física de la Provincia de Córdoba Editorial: Boldt. Buenos Aires]

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 mediodía, 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°C 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°C y 10°C 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 “Solares y Prados 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.

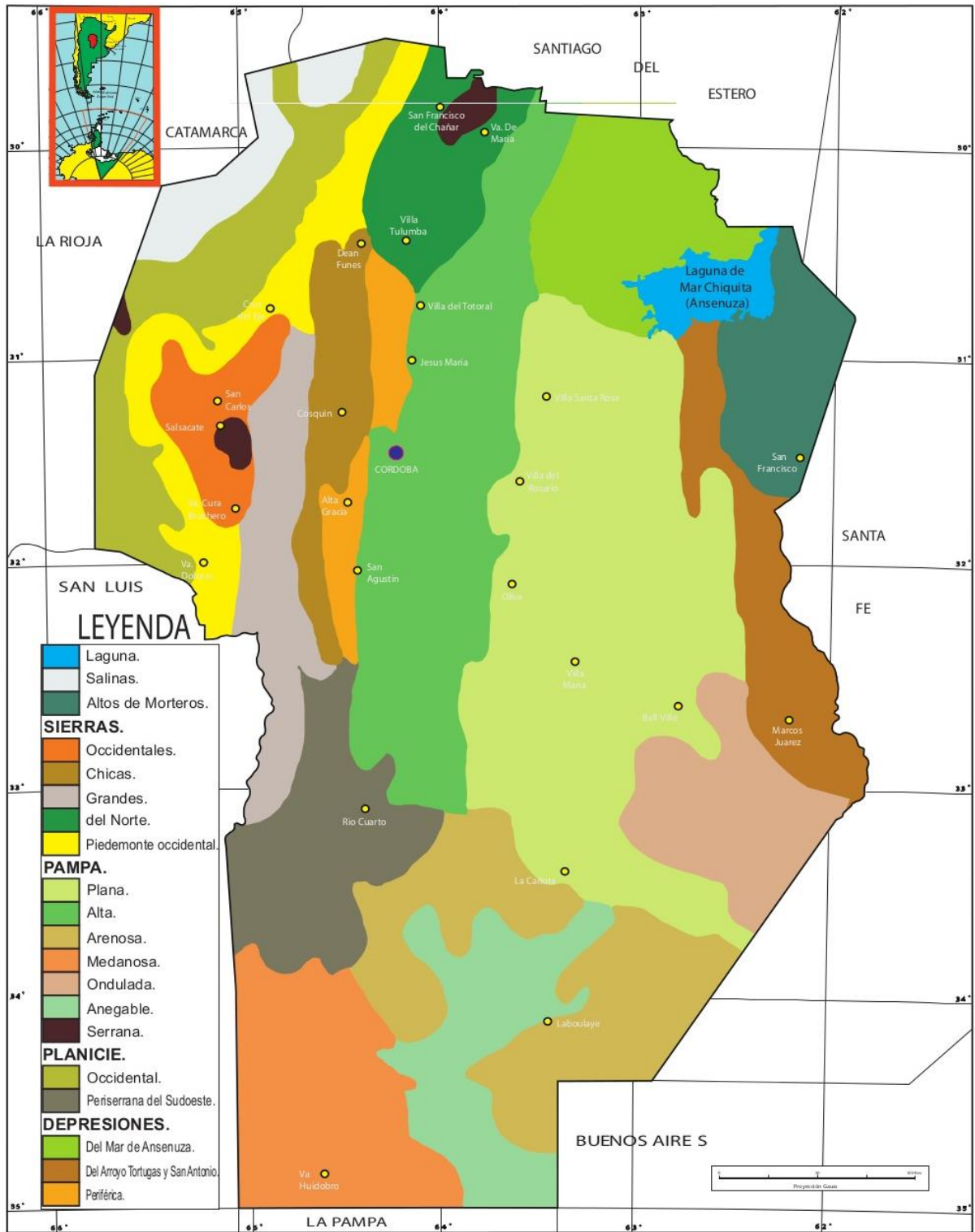


Figura 3.5 - Relieve de la Provincia de Córdoba [Fuente: "los suelos". Agencia Córdoba. D.A.C y T.S.E.M. Dirección de Ambiente. INTA Manfredi. Modificado]

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 | { | 1- Pastos Alpinos (+1800m.s.n.m.)
2- Bosques de Tabaquillo y de Horco Molle
(entre 1500 y 1800 m.s.n.m.) |
| b) Zona del Monte Serrano | { | 3- se desarrolla entre los 600 y 1500 m.s.n.m.) |
| c) Zona de Llanura | { | 4- Bosques Ribereños (- 600 m.s.n.m.)
5- Pampa y Campo
6- Salinas |

Con respecto a las urbanizaciones Solares y Prados 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.

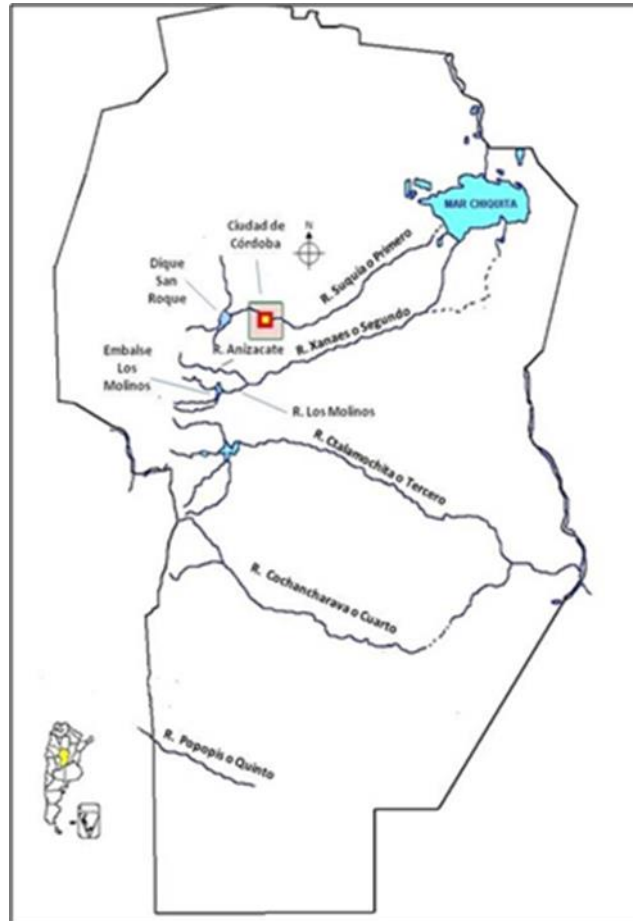


Figura 3.6 - Mapa Hidrográfico de Córdoba. [Fuente: Vázquez y otros, 1979]

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):

- I. Cuenca de Mar Chiquita (subregiones Río Dulce, Sistema Río Suquía y Río Xanaes)
- II. Cuenca de los ríos Tercero (Ctalamochita), Cuarto (Chocancharava) y Carcarañá
- III. Cuenca de las Salinas Grandes (subregiones Río Cruz del Eje, Río Soto, Río Pichanas, Sistema Noroeste y Guasapampa)
- IV. Cuenca del Conlara
- V. Cuencas Intermontanas
- VI. Cuenca de la Llanura Medanosas, subregión Río Quinto (Popopis)

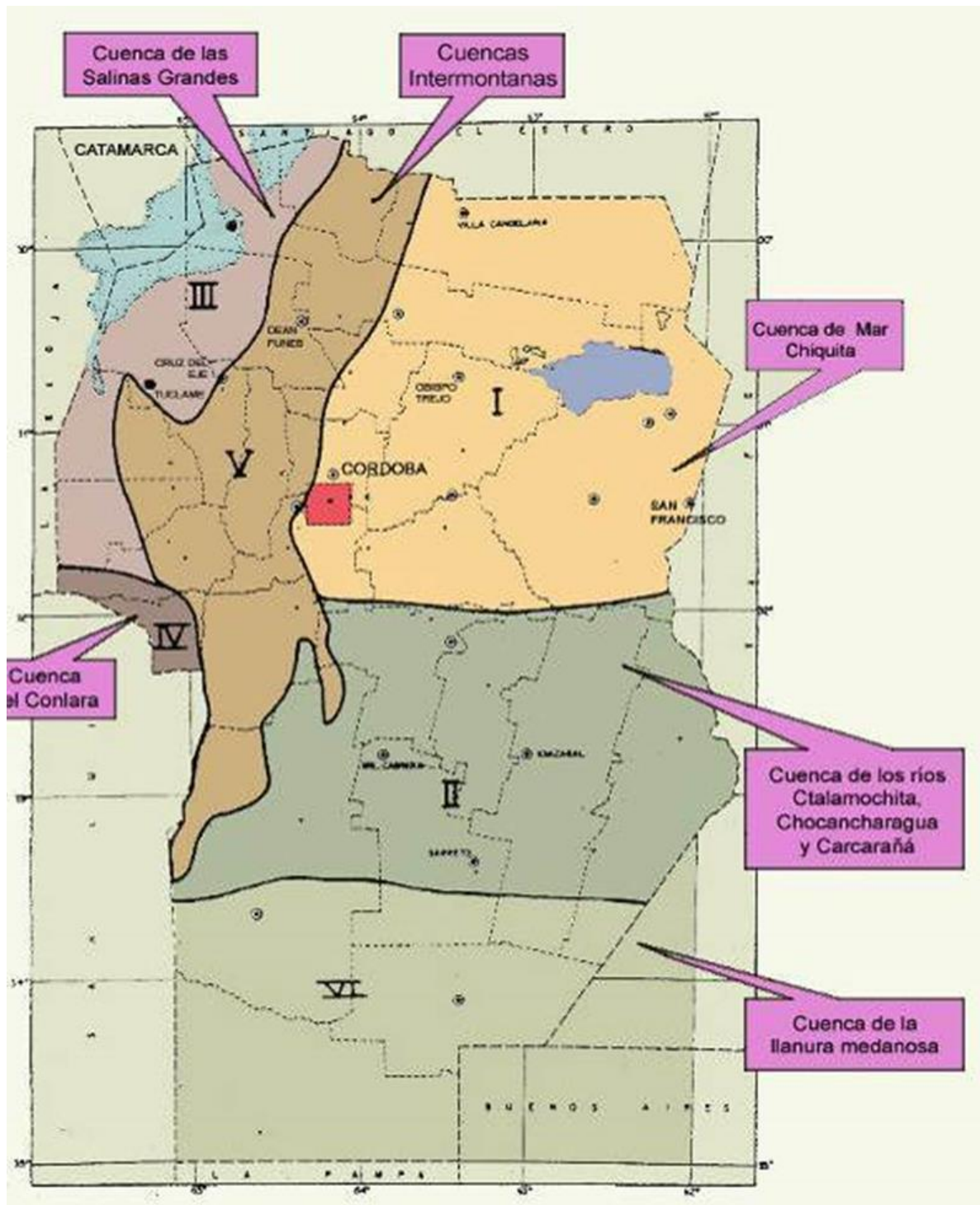


Figura 3.8 - Cuencas subterráneas: I, Cuenca de Mar Chiquita; II, Cuenca de los Ríos Tercero, Cuarto y Quinto; III, Cuenca de las Salinas Grandes; IV, Cuenca del Conlara; V, Cuenca Intermontanas; (o) Perforaciones. [Fuente: Vázquez y otros, 1979]

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

En el siguiente gráfico se puede apreciar la evolución de la población de la ciudad desde 1573.

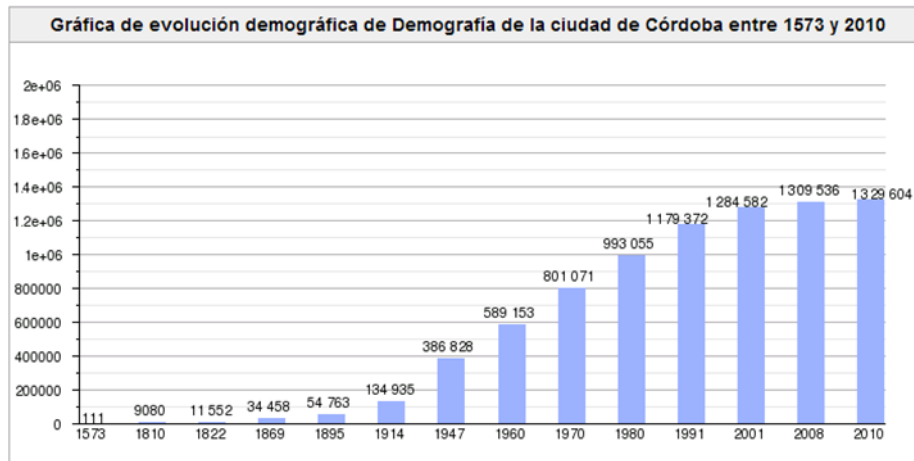
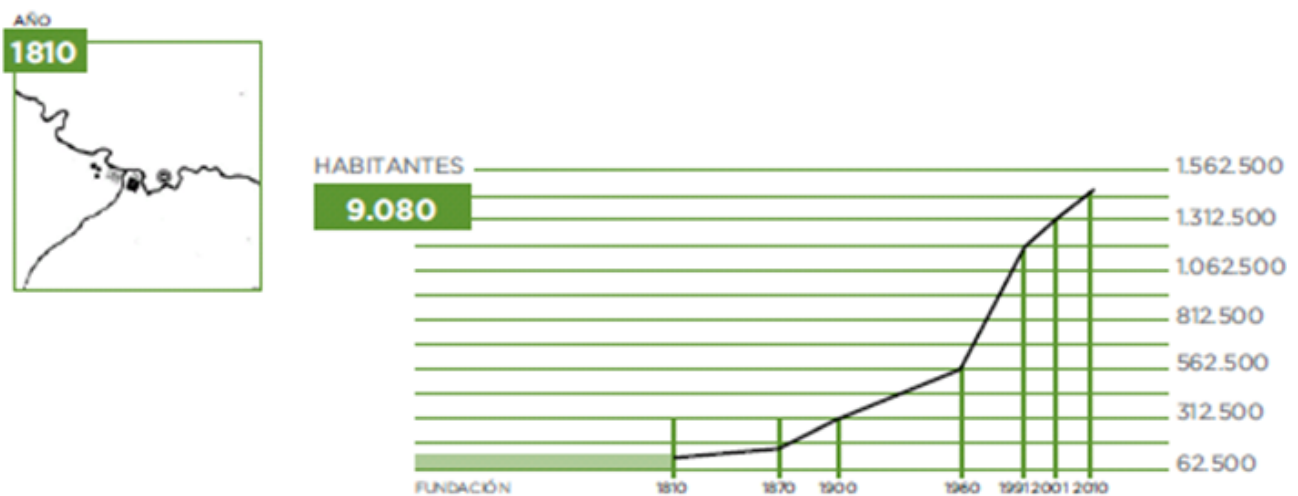


Figura 3.9 - Evolución de la población. [Fuente: Dirección de Catastro, Secretaría de Economía y Finanzas, Municipalidad de Córdoba; y Censos Nacionales]

Con esta última cantidad de habitantes, la Ciudad de Córdoba, se sitúa en el segundo lugar con mayor población de la República, con un 3.3 %.

Se muestra a continuación el crecimiento físico y poblacional de la Ciudad de Córdoba.



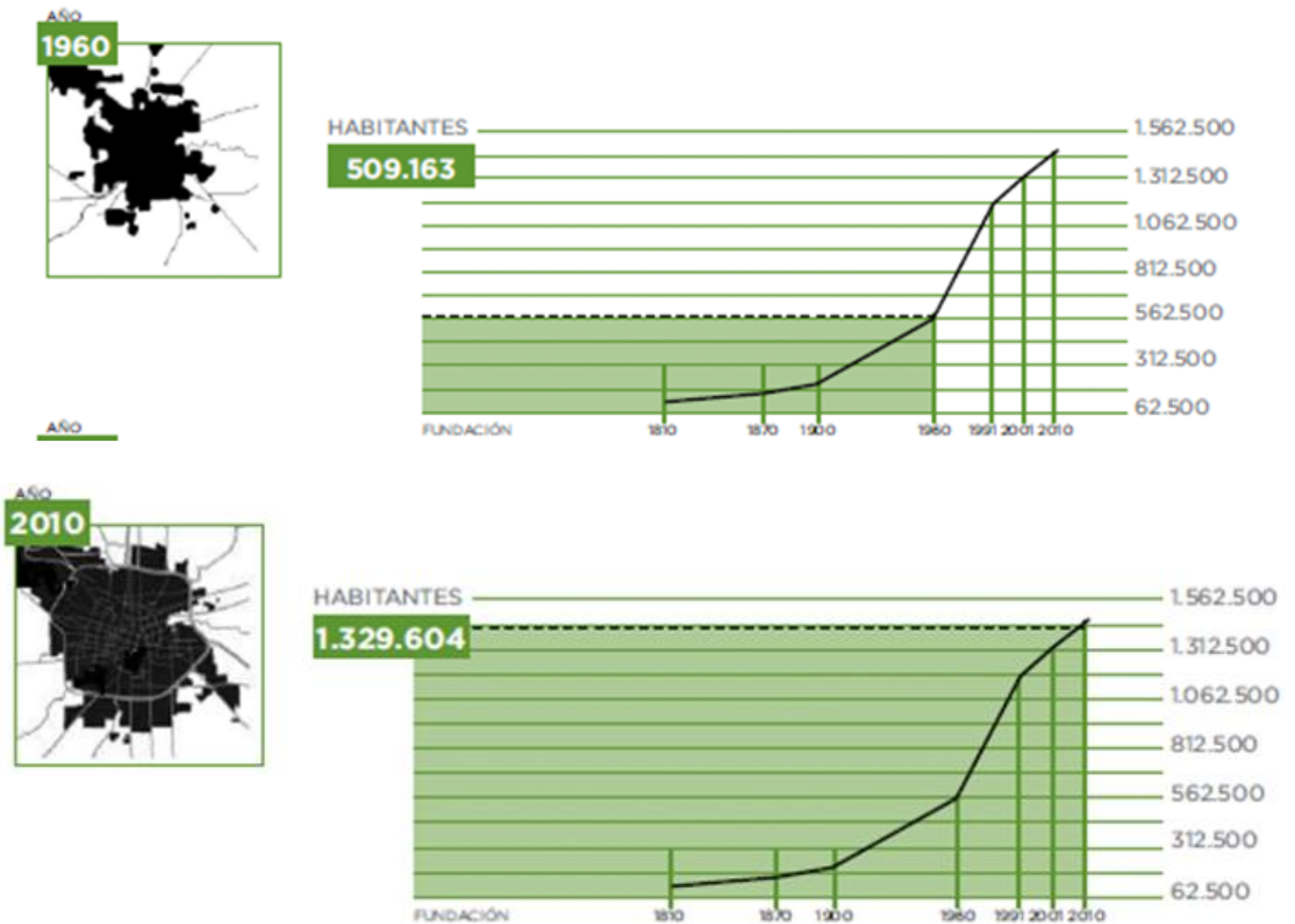


Figura 3.10 - Crecimiento físico y poblacional. [Fuente: Dirección de Catastro, Secretaría de Economía y Finanzas, Municipalidad de Córdoba; y Censos Nacionales]

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/Km², 125 veces más alto que el indicador provincial.

La distribución etaria actual se muestra en los siguientes gráficos.

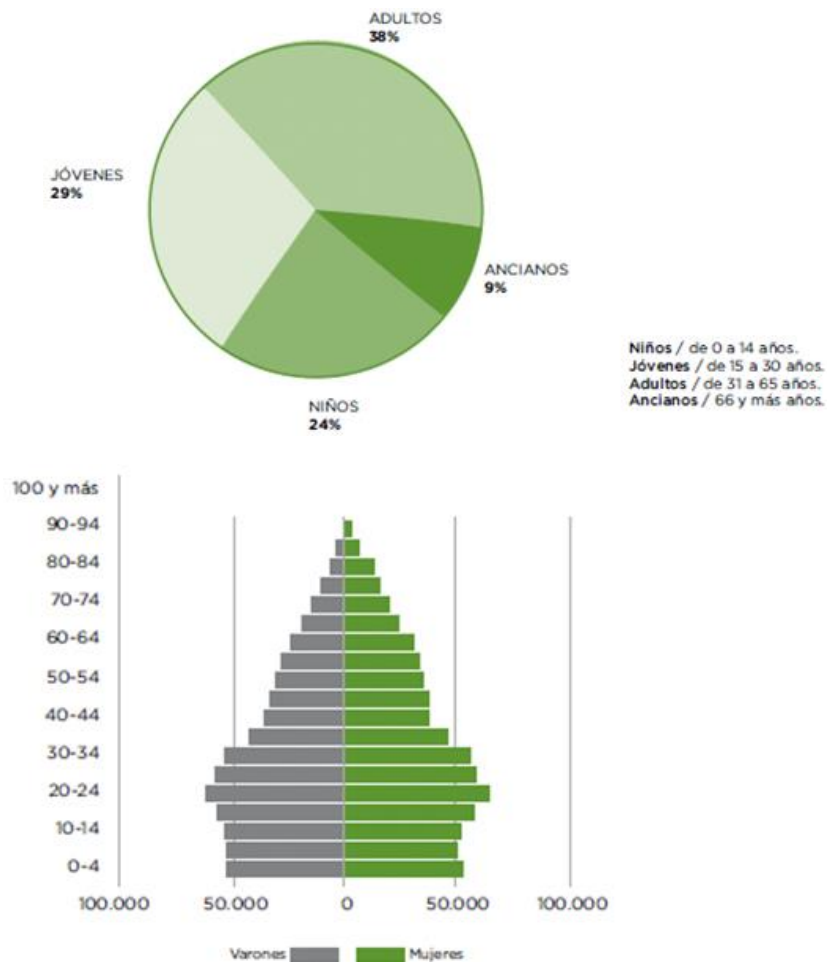


Figura 3.11 - Distribución etaria de la población de la Ciudad de Córdoba. [Fuente: CNPV 2010, INDEC.]

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 3.1 - Indicadores demográficos. [Fuente: Censo Provincial de Población 2008, Gobierno de la Provincia de Córdoba e INDEC.]

CAPÍTULO 4: DISEÑO 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.

Siempre debemos de 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.

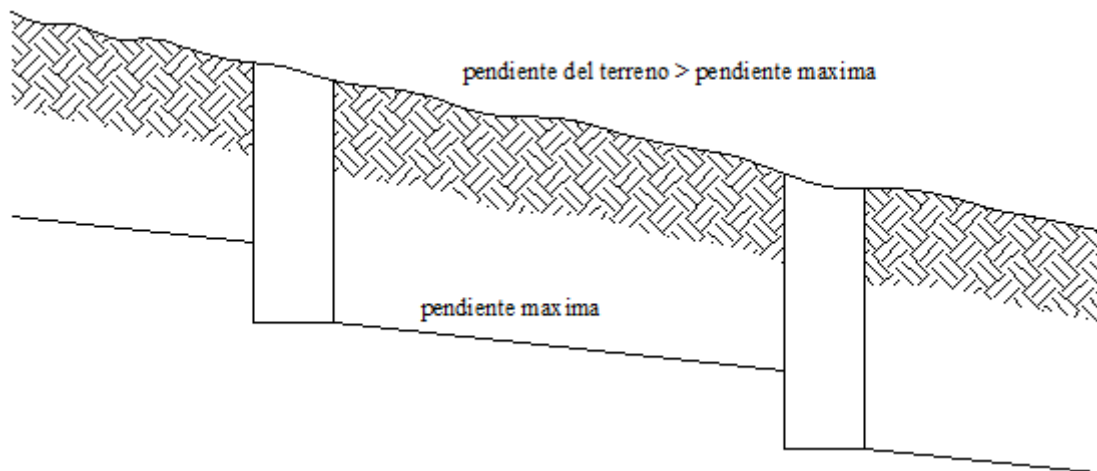


Figura 4.1 - Distintos casos de pendientes del terreno

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.

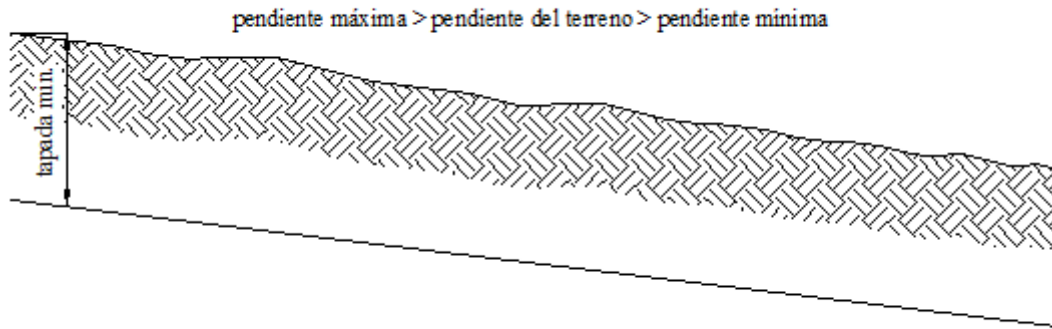


Figura 4.2 - Distintos casos de pendientes del terreno

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.

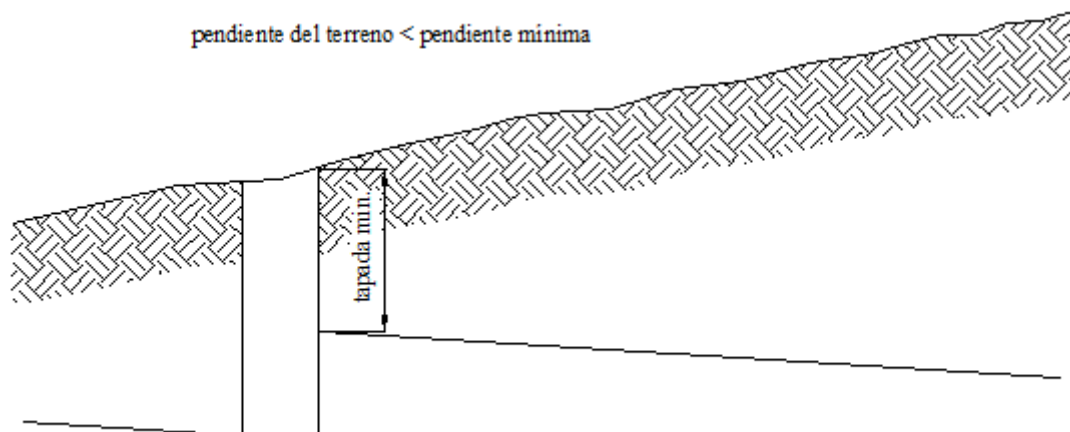


Figura 4.3 - Distintos casos de pendientes del terreno

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 0.003 m/m (3 ‰)
- La pendiente mínima para cañería de 250 mm es igual a 0.00245 m/m (2,45 ‰)
- La pendiente mínima para cañería de 160 mm es igual a 0.002 m/m (2 ‰)

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 \varnothing 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:

$$V_{\max} = 6 \times \sqrt{g \times R}$$

Siendo: V_{\max} : velocidad máxima [m/s]

g : aceleración de la gravedad [m/s²]

R : radio hidráulico [m] para secciones circulares. $R = \varnothing/4$

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 expresión:

$$V_{max} = 6 * (9,81 \left(\frac{m}{s^2}\right) * R)^{1/2}$$

$$R = \phi/4$$

R = Radio Hidráulico

Los valores de pendiente máxima para los distintos diámetros serán:

Diámetro (mm)	Pendientes (%)
160	0.11
200	0.10
250	0.09
315	0.08

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.

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 metros.
- Tapada mínima en vereda: 1,00 metro.
- Tapada máxima para conexión domiciliaria: 3,00 metros.

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 utilizara 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 preveer 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 dejan 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° y una curva a 45°. El ramal a 45° 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° 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.

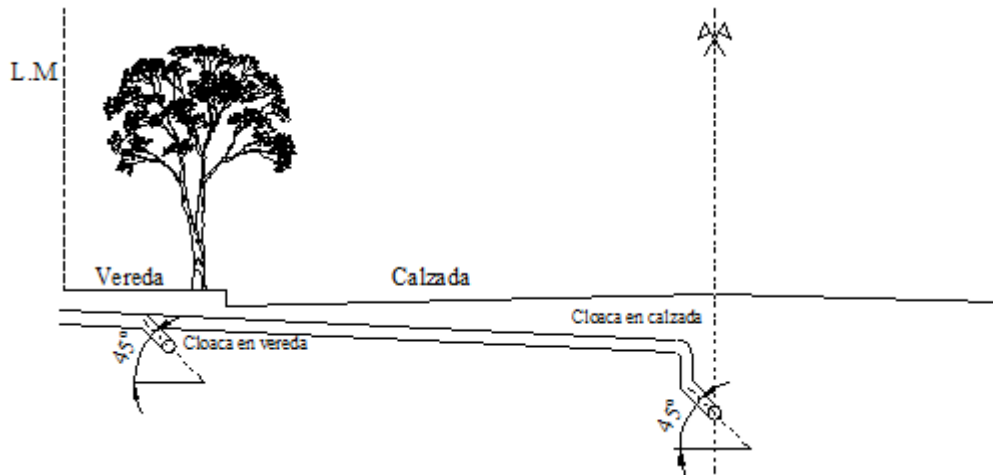


Figura 4.4 - Conexión en vereda y calzada.

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.

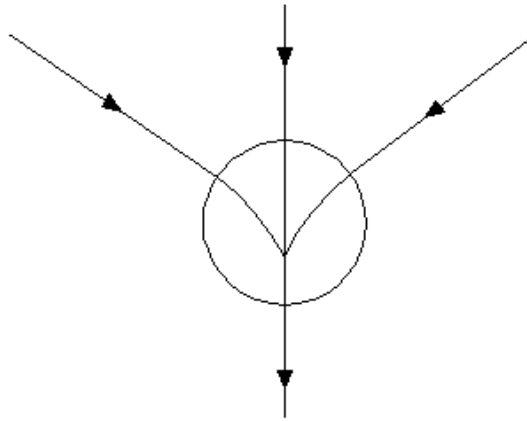


Figura 4.5 - Boca de registro en intersección de cañerías

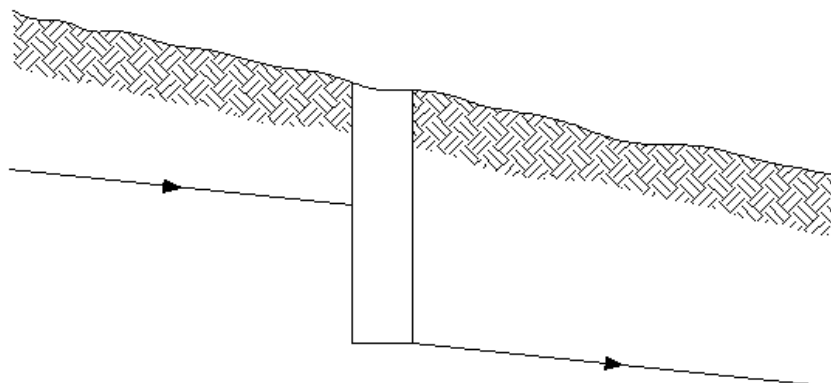


Figura 4.6 - Boca de registro en un salto

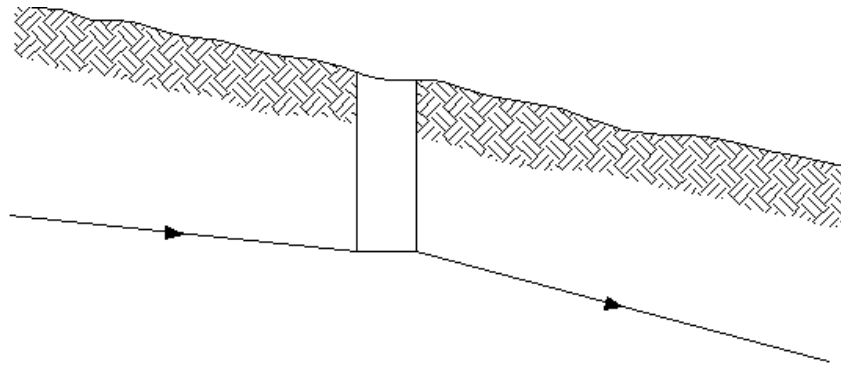


Figura 4.7 - Boca de registro en un cambio de pendiente.

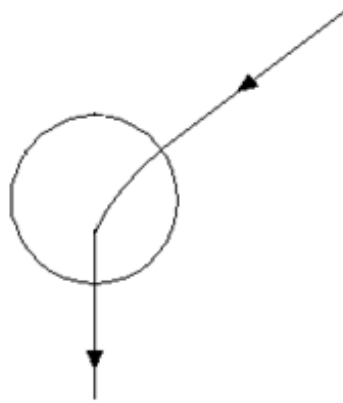


Figura 4.8 - Boca de registro en un cambio de dirección.

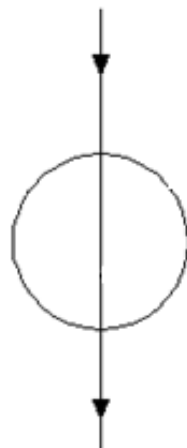


Figura 4.9 - Boca de registro en un cambio de diámetro de la cañería.

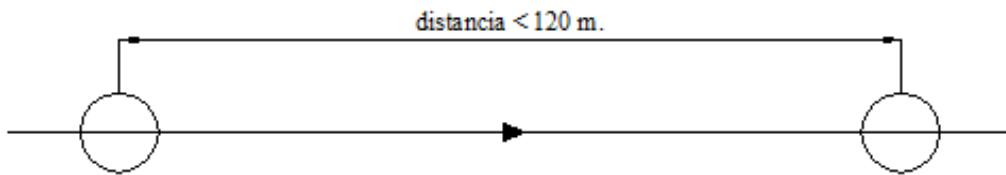


Figura 4.10 - Boca de registro a una distancia menor a 120 m.

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.

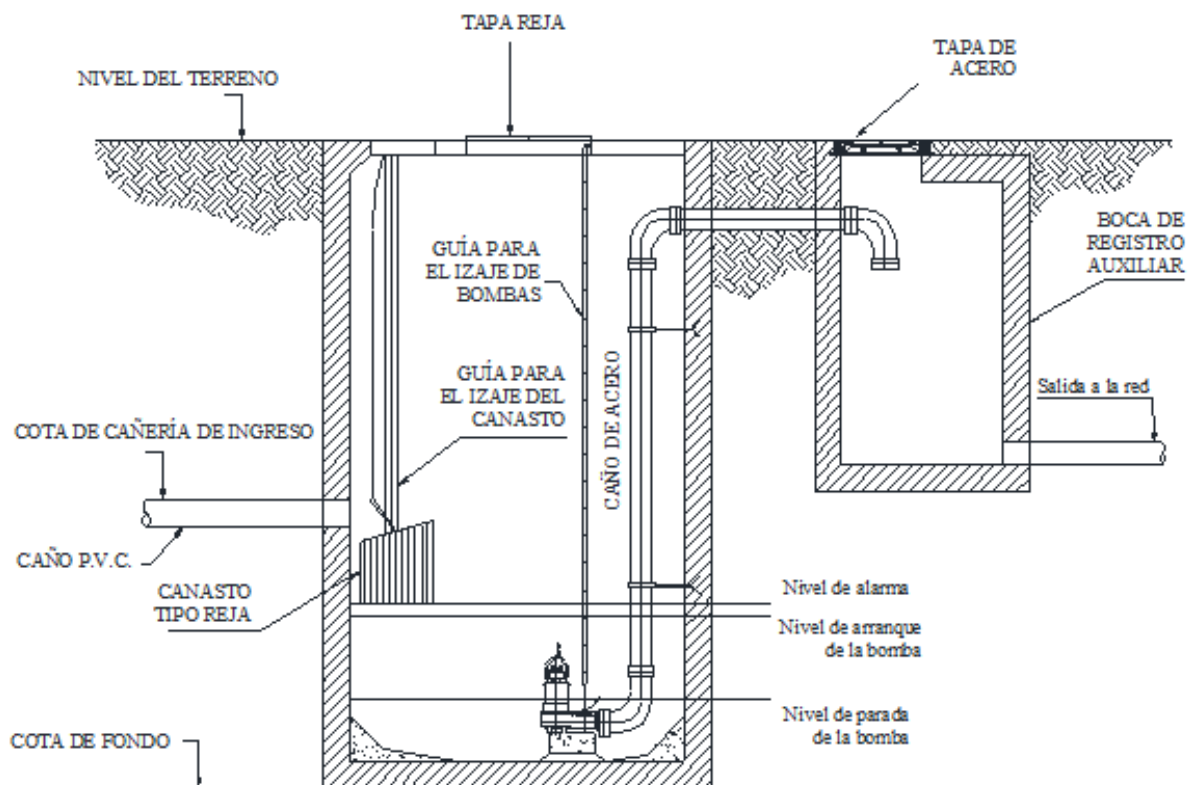


Figura 4.11 - Corte en Estación Elevadora

CAPÍTULO 5: CÁLCULO RED COLECTORA CLOACAL

5.1. Justificación de la solución técnica

Para proveer del servicio cloacal domiciliario a la urbanización Solares y Prados de Manantiales, se optó por ubicar conductos que recorran el emprendimiento urbanístico bajo las calles. La disposición final de los efluentes, en una primera etapa, constará del tratamiento tipo individual por lote compuesto de cámara interceptora de grasas, cámara séptica y pozo absorbente. Se considera que esta es la solución más conveniente desde el punto de vista de la operación y mantenimiento. Cabe mencionar que esta solución es de carácter provisorio hasta tanto se defina el punto de conexión de la red colectora cloacal motivo de la presente memoria y que se construirán en estas urbanizaciones, eliminándose la disposición en el subsuelo y conectando la totalidad de los predios a la red mencionada.

Cabe mencionar que esta urbanización se encuentra contemplada dentro del convenio que la empresa Edisur firmó oportunamente con la Municipalidad de la Ciudad de Córdoba.

Para el dimensionado de la red se adopta una población de 4,5 hab/lote con un total de 1670 conexiones. El número de habitante a servir resulta de 7515 hab. Por otra parte, se considera una dotación de agua potable de 325 lts/hab/día y un efluente cloacal de 260 lts/hab/día.

Con un coeficiente de gasto cloacal de 0,80, el caudal medio diario a conducir resultó de:

$$Q_c = 7515 * 0,325 * 0,80 = 1953,90m^3/día$$

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 3000 y 15000 hab, dichos coeficientes resultan:

Coeficiente máximo diario $\alpha_1 = 1,40$

Coeficiente máximo horario $\alpha_2 = 1,70$

Coeficiente total máximo horario $\alpha = 2,38$

Coefficiente mínimo horario $\beta_1 = 0,70$

Coefficiente total de mínimo horario $\beta = 0,35$

Aplicando los coeficientes anteriores se obtuvo el siguiente caudal máximo horario de diseño para la red cloacal:

$$Q_e = 1953,90 * 2,38 = 4650,28m^3/día$$

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

Adicionalmente y con el objeto de dejar previsto en uno de los tramos de la red colectora cloacal, se ingresó un caudal puntual en la BR 87 correspondiente a la urbanización denominada Colinas y Terrazas de Manantiales que dispondrá en el futuro una población análoga a Solares y Prados de Manantiales, el cual arroja el siguiente caudal máximo horario:

$$Q_c = 1953,90m^3/día$$

$$Q_e = 4650,28m^3/día$$

5.2. Metodología de Cálculo

5.2.1. Método de cálculo para los conductos

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

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

Donde:

R = Radio hidráulico (m)

I = Pendiente del conducto (m/m)

n = Factor de rugosidad de Manning

Atentos a las características del material empleado en esta red (PVC) se adoptó un coeficiente de rugosidad de 0,011.

5.2.2. Red

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.

La longitud máxima entre bocas de registro se fijó en 120 m de acuerdo a lo solicitado por la Dirección de Redes de la Municipalidad de la Ciudad de Córdoba, con el objeto de facilitar los trabajos de limpieza y mantenimiento. La conducción se encuentra compuesta por conductos de 160 mm, respetándose para los mismos una pendiente mínima establecidas por las normas, 0,30%, para los conductos de 250 mm se adoptó una pendiente mínima de 0,245% y para los conductos de 315 mm se respeta una pendiente mínima de 0,20%. Verificándose, por otra parte que las velocidades dentro del conducto a sección llena sea igual o mayor a 0,60 m/s.

5.2.3. Cambios de diámetros en bocas de registro

Cuando existan variaciones de diámetro en bocas de registro, se adoptó el criterio de alinear el intradós de las conducciones convergentes a la boca de registro.

5.2.4. Pendientes Máximas

Atento a 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 mm, 250 mm y 315 mm mediante la expresión indicada en dicho punto, resultando los siguientes valores.

- Para 315 mm (diámetro interior 302,60 mm)

$$U_{\max} = 6 * (g * R)^{1/2} = 6 * (9.81 * (0.081))^{1/2} = 5.35 \text{ m/s}$$

Para la determinación del radio hidráulico se consideró el tirante dentro del conducto para el cual se obtiene la máxima descarga.

R=0.081 m

- Para 250 mm (diámetro interior 240.20 mm)

$$U_{\max} = 6 * (g * R)^{1/2} = 6 * (9.81 * (0.064))^{1/2} = 4.75 \text{ m/s}$$

Para la determinación del radio hidráulico se consideró el tirante dentro del conducto para el cual se obtiene la máxima descarga.

R=0.064 m

- Para 160 mm (diámetro interior 153.60 mm)

$$U_{\max} = 6 * (g * R)^{1/2} = 6 * (9.81 * (0.041))^{1/2} = 3.80 \text{ m/s}$$

Para la determinación del radio hidráulico se consideró el tirante dentro del conducto para el cual se obtiene la máxima descarga.

R=0.041 m

5.2.5. Planilla

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 las velocidades máximas para los diámetros de 315mm, 250mm y 160mm, determinadas anteriormente en la presente memoria, como dato complementario se calculó la fuerza tractiva 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 tractiva, habiéndose optado como se mencionó anteriormente por el método de la velocidad mínima para esta red.

A continuación se presenta la planilla con los cálculos de los parámetros más importantes de la red colectora cloacal de la urbanización Solares y Prados de Manantiales, con el formato solicitado oportunamente por la Dirección de Redes de la Municipalidad de la Ciudad de Córdoba.

BARRIO SOLARES Y PRADOS DE MANANTIALES

DOTACION DE AGUA	0.325	m3/hab. día
COEFICIENTE DE APORTE	0.80	
CAUDAL MEDIO DE VUELCO	1953.90	m3/dia
POBLACION SOLARES Y PRADOS DE MANANTIALES	7515	Hab.
HABITANTES TERRAZAS Y COLINAS DE MANANTIALES	7515	Hab.
CAUDAL MEDIO DE TERRAZAS Y COLINAS DE MANANTIALES	1953.90	m3/dia (INGRESA PUNTUALMENTE EN BR 87)
CAUDAL MEDIO TOTAL DE DISEÑO	3907.80	m3/dia

CAUDALES

Coefficientes picos

α_1	coeficiente máximo diario	1.40
α_2	coeficiente máximo horario	1.70
α	coeficiente total máximo horario	2.38
β_1	Coeficiente mínimo diario	0.70
β_2	coeficiente mínimo horario	0.50
β	coeficiente total mínimo horario	0.35

Qe20 = Caudal máximo horario Solares y Prados de Manantiales	53.82	Lps
Qe20 = Caudal máximo horario Terrazas y Colinas de Manantiales (ingreso puntual BR87)	53.82	Lps
Qe20 = Caudal máximo de diseño de la red	107.65	Lps
Longitud total de tramos que sirven	11341.56	m
Gasto métrico (no incluye caudal que ingresa puntualmente en BR87)	0.00475	Lps/m

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 COM. INTERNO ADOPTADO (mm)	PENDIENTE MINIMA (m/m)	VELOCIDAD CAÑERÍA (m/s)	QLO ACUMULADO DE AUTOLIMPIEZA (lts/seg)	FUERZA TRACTIZ (kg/m ²)	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	1	2	57.48	474.39	474.18	0.0037	0.27	0.27	0.0037	40.09	153.60	0.0030	0.6	0.10	0.02	473.19	472.98	1.20	1.20
2	2	3	90.50	474.18	473.14	0.0115	0.43	0.70	0.0115	46.10	153.60	0.0030	1.1	0.25	0.08	472.98	471.94	1.20	1.20
3	3	4	90.50	473.14	473.43	-0.0032	0.43	1.13	0.0030	71.00	153.60	0.0030	0.6	0.40	0.04	471.94	471.67	1.20	1.76
4	4	5	85.52	473.43	472.81	0.0072	0.41	1.54	0.0030	79.36	153.60	0.0030	0.6	0.54	0.04	471.67	471.41	1.76	1.40
5	5	6	85.52	472.81	472.21	0.0070	0.41	1.94	0.0047	79.92	153.60	0.0030	0.7	0.68	0.06	471.41	471.01	1.40	1.20
6	6	11	67.19	472.21	472.03	0.0027	0.32	2.26	0.0030	92.09	153.60	0.0030	0.6	0.79	0.05	471.01	470.81	1.20	1.22
7	2	7	68.57	474.18	474.14	0.0006	0.33	0.33	0.0054	39.81	153.60	0.0030	0.7	0.11	0.03	473.14	472.77	1.04	1.37
8	7	8	72.03	474.14	473.78	0.0050	0.34	0.67	0.0030	58.17	153.60	0.0030	0.6	0.23	0.03	472.77	472.56	1.37	1.22
9	8	9	108.96	473.78	473.30	0.0044	0.52	1.18	0.0042	67.66	153.60	0.0030	0.7	0.41	0.05	472.56	472.10	1.22	1.20
10	4	9	67.86	473.43	473.30	0.0019	0.32	0.32	0.0053	39.78	153.60	0.0030	0.7	0.11	0.03	472.39	472.03	1.04	1.27
11	9	10	85.54	473.30	472.75	0.0064	0.41	1.91	0.0056	76.78	153.60	0.0030	0.8	0.67	0.07	472.03	471.55	1.27	1.20
12	10	11	85.55	472.75	472.03	0.0084	0.41	2.32	0.0084	76.48	153.60	0.0030	0.9	0.81	0.11	471.55	470.83	1.20	1.20
13	11	15	71.97	472.03	471.77	0.0036	0.34	4.92	0.0033	120.66	153.60	0.0030	0.6	1.72	0.07	470.81	470.57	1.22	1.20
14	9	13	72.41	473.30	472.94	0.0050	0.34	0.34	0.0072	38.51	153.60	0.0030	0.9	0.12	0.04	472.26	471.74	1.04	1.20
15	13	14	85.55	472.94	472.39	0.0064	0.41	0.75	0.0064	52.68	153.60	0.0030	0.8	0.26	0.05	471.74	471.19	1.20	1.20
16	14	15	85.55	472.39	471.77	0.0072	0.41	1.16	0.0072	60.58	153.60	0.0030	0.9	0.40	0.07	471.19	470.57	1.20	1.20
17	15	21	73.03	471.77	471.57	0.0027	0.35	6.42	0.0030	135.90	153.60	0.0030	0.6	2.25	0.08	470.57	470.35	1.20	1.22
18	1	12	106.89	474.39	474.17	0.0021	0.51	0.51	0.0030	52.51	153.60	0.0030	0.6	0.18	0.02	473.19	472.87	1.20	1.30
19	12	16	106.89	474.17	473.60	0.0053	0.51	1.01	0.0044	63.36	153.60	0.0030	0.7	0.36	0.04	472.87	472.40	1.30	1.20
20	16	17	57.52	473.60	473.69	-0.0016	0.27	1.29	0.0030	74.65	153.60	0.0030	0.6	0.45	0.03	472.40	472.23	1.20	1.46

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 COM. INTERNO ADOPTADO (mm)	PENDIENTE MINIMA (m/m)	VELOCIDAD CAÑERÍA (m/s)	QLO ACUMULADO DE AUTOLIMPIEZA (lts/seg)	FUERZA TRACTIZ (kg/m ²)	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
21	7	07A	72.50	474.14	473.92	0.0030	0.34	0.34	0.0052	40.87	153.60	0.0030	0.7	0.12	0.04	473.10	472.72	1.04	1.20
22	07A	17	72.50	473.92	473.69	0.0032	0.34	0.69	0.0032	58.24	153.60	0.0030	0.6	0.24	0.03	472.72	472.49	1.20	1.20
23	17	18	71.99	473.69	473.30	0.0054	0.34	2.32	0.0031	92.47	153.60	0.0030	0.6	0.81	0.05	472.23	472.01	1.46	1.29
24	8	08A	72.32	473.78	473.58	0.0028	0.34	0.34	0.0053	40.82	153.60	0.0030	0.7	0.12	0.04	472.74	472.36	1.04	1.22
25	08A	18	72.32	473.58	473.30	0.0039	0.34	0.69	0.0036	56.83	153.60	0.0030	0.6	0.24	0.03	472.36	472.10	1.22	1.20
26	18	19	109.00	473.30	472.60	0.0064	0.52	3.52	0.0056	96.57	153.60	0.0030	0.8	1.23	0.09	472.01	471.40	1.29	1.20
27	13	19	72.59	472.94	472.60	0.0047	0.34	0.34	0.0069	38.85	153.60	0.0030	0.8	0.12	0.04	471.90	471.40	1.04	1.20
28	19	20	54.97	472.60	472.25	0.0064	0.26	4.13	0.0064	100.04	153.60	0.0030	0.8	1.44	0.11	471.40	471.05	1.20	1.20
29	20	21	116.07	472.25	471.57	0.0059	0.55	4.68	0.0059	106.51	153.60	0.0030	0.8	1.64	0.11	471.05	470.37	1.20	1.20
30	21	25	55.00	471.57	471.26	0.0056	0.26	11.36	0.0053	151.53	153.60	0.0030	0.7	3.98	0.15	470.35	470.06	1.22	1.20
31	23	24	54.00	471.99	471.61	0.0070	0.26	0.26	0.0100	32.42	153.60	0.0030	1.0	0.09	0.05	470.95	470.41	1.04	1.20
32	24	25	62.05	471.61	471.26	0.0056	0.29	0.55	0.0056	48.09	153.60	0.0030	0.8	0.19	0.04	470.41	470.06	1.20	1.20
33	25	25A	69.01	471.26	471.05	0.0030	0.33	12.24	0.0049	157.82	240.20	0.0030	1.0	4.28	0.15	470.06	469.72	1.20	1.33
34	25A	39	69.01	471.05	470.82	0.0033	0.33	12.57	0.0025	181.51	240.20	0.0025	0.7	4.40	0.08	469.74	469.57	1.31	1.25
35	16	29	96.51	473.60	472.99	0.0063	0.46	0.46	0.0080	42.05	153.60	0.0030	0.9	0.16	0.05	472.56	471.79	1.04	1.20
36	29	33	96.51	472.99	472.73	0.0027	0.46	0.92	0.0030	65.50	153.60	0.0030	0.6	0.32	0.03	471.79	471.50	1.20	1.23
37	33	34	57.49	472.73	472.43	0.0052	0.27	1.19	0.0047	66.42	153.60	0.0030	0.7	0.42	0.05	471.50	471.23	1.23	1.20
38	30	34	64.03	472.96	472.43	0.0083	0.30	0.30	0.0108	34.08	153.60	0.0030	1.1	0.11	0.05	471.92	471.23	1.04	1.20
39	34	35	90.50	472.43	472.19	0.0027	0.43	1.92	0.0030	86.60	153.60	0.0030	0.6	0.67	0.04	471.23	470.96	1.20	1.23
40	35	36	90.50	472.19	471.67	0.0057	0.43	2.35	0.0054	83.52	153.60	0.0030	0.8	0.82	0.07	470.96	470.47	1.23	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 COM. 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
41	17	26	65.00	473.69	473.31	0.0058	0.31	0.31	0.0083	35.99	153.60	0.0030	0.9	0.11	0.04	472.65	472.11	1.04	1.20
42	26	27	90.50	473.31	472.84	0.0052	0.43	0.74	0.0052	54.51	153.60	0.0030	0.7	0.26	0.04	472.11	471.64	1.20	1.20
43	27	28	90.50	472.84	472.33	0.0056	0.43	1.17	0.0056	63.75	153.60	0.0030	0.8	0.41	0.06	471.64	471.13	1.20	1.20
44	19	28	65.00	472.60	472.33	0.0042	0.31	0.31	0.0066	37.56	153.60	0.0030	0.8	0.11	0.04	471.56	471.13	1.04	1.20
45	28	32	64.00	472.33	471.94	0.0061	0.30	1.78	0.0061	73.59	153.60	0.0030	0.8	0.62	0.07	471.13	470.74	1.20	1.20
46	26	30	64.00	473.31	472.96	0.0055	0.30	0.30	0.0080	36.06	153.60	0.0030	0.9	0.11	0.04	472.27	471.76	1.04	1.20
47	30	31	90.50	472.96	472.43	0.0059	0.43	0.73	0.0059	53.16	153.60	0.0030	0.8	0.26	0.05	471.76	471.23	1.20	1.20
48	31	32	90.50	472.43	471.94	0.0054	0.43	1.16	0.0054	64.14	153.60	0.0030	0.8	0.41	0.05	471.23	470.74	1.20	1.20
49	32	36	64.02	471.94	471.67	0.0042	0.30	3.25	0.0042	98.78	153.60	0.0030	0.7	1.14	0.07	470.74	470.47	1.20	1.20
50	36	37	54.99	471.67	471.32	0.0064	0.26	5.86	0.0064	114.11	153.60	0.0030	0.8	2.05	0.13	470.47	470.12	1.20	1.20
51	20	23	55.00	472.25	471.99	0.0047	0.26	0.26	0.0076	34.34	153.60	0.0030	0.9	0.09	0.04	471.21	470.79	1.04	1.20
52	23	23A	68.97	471.99	471.66	0.0048	0.33	0.59	0.0048	50.84	153.60	0.0030	0.7	0.21	0.04	470.79	470.46	1.20	1.20
53	23A	37	68.97	471.66	471.32	0.0049	0.33	0.92	0.0049	59.68	153.60	0.0030	0.7	0.32	0.04	470.46	470.12	1.20	1.20
54	37	38	53.99	471.32	471.46	-0.0026	0.26	7.03	0.0030	141.01	153.60	0.0030	0.6	2.46	0.08	470.12	469.96	1.20	1.50
55	24	24A	69.01	471.61	471.30	0.0045	0.33	0.33	0.0068	38.20	153.60	0.0030	0.8	0.11	0.04	470.57	470.10	1.04	1.20
56	24A	38	69.01	471.30	471.46	-0.0023	0.33	0.65	0.0030	57.62	153.60	0.0030	0.6	0.23	0.02	470.10	469.89	1.20	1.57
57	38	39	61.80	471.46	470.82	0.0104	0.29	7.98	0.0044	137.48	153.60	0.0030	0.7	2.79	0.11	469.89	469.62	1.57	1.20
58	39	40	71.73	470.82	470.58	0.0033	0.34	20.89	0.0026	216.63	240.20	0.0025	0.7	7.31	0.11	469.57	469.38	1.25	1.20
59	150	151	74.01	471.40	471.18	0.0030	0.35	0.35	0.0030	45.81	153.60	0.0030	0.6	0.12	0.02	470.20	469.98	1.20	1.20
60	151	22	74.00	471.18	470.97	0.0028	0.35	0.70	0.0030	59.41	153.60	0.0030	0.6	0.25	0.03	469.98	469.76	1.20	1.21

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 COM. 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
61	21	22	66.50	471.57	470.97	0.0090	0.32	0.32	0.0114	34.19	153.60	0.0030	1.1	0.11	0.06	470.53	469.77	1.04	1.20
62	22	153	97.62	470.97	470.68	0.0030	0.46	1.48	0.0031	78.10	153.60	0.0030	0.6	0.52	0.04	469.76	469.46	1.21	1.22
63	153	40	95.33	470.68	470.58	0.0010	0.45	1.93	0.0030	86.70	153.60	0.0030	0.6	0.68	0.04	469.46	469.18	1.22	1.40
64	40	156	30.21	470.58	470.22	0.0119	0.14	22.96	0.0060	192.82	240.20	0.0025	1.1	8.04	0.21	469.20	469.02	1.38	1.20
65	156	157	24.52	470.22	470.47	-0.0102	0.12	23.08	0.0024	228.27	240.20	0.0025	0.7	8.08	0.11	469.02	468.96	1.20	1.51
66	157	158	26.34	470.47	470.74	-0.0103	0.12	23.21	0.0024	229.56	240.20	0.0025	0.7	8.12	0.10	468.96	468.90	1.51	1.84
67	158	159	27.77	470.74	471.03	-0.0104	0.13	23.34	0.0025	227.94	240.20	0.0025	0.7	8.17	0.11	468.90	468.83	1.84	2.20
68	33	41	67.79	472.73	472.29	0.0065	0.32	0.32	0.0089	36.13	153.60	0.0030	1.0	0.11	0.04	471.69	471.09	1.04	1.20
69	41	161	117.86	472.29	471.76	0.0045	0.56	0.88	0.0045	59.85	153.60	0.0030	0.7	0.31	0.04	471.09	470.56	1.20	1.20
70	161	42	120.63	471.76	471.45	0.0026	0.57	1.45	0.0030	77.98	153.60	0.0030	0.6	0.51	0.04	470.56	470.20	1.20	1.25
71	36	42	67.58	471.67	471.45	0.0033	0.32	0.32	0.0056	39.29	153.60	0.0030	0.8	0.11	0.03	470.63	470.25	1.04	1.20
72	42	160	81.26	471.45	471.25	0.0025	0.39	2.16	0.0031	89.95	153.60	0.0030	0.6	0.76	0.05	470.20	469.95	1.25	1.30
73	160	159	81.40	471.25	471.03	0.0027	0.39	2.55	0.0030	96.12	153.60	0.0030	0.6	0.89	0.05	469.95	469.71	1.30	1.32
74	159	164	21.13	471.03	471.03	0.0000	0.10	25.98	0.0024	239.51	240.20	0.0025	0.7	9.09	0.11	468.83	468.78	2.20	2.25
75	44	162	118.14	472.37	471.76	0.0052	0.56	0.56	0.0052	49.22	153.60	0.0030	0.7	0.20	0.04	471.17	470.56	1.20	1.20
76	162	45	120.36	471.76	471.45	0.0026	0.57	1.13	0.0030	70.96	153.60	0.0030	0.6	0.40	0.04	470.56	470.20	1.20	1.25
77	45	163	81.43	471.45	471.25	0.0025	0.39	1.52	0.0031	78.84	153.60	0.0030	0.6	0.53	0.04	470.20	469.95	1.25	1.30
78	163	164	81.44	471.25	471.03	0.0027	0.39	1.90	0.0030	86.21	153.60	0.0030	0.6	0.67	0.04	469.95	469.71	1.30	1.32
79	164	165	27.78	471.03	470.58	0.0162	0.13	28.02	0.0025	244.14	240.20	0.0025	0.7	9.81	0.12	468.78	468.71	2.25	1.87
80	165	166	26.73	470.58	470.14	0.0165	0.13	28.15	0.0026	242.79	240.20	0.0025	0.7	9.85	0.12	468.71	468.64	1.87	1.50

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 COM. 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
81	166	167	24.87	470.14	469.74	0.0161	0.12	28.27	0.0040	224.39	240.20	0.0025	0.9	9.89	0.17	468.64	468.54	1.50	1.20
82	167	50	25.58	469.74	469.64	0.0039	0.12	28.39	0.0039	225.94	240.20	0.0025	0.9	9.94	0.17	468.54	468.44	1.20	1.20
83	50	55	76.00	469.64	469.20	0.0058	0.36	28.75	0.0058	210.90	240.20	0.0025	1.0	10.06	0.23	468.44	468.00	1.20	1.20
84	55	66	76.00	469.20	468.68	0.0068	0.36	29.11	0.0068	205.35	240.20	0.0025	1.1	10.19	0.26	468.00	467.48	1.20	1.20
85	66	76	76.02	468.68	468.32	0.0047	0.36	29.47	0.0047	221.04	240.20	0.0025	0.9	10.31	0.20	467.48	467.12	1.20	1.20
86	44	51	89.57	472.37	472.14	0.0026	0.43	0.43	0.0045	45.59	153.60	0.0030	0.7	0.15	0.03	471.33	470.93	1.04	1.21
87	51	62	100.50	472.14	471.93	0.0021	0.48	0.90	0.0031	64.80	153.60	0.0030	0.6	0.32	0.03	470.93	470.62	1.21	1.31
88	62	70	100.50	471.93	471.72	0.0021	0.48	1.38	0.0030	76.45	153.60	0.0030	0.6	0.48	0.04	470.62	470.32	1.31	1.40
89	70	71	57.53	471.72	471.36	0.0063	0.27	1.65	0.0030	81.96	153.60	0.0030	0.6	0.58	0.04	470.32	470.15	1.40	1.21
90	51	52	57.50	472.14	471.81	0.0057	0.27	0.27	0.0085	34.21	153.60	0.0030	0.9	0.10	0.04	471.10	470.61	1.04	1.20
91	52	59	64.00	471.81	471.55	0.0041	0.30	0.58	0.0041	52.03	153.60	0.0030	0.7	0.20	0.03	470.61	470.35	1.20	1.20
92	59	63	63.97	471.55	471.41	0.0022	0.30	0.88	0.0030	64.66	153.60	0.0030	0.6	0.31	0.03	470.35	470.16	1.20	1.25
93	63	71	73.02	471.41	471.36	0.0007	0.35	1.23	0.0030	73.04	153.60	0.0030	0.6	0.43	0.04	470.16	469.94	1.25	1.42
94	71	72	63.94	471.36	470.84	0.0081	0.30	3.18	0.0047	96.10	153.60	0.0030	0.7	1.11	0.08	469.94	469.64	1.42	1.20
95	72	73	117.06	470.84	470.23	0.0052	0.56	3.74	0.0052	100.09	153.60	0.0030	0.7	1.31	0.09	469.64	469.03	1.20	1.20
96	45	46	56.27	471.45	471.25	0.0036	0.27	0.27	0.0064	35.80	153.60	0.0030	0.8	0.09	0.03	470.41	470.05	1.04	1.20
97	46	54	34.00	471.25	471.14	0.0032	0.16	0.43	0.0032	48.58	153.60	0.0030	0.6	0.15	0.02	470.05	469.94	1.20	1.20
98	52	53	90.50	471.81	471.47	0.0038	0.43	0.43	0.0055	43.98	153.60	0.0030	0.8	0.15	0.04	470.77	470.27	1.04	1.20
99	53	54	90.50	471.47	471.14	0.0036	0.43	0.86	0.0036	61.66	153.60	0.0030	0.6	0.30	0.04	470.27	469.94	1.20	1.20
100	54	61	64.00	471.14	470.83	0.0048	0.30	1.59	0.0048	73.66	153.60	0.0030	0.7	0.56	0.06	469.94	469.63	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 COM. INTERNO ADOPTADO (mm)	PENDIENTE MINIMA (m/m)	VELOCIDAD CAÑERÍA (m/s)	QLO ACUMULADO DE AUTOLIMPIEZA (lts/seg)	FUERZA TRACTIZ (kg/m ²)	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
101	59	60	90.50	471.55	471.21	0.0038	0.43	0.43	0.0055	43.98	153.60	0.0030	0.8	0.15	0.04	470.51	470.01	1.04	1.20
102	60	61	90.50	471.21	470.83	0.0042	0.43	0.86	0.0042	60.05	153.60	0.0030	0.7	0.30	0.04	470.01	469.63	1.20	1.20
103	61	65	64.00	470.83	470.70	0.0020	0.30	2.75	0.0030	99.19	153.60	0.0030	0.6	0.96	0.05	469.63	469.44	1.20	1.26
104	63	64	90.50	471.41	470.88	0.0059	0.43	0.43	0.0076	41.40	153.60	0.0030	0.9	0.15	0.04	470.37	469.68	1.04	1.20
105	64	65	90.50	470.88	470.70	0.0020	0.43	0.86	0.0030	64.02	153.60	0.0030	0.6	0.30	0.03	469.68	469.41	1.20	1.29
106	65	73	73.00	470.70	470.23	0.0064	0.35	3.96	0.0052	102.29	153.60	0.0030	0.7	1.39	0.09	469.41	469.03	1.29	1.20
107	73	74	54.96	470.23	469.84	0.0071	0.26	7.96	0.0071	125.41	153.60	0.0030	0.9	2.79	0.16	469.03	468.64	1.20	1.20
108	46	47	55.00	471.25	471.03	0.0040	0.26	0.26	0.0069	34.99	153.60	0.0030	0.8	0.09	0.03	470.21	469.83	1.04	1.20
109	47	56	90.00	471.03	470.71	0.0036	0.43	0.69	0.0036	57.01	153.60	0.0030	0.6	0.24	0.03	469.83	469.51	1.20	1.20
110	56	67	90.00	470.71	470.19	0.0058	0.43	1.12	0.0058	62.38	153.60	0.0030	0.8	0.39	0.06	469.51	468.99	1.20	1.20
111	67	74	54.70	470.19	469.84	0.0064	0.26	1.37	0.0064	66.19	153.60	0.0030	0.8	0.48	0.07	468.99	468.64	1.20	1.20
112	74	75	116.07	469.84	469.12	0.0062	0.55	9.88	0.0062	139.50	153.60	0.0030	0.8	3.46	0.16	468.64	467.92	1.20	1.20
113	47	48	53.97	471.03	470.61	0.0078	0.26	0.26	0.0107	31.98	153.60	0.0030	1.1	0.09	0.05	469.99	469.41	1.04	1.20
114	48	57	89.87	470.61	470.36	0.0028	0.43	0.68	0.0030	58.66	153.60	0.0030	0.6	0.24	0.03	469.41	469.14	1.20	1.22
115	57	68	89.87	470.36	469.71	0.0072	0.43	1.11	0.0070	60.03	153.60	0.0030	0.9	0.39	0.07	469.14	468.51	1.22	1.20
116	67	68	54.03	470.19	469.71	0.0089	0.26	0.26	0.0118	31.42	153.60	0.0030	1.1	0.09	0.05	469.15	468.51	1.04	1.20
117	68	69	61.96	469.71	469.33	0.0061	0.29	1.66	0.0061	71.60	153.60	0.0030	0.8	0.58	0.07	468.51	468.13	1.20	1.20
118	48	49	62.03	470.61	470.35	0.0042	0.29	0.29	0.0068	36.74	153.60	0.0030	0.8	0.10	0.04	469.57	469.15	1.04	1.20
119	49	58	89.75	470.35	469.80	0.0061	0.43	0.72	0.0061	52.36	153.60	0.0030	0.8	0.25	0.05	469.15	468.60	1.20	1.20
120	58	69	89.75	469.80	469.33	0.0052	0.43	1.15	0.0052	64.19	153.60	0.0030	0.7	0.40	0.05	468.60	468.13	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 COM. INTERNO ADOPTADO (mm)	PENDIENTE MINIMA (m/m)	VELOCIDAD CAÑERÍA (m/s)	QLO ACUMULADO DE AUTOLIMPIEZA (lts/seg)	FUERZA TRACTIZ (kg/m ²)	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
121	69	75	55.16	469.33	469.12	0.0038	0.26	3.07	0.0038	98.58	153.60	0.0030	0.6	1.07	0.07	468.13	467.92	1.20	1.20
122	75	76	67.03	469.12	468.32	0.0119	0.32	13.27	0.0119	137.80	153.60	0.0030	1.1	4.64	0.32	467.92	467.12	1.20	1.20
123	76	80	107.14	468.32	467.93	0.0036	0.51	43.25	0.0036	268.14	302.60	0.0020	1.0	15.14	0.19	467.12	466.73	1.20	1.20
124	80	95	28.68	467.93	467.93	0.0000	0.14	43.38	0.0021	297.83	302.60	0.0020	0.7	15.18	0.12	466.73	466.67	1.20	1.26
125	95	96	83.33	467.93	467.55	0.0046	0.40	43.78	0.0038	266.68	302.60	0.0020	1.0	15.32	0.19	466.67	466.35	1.26	1.20
126	96	97	83.33	467.55	467.01	0.0065	0.40	44.17	0.0065	242.58	302.60	0.0020	1.3	15.46	0.29	466.35	465.81	1.20	1.20
127	70	70A	68.50	471.72	471.51	0.0031	0.33	0.33	0.0054	39.79	153.60	0.0030	0.7	0.11	0.05	470.68	470.31	1.04	1.20
128	70A	81	68.50	471.51	471.23	0.0041	0.33	0.65	0.0041	54.37	153.60	0.0030	0.7	0.23	0.00	470.31	470.03	1.20	1.20
129	81	82	57.56	471.23	470.77	0.0080	0.27	0.92	0.0080	54.68	153.60	0.0030	0.9	0.32	0.06	470.03	469.57	1.20	1.20
130	71	71A	68.36	471.36	471.06	0.0044	0.32	0.32	0.0067	38.15	153.60	0.0030	0.8	0.11	0.00	470.32	469.86	1.04	1.20
131	71A	82	68.36	471.06	470.77	0.0042	0.32	0.65	0.0042	53.95	153.60	0.0030	0.7	0.23	0.03	469.86	469.57	1.20	1.20
132	82	83	63.69	470.77	470.42	0.0055	0.30	1.87	0.0055	76.50	153.60	0.0030	0.8	0.66	0.07	469.57	469.22	1.20	1.20
133	72	72A	68.22	470.84	470.68	0.0023	0.32	0.32	0.0047	40.79	153.60	0.0030	0.7	0.11	0.04	469.80	469.48	1.04	1.20
134	72A	83	68.22	470.68	470.42	0.0038	0.32	0.65	0.0038	55.00	153.60	0.0030	0.6	0.23	0.00	469.48	469.22	1.20	1.20
135	83	84	117.25	470.42	469.60	0.0070	0.56	3.08	0.0070	88.07	153.60	0.0030	0.9	1.08	0.10	469.22	468.40	1.20	1.20
136	73	77	73.04	470.23	469.82	0.0056	0.35	0.35	0.0078	38.04	153.60	0.0030	0.9	0.12	0.04	469.19	468.62	1.04	1.20
137	77	84	64.00	469.82	469.60	0.0034	0.30	0.65	0.0034	56.17	153.60	0.0030	0.6	0.23	0.03	468.62	468.40	1.20	1.20
138	84	89	77.40	469.60	469.28	0.0041	0.37	4.10	0.0041	108.18	153.60	0.0030	0.7	1.43	0.08	468.40	468.08	1.20	1.20
139	81	87	76.63	471.23	470.51	0.0094	0.36	0.36	0.0115	36.02	153.60	0.0030	1.1	0.13	0.06	470.19	469.31	1.04	1.20
140	87	88	119.26	470.51	470.00	0.0043	0.57	54.75	0.0043	284.23	302.60	0.0020	1.0	19.16	0.23	469.31	468.80	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 COM. 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
141	88	89	119.26	470.00	469.28	0.0060	0.57	55.32	0.0060	267.46	302.60	0.0020	1.2	19.36	0.30	468.80	468.08	1.20	1.20
142	89	90	85.50	469.28	468.76	0.0061	0.41	59.82	0.0061	275.04	302.60	0.0020	1.2	20.94	0.32	468.08	467.56	1.20	1.20
143	90	91	85.50	468.76	468.18	0.0068	0.41	60.23	0.0068	270.15	302.60	0.0020	1.3	21.08	0.35	467.56	466.98	1.20	1.20
144	75	79	73.33	469.12	468.77	0.0048	0.35	0.35	0.0070	34.92	153.60	0.0030	1.1	0.12	0.06	468.08	467.57	1.04	1.20
145	77	78	85.51	469.82	469.36	0.0054	0.41	0.41	0.0073	40.92	153.60	0.0030	0.9	0.14	0.04	468.78	468.16	1.04	1.20
146	78	79	85.51	469.36	468.77	0.0069	0.41	0.81	0.0069	53.56	153.60	0.0030	0.8	0.28	0.05	468.16	467.57	1.20	1.20
147	79	86	64.00	468.77	468.49	0.0044	0.30	1.46	0.0044	72.76	153.60	0.0030	0.7	0.51	0.05	467.57	467.29	1.20	1.20
148	84	85	85.51	469.60	468.90	0.0082	0.41	0.41	0.0101	38.48	153.60	0.0030	1.0	0.14	0.05	468.56	467.70	1.04	1.20
149	85	86	85.51	468.90	468.49	0.0048	0.41	0.81	0.0048	57.34	153.60	0.0030	0.7	0.28	0.04	467.70	467.29	1.20	1.20
150	86	91	77.41	468.49	468.18	0.0040	0.37	2.64	0.0040	92.33	153.60	0.0030	0.6	0.92	0.06	467.29	466.98	1.20	1.20
151	91	92	55.54	468.18	467.68	0.0090	0.26	63.13	0.0090	260.76	302.60	0.0020	1.5	22.10	0.47	466.98	466.48	1.20	1.20
152	92	93	26.96	467.68	467.38	0.0111	0.13	63.26	0.0111	250.79	302.60	0.0020	1.7	22.14	0.52	466.48	466.18	1.20	1.20
153	93	94	34.70	467.38	467.01	0.0107	0.16	63.42	0.0107	253.05	302.60	0.0020	1.7	22.20	0.50	466.18	465.81	1.20	1.20
154	94	97	10.15	467.01	467.01	0.0000	0.05	63.47	0.0049	292.56	302.60	0.0020	1.1	22.22	0.28	465.81	465.76	1.20	1.25
155	97	98	1.00	467.01	466.98	0.0300	0.00	107.65	0.0147	290.55	302.60	0.0020	1.9	37.68	0.81	465.76	465.76	1.25	1.22

Tabla 5.1 – Calculo red colectora cloacal. Formato solicitado por la Dirección de Redes de la Municipalidad de la Ciudad de Córdoba.

5.3. Verificación de cañería de PVC para uso cloacal a gravedad

5.3.1. Cálculo de la carga de Relleno

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

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

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

$$\mu' = \tan \phi' = \tan 26^\circ = 0.488$$

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

- 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.

$$D_{ext} = 315, 250 \text{ y } 160\text{mm}$$

$$e = 6, 20\text{mm } 4, 90\text{mm } 3, 20 \text{ mm}$$

Diámetro comercial (mm)	Ancho de Zanja (m)	
	Excavación sin Contención	Excavación con contención
160	0,60	0,90
250	0,80	1,10
315	0,90	1,20

- Coeficiente de carga: deriva del resultado de la siguiente fórmula:

- Para 160 mm

$$C_D = \frac{1 - e^{-2k\mu \cdot H/B}}{2k\mu} = \frac{1 - e^{-2 \times 0.39 \times 0.488 \times 1.20/0.60}}{2 \times 0.39 \times 0.488} = 1.397$$

- Para 250 mm

$$C_D = \frac{1 - e^{-2k\mu \cdot H/B}}{2k\mu} = \frac{1 - e^{-2 \times 0.39 \times 0.488 \times 1.20/0.80}}{2 \times 0.39 \times 0.488} = 1.142$$

- Para 315 mm

$$C_D = \frac{1 - e^{-2k\mu \cdot H/B}}{2k\mu} = \frac{1 - e^{-2 \times 0.39 \times 0.488 \times 1.20/0.90}}{2 \times 0.39 \times 0.488} = 1.046$$

Carga de Relleno

- Para conducto 160mm

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

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

- Para conducto de 250 mm

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

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

- Para conducto 315mm

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

$$Q_R = 1.046 * 1.47 * 0.90 * 0.315 = 0.436 \text{ t/m}$$

5.3.2. Cálculo de la carga de Tránsito

- Carga por rueda: Se fija un valor de 7200 kg/ rueda
- Altura de Tapada: $H = 1,20$ m
- Factor de Impacto: $I_f = 1 + 0.30/1.20 = 1.25$
- P_v : 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.

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

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

Carga de Tránsito

- Para conducto de 160 mm

$$Q_T = p_v * I_f * D$$

$$Q_T = 3547.18 * 1.25 * 0.16 = 709.43 kg / m$$

- Para conducto de 250 mm

$$Q_T = p_v * I_f * D$$

$$Q_T = 3547.18 * 1.25 * 0.25 = 1108.49 kg / m$$

- Para conducto de 315 mm

$$Q_T = p_v * I_f * D$$

$$Q_T = 3547.18 * 1.25 * 0.315 = 1396.70 kg / m$$

5.3.3. Verificación por deflexión

Para conducto de 160 mm

- Diámetro: 160 mm
- Espesor: 3.20 mm
- Coeficiente de Aumento de la carga: se agrega debido a la deformación en el tiempo aun con carga constante. Se adopta un valor de 2.
- Coeficiente 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:

Angulo de Apoyo ($^\circ$)	K
0	0.110
60	0.102
90	0.096
120	0.090
180	0.083

- 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

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

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

- Para conducto de 250 mm

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

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

- Para conducto de 315 mm

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

$$\Delta y = \frac{(2 * 4.36 + 13.97) * 0.102}{\frac{2 * 28000}{3 * (\frac{315}{6.20} - 1)^3} + 0.061 * 49} = 0.737 \text{ cm}$$

Verificación

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

- Para 160 mm

$$3.57mm \leq 8.00mm$$

- Para 250 mm

$$5.78mm \leq 12.50mm$$

- Para 315 mm

$$7.37mm \leq 15.75mm$$

De acuerdo a esta condición, los espesores de 3.20mm, 4.90mm y 6.20mm para los conductos de 160mm, 250mm y 315mm respectivamente admite la deflexión a la que se va a someter la cañería.

5.3.4. Verificación por Pandeo

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

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

- Módulo de Reacción de Suelo:
- Diámetro Medio del Caño: 308.80mm – 245.10mm - 156.80mm
- Módulo de Elasticidad del Caño:
- 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

$$I = \frac{e^3}{12} = \frac{0.49^3}{12} = 0.0098 \text{ cm}^3$$

- Para conducto de 315mm

$$I = \frac{e^3}{12} = \frac{0.62^3}{12} = 0.0198 \text{ cm}^3$$

Carga Admisible de Pandeo

- Para conducto de 160 mm

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

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

- Para conducto de 250 mm

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

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

- Para conducto de 315 mm

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

$$q_{adm} = \frac{1}{2.5} * \sqrt{(32 * 1 * 0.243 * 49 * \frac{28000 * 0.0198}{30.88^3})} = 1.07 \text{ kg / cm}^2$$

Carga Actuante de Pandeo

- Para conducto de 160 mm

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

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

$$q_{adm} \geq q_t$$

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

- Para conducto de 250 mm

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

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

$$q_{adm} \geq q_t$$

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

- Para conducto de 315 mm

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

$$q_t = 1.00 * \frac{4.36}{30.88} + \frac{13.97}{30.88} = 0.594 \text{ kg / cm}^2$$

$$q_{adm} \geq q_t$$

$$1.07 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 0.594 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

La carga actuante de pandeo sobre los conductos de 160 mm, 250 mm y 315 mm que representan el 53%, 56% y 56% de la carga admisible q_{adm} respectivamente, por lo que la cañería PVC de 160 mm, 250 mm y 315 mm, con espesor de 3,20 mm, 4,90 mm y 6,20 mm verifican ante este esfuerzo solicitante

CAPÍTULO 6: CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS

6.1. Secuencia de Trabajo

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

- Estudio de servicios preexistentes.
- 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 acuíñamiento 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.
- 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.
- Acoplamiento de conexiones particulares.
- 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.

6.2. Verificaciones en 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. Esto se hace después de realizada la prueba de pasaje de tapón, que se desarrollará posteriormente.

6.2.1. 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/m²), que deberá ser medido sobre el intradós del punto más alto de la cañería.

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

Tabla 6.1 - Pérdidas admisibles en (lts/Hmxhora). [Fuente: ENOHSA.]

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 remplazados, repitiéndose la prueba las veces que sea necesario hasta alcanzar los valores satisfactorios.

6.2.2. 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.

6.2.3. 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.

6.2.4. 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.

6.2.5. 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.

6.2.6. 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 m³ 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.

6.2.7. 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: 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, rellenando con material fuertemente compactado.
- Empleo de rellenos compresibles que al asentarse excesivamente a los lados del tubo anulan el efecto arco y provocan tensiones verticales sobre el tubo superiores a las geostáticas.

CAPÍTULO 7: CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

7.1. 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.

7.2. Consideraciones para el Cómputo

7.2.1. Red de cañerías

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

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.

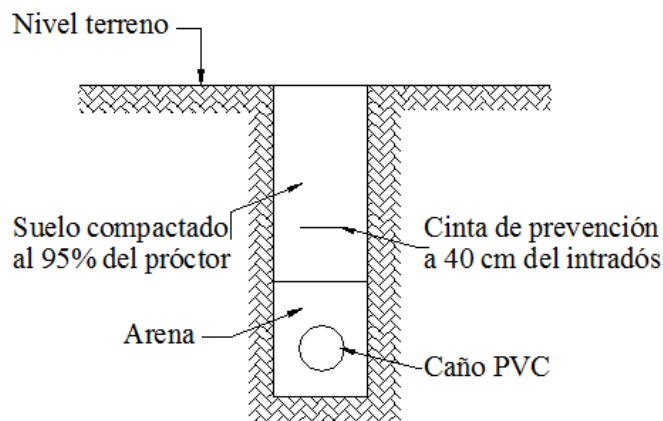


Figura 7.1 - Corte detalle de excavación

7.2.2. 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.

7.2.3. 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 119 bocas de registro de altura menor o igual a 2,50 metros.

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

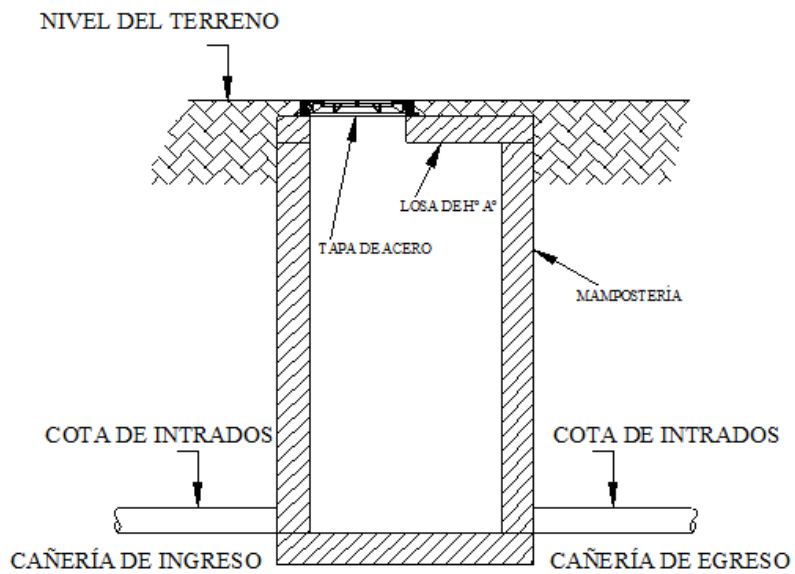


Figura 7.2 - Corte boca de registro para cañerías a gravedad

7.2.4. Conexiones domiciliarias.

El número de conexiones es de 1670, que serían las conexiones a realizar, el día de puesta en funcionamiento del sistema.

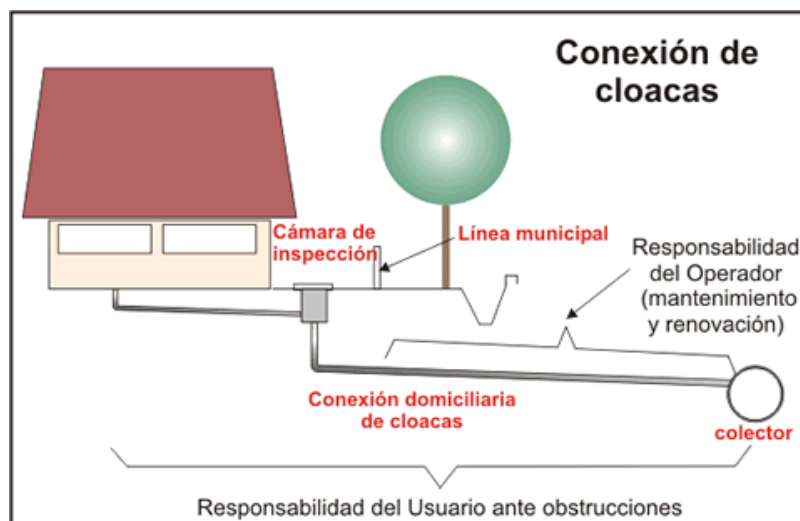


Figura 7.3 - Esquema conexión domiciliar

CÓMPUTO RED COLECTORA CLOACAL SOLARES Y PRADOS DE MANANTIALES			
Item	Designación	Unidad	Cantidad
1	Liberación de traza y limpieza del terreno, según Art. III.19 del PETP		
1,1	Limpieza Superficial y liberación de traza	Gl.	1,00
2	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		
2,1	Excavación en zanja a cielo abierto	m3	10779,11
3	Cama de asiento y relleno de arena según Art. III.21 del PEPT		
3,1	Cama de asiento y relleno de arena	m3	1535,27
4	Provisión, acarreo y colocación de cañerías incluyendo juntas, piezas especiales, pruebas hidráulicas y todos los trabajos que correspondan según Art.III.23 del PEPT		
4,1			
4,2	Diámetro 160mm	ml.	9829,95
4,3	Diámetro 250mm	ml.	672,70
4,4	Diámetro 315mm	ml.	839,35
5	Relleno y compactación de zanjas con suelo natural hasta nivel de terreno natural, incluido retiro de sobrante, según Art. III.22 PEPT		
5,1	Relleno y compactación de zanjas	m3	8947,77
6	Bocas de registro completas, incluido excavaciones, rellenos y marcos y tapa, según Art. III.24 del PEPT		
6,1	Boca de registro $h \leq 2,50$	Un.	119,00
6,2	Boca de registro $h > 2,50$	Un.	0,00
7	Ramal de desobstrucción, incluyendo materiales y mano de obra, según Art. III.25 del PEPT		
7,1	Ramal de desobstrucción de vereda	Un.	0,00
8	Rotura y reparación de vereda y calzada incluyendo materiales y mano de obra, según Art. III.26 del PEPT		
8,1	Veredas	m2	0,00
8,2	Pavimento Flexible Asfáltico	m2	0,00
8,3	Pavimento de Hormigón Armado	m2	0,00
8,4	Calle de tierra	m2	0,00
9	Obras especiales incluyendo materiales, mano de obra y equipos, según el Art. III.27 del PEPT		
9,1	Conexión de red colectora con colector norte	Gl.	1,00
10	Conexiones domiciliarias, incluyendo materiales y mano de obra, según el Art. III.28 del PEPT		
10,1	Conexiones cortas DN 110mm	Un.	1670,00
10,1	Conexiones largas DN 110mm	Un.	0,00

Tabla 7.1 – Cómputo Solares y Prados de Manantiales

7.3. Cálculos auxiliares para cómputo

Tramo	Long. Tramo (m)	DIAMETRO COM. INTERNO ADOPTADO (mm)	TAPADA ag. arriba (m)	TAPADA ag. abajo (m)	TAPADA Promedio (m)	TAPADA Prom * Long cañería (m2)
1	57,48	160	1,20	1,20	1,20	68,98
2	90,50	160	1,20	1,20	1,20	108,60
3	90,50	160	1,20	1,76	1,48	133,94
4	85,52	160	1,76	1,40	1,58	135,12
5	85,52	160	1,40	1,20	1,30	111,18
6	67,19	160	1,20	1,22	1,21	81,30
7	68,57	160	1,04	1,37	1,20	82,63
8	72,03	160	1,37	1,22	1,29	93,28
9	108,96	160	1,22	1,20	1,21	131,84
10	67,86	160	1,04	1,27	1,15	78,38
11	85,54	160	1,27	1,20	1,23	105,64
12	85,55	160	1,20	1,20	1,20	102,66
13	71,97	160	1,22	1,20	1,21	87,08
14	72,41	160	1,04	1,20	1,12	81,10
15	85,55	160	1,20	1,20	1,20	102,66
16	85,55	160	1,20	1,20	1,20	102,66
17	73,03	160	1,20	1,22	1,21	88,37
18	106,89	160	1,20	1,30	1,25	133,61
19	106,89	160	1,30	1,20	1,25	133,61
20	57,52	160	1,20	1,46	1,33	76,50
21	72,50	160	1,04	1,20	1,12	81,20
22	72,50	160	1,20	1,20	1,20	87,00
23	71,99	160	1,46	1,29	1,37	98,99
24	72,32	160	1,04	1,22	1,13	81,72
25	72,32	160	1,22	1,20	1,21	87,51
26	109,00	160	1,29	1,20	1,24	135,70
27	72,59	160	1,04	1,20	1,12	81,30
28	54,97	160	1,20	1,20	1,20	65,96
29	116,07	160	1,20	1,20	1,20	139,28
30	55,00	160	1,22	1,20	1,21	66,55
31	54,00	160	1,04	1,20	1,12	60,48
32	62,05	160	1,20	1,20	1,20	74,46
33	69,01	250	1,20	1,33	1,26	87,30
34	69,01	250	1,31	1,25	1,28	88,33
35	96,51	160	1,04	1,20	1,12	108,09
36	96,51	160	1,20	1,23	1,21	117,26
37	57,49	160	1,23	1,20	1,21	69,85

Tramo	Long. Tramo (m)	DIAMETRO COM. INTERNO ADOPTADO (mm)	TAPADA ag. arriba (m)	TAPADA ag. abajo (m)	TAPADA Promedio (m)	TAPADA Prom * Long cañería (m2)
38	64,03	160	1,04	1,20	1,12	71,71
39	90,50	160	1,20	1,23	1,21	109,96
40	90,50	160	1,23	1,20	1,21	109,96
41	65,00	160	1,04	1,20	1,12	72,80
42	90,50	160	1,20	1,20	1,20	108,60
43	90,50	160	1,20	1,20	1,20	108,60
44	65,00	160	1,04	1,20	1,12	72,80
45	64,00	160	1,20	1,20	1,20	76,80
46	64,00	160	1,04	1,20	1,12	71,68
47	90,50	160	1,20	1,20	1,20	108,60
48	90,50	160	1,20	1,20	1,20	108,60
49	64,02	160	1,20	1,20	1,20	76,82
50	54,99	160	1,20	1,20	1,20	65,99
51	55,00	160	1,04	1,20	1,12	61,60
52	68,97	160	1,20	1,20	1,20	82,76
53	68,97	160	1,20	1,20	1,20	82,76
54	53,99	160	1,20	1,50	1,35	72,89
55	69,01	160	1,04	1,20	1,12	77,29
56	69,01	160	1,20	1,57	1,38	95,58
57	61,80	160	1,57	1,20	1,38	85,59
58	71,73	250	1,25	1,20	1,23	87,87
59	74,01	160	1,20	1,20	1,20	88,81
60	74,00	160	1,20	1,21	1,20	89,17
61	66,50	160	1,04	1,20	1,12	74,48
62	97,62	160	1,21	1,22	1,21	118,61
63	95,33	160	1,22	1,40	1,31	124,88
64	30,21	250	1,38	1,20	1,29	38,97
65	24,52	250	1,20	1,51	1,36	33,22
66	26,34	250	1,51	1,84	1,68	44,12
67	27,77	250	1,84	2,20	2,02	56,10
68	67,79	160	1,04	1,20	1,12	75,92
69	117,86	160	1,20	1,20	1,20	141,43
70	120,63	160	1,20	1,25	1,23	147,77
71	67,58	160	1,04	1,20	1,12	75,69
72	81,26	160	1,25	1,30	1,28	103,61
73	81,40	160	1,30	1,32	1,31	106,63
74	21,13	250	2,20	2,25	2,22	47,01
75	118,14	160	1,20	1,20	1,20	141,77
76	120,36	160	1,20	1,25	1,23	147,44
77	81,43	160	1,25	1,30	1,28	103,82

Tramo	Long. Tramo (m)	DIAMETRO COM. INTERNO ADOPTADO (mm)	TAPADA ag. arriba (m)	TAPADA ag. abajo (m)	TAPADA Promedio (m)	TAPADA Prom * Long cañería (m2)
78	81,44	160	1,30	1,32	1,31	106,69
79	27,78	250	2,25	1,87	2,06	57,23
80	26,73	250	1,87	1,50	1,69	45,04
81	24,87	250	1,50	1,20	1,35	33,57
82	25,58	250	1,20	1,20	1,20	30,70
83	76,00	250	1,20	1,20	1,20	91,20
84	76,00	250	1,20	1,20	1,20	91,20
85	76,02	250	1,20	1,20	1,20	91,22
86	89,57	160	1,04	1,21	1,12	100,77
87	100,50	160	1,21	1,31	1,26	126,63
88	100,50	160	1,31	1,40	1,35	136,18
89	57,53	160	1,40	1,21	1,31	75,08
90	57,50	160	1,04	1,20	1,12	64,40
91	64,00	160	1,20	1,20	1,20	76,80
92	63,97	160	1,20	1,25	1,22	78,36
93	73,02	160	1,25	1,42	1,33	97,48
94	63,94	160	1,42	1,20	1,31	83,76
95	117,06	160	1,20	1,20	1,20	140,47
96	56,27	160	1,04	1,20	1,12	63,02
97	34,00	160	1,20	1,20	1,20	40,80
98	90,50	160	1,04	1,20	1,12	101,36
99	90,50	160	1,20	1,20	1,20	108,60
100	64,00	160	1,20	1,20	1,20	76,80
101	90,50	160	1,04	1,20	1,12	101,36
102	90,50	160	1,20	1,20	1,20	108,60
103	64,00	160	1,20	1,26	1,23	78,72
104	90,50	160	1,04	1,20	1,12	101,36
105	90,50	160	1,20	1,29	1,25	112,67
106	73,00	160	1,29	1,20	1,25	90,89
107	54,96	160	1,20	1,20	1,20	65,95
108	55,00	160	1,04	1,20	1,12	61,60
109	90,00	160	1,20	1,20	1,20	108,00
110	90,00	160	1,20	1,20	1,20	108,00
111	54,70	160	1,20	1,20	1,20	65,64
112	116,07	160	1,20	1,20	1,20	139,28
113	53,97	160	1,04	1,20	1,12	60,45
114	89,87	160	1,20	1,22	1,21	108,74
115	89,87	160	1,22	1,20	1,21	108,74
116	54,03	160	1,04	1,20	1,12	60,51

Tramo	Long. Tramo (m)	DIAMETRO COM. INTERNO ADOPTADO (mm)	TAPADA ag. arriba (m)	TAPADA ag. abajo (m)	TAPADA Promedio (m)	TAPADA Prom * Long cañería (m2)
117	61,96	160	1,20	1,20	1,20	74,35
118	62,03	160	1,04	1,20	1,12	69,47
119	89,75	160	1,20	1,20	1,20	107,70
120	89,75	160	1,20	1,20	1,20	107,70
121	55,16	160	1,20	1,20	1,20	66,19
122	67,03	160	1,20	1,20	1,20	80,44
123	107,14	315	1,20	1,20	1,20	128,57
124	28,68	315	1,20	1,26	1,23	35,28
125	83,33	315	1,26	1,20	1,23	102,50
126	83,33	315	1,20	1,20	1,20	100,00
127	68,50	160	1,04	1,20	1,12	76,72
128	68,50	160	1,20	1,20	1,20	82,20
129	57,56	160	1,20	1,20	1,20	69,07
130	68,36	160	1,04	1,20	1,12	76,56
131	68,36	160	1,20	1,20	1,20	82,03
132	63,69	160	1,20	1,20	1,20	76,43
133	68,22	160	1,04	1,20	1,12	76,41
134	68,22	160	1,20	1,20	1,20	81,86
135	117,25	160	1,20	1,20	1,20	140,70
136	73,04	160	1,04	1,20	1,12	81,80
137	64,00	160	1,20	1,20	1,20	76,80
138	77,40	160	1,20	1,20	1,20	92,88
139	76,63	160	1,04	1,20	1,12	85,83
140	119,26	315	1,20	1,20	1,20	143,11
141	119,26	315	1,20	1,20	1,20	143,11
142	85,50	315	1,20	1,20	1,20	102,60
143	85,50	315	1,20	1,20	1,20	102,60
144	73,33	160	1,04	1,20	1,12	82,13
145	85,51	160	1,04	1,20	1,12	95,77
146	85,51	160	1,20	1,20	1,20	102,61
147	64,00	160	1,20	1,20	1,20	76,80
148	85,51	160	1,04	1,20	1,12	95,77
149	85,51	160	1,20	1,20	1,20	102,61
150	77,41	160	1,20	1,20	1,20	92,89
151	55,54	315	1,20	1,20	1,20	66,65
152	26,96	315	1,20	1,20	1,20	32,35
153	34,70	315	1,20	1,20	1,20	41,64
154	10,15	315	1,20	1,25	1,22	12,43

Tabla 7.2 – Cálculos de tapada promedio por longitud de cañería

	Sumatoria de Longitud Total	Sumatoria Tapada Prom x Long (m2)	Volumen de Zanja = Tapada x Long x Ancho (m3)	Volumen Cama de Asiento y Relleno de Arena (m3)	Volumen Total de Excavación (m3)
D160	9829,95	11867,39	7832,48	1297,55	9130,03
D250	672,70	923,09	692,31	100,91	793,22
D315	839,35	882,27	719,05	136,81	855,86
			1535,27	10779,11	

Tabla 7.3 – Cálculos de volumen total de excavación

Fórmulas de volumen de zanja, volumen de cama de asiento y volumen total:

$$\text{Vol de Zanja}_1 = \text{Tapada Prom } \emptyset 160 * \text{Long Total } \emptyset 160 * (0,50 + 0,16)$$

$$\text{Vol de Zanja}_2 = \text{Tapada Prom } \emptyset 250 * \text{Long Total } \emptyset 250 * (0,50 + 0,25)$$

$$\text{Vol de Zanja}_3 = \text{Tapada Prom } \emptyset 315 * \text{Long Total } \emptyset 315 * (0,50 + 0,315)$$

$$\text{Vol de Zanja} = \text{Vol de Zanja}_1 + \text{Vol de Zanja}_2 + \text{Vol de Zanja}_3$$

$$\text{Vol de Asiento}_1 = \text{Long Total } \emptyset 160 * (0,50 + 0,16) * 0,20$$

$$\text{Vol de Asiento}_2 = \text{Long Total } \emptyset 250 * (0,50 + 0,25) * 0,20$$

$$\text{Vol de Asiento}_3 = \text{Long Total } \emptyset 315 * (0,50 + 0,315) * 0,20$$

$$\text{Vol de Asiento} = \text{Vol de Asiento}_1 + \text{Vol de Asiento}_2 + \text{Vol de Asiento}_3$$

$$\text{Volumen Total} = \text{Vol de Zanja} + \text{Vol de Asiento}$$

7.4. Presupuesto estimado

Luego de realizar el cómputo métrico se realizó el presupuesto analizando cada ítem por separado, obteniendo el costo total de la obra.

A continuación se describe una tabla resumen indicando los costos de cada ítem, el cual incluye el valor de los materiales y mano de obra

Seguidamente se realizará un análisis que tiene la finalidad de reflejar la influencia de cada ítem en el costo total de la obra.

Al costo total de la obra se le debe sumar los gastos indirectos, los imprevistos, los beneficios, el IVA y los gastos financieros que se ocasionarán, para obtener de esta manera el costo final de la misma.

CÓMPUTO RED COLECTORA CLOACAL SOLARES Y PRADOS DE MANANTIALES					
Item	Designación	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Liberación de traza y limpieza del terreno, según Art. III.19 del PETP				
1,1	Limpieza Superficial y liberación de traza	Gl.	1,00	\$ 18.000,00	\$ 18.000,00
2	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				
2,1	Excavación en zanja a cielo abierto	m3	10779,11	\$ 49,00	\$ 528.176,39
3	Cama de asiento y relleno de arena según Art. III.21 del PEPT				
3,1	Cama de asiento y relleno de arena	m3	1535,27	\$ 114,00	\$ 175.020,78
4	Provisión, acarreo y colocación de cañerías incluyendo juntas, piezas especiales, pruebas hidráulicas y todos los trabajos que correspondan según Art.III.23 del PEPT				
4,1	Diámetro 160mm	ml.	9829,95	\$ 315,00	\$ 3.096.434,25
4,2	Diámetro 250mm	ml.	672,70	\$ 425,00	\$ 285.897,50
4,3	Diámetro 315mm	ml.	839,35	\$ 500,00	\$ 419.675,00
5	Relleno y compactación de zanjas con suelo natural hasta nivel de terreno natural, incluido retiro de sobrante, según Art. III.22 PEPT				
5,1	Relleno y compactación de zanjas	m3	8947,77	\$ 50,00	\$ 447.388,50
6	Bocas de registro completas, incluido excavaciones, rellenos y marcos y tapa, según Art. III.24 del PEPT				
6,1	Boca de registro $h \leq 2,50$	Un.	119,00	\$ 7.500,00	\$ 892.500,00
6,2	Boca de registro $h \geq 2,50$	Un.	0,00	\$ 10.900,00	\$ -

7	Ramal de desobstrucción, incluyendo materiales y mano de obra, según Art. III.25 del PEPT				
7,1	Ramal de desobstrucción de vereda	Un.	0,00	*****	*****
8	Rotura y reparación de vereda y calzada incluyendo materiales y mano de obra, según Art. III.26 del PEPT				
8,1	Veredas	m2	0,00	*****	*****
8,2	Pavimento Flexible Asfáltico	m2	0,00	*****	*****
8,3	Pavimento de Hormigón Armado	m2	0,00	*****	*****
8,4	Calle de tierra	m2	0,00	*****	*****
9	Obras especiales incluyendo materiales, mano de obra y equipos, según el Art. III.27 del PEPT				
9,1	Conexión de red colectora con colector norte	Gl.	1,00	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
10	Conexiones domiciliarias, incluyendo materiales y mano de obra, según el Art. III.28 del PEPT				
10,1	Conexiones cortas DN 110mm	Un.	1670,00	\$ 450,00	\$ 751.500,00
10,1	Conexiones largas DN 110mm	Un.	0,00	*****	*****

TOTAL				\$ 6.629.592,42	
--------------	--	--	--	------------------------	--

Tabla 7.4 – Cómputo y Presupuesto Solares y Prados de Manantiales

7.4.1. Incidencia de cada ítem

El gráfico reflejar la influencia de cada ítem en el costo total de la obra. En el mismo, se observa que la provisión, acarreo y colocación de cañerías es lo de mayor costo en la construcción de la red colectora cloacal a gravedad de los Predios Solares y Prados de Manantiales.

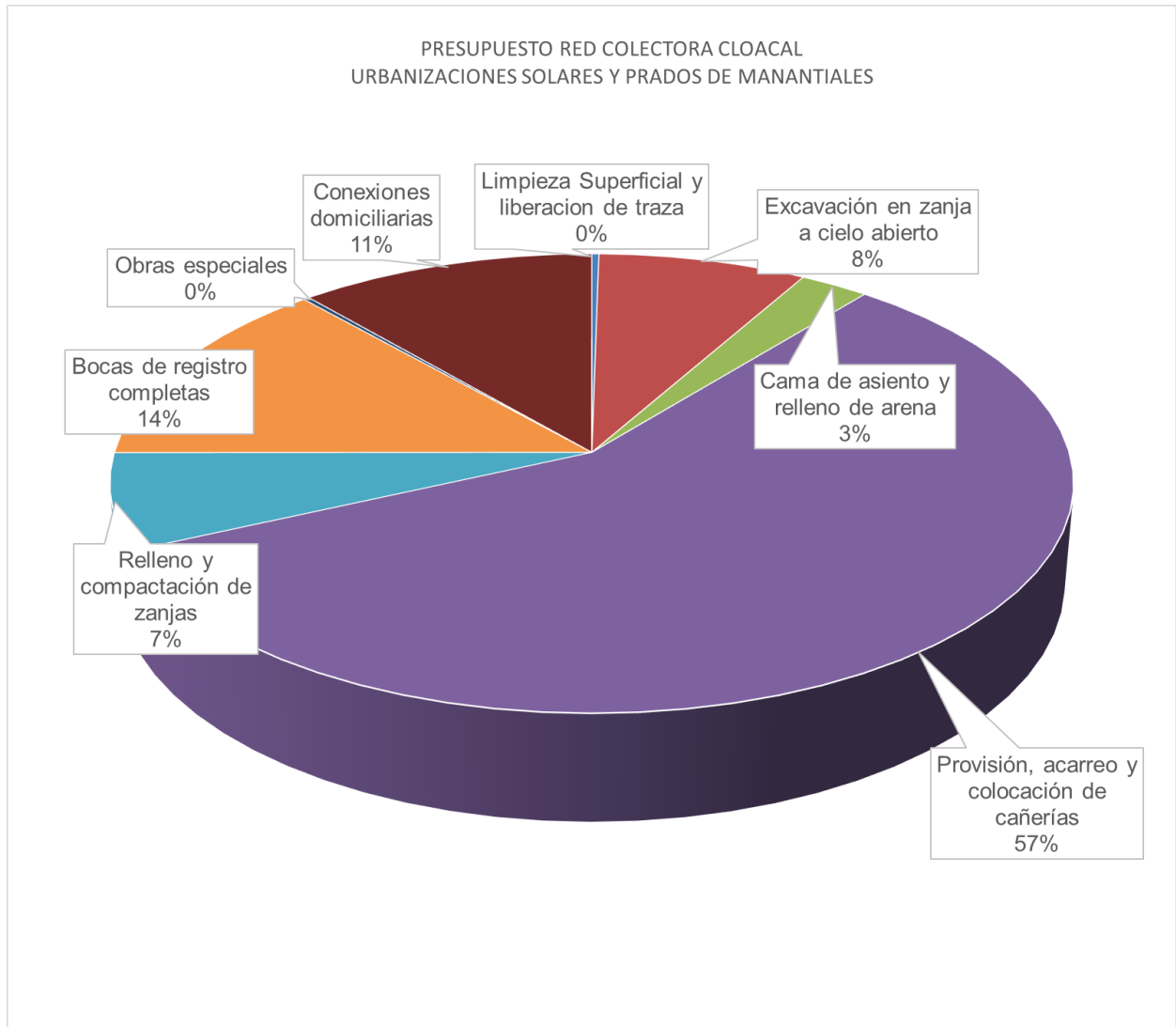


Gráfico 7.1 – Incidencia de cada ítem en la presupuesto de la red colectora cloacal

CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES

Para finalizar este informe se procede a resumir lo experimentado y aprendido durante las horas de práctica.

La implementación de un sistema de cloacas es un servicio de infraestructura indispensable para la comunidad. La disposición de excretas y de desechos sólidos, tiene un alto impacto en las condiciones de salud. En una población carente de un sistema cloacal, las aguas servidas terminan contaminando el suelo, las aguas superficiales y freáticas.

En el presente trabajo, la red colectora cloacal trabaja exclusivamente a gravedad, evitándose la realización de una estación de bombeo y por consiguiente reducción de costos y tareas de mantenimiento.

Los predios Solares y Prados de Manantiales, en una primera instancia, no constarán del sistema cloacal hasta que se precise el punto de volcamiento definitivo. Y poseerán, provisoriamente, un tratamiento de tipo individual por lote compuesto de cámara interceptora de grasas, cámara séptica y pozo absorbente.

En cuanto a lo que concierne con lo práctico de este informe, la participación en los cálculos, confección de la planimetría y perfiles, planos de detalles, cómputos, presupuestos, e informes, dejó en claro que no se trata de una tarea sencilla ni mucho menos corta. También se destaca lo aprendido en lo que corresponde a la presentación exigida por la Dirección de Redes Sanitarias y Gas de la Municipalidad de la Ciudad de Córdoba y la Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación del Gobierno de la Provincia de Córdoba.

CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA

- FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES. “Apunte de Cátedra Ingeniería Sanitaria”. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- ENOHTA. “Normas de Diseño”, “Fundamentación de Normas” y “Proyectos y diseños típicos”.
- GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. SECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS Y COORDINACIÓN. “Normas para la presentación y diseño de sistemas y obras hidráulicas en la Provincia de Córdoba”.
- MUNICIPALIDAD DE CORDOBA. SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO. “Memoria Descriptiva”. “Memoria de Cálculos”. “Pliego de Especificaciones Técnicas”.
- GOOGLE EARTH. www.earth.google.es
- VÁZQUEZ, J. B.; MIATELLO, R.; ROQUÉ, M. Y OTROS (1977). Geografía Física de la Provincia de Córdoba. Editorial: Boldt Buenos Aires.
- LOS SUELOS, Agencia Córdoba. D.A.C y T.S.E.M. Dirección de Ambiente. INTA Manfredi. Modificado.
- MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA, DIRECCIÓN DE CATASTRO, SECRETARÍA DE ECONOMÍA Y FINANZAS; y Censos Nacionales
- CENSO PROVINCIAL DE POBLACIÓN 2008, Gobierno Provincia de Córdoba e INDEC

ANEXOS