

Universidad Nacional de Córdoba – Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

*Informe técnico final – Catedra de Práctica Supervisada*

***Estudio y solución de problemáticas de red  
cloacal en la Facultad de Ciencias Químicas y  
Comedor Universitario***

ALUMNO: GÓMEZ MIRALLES, Eliseo

TUTOR: ING. REYNA, Estela

TUTOR EXTERNO: ARQ. YANOVER, Cesar

AÑO 2015

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos aquellos que me dieron su apoyo en la carrera, y que me ayudaron a que concrete mi sueño de ser Ingeniero Civil.

Principalmente a mis padres, Guillermo y Viviana, los cuales en todo momento estuvieron presentes apoyándome no solo desde lo económico sino también desde lo emocional. También fueron muy importantes mis amigos con los cuales compartí muchísimas cosas a lo largo de esta carrera, y de ellos me llevo aprendizajes muy valiosos.

Extendiendo mi agradecimiento al cuerpo docente, miembros del tribunal encargado de evaluar este documento, formado por la Ing. Estela Reyna, la Ing. María Labaque y la Ing. Teresa Reyna, especialmente a la Ing. Estela Reyna por la disponibilidad de su tiempo y la paciencia para guiar y conducir este informe.

## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de los trabajos realizados durante la Práctica Supervisada por el alumno Eliseo Gómez Miralles, a fin de cumplimentar con los requisitos de la carrera de Ingeniería Civil en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (F.C.E.F.y.N), perteneciente a la Universidad de Córdoba (U.N.C.).

Los tutores designados para el acompañamiento del alumno durante la ejecución de la Practica Supervisada fueron la Ing. Civil Estela Reyna por parte de la Universidad Nacional de Córdoba y el Arq. Cesar Yanover por parte de la entidad receptora como tutor externo.

A su vez, el trabajo realizado se da en el marco de la convención celebrada entre la Subsecretaría de Planeamiento Físico y la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, por el cual la primera encarga a alumnos estudiantes de Ingeniería Civil el estudio y solución de diversos aspectos concernientes en su carrera.

En este caso, el trabajo tiene como fin el estudio y la solución de problemas que se vienen dando hace años en la red de infraestructura cloacal que se ubica entre los edificios del Comedor Universitario, los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas y la Secretaría de Relaciones Internacionales, en Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina.

Para lograr el objetivo planteado, el trabajo se dividió básicamente en tres partes:

- ✓ Una primera parte con la introducción de contenidos teóricos a fin de clarificar conceptos que se usaran a lo largo del desarrollo del presente informe.
- ✓ Una segunda parte de estudio de la problemática en donde se recopiló la información existente de las redes y se relevó datos de interés mediante diferentes instrumentales.
- ✓ Una tercera instancia, en donde a partir del procesamiento de la información, se realizó un diagnóstico de la red, analizando los puntos conflictivos, y en base a esto se propuso un proyecto de solución.

## **ÍNDICE**

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>9</b>
<b>2.1. OBJETIVOS GENERALES DEL RÉGIMEN DE LA PPS</b>	<b>9</b>
<b>2.2. OBJETIVOS PARTICULARES DEL RÉGIMEN DE LA PPS</b>	<b>9</b>
<b>3. CONVENIO ENTRE F.C.E.F.y.N., Y SUBSECRETARÍA DE PLANEAMIENTO FÍSICO DE LA U.N.C.</b>	<b>10</b>
<b>3.1. SUBSECRETARÍA DE PLANEAMIENTO FÍSICO DE LA U.N.C.</b>	<b>10</b>
3.1.1. Direcciones	10
3.1.2. Autoridad	10
<b>3.2. CONVENIO ENTRE SUBSECRETARÍA DE PLANEAMIENTO FÍSICO DE LA U.N.C. Y F.C.E.F.y.N.</b>	<b>10</b>
<b>3.3. SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, SEGURIDAD Y PLANEAMIENTO (S.I.S.P.) DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS</b>	<b>11</b>
3.3.1. Objetivos	11
3.3.2. Autoridad S.I.S.P.	12
3.3.3. Equipo de trabajo	12
<b>3.4. METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS</b>	<b>12</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO</b>	<b>13</b>
<b>4.1. COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES</b>	<b>13</b>
4.1.1. Procedencia de las Aguas Residuales	13
4.1.2. Composición	13
4.1.3. Características Físicas	14
4.1.3.1. Sólidos totales	14
4.1.3.2. Temperatura	14
4.1.3.3. Color	14
4.1.3.4. Olores	14
4.1.4. Características Químicas	14
4.1.4.1. Materia orgánica	14
4.1.4.2. Materia Inorgánica	16
4.1.5. Características Biológicas	17
4.1.5.1. Microorganismos	17
<b>4.2. REDES COLECTORAS</b>	<b>19</b>
4.2.1. Materiales	21
4.2.2. Diseño de la Red Colectora	22
4.2.2.1. Pendientes de las cañerías	22
4.2.2.2. Velocidad Mínima	23
4.2.2.3. Velocidad Máxima	24
4.2.2.4. Tapadas	25
4.2.2.5. Instalaciones Complementarias	26
4.2.2.6. Cálculo de la Red Colectora	30
<b>4.3. METODOS PARA ESTIMAR EL ESCURRIMIENTO PLUVIAL, A PARTIR DE LLUVIA.</b>	<b>32</b>
4.3.1. Relaciones lluvia-escorrimento	32
4.3.2. El método racional	33

<b>5. MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>34</b>
<b>5.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>34</b>
<b>5.2. ANÁLISIS DE LA ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>35</b>
5.2.1. Campus de Ciudad Universitaria	35
5.2.2. Pabellones	35
5.2.3. Edificios	36
<b>5.3. LA CIUDAD UNIVERSITARIA Y LA RED DE INFRAESTRUCTURA</b>	<b>37</b>
<b>5.4. INFRAESTRUCTURA CLOACAL EN EL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y EL COMEDOR UNIVERSITARIO</b>	<b>39</b>
<b>5.5 ESTADO ACTUAL DEL SERVICIO</b>	<b>42</b>
<b>5.6. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y ANTECEDENTES</b>	<b>44</b>
<b>5.7. RELEVAMIENTO PLANIALTIMÉTRICO DE LAS BOCAS DE REGISTROS CLOCALES</b>	<b>45</b>
5.7.1. Relevamiento planialtimétrico de las tapas de las bocas de registro	46
5.7.2. Relevamiento de cotas de intradós de cañerías en las bocas de registro. Inspección visual.	48
<b>5.7. RELEVAMIENTO PLANIMÉTRICO DE DESAGUES PLUVIALES QUE APORTAN A LA RED CLOACAL.</b>	<b>57</b>
<b>6. MEMORIA ANALÍTICA</b>	<b>59</b>
<b>6.1. RESUMEN DE LOS DATOS RELEVADOS</b>	<b>59</b>
<b>6.2. VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD DE LAS CAÑERÍAS</b>	<b>62</b>
6.2.1. Aportes cloacales de los artefactos sanitarios	62
6.2.2. Verificación de capacidad de cañerías (sin tener en cuenta el aporte pluvial).	63
6.2.3. Aportes a la red cloacal por desagües pluviales	65
6.2.3.1. Cubierta plana N°1	66
6.2.3.2. Cubierta N°2	66
6.2.4. Verificación de capacidad de cañerías (con aporte pluvial)	67
<b>6.3. DIAGNÓSTICO DE LA RED CLOACAL</b>	<b>68</b>
<b>6.4. PRIMERAS MEDIDAS A ADOPTAR</b>	<b>70</b>
<b>6.5. PLANTEO DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA</b>	<b>71</b>
<b>6.6. SOLUCIÓN PROVISORIA: COLOCACIÓN DE VÁLVULAS ANTIRRETORNO</b>	<b>72</b>
6.6.1. Las válvulas antirretorno	73
6.6.2. Elección del tipo de válvula	74
6.6.3. Bocas de registro	75
6.6.4. Computo métrico y presupuesto	76
<b>6.7 PROYECTO DE SOLUCIÓN DEFINITIVA: EJECUCIÓN DE UNA CAÑERÍA ALIVIADORA A PARTIR DE LA BOCA DE REGISTRO N°3</b>	<b>77</b>
6.7.1. Establecimiento de cotas de intradós de la nueva cañería	78
6.7.2. Verificación de capacidad y velocidades de las los tramos.	80
6.7.3. Ejecución de zanjas de excavación	82
6.7.4. Prueba hidráulica	83
6.7.5. Bocas de registro	83
6.7.6. Cómputo y presupuesto	84
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>86</b>

<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>87</b>
<b>9. ANEXO A</b>	<b>878</b>
<b>10. ANEXO B</b>	<b>879</b>
<b>11. ANEXO C</b>	<b>101</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Sistema de ventilación cloacal</i>	20
<i>Figura 2 - Casos de pendiente de terreno.</i>	22
<i>Figura 3 - Casos de pendiente del terreno.</i>	22
<i>Figura 4 - Casos de pendiente del terreno.</i>	23
<i>Figura 5 - Canales de Sección Circular.</i>	24
<i>Figura 6 - Boca de Registro en Intersección de Cañerías.</i>	26
<i>Figura 7 - Boca de Registro en un salto.</i>	27
<i>Figura 8 - Boca de Registro en un cambio de pendiente.</i>	27
<i>Figura 9 - Boca de Registro en un cambio de dirección.</i>	27
<i>Figura 10 - Boca de Registro en un cambio de diámetro de la cañería.</i>	28
<i>Figura 11 Boca de Registro a una distancia menor a 120 m.</i>	28
<i>Figura 12 – Corte de boca de registro para cañerías a gravedad</i>	29
<i>Figura 13 - Corte en Estación Elevadora</i>	30
<i>Figura 14 - Ubicación de la prov. de Córdoba en la Argentina.</i>	34
<i>Figura 15 - Departamento capital en la provincia de Córdoba.</i>	34
<i>Figura 16 – Imagen aérea de la ciudad de Córdoba.</i>	34
<i>Figura 17 - Vista aérea Pabellón Argentina, Ciudad Universitaria.</i>	35
<i>Figura 18 – Imagen del Pabellón Argentina, Ciudad Universitaria.</i>	36
<i>Figura 19 - Red de infraestructuras de Ciudad Universitaria – Subsecretaría de Planeamiento Físico.</i>	38
<i>Figura 20 - Vista aérea F.C.Q. y Comedor Universitario, Ciudad Universitaria.</i>	39
<i>Figura 21 - Laboratorios de la F.C.Q.</i>	40
<i>Figura 22 - Cubierta transitable y patios ingleses de los laboratorios de F.C.Q.</i>	40
<i>Figura 23 - Cubierta inclinada del comedor y cubierta plana de los baños.</i>	41
<i>Figura 24 - Patio div. entre F.C.Q., Sec. de Relaciones Internacionales y Comedor Universitario.</i>	42
<i>Figura 25 - Subsuelo de F.C.Q., inundado por colapso cloacal.</i>	43
<i>Figura 26 - Boca de registro N°3 (Plano N°2 – Anexo A) de la red cloacal, con acumulación de líquidos.</i>	43
<i>Figura 27 - Primeros esquemas realizados de la red cloacal.</i>	45
<i>Figura 28 - Relevamiento planialtimétrico de las bocas de registro</i>	47
<i>Figura 29 - Tapa boca de registro 1</i>	49
<i>Figura 30 - Caño pluvial que desciende de la cubierta</i>	49
<i>Figura 31 – Cámara de inspección N°1.</i>	49
<i>Figura 32 - Boca de registro N°2.</i>	50
<i>Figura 33 - Vista de la tapa de la boca de registro N°2.</i>	51
<i>Figura 34 - Boca de registro N°3.</i>	52
<i>Figura 35 - Boca de registro N°3, con acumulación de líquidos.</i>	53
<i>Figura 36 – Tapa de la boca de registro N°3.</i>	53
<i>Figura 37 - Tapa de la boca de registro N°4.</i>	54
<i>Figura 38 - Boca de registro N°5.</i>	55
<i>Figura 39 - Tapas de registro de la grasera.</i>	56
<i>Figura 40 - Descenso de caño pluvial sobre red cloacal.</i>	57
<i>Figura 41 - Incorporación del caño pluvial en la boca de registro.</i>	57
<i>Figura 42 - Área de aporte de caño pluvial 1.</i>	58
<i>Figura 43 - Área de aporte de caño pluvial 2.</i>	58
<i>Figura 44 - Esquema de cañerías relevadas.</i>	61
<i>Figura 45 - Analisis de la boca de registro N°3.</i>	69
<i>Figura 46 - Sumideros destinados al desagüe pluvial.</i>	70
<i>Figura 47 - Esquema de ubicación de válvulas antirretorno en la red</i>	72
<i>Figura 48 - Funcionamiento de válvulas antirretorno</i>	73
<i>Figura 49 - Detalle de catálogo de la válvula antirretorno seleccionada, Catalogo de EUROPLAST.</i>	74
<i>Figura 50 - Detalle de a boca de registro</i>	75
<i>Figura 51 – Esquemas del desvío de cañerías a ejecutar en la red</i>	77
<i>Figura 52 - Detalle de zanja de excavacion</i>	82
<i>Figura 53 - Detalle de boca de registro a ejecutar</i>	84

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 - Valores de la pendiente mínima según el diámetro</i>	23
<i>Tabla 2 - Valores de velocidades máximas para distintos diámetros</i>	25
<i>Tabla 3 - Valores obtenidos del relevamiento</i>	59
<i>Tabla 4 - Relevamiento de cañerías existentes</i>	60
<i>Tabla 5 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios</i>	62
<i>Tabla 6 Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios</i>	62
<i>Tabla 7 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios</i>	62
<i>Tabla 8 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios</i>	63
<i>Tabla 9 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios</i>	63
<i>Tabla 10 - Verificación de capacidad de cañerías (sin tener en cuenta el aporte pluvial).</i>	64
<i>Tabla 11 - Verificación de capacidad de cañerías (con aporte pluvial)</i>	67
<i>Tabla 12 – Resumen del cómputo métrico y presupuesto</i>	76
<i>Tabla 13 - Cañerías relevadas y tramos a ejecutar</i>	79
<i>Tabla 14 - Verificación de capacidad y velocidades de los tramos</i>	81
<i>Tabla 15 - Resumen del cómputo métrico y presupuesto</i>	85

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como finalidad el estudio y solución de las problemáticas de la red cloacal dadas en los últimos años en los edificios de los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas, el Comedor Universitario y la Secretaría de Relaciones Internacionales, en las cercanías del Pabellón Argentina, en Ciudad Universitaria.

El problema se basa en que el sistema de red cloacal se obstruye, y afecta a los edificios concernientes ya que se produce el retroceso aguas arriba del líquido cloacal, con el consecuente rebalse de las piletas de piso.

En primera instancia, se realizó una recopilación de datos y relevamiento, a fin de comprender que fenómeno es el que provocaba la obstrucción. Previo procesamiento de los datos, se realizó un diagnóstico sobre qué factores causaban los problemas.

Luego de analizados, se propusieron los proyectos de solución, formulando recomendaciones y conclusiones sobre lo que se debería realizar en el lugar.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVOS GENERALES DEL RÉGIMEN DE LA PPS

Los mismos son:

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

### 2.2. OBJETIVOS PARTICULARES DEL RÉGIMEN DE LA PPS

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

### **3. CONVENIO ENTRE F.C.E.F.y.N., Y SUBSECRETARÍA DE PLANEAMIENTO FÍSICO DE LA U.N.C.**

#### **3.1. SUBSECRETARÍA DE PLANEAMIENTO FÍSICO DE LA U.N.C.**

La Subsecretaría de Planeamiento Físico de la Universidad Nacional de Córdoba es la encargada de la planificación, desarrollo, gestión y seguimiento de proyectos de infraestructura para la Universidad y en conjunto con las dependencias. Además tiene a su cargo el mantenimiento de los espacios verdes, la infraestructura de los espacios exteriores, la concesión de las áreas comerciales en Ciudad Universitaria, la administración de playas de estacionamiento y de aulas de uso común.

Tiene como misión la elaboración de criterios e implementación referida al desarrollo, adecuación y conservación de la planta física universitaria. Asesoramiento y planificación en la elaboración de los Planes de Obra Pública para lo cual cuenta con un Banco de Proyectos. De igual modo, es responsable de controlar la intervención en el financiamiento alternativo de las obras.

##### **3.1.1. Direcciones**

Las direcciones que componen la subsecretaria de planeamiento físico son las siguientes:

- ✓ Dirección de Administración: Área de recursos Humanos, Área Económica Financiera y Control de Gestión
- ✓ Dirección de Catastro
- ✓ Dirección de Control de Obras
- ✓ Dirección de Estudios, Programas y Proyectos
- ✓ Dirección de Infraestructura y Medio Ambiente
- ✓ Dirección de Planificación Estratégica

##### **3.1.2. Autoridad**

La autoridad de la Subsecretaría de Planeamiento Físico es la Arq. Isabel Ponce.

### **3.2. CONVENIO ENTRE SUBSECRETARÍA DE PLANEAMIENTO FÍSICO DE LA U.N.C. Y F.C.E.F.y.N.**

Según la resolución del expediente N° 24183/2011, se celebra un convenio entre la Subsecretaría de Planeamiento Físico de la Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) y la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (F.C.E.F.Y.N.) a los fines de incluir estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil y Constructor, en diversas actividades y trabajos que dependan de la mencionada Subsecretaría.

En el marco de este convenio, se encarga a la F.C.E.F.Y.N. la selección de estudiantes para “estudio y solución de problemáticas cloacales en la Facultad de Ciencias Químicas y Comedor Universitario”. Para ello, a través del reglamento “Becas de promoción de actividades de asistencia técnica, transferencia y de

actividades internas en la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales” se seleccionaron dos becarios por orden de mérito académico entre los postulantes.

La beca fue de tipo “Becario Pasante Interno”, según la resolución del expediente 49864/2014 de la Sesión Ordinaria del Honorable Consejo Directivo del día 10 de octubre de 2014:

“ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL.

La Comisión de Vigilancia y Reglamento Aconseja: Art. 1º).- Designar a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, Sr. Jeremías PAREDES (DNI: 34.988.758) y Sr. Eliseo GÓMEZ MIRALLES (DNI: 36.425.611), como becarios de la cátedra de Práctica Supervisada de la ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, a partir del 01 de Octubre de 2014 y por el término de 02 (dos) meses.

Art. 2º).- Designar al Prof. Ing. Alejandro BARUZZI como Director de la Beca.

Art. 3º).- El Director de la Beca deberá gestionar la contratación del seguro de accidentes personales correspondiente.

Art. 4º).- La erogación ocasionada por estas designaciones será afrontado con fondos del Centro de Vinculación Secretaría de Extensión”

De esta manera, quedaban los alumnos Gómez Miralles Eliseo y Paredes Jeremías encargados de la labor antes mencionada.

### **3.3. SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, SEGURIDAD Y PLANEAMIENTO (S.I.S.P.) DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**

Promueve las tareas ejecutivas que involucran aspectos de planeamiento, infraestructura edilicia, condiciones de seguridad e higiene del ambiente laboral y las personas.

También, realiza apoyo a la tarea docente y representa a la Facultad ante la Subsecretaría de Planeamiento Físico de la UNC. Por eso, por ejemplo, se ocupa de coordinar la distribución de las aulas donde se dictan clases teóricas, seminarios y se rinden exámenes. Se compone del Área Infraestructura Edilicia y Planeamiento, y el Área Higiene y Seguridad Laboral.

#### **3.3.1. Objetivos**

Mantener los edificios actuales para garantizar el normal desarrollo de las actividades de grado, postgrado, extensión e investigación, llevadas a cabo por el personal docente y no docente.

Contemplar todos los aspectos de Seguridad e Higiene que involucre al personal y a los edificios, y hacerlos cumplir.

Coordinar la distribución de aulas para alumnos, laboratorios y salas de computación para cubrir la totalidad de las necesidades académicas.

Planificar nuevos espacios en el ámbito de la Facultad que cubran las expectativas de crecimiento de la misma.

### **3.3.2. Autoridad S.I.S.P.**

La autoridad de la S.I.S.P. es la Dra. María Isabel Manzanares Cuello.

### **3.3.3. Equipo de trabajo**

El equipo de trabajo está compuesto por:

- ✓ Arq. Pablo Ceconato
- ✓ Arq. César Yanover
- ✓ Sra. Adriana Zapata
- ✓ Sra. Marta González
- ✓ Sr. Norberto Fernández
- ✓ Sra. Victoria Carnaval

## **3.4. METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

Los trabajos realizados por los becarios en relación a estudio y propuestas de soluciones a las problemáticas, se hicieron en coordinación con la Secretaría de Infraestructura, Seguridad y Planeamiento (S.I.S.P.) de la Facultad de Ciencias Químicas.

A los fines de la realización de los trabajos en vistas a la cátedra Practica Supervisada, el arquitecto Cesar Yanover (perteneciente a la S.I.S.P.) oficio de tutor externo del alumno Eliseo Gómez Miralles.

## 4. MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan conceptos de carácter teórico, que se aplicaron en los diversos trabajos realizados, detallados en los siguientes capítulos.

### 4.1. COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

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

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

#### 4.1.1. Procedencia de las Aguas Residuales

En general las aguas residuales se clasifican así: (M. ESPIGARES GARCÍA y J. A. PÉREZ LÓPEZ):

- ✓ **AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS (ARD):** son las provenientes de las actividades domésticas de la vida diaria como lavado de ropa, baño, preparación de alimentos, limpieza, etc. Estos desechos presentan un alto contenido de materia orgánica, detergentes y grasas. Su composición varía según los hábitos de la población que los genera.
- ✓ **AGUAS LLUVIAS (ALL):** Son las originadas por el escurrimiento superficial de las lluvias que fluyen desde los techos, calles, jardines y demás superficies del terreno. Los primeros flujos de ALL son generalmente muy contaminados debido al arrastre de basura y demás materiales acumulados en la superficie. La naturaleza de esta agua varía según su procedencia: zonas urbanas, rurales, semi rurales y aún dentro de estas zonas se presentan enormes variaciones según el tipo de actividad o uso del suelo que se tenga.
- ✓ **RESIDUOS LÍQUIDOS INDUSTRIALES (RLI):** Son los provenientes de los diferentes procesos industriales. Su composición varía según el tipo de proceso industrial y aún para un mismo proceso industrial, se presentan características diferentes en industrias diferentes. Los RLI pueden ser alcalinos o ácidos, tóxicos, coloreados, etc, su composición refleja el tipo de materias primas utilizado dentro del proceso industrial.
- ✓ **AGUAS RESIDUALES AGRÍCOLAS (ARA):** Son las que provienen de la escorrentía superficial de las zonas agrícolas. Se caracterizan por la presencia de pesticidas, sales y un alto contenido de sólidos en suspensión.

#### 4.1.2. Composición

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

### 4.1.3. Características Físicas

#### 4.1.3.1. Sólidos totales

Los sólidos totales del agua residual proceden del agua de abastecimiento, del uso industrial y doméstico y del agua de infiltración de pozos locales y aguas subterráneas. Los sólidos domésticos incluyen los procedentes de inodoros, fregaderos, baños y lavaderos.

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

#### 4.1.3.2. Temperatura

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

#### 4.1.3.3. Color

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

#### 4.1.3.4. Olores

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

### 4.1.4. Características Químicas

#### 4.1.4.1. Materia orgánica

Los compuestos orgánicos están formados generalmente por una combinación de carbono, hidrógeno y oxígeno, junto con nitrógeno en algunos casos. Otros elementos importantes como el azufre, fósforo y hierro pueden hallarse también presentes.

Para efectuar la medida del contenido organico, los métodos de laboratorio más utilizados hoy día son el de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y carbono orgánico total (COT). Otro ensayo más reciente es la demanda total de oxígeno (DTO) y la demanda teórica de oxígeno (DteO).

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

La DBO es el índice de contaminación biológica por excelencia de las aguas residuales. Varía en función del tiempo y la temperatura. Da una idea de la tratabilidad por medios biológicos de las aguas residuales así como también de

las posibilidades de degradación de la materia orgánica contenida en las mismas.

- ✓ **DQO:** Es la Cantidad de O<sub>2</sub> necesaria para oxidar químicamente la materia orgánica por acción de oxidantes químicos en medio ácido.

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

- ✓ **COT:** Es la cantidad de carbono unido a un compuesto orgánico se mide por la cantidad de dióxido de carbono que se genera al oxidar la materia orgánica en condiciones especiales.

Es aplicable a pequeñas concentraciones de materia orgánica. El ensayo puede realizarse en poco tiempo y su uso se está extendiendo rápidamente. Algunos compuestos orgánicos tienden a no oxidarse pudiendo suceder que el valor medido del COT sea ligeramente inferior a la cantidad real presente en la muestra.

- ✓ **DTO:** Medida cuantitativa de todo el material oxidable en una muestra de agua o de aguas residuales que se determina instrumentalmente midiendo el agotamiento del oxígeno después de la combustión a alta temperatura.

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

- ✓ **DteO:** Es la cantidad estequiométrica de O<sub>2</sub> necesaria para oxidar completamente un determinado compuesto.

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



$$\text{DTeO} = 6 \text{ moles de O}_2 / \text{mol de glucosa} = 6 \times 32 = 192 \text{ gr O}_2/\text{mol.}$$

#### **4.1.4.2. Materia Inorgánica**

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

- ✓ **pH:** la concentración del ion hidrógeno es un parámetro muy importante, porque el intervalo de concentración es muy estrecho y crítico.
- ✓ **Cloruros:** las heces humanas contienen unos 6 gramos de cloruros por persona y por día.  
En lugares donde la dureza del agua sea elevada (agua con grandes cantidades de carbonatos y sulfatos de calcio y magnesio), los ablandadores que se utilizan en el proceso de potabilizar aportarán igualmente grandes cantidades de cloruros. Puesto que los tratamientos convencionales de las aguas residuales no eliminan los cloruros en cantidades significativas, las concentraciones de cloruros superiores a las normales pueden interpretarse como una señal de que la masa de agua se está utilizando para el vertido de aguas residuales.
- ✓ **Alcalinidad:** la alcalinidad de las aguas residuales se debe a la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de calcio, magnesio, potasio o amoníaco. El agua residual es en general alcalina, recibiendo su alcalinidad del agua de suministro, del agua subterránea y de las materias añadidas durante el uso doméstico. La alcalinidad del uso es importante cuando deba hacerse un tratamiento químico.
- ✓ **Nitrógeno y Fósforo:** son los llamados nutrientes o bioestimulantes, porque son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas.

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

- ✓ **Gases:** los gases más frecuentemente encontrados en el agua residual sin tratar son: nitrógeno ( $N_2$ ), oxígeno ( $O_2$ ), anhídrido carbónico ( $CO_2$ ), sulfuro de hidrógeno ( $SH_2$ ), amoníaco ( $NH_3$ ) y metano ( $CH_4$ ). Los tres primeros son comunes en la atmósfera mientras que los tres últimos, proceden de la descomposición de la materia orgánica presente en el agua residual.  
El metano es el principal subproducto de la descomposición anaerobia, no encontrándose normalmente en grandes cantidades, porque las bacterias que lo producen son muy sensibles a pequeñas cantidades de oxígeno. Es un hidrocarburo combustible, incoloro e inodoro de gran valor como combustible.

#### 4.1.5. Características Biológicas

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

##### 4.1.5.1. Microorganismos

Los principales grupos de microorganismos que se encuentran presentes en las aguas residuales se clasifican en protistas, plantas y animales.

- ✓ **Protistas:** los protistas son el grupo más importante de los microorganismos con que el ingeniero sanitario debe familiarizarse, especialmente las bacterias, algas y protozoos. Dado el amplio y fundamental papel jugado por las bacterias en la descomposición y estabilización de la materia orgánica, deben conocerse bien sus características, funciones, metabolismos y síntesis.
- ✓ **Bacterias:** son organismos de tamaño microscópico, unicelulares, cuyos procesos vitales y funciones son similares a la de los vegetales. Su papel en la estabilización de la materia orgánica por medios biológicos es fundamental. Las bacterias para poder subsistir requieren como todo organismo vivo, alimento, oxígeno y agua. Los procesos vitales que en ellas se verifican dan origen a su vez a productos de desecho.  
Las bacterias se clasifican en dos grupos: bacterias parásitas y bacterias saprófitas.

Las *bacterias parásitas* son aquellas que viven a expensas de otro organismo vivo, del cual extraen el alimento preparado para consumirlo. Dentro de este tipo se encuentran algunos grupos que durante su desarrollo en el tracto digestivo de los animales producen toxinas, las que afectan la salud del huésped produciendo enfermedades. La posible existencia de estos microorganismos en las aguas negras y su peligrosidad hacen que estas deban colectarse y tratarse adecuadamente, a fin de evitar la transmisión de estas bacterias patógenas de un individuo a otro.

Las *bacterias saprófitas* son aquellos microorganismos que obtienen su alimento mediante la descomposición de la materia orgánica, produciendo como desecho sustancias más simples, que pueden ser de tipo orgánico e inorgánico. Estas bacterias, por la función ya indicada, son los agentes principales de los procesos de tratamiento.

Existen varias especies de saprófitas, cada una de las cuales tiene un papel específico en el proceso, tendiendo a desaparecer una vez que ha cumplido su ciclo.

Todas las bacterias requieren además de alimento, oxígeno para su respiración. Las bacterias aerobias solo pueden usar el oxígeno disuelto en el agua, dando lugar a un proceso de degradación o descomposición aerobia de la materia orgánica, que se caracteriza por el hecho de desarrollarse sin la

producción de olores desagradables. En cambio las bacterias anaerobias no pueden vivir en presencia del oxígeno disuelto. Lo obtienen del oxígeno contenido en la materia orgánica, a la cual deben descomponer dando lugar a un proceso de putrefacción o descomposición anaerobia, que se caracteriza por la producción y emanación de olores desagradables.

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

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

- ✓ **Algas:** las algas pueden representar un serio problema en las aguas superficiales, ya que cuando el contenido de compuestos requeridos para su crecimiento es abundante pueden reproducirse rápidamente, produciendo la eutrofización del agua. Puesto que los efluentes de las plantas de tratamiento son ricos en nutrientes biológicos, la descarga de los efluentes en los lagos motiva su enriquecimiento y aumenta la tasa de eutrofización. Uno de los principales problemas en el tratamiento de líquidos residuales es tratar de evitar que los efluentes de las plantas sean ricos en nutrientes y de esa forma evitar desarrollos indeseados de algas.
- ✓ **Virus:** además de las bacterias pueden existir otros microorganismos, de estructura más compleja, aunque de funciones y procesos vitales similares a ellas. Algunos de estos microorganismos son sub-microscópicos. Tal es el caso de los virus, cuya presencia en las aguas negras se ha podido comprobar, aunque no existen datos concretos sobre la función que cumplen en el proceso de depuración. Los virus excretados por los humanos pueden llegar a ser un peligro muy importante para la salud pública. Se sabe con certeza que algunos virus viven hasta 41 días en el agua residual a 20°C.
- ✓ **Plantas y animales:** las plantas y animales de importancia varían desde rotíferos microscópicos y gusanos hasta crustáceos macroscópicos. El conocimiento de estos organismos es útil para determinar la toxicidad de las aguas residuales evacuadas al medio ambiente y al observar la efectividad de la vida biológica en los procesos secundarios de tratamiento utilizados para destruir los residuos orgánicos.
- ✓ **Organismos coliformes:** el tracto intestinal del hombre contiene innumerables bacterias en forma de bastoncillos conocidas como organismos coliformes. Estos no son dañinos al hombre y de hecho son útiles para destruir la materia orgánica en los procesos biológicos de tratamiento de las aguas residuales. Los organismos patógenos son evacuados por los seres humanos afectados por alguna enfermedad. Dado que el número de organismos patógenos presentes en las aguas residuales son pocos y difíciles de aislar, el organismo coliforme, que es más numeroso y de determinación más sencilla, se utiliza como organismo

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

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

## 4.2. REDES COLECTORAS

Un desagüe cloacal o simplemente cloaca, es un canal o conducto destinado a la evacuación de residuos líquidos de origen doméstico o industrial. Un sistema completo de conductos destinados a tal fin se denomina red colectora cloacal.

El objeto de las redes colectoras, es evacuar y concentrar los residuos líquidos producto de las distintas actividades humanas, llamadas aguas negras o aguas servidas, a los efectos de realizar su tratamiento y no causar perjuicios, proteger la salud y bienestar de la comunidad.

Los sistemas de red se pueden clasificar según:

- ✓ El tipo de agua que transportan: Sistemas unitarios o sistemas separativos.
- ✓ Cómo es su funcionamiento: Sistemas a presión o sistemas a gravedad.

*Los sistemas de red unitarios* son sistemas que transportan las aguas residuales y pluviales en forma conjunta. Las plantas de tratamiento en sistemas unitarios son dimensionadas para los caudales punta de tiempo seco el caudal por precipitación.

*Los sistemas separativos* tratan sólo cloaca y se considera en el dimensionado una parte de la lluvia pero la red de drenaje no está vinculada.

Tratar el volumen completo de las precipitaciones implica un costo prohibitivo, surge entonces la necesidad de obras de derivación de los caudales pluviales sobre el límite de capacidad de tratamiento.

*Los sistemas a gravedad* son sistemas de red que transportan los líquidos mediante cañerías colectoras a pelo libre, siendo la pendiente de las mismas una importante condición de diseño. Un elemento a considerar es la posible acumulación de sólidos.

*Los sistemas de red a presión* son sistemas que transportan los líquidos residuales mediante bombeo, contando con un pre tratamiento en origen.

La práctica actual establece la construcción de redes separativas a gravedad, con el tratamiento de las aguas residuales mientras que las aguas pluviales se vuelcan al medio receptor generalmente sin tratamiento alguno.

El escurrimiento de las aguas cloacales constituye esencialmente el escurrimiento del "líquido agua" el que transporta, además cierta cantidad de materiales flotantes, suspendidos y disueltos.

Es por ello que las leyes de la hidráulica son aplicables y en especial, las relativas al “escurrimiento a superficie libre” o “canales”, puesto que éste es el sistema elegido para la evacuación rápida y eficiente de los líquidos o “aguas negras” producida en los domicilios.

La elección del criterio tradicional de escurrimiento en canales para las redes de colectoras y colectores, se explica rápidamente si se tiene en cuenta la problemática sanitaria que implican las infaltables pérdidas y filtraciones en una hipotética red a presión. Se suma la necesidad de acceso a la red para inspección y eventuales desobstrucciones que se producen en la etapa de operación.

Es de destacar que el sistema “a superficie libre” requiere una parte de la sección del conducto disponible para posibilitar la circulación del aire que permita el escape de los gases provenientes del líquido. El sistema de verificación se logra posibilitando la circulación en la parte superior de la conducción, lo que se logra por los circuitos previstos entre “bocas de registro” y asegura el escape a la atmósfera de los gases nocivos y ofensivos producidos tanto en el sistema interno como en el externo y tal como puede apreciarse en el esquema.

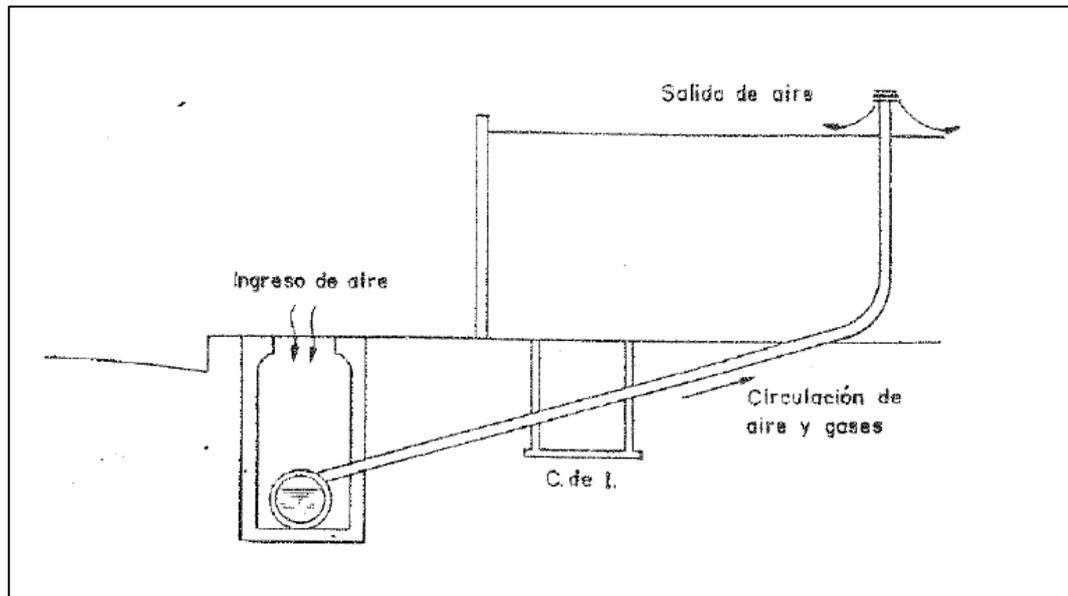


Figura 1 - Sistema de ventilación cloacal

En resumen, el objeto fundamental de la red de colectoras, es el transportar los líquidos con las sustancias que lo integran, lo más rápidamente posible a su destino final.

De este concepto se deduce que el sistema no sólo debe proyectarse para evacuar eficientemente el caudal de diseño, sino que además debe preverse el arrastre de material sólido minimizando la posibilidad del mismo de sedimentar.

Es oportuno destacar que existen excepciones, es decir tramos que necesariamente escurren “a presión” en los siguientes casos:

- ✓ Cuando las conducciones trabajan sobrecargadas, sobre todo al final de la vida útil o por crecimiento acelerado e imprevisto de población. Una adecuada planificación deberá tratar de evitarlo.
- ✓ Cuando las obstrucciones “remansan” el líquido, tal como se apuntó oportunamente, lo que debe ser evitado con un mantenimiento periódico adecuado.
- ✓ Cuando es indispensable el bombeo o impulsiones para el desagüe de zonas bajas.
- ✓ En el caso de que la conducción deba salvar depresiones u otras instalaciones previas a través de “sifones invertidos”.

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

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

#### 4.2.1. Materiales

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

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

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

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

## 4.2.2. Diseño de la Red Colectora

### 4.2.2.1. Pendientes de las cañerías

Se debe garantizar en los conductos cloacales determinadas pendientes para que no se depositen los sólidos.

Siempre se debe 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.

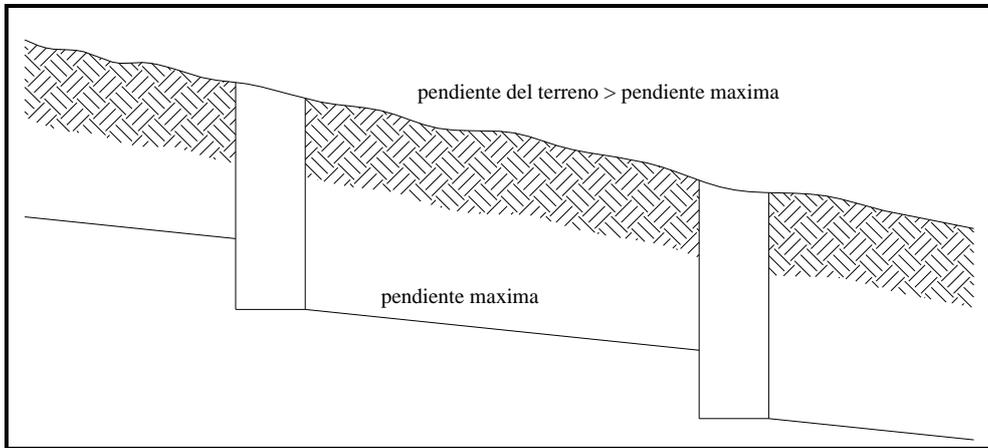


Figura 2 - Casos de pendiente de terreno

- ✓ **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.

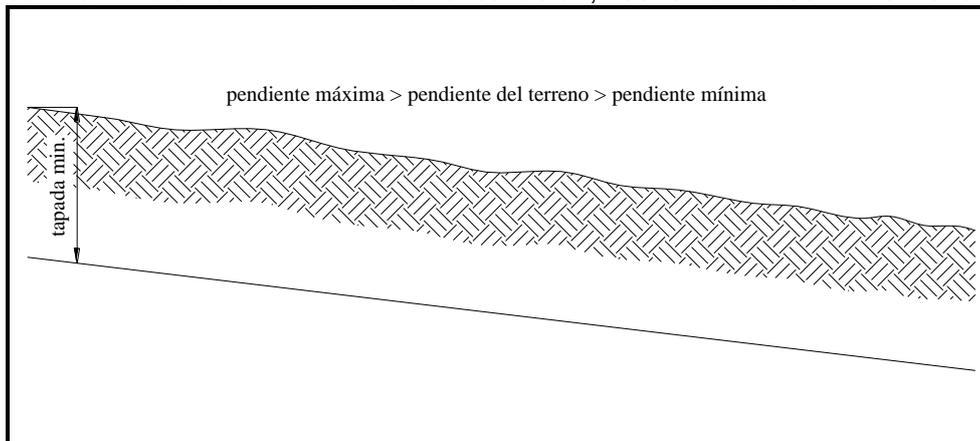


Figura 3 - Casos de pendiente del terreno

- ✓ **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 misma para evitar grandes excavaciones.

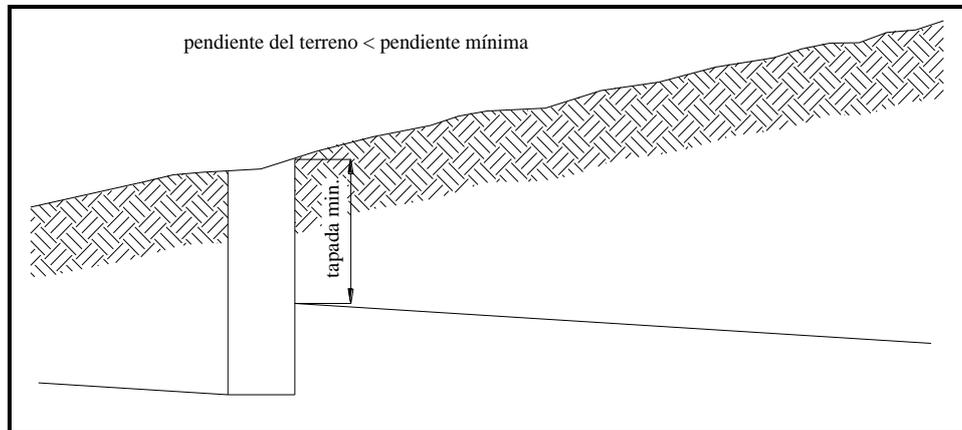


Figura 4 - Casos de pendiente del terreno

La pendiente mínima se establece para evitar que los sólidos se depositen en las paredes de los caños. Se establece en función del diámetro y la velocidad, tomando como velocidad mínima aquella denominada de auto limpieza.

Ø	Pendiente min.
160	0.003 m/m
200	0.003 m/m
250	0.003 m/m
315	0.0022 m/m
355	0.0015 m/m
450	0.0012 m/m
525	0.0010 m/m
600	0.0009 m/m
675 y más	0.0008 m/m

Tabla 1 - Valores de la pendiente mínima según el diámetro

#### **4.2.2.2. Velocidad Mínima**

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

El gráfico siguiente (ver figura 5) tiene como ordenadas la relación entre el tirante y el diámetro de la tubería ( $y/d_0$ ) y en abscisas las relaciones de caudal y velocidad a sección parcial y llena ( $Q_p/Q_{ll}$ ,  $V_p/V_{ll}$ ).

Entrando con la relación  $Q_p/Q_{ll}$  y cortando la curva de caudal, se obtiene los valores de la relaciones de  $y/d_0$  en ordenadas. Ahora entrando con la misma relación  $Q_p/Q_{ll}$  y cortando nuevamente la curva caudal se traza una línea horizontal hasta que corta la curva de velocidad, luego en abscisas se obtienen la relación  $V_p/V_{ll}$ .

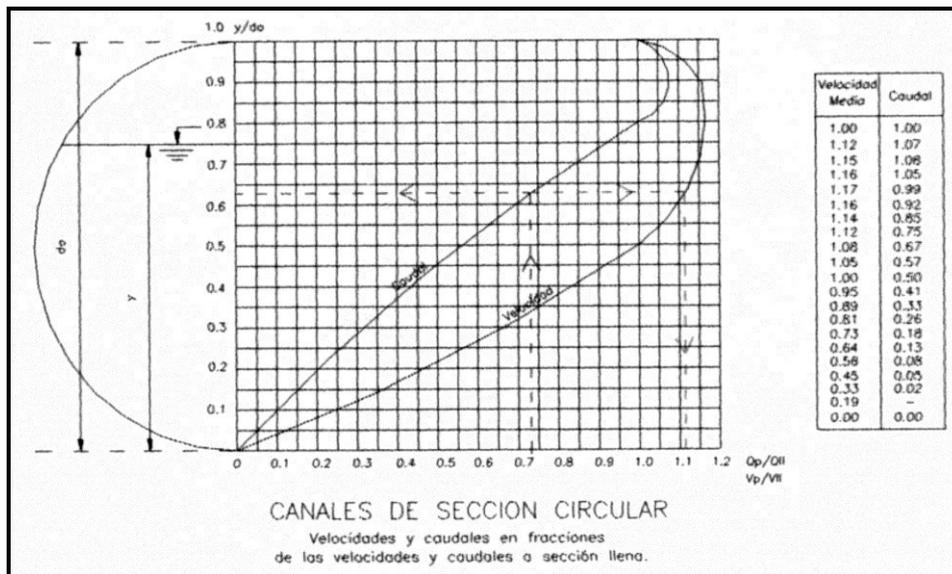


Figura 5 - Canales de Sección Circular

Luego:

$$V_{parcial} = (\text{valor grafico}) * V_{llena}$$

La  $V_{parcial}$  tiene que ser mayor que la mínima de autolimpieza, así queda verificada la velocidad.

$$V_{parcial} > V_{autolimpieza} \rightarrow \text{Verifica}$$

Es conveniente tener velocidades superiores a las mínimas dado que la eliminación continua de lodo y materiales duros es relativamente costosa, por lo tanto se deben desarrollar pendientes que garanticen velocidades auto limpiantes, incluso cuando el costo inicial de construcción sea mayor.

#### **4.2.2.3. Velocidad Máxima**

Es importante controlar la velocidad máxima por la acción erosiva que pudiera provocar ésta. Un valor práctico adoptado para asbesto cemento es 3.00 m/s y para materiales vítreos es 3.6 m/s, este valor depende del diámetro y el material de la cañería, hoy en día esos materiales cayeron en desuso. Asimismo el CoFAPyS

(Consejo Federal de Agua Potable y Saneamiento) 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 ( $m/s^2$ )

$R$  = Radio hidráulico para secciones circulares (m)

$$R = \varnothing/4$$

Resumiendo:

$\varnothing$	Velocidad máx.
160	3.76 m/s
200	4.20 m/s
250	4.70 m/s
315	5.27 m/s
355	5.60 m/s

Tabla 2 - Valores de velocidades máximas para distintos diámetros

#### **4.2.2.4. Tapadas**

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 algunos casos uno de los condicionantes es la profundidad de la napa freática. Superado el valor máximo se debería realizar la conexión a colectoras subsidiarias.

#### **4.2.2.5. 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 que nos interesan a fin del presente informe son las bocas de registro y las estaciones elevadoras.

#### **Bocas de registro**

Las bocas de registro son cámaras de ingreso que sirven para derivar los líquidos hacia las colectoras, ventilar las conducciones y dar acceso a las colectoras para poder realizar la limpieza de las mismas, por lo tanto se deberán colocar las bocas en las intersecciones de cañerías (ver figura 6), en lugar donde se deba efectuar un salto (ver figura 7), en los cambios de pendiente (ver figura 8), en los cambios de dirección (ver figura 9), en los cambios de diámetro de la cañería (ver figura 10) y a distancias no mayores de 120 m (ver figura 11).

Las bocas de registro se realizan en mampostería u hormigón simple y/o armado, para permitir el acceso del personal de mantenimiento tiene una tapa superior circular, de hierro fundido macizo o tipo reja, también las hay de molde en hierro fundido y rellenas de hormigón, siendo estas de 60 cm de diámetro. No se permite empotrar escaleras metálicas en los paramentos ya que los gases y el tiempo las corroen.

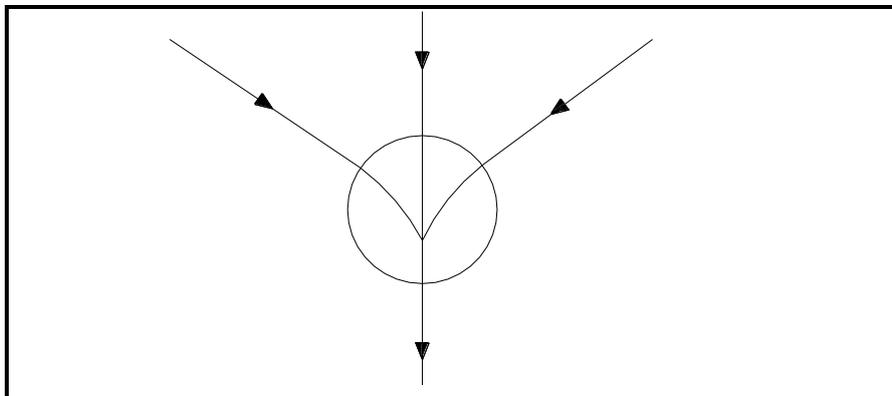


Figura 6 - Boca de Registro en Intersección de Cañerías

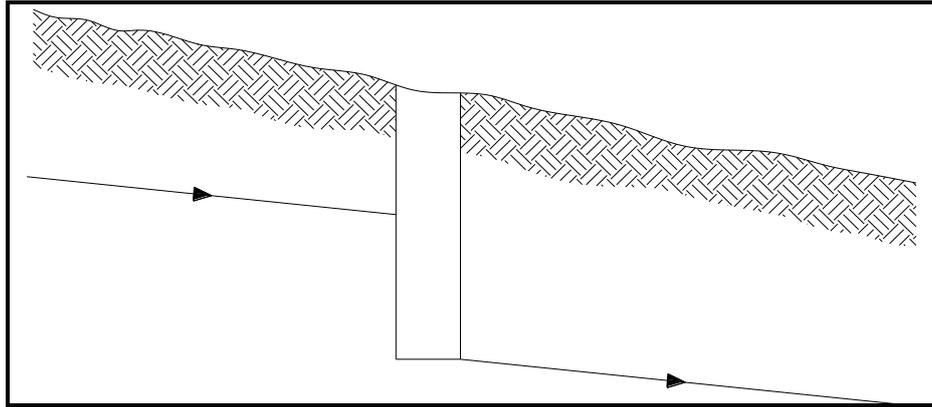


Figura 7 - Boca de Registro en un salto

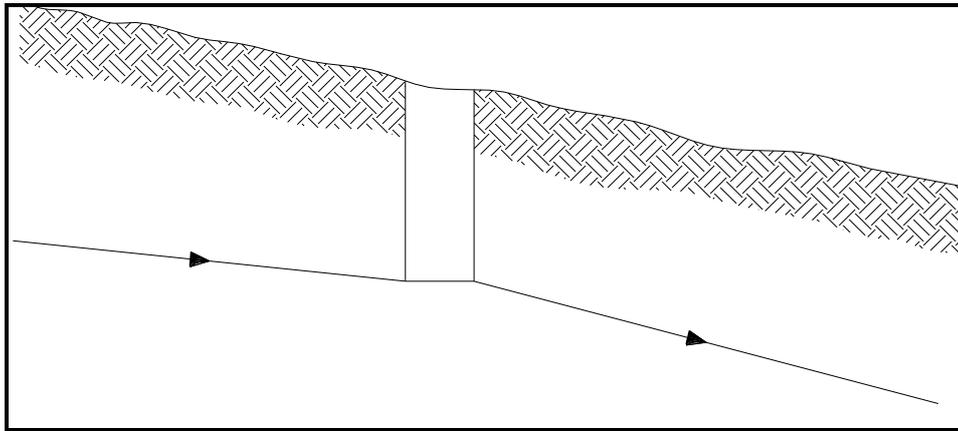


Figura 8 - Boca de Registro en un cambio de pendiente

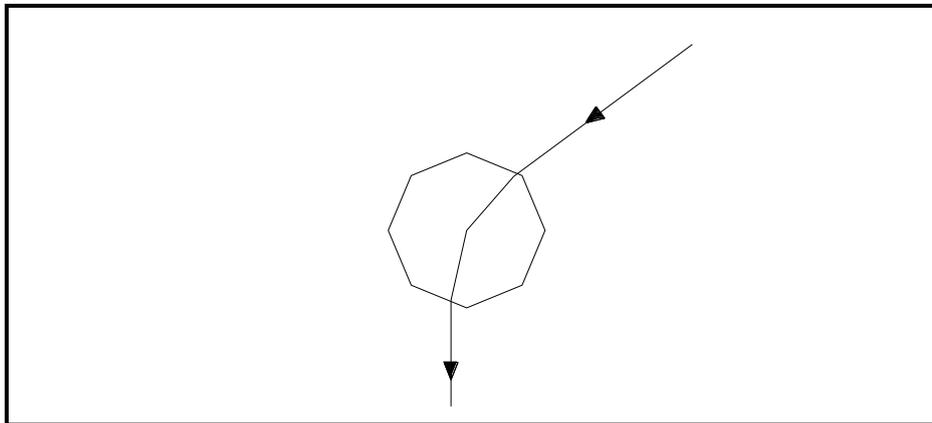


Figura 9 - Boca de Registro en un cambio de dirección

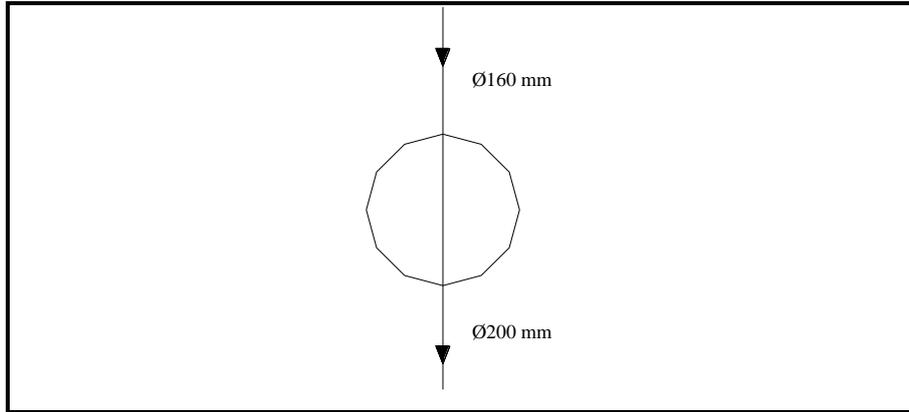


Figura 10 - Boca de Registro en un cambio de diámetro de la cañería

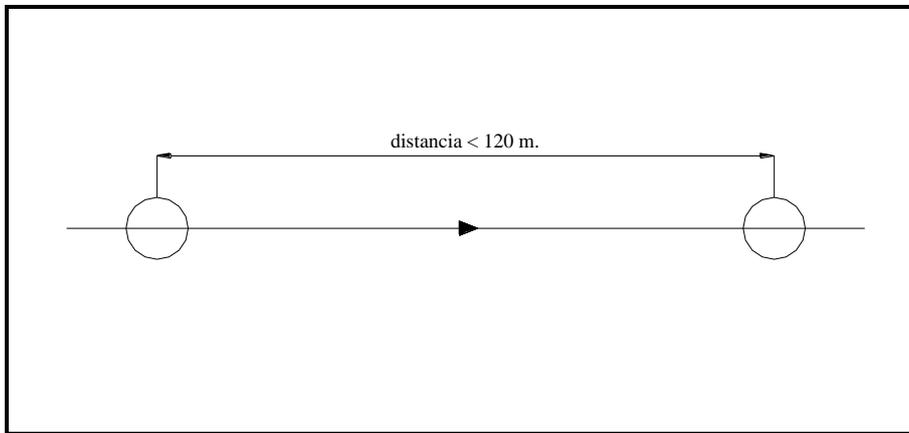


Figura 11 Boca de Registro a una distancia menor a 120 m.

Las bocas que albergan la cañería que trabajan a flujo por gravedad solamente, son de planta circular de 1.20 m de diámetro, para permitir al operario el manejo de herramientas para desobstruir la tubería (ver figura 12). Siempre que sea posible se evitarán las caídas verticales en las corrientes de aguas residuales, para reducir al mínimo las salpicaduras. Cuando sea necesario, deberán existir pozos de caída u otros medios para conducir las aguas a una cota inferior. Para alturas mayores de 2.5 metros, puede realizarse una reducción en la parte superior de la boca de registro. Cuando la diferencia entre la cota de intradós del caño de entrada y de salida sea superior a 2 metros, se debe aplicar una caída. En la solera de cada boca se construyen los cojinetes o canales para seguir el escurrimiento del líquido, de sección y pendiente adecuadas a las cañerías con las que deben empalmar. La altura del cojinete es equivalente a la mitad del diámetro de las cañerías, cuando los diámetros concurrentes sean iguales. En el caso que las secciones no sean iguales, se respeta dicha altura en el plano de encuentro con el muro de la boca de registro de cada conducto, debiendo variar hasta el otro plano de encuentro en forma lineal. En el espacio entre el borde del canal (cojinete) y el paramento interno, se rellena y revoca, con una pendiente de 1:10, para evitar que quede depositado el material que transporta el líquido.

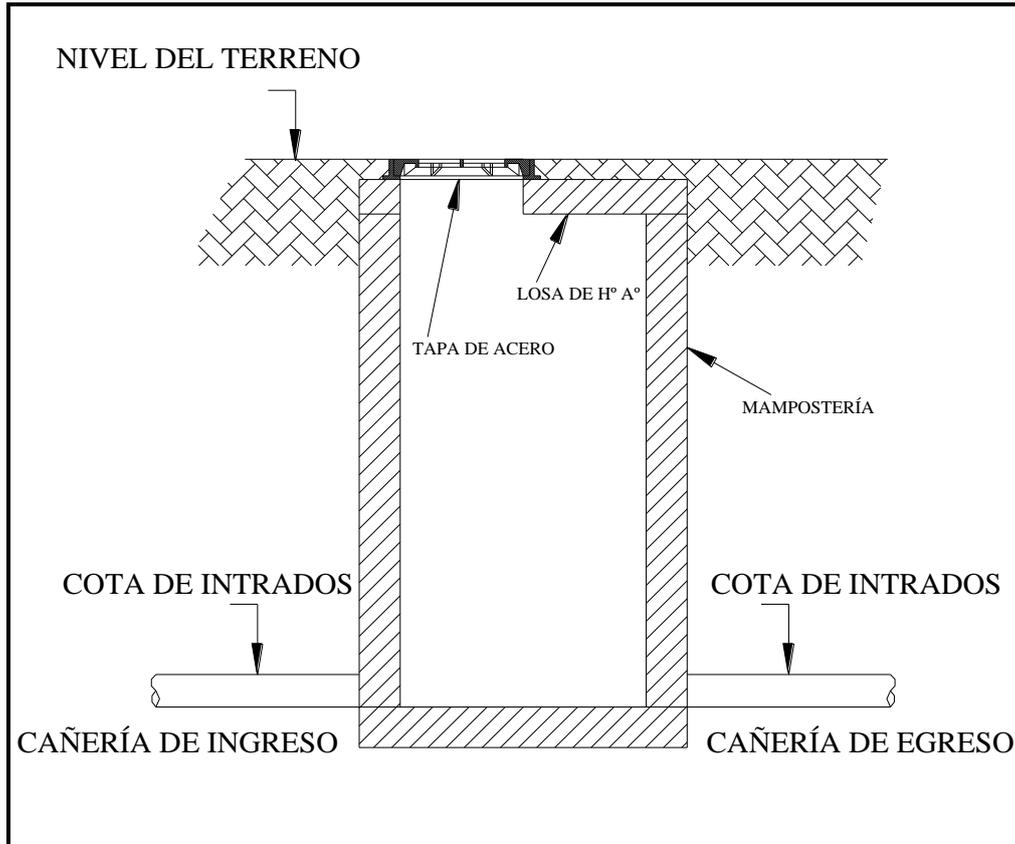


Figura 12 – Corte de boca de registro para cañerías a gravedad

Con respecto a la entrada y salida de las cañerías deberá cumplirse que el caño de salida nunca podrá tener diámetro menor que el de entrada; la cota de intradós del caño de entrada nunca será menor que la cota de intradós del caño de salida, en razón que si estuviera por debajo del mismo, el primero trabajaría en carga, situación poco deseable para las cloacas; por último la cota de intradós del caño que ventila debe estar, por lo menos, un diámetro por encima del caño de salida.

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

- ✓ **Emplazamiento indirecto:** se colocan en un recinto independiente denominado “cámara seca”. 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.

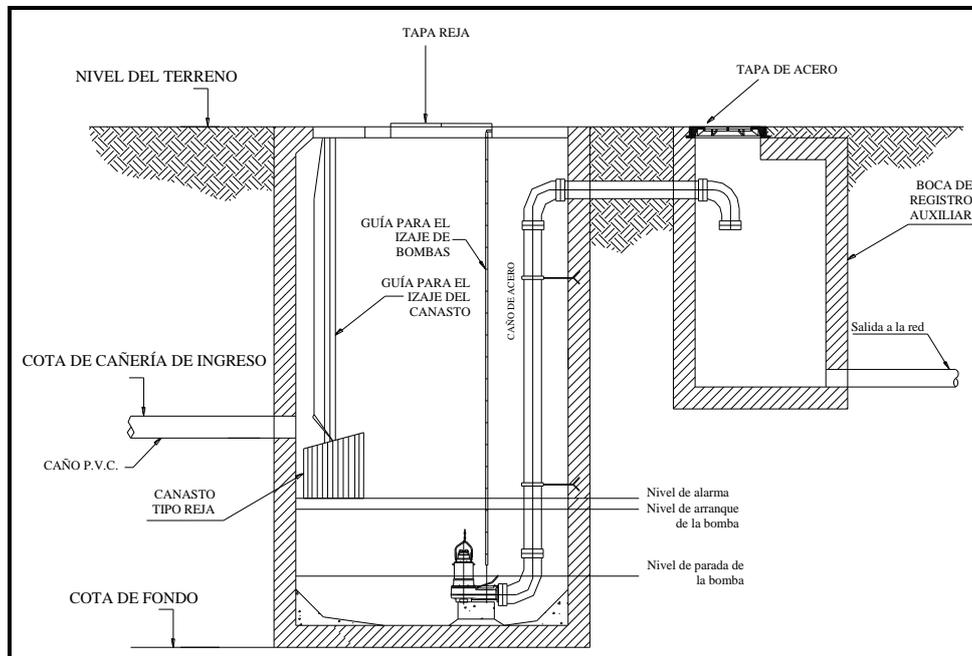


Figura 13 - Corte en Estación Elevadora

#### 4.2.2.6. Cálculo de la Red Colectora

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

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

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

Dónde:

R: Radio hidráulico de la sección.

i: Pendiente hidráulica m/m.

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

De la expresión más simple de la fórmula de Manning:

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

Dónde:

n: Coeficiente de Manning. Está en función del material y la viscosidad del fluido.

Si reemplazamos (2) en (1) obtenemos:

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

Como,

$$R = \frac{A}{P}; A = \frac{\pi \times \emptyset^2}{4}; P = \pi \times \emptyset$$

Entonces,

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

Luego

$$V = 36,685 \times \emptyset^{2/3} \times i^{1/2} \quad (3)$$

El valor de 36,08 corresponde a incorporar un coeficiente de manning de  $n = 0.010$  para PVC. Por la ecuación de continuidad:

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

Reemplazando (3) en (4):

$$Q = 31,169 \times \emptyset^{8/3} \times i^{1/2} \quad (m^3/s)$$

$$Q = 31169 \times \emptyset^{8/3} \times i^{1/2} \quad (l/s)$$

$$\phi = \left( \frac{Q(l/s)}{31169 \times i^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Estando “ $\phi$ ” en m., e “ $i$ ” en m/m.

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

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

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

La capacidad del colector se obtiene de la fórmula:

$$Q = 31169 \times \phi^{8/3} \times i^{1/2} \text{ (l/s)}$$

### 4.3. METODOS PARA ESTIMAR EL ESCURRIMIENTO PLUVIAL, A PARTIR DE LLUVIA.

#### 4.3.1. Relaciones lluvia-escorrimento

Es sumamente común que no se cuente con registros adecuados de escurrimiento en el sitio de interés para determinar parámetro y operación de obras hidráulicas. En general, los registros de precipitaciones son más abundantes que nos dé escurrimiento, y además, no se afectan por cambios en el tipo de cuenca, como urbanización, talas, derivaciones, etc.

Por ello, es conveniente contar con métodos que permitan estimar el escurrimiento mediante las características de la cuenca y la precipitación. Entre los principales parámetros que intervienen en el proceso de conversión de lluvia a escurrimiento se encuentran el área y las características de la cuenca, la altura total de precipitación, su duración, ente otros. Estos requerimientos varían según el método utilizado

Debido a que, por un lado, la cantidad y calidad de información disponible varían grandemente de un problema a otro y que, por otro, no siempre se requiere la misma precisión en los resultados, se han desarrollado una gran cantidad de métodos para analizar la relación lluvia-escorrimento. La complejidad de estos aumenta a medida que se tienen en cuenta más parámetros de los factores intervinientes.

Entre los métodos de más aplicación, podemos nombrar.

- ✓ Método de las envolventes
- ✓ Método racional
- ✓ Método del hidrograma unitario

En el apartado siguiente, se explicara brevemente el método racional, ya que es el que se utilizara en el desarrollo del presente informe.

#### 4.3.2. El método racional

El Método Racional es uno de los más utilizados para la estimación del caudal máximo asociado a determinada lluvia de diseño. Se utiliza normalmente en el diseño de obras de drenaje urbano y rural. Y tiene la ventaja de no requerir de datos hidrométricos para la Determinación de Caudales Máximos.

La expresión utilizada por el Método Racional es:

$$Q = C \times i \times A$$

Dónde:

Q: Caudal máximo [m<sup>3</sup>/s]

C: Coeficiente de escorrentía. Depende de las características de la cuenca

I: Intensidad de la Lluvia de Diseño, con duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y con frecuencia igual al período de retorno seleccionado para el diseño (Curvas de I-D-F) [m/h]

A: Área de la cuenca. [m<sup>2</sup>]

Entre las limitaciones destacadas por algunos autores acerca del Método Racional se pueden referir:

- ✓ Proporciona solamente un caudal pico, no el hidrograma de creciente para el diseño.
- ✓ Supone que la lluvia es uniforme en el tiempo (intensidad constante) lo cual es sólo cierto cuando la duración de la lluvia es muy corta.
- ✓ El Método Racional también supone que la lluvia es uniforme en toda el área de la cuenca en estudio, lo cual es parcialmente válido si la extensión de ésta es muy pequeña.
- ✓ Asume que la escorrentía es directamente proporcional a la precipitación (si duplica la precipitación, la escorrentía se duplica también). En la realidad, esto no es cierto, pues la escorrentía depende también de muchos otros factores, tales como precipitaciones antecedentes, condiciones de humedad antecedente del suelo, etc.
- ✓ Ignora los efectos de almacenamiento o retención temporal del agua escurrida en la superficie, cauces, conductos y otros elementos (naturales y artificiales).

Pese a estas limitaciones, el Método Racional se usa prácticamente en todos los proyectos de drenaje vial, urbano o agrícola, siempre teniendo en cuenta que producirá resultados aceptables en áreas pequeñas y con alto porcentaje de impermeabilidad, por ello es recomendable que su uso se limite a Cuencas con extensiones inferiores a las 200 Ha.

## 5. MEMORIA DESCRIPTIVA

### 5.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio del trabajo desarrollado se ubica en los edificios de laboratorio la Facultad de Ciencias Químicas y Comedor Universitario, dentro de la “Ciudad Universitaria” de Córdoba, la cual es un predio de 1.115 hectáreas ubicado en el sector suroeste de la Ciudad de Córdoba, Provincia de Córdoba, República Argentina.



Figura 14 - Ubicación de la prov. de Córdoba en Argentina .



Figura 15 - Departamento capital en la provincia de Córdoba.



Figura 16 – Imagen aérea de la ciudad de Córdoba.



Figura 17 - Vista aérea Pabellón Argentina, Ciudad Universitaria.

## 5.2. ANÁLISIS DE LA ZONA DE ESTUDIO

### 5.2.1. Campus de Ciudad Universitaria

La Ciudad Universitaria de Córdoba es un predio que se encuentra en la zona centro-sur de la ciudad de Córdoba y próximo al Parque Sarmiento.

En la Ciudad Universitaria se encuentran la mayoría de las facultades de la UNC, y además sus respectivos Laboratorios y Centros de Investigación. En el campus también se encuentran dependencias como el Laboratorio de Hemoderivados, el Instituto Superior de Investigación y Servicios de Recursos Hídricos, el Banco de Sangre y el Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal.

La Secretaría de Planeamiento Físico ha realizado recientemente el *Plan Estratégico Urbanístico y Catastral* sobre la proyección del crecimiento y la edificación de la Ciudad Universitaria. Este permite establecer parámetros para la re funcionalización de los espacios, evitar la dispersión de las áreas y aprovechar recursos. En los últimos años, se han construido más de 22.129 m<sup>2</sup> de superficie cubierta y 44.816 m<sup>2</sup> en trabajos de remodelación.

La Universidad Tecnológica Nacional se ubica en el cuadrante suroeste.

### 5.2.2. Pabellones

En el Pabellón Argentina, se encuentra la sede principal del Rectorado junto a las secretarías de Extensión, Relaciones Institucionales, Posgrado y Asuntos Académicos. En este pabellón se encuentran además la Sala de las Américas, que es un recinto con capacidad para 1200 personas donde se realizan actos académicos y espectáculos artísticos, y el Salón de Actos, con capacidad para 400 personas, el Comedor Universitario, la Facultad de Odontología y algunas áreas que dependen de otras unidades académicas.



Figura 18 – Imagen del Pabellón Argentina, Ciudad Universitaria.

La sala de sesiones del Consejo Superior, junto a las oficinas de la Secretaría General del Rectorado, se hallan ubicadas en un edificio en las adyacencias del Pabellón Argentina. Completan este espacio, el salón Claustorum, algunas aulas para el dictado de clases y salas de computación.

Otros pabellones son: Perú, Chile, Granero, Brujas, España, México, Gris, Residencial, Verde, Francia, Francia anexo.

### 5.2.3. Edificios

Las facultades y pabellones varios que se encuentran en el campus son:

- ✓ Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño.
- ✓ Facultad de Artes.
- ✓ Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- ✓ Facultad de Ciencias Económicas.
- ✓ Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Sede Ciudad Universitaria.
- ✓ Facultad de Filosofía y Humanidades (Pabellón España, Pabellón Residencial, Pabellón Brujas, Pabellón Francia, Pabellón Francia Anexo, Casa Verde, Pabellón Agustín Tosco, Casa Roja).
- ✓ Facultad de Lenguas
- ✓ Facultad de Matemática, Astronomía y Física.
- ✓ Facultad de Ciencias Médicas.
- ✓ Facultad de Odontología.
- ✓ Facultad de Psicología.

- ✓ Facultad de Ciencias Químicas.
- ✓ Facultad de Derecho y Ciencias Sociales. (Solo las Escuelas de Trabajo Social y Ciencias de la Información)

### 5.3. LA CIUDAD UNIVERSITARIA Y LA RED DE INFRAESTRUCTURA

A continuación se transcribe parte del “Plan de reordenamiento territorial y de espacios públicos” llevado a cabo por un equipo multidisciplinario, en su mayoría docentes de la U.N.C., en agosto de 2012. En relación a las redes de infraestructura, se expresa lo siguiente:

#### **“Sistema de Red de infraestructura:**

*Ciudad Universitaria cuenta con una red de infraestructura que la abastece y que está en permanente adecuación, ampliación y, en algunos casos, modernización. Se dispone de Red de Cloacas, Red de Desagües Pluviales, Provisión de Agua, diferenciada en agua corriente, riego e incendio, Provisión de Gas Natural, Suministro Eléctrico, Red de Alumbrado Público, Red de Señales Débiles y Servicios de Abastecimiento (carga y descarga), y de Recolección de Residuos. Se advierte, no obstante, una superposición de servicios en diferentes unidades, duplicando esfuerzos y presupuestos. Todo lo referido a insumos (electricidad, gas, agua, etc.) debería estar centralizado o por lo menos controlar consumos. De acuerdo al desarrollo y tipo de crecimiento que se ha dado en Ciudad Universitaria, se propone que en la medida que se vayan ampliando y renovando las distintas redes infraestructurales, su trazado se articule con el Sistema de Movimientos, entendiendo que es la manera más racional de distribución, así como el mejor modo de mantenimiento. Así mismo, se recomienda que esta adaptación se planifique y se realice, de acuerdo a las posibilidades, en función de los sectores definidos en macro-manzanas. Se propone, asimismo, modificar, complementar y readaptar algunas de las redes y servicios enunciados, de modo de hacerlos más eficientes y sustentables, en particular, aquellos que tienen que ver con los recursos energéticos, planificando dichas acciones por macromanzanas, con la idea de avanzar a un autoabastecimiento de cada una.*

Como acciones inmediatas, se propone:

- ✓ *Respecto del tratamiento de residuos, centralizar a nivel general la planificación manteniendo la diferenciación entre urbanos y peligrosos y gestionar adecuadamente su proceso a fin de tender a la reducción, reutilización y reciclaje.*
- ✓ *Respecto de desagües pluviales, por un lado centralizar a nivel general la planificación a los efectos de garantizar una mejor evacuación mediante lagunas de retardo y a la vez la captura de agua mediante sistemas de retención. Se trata de cuencas consolidadas, impermeabilizadas y naturalizadas. En este sentido, se proponen tres zonas para su localización: en el Paseo del Sur, al este de Agronomía; en el Paseo del Oeste, al oeste de*

Famaf; y, en el Paseo del Norte, al este de la Gota. Por otro, definir por macro-manzanas, coordinadas a nivel general, la planificación para capturar las aguas pluviales en superficies techadas y conectarlas a la red de abastecimiento a los efectos de incrementar la disponibilidad de agua de riego.

- ✓ Respecto del suministro de electricidad, gas y combustibles, así como la provisión de agua corriente, centralizar por macro-manzanas, coordinadas a nivel general, para lograr una planificación de usos y logística, ejercer un control y alcanzar una efectiva reducción del consumo y uso responsable.
- ✓ Implementar un programa permanente de educación ambiental a toda la comunidad universitaria tendiente a un uso racional y eficiente de los recursos de ciudad Universitaria.”



Figura 19 - Red de infraestructuras de Ciudad Universitaria – Subsecretaría de Planeamiento Físico.

Gomez Miralles, Eliseo

Del texto analizado anteriormente y de la información que se ha recopilado, se puede decir lo siguiente:

- ✓ La U.N.C. cuenta con una amplia gama de infraestructuras que brindan distintos servicios. Podríamos decir que los servicios básicos están garantizados en todos los edificios ubicados en Ciudad Universitaria.
- ✓ Se trata de orientar los proyectos y ejecución de infraestructura hacia una meta sustentable, logrando así ahorros en los consumos, sobre todo en los servicios que requieran mayor cantidad de energía.
- ✓ En relación a la red de infraestructura cloacal, todos los edificios están conectados a colectoras en donde derivan sus líquidos. No se registran existencias de pozos de absorción en actividad.

#### 5.4. INFRAESTRUCTURA CLOACAL EN EL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y EL COMEDOR UNIVERSITARIO

El laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas y el Comedor Universitario son edificaciones cercanas al Pabellón Argentina, que es el edificio de mayor importancia dentro de la Ciudad Universitaria.



Figura 20 - Vista aérea F.C.Q. y Comedor Universitario, Ciudad Universitaria.

El primero se ubica en un subsuelo con cubierta transitable. La estructura se compone de un largo pasillo con alas a ambos lados, donde se encuentran las diferentes secciones de investigación. Cada una de las alas posee un baño mixto el cual consta de un inodoro y un lavabo. Es decir, en total hay dos baños. Dentro de los cuartos de laboratorios, se encuentran gran cantidad de lavabos, canillas y piletas de piso. En ellos la iluminación y ventilación de los ambientes se dan a través de patios ingleses.

En relación al sistema de instalaciones sanitarias cloacales, hay dos cañerías principales debajo de cada patio inglés, que colecta los residuos de aguas negras y grises del ala correspondiente, y las transportan hacia dos bocas de registro ubicadas en las afueras del edificio. Posteriormente a esto, de las bocas de registro se lleva el caudal hacia una estación elevadora ubicada en el estacionamiento adyacente al edificio, con el fin de bombear hacia la cañería colectora que está ubicada debajo de la vereda de la calle por la cual se accede. Este sistema se detallará más adelante.



Figura 21 - Laboratorios de la F.C.Q.

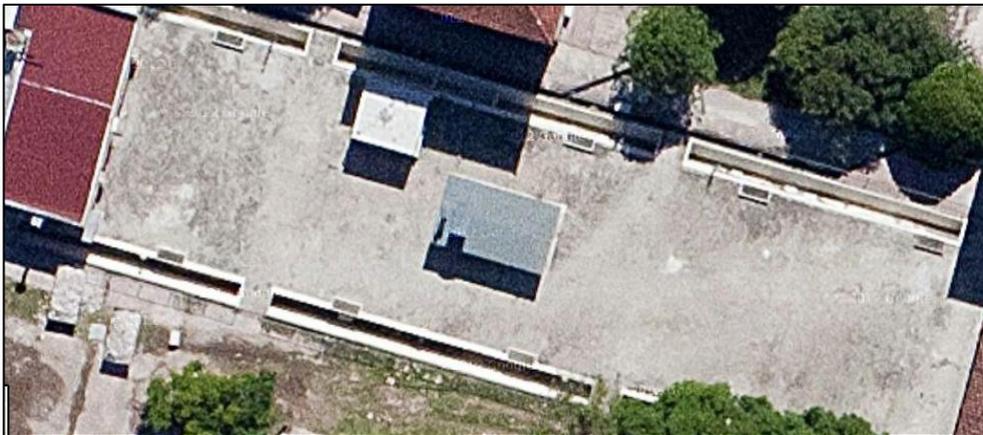


Figura 22 - Cubierta transitable y patios ingleses de los laboratorios de F.C.Q.

En cuanto al comedor universitario, este es sin dudas uno de los establecimientos más importantes que tiene la U.N.C., ya que aquí se sirven más de 1000 raciones diarias. Además, es un lugar donde, por las dimensiones que posee, se dan eventos a los que concurren miles de personas. Es por ello que es importante tener infraestructura de servicios acorde a la capacidad y a la alta demanda que este lugar tiene.

El edificio se compone de una gran superficie de comedor, una cocina de grandes dimensiones, un baño masculino y un baño femenino.

En cuanto al sistema cloacal, los efluentes de los dos baños son derivados a una cañería colectora la cual deriva en una cámara de inspección ubicada en el patio entre el comedor, la F.C.Q y la Secretaría de Relaciones Internacionales (edificio reciente que se ubica por encima de una parte de la cubierta transitable de los laboratorios, que no está registrado en las imágenes satelitales). Seguido a esto, la cañería continua hasta que se da la unión con el sistema de desagües cloacales provenientes de los laboratorios, y es aquí donde se origina el problema.

Por su parte, los efluentes cloacales generados en la cocina, posee un sistema independiente al descrito anteriormente. Previo paso por una grasera, los líquidos escurren directamente hacia una boca de registro ubicada debajo de la vereda, en donde son vertidos hacia la cañería colectora. Esto se detallara más adelante.

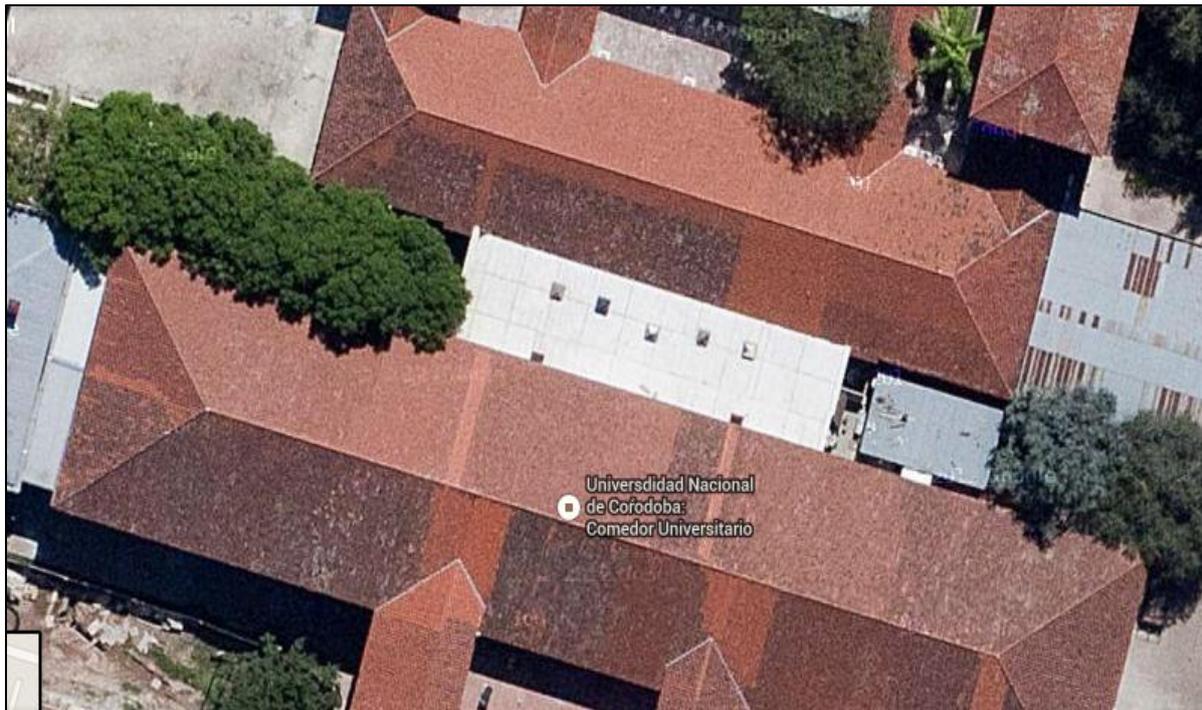


Figura 23 - Cubierta inclinada del comedor y cubierta plana de los baños.

## 5.5 ESTADO ACTUAL DEL SERVICIO

En los últimos años, el servicio de infraestructura cloacal ha suscitado distintos inconvenientes. Particularmente el subsuelo perteneciente a la Facultad de Ciencias Químicas es el más afectado, aunque también se han dado problemas en el Comedor Universitario.



Figura 24 - Patio divisorio entre laboratorios de F.C.Q., Secretaria de Relaciones Internacionales y Comedor Universitario.

El inconveniente observado se da en la boca de registro en la cual se unen las cañerías provenientes de los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas y el Comedor Universitario (ver Boca de Registro N°3 – Plano N°2 – Anexo A).

Lo que ocurre aquí es que esta boca se obstruye de algún modo, y el agua que tendría que escurrir por ellas, empieza a remansarse aguas arriba. Es aquí cuando el agua empieza a salir por lugares por donde no tendría que hacerlo: las piletas de piso.

Así, se inunda todo el sector correspondiente al subsuelo, problema que no tiene solución hasta que no interviene el servicio de desagote y desobstrucción.



Figura 25 - Subsuelo de F.C.Q., inundado por colapso cloacal.



Figura 26 - Boca de registro N°3 (Plano N°2 – Anexo A) de la red cloacal, con acumulación de líquidos.

Gomez Miralles, Eliseo

En las anteriores figuras se puede observar la importante cantidad de agua escurriendo por el piso del lugar, y la inhabilitación del mismo. También se observa en una boca de registro, la acumulación de líquido cloacal.

Es importante mencionar que en dichos laboratorios, se trabajan con sustancias y materiales que son sumamente costosos, y cada rebalse de las piletas de piso afecta su trabajo, teniendo implicancias económicas grandes. No solo esto, sino que también existe una pérdida de tiempo importante ya que mientras dure el anegamiento, el lugar estará inhabilitado para trabajar, y los profesionales no pueden realizar de forma tranquila sus labores. Es decir, tiene un peso tanto económico como psicológico. De aquí la urgencia de solucionar el problema lo más rápido posible.

Según los trabajadores del sector, los problemas ocurren cuando en el Comedor Universitario se realizan eventos de importante magnitud, con concurrencia de muchas personas. Aquí se da un uso intensivo de los sanitarios y es cuando ocurre el problema de la obstrucción.

También testificaron que en los días en los cuales hay lluvias intensas, también el sistema cloacal se obstruye y el agua empieza a rebalsar por las piletas de piso.

## 5.6. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y ANTECEDENTES

Para poder comprender la naturaleza del problema, a fin de proponer una o varias soluciones, se necesitó previamente hacer una recopilación de antecedentes. Esto es de gran importancia a fin de realizar un diagnóstico sin tanta pérdida de tiempo en los trabajos que se realizan para conocer estos datos.

Los datos que resultaron de interés para el análisis y diagnóstico fueron:

- ✓ Datos topográficos, planimetría y altimetría de la red cloacal.
- ✓ Datos sobre puntos de aporte y depósitos.
- ✓ Datos de ubicación de las cañerías y sus respectivos diámetros, materiales y clase.
- ✓ Datos de ubicación y mantenimiento de cojinetes.
- ✓ Datos de capacidad de las bombas.
- ✓ Datos de servicios existentes (luz, agua, gas, fibra óptica, etc.)
- ✓ Cantidad y estado de artefactos sanitarios que abastecen las diferentes líneas.
- ✓ Años de ejecución de trabajos de infraestructura

Para ello, se solicitó a la Dirección de Catastro (cuyo director es el Ing. Agrim. Anselmo Cravero) y a la Dirección de Infraestructura y Medio Ambiente (cuyo director es el Arq. Raúl Martínez Torres) de la Subsecretaría de Planeamiento Físico la información y planos que tuviesen disponibles acerca de las redes de infraestructuras en los sectores ya mencionados, donde se sitúa la problemática.

Cabe mencionar que no existían muchos registros al respecto, solamente se pudo adquirir un plano que contenía los relevamientos planialtimétricos de diferentes

edificios e infraestructuras existentes realizado por la Dirección de Catastro, pero en donde todavía no se había podido registrar la red cloacal existente en el sector.

También nos proporcionaron los planos pertenecientes a las instalaciones sanitarias de la Secretaría de Relaciones Internacionales, una de las dependencias que se conecta con la red cloacal que tiene problemas

Es por ello, que se debió realizar un relevamiento planialtimétrico de todo lo que resulte de interés a fin de poder describir las instalaciones existentes y lograr la comprensión integral de la problemática.

## 5.7. RELEVAMIENTO PLANIALTIMÉTRICO DE LAS BOCAS DE REGISTROS CLOCALES

Se procedió a relevar todo lo que resulto de interés de la red cloacal del lugar. Previo a esto, se debió pedir autorización a las dependencias correspondientes. Así, hubo que aunar esfuerzos entre el Sr. Miguel Tomalino, Director del Comedor Universitario, y el personal de mantenimiento, para coordinar día y horario disponible para la inspección.

Lo mismo ocurrió con las autoridades de la Facultad de Ciencias Químicas, en donde la vicedecana, Dra. Ana Baruzzi, autorizó los trabajos de relevamiento. De esta forma, se podían comenzar las tareas programadas.

En primera instancia se identificó todas las bocas de registros cloacales que se encontraron, enumerándolas con el fin de identificarlas. Se realizó un recorrido interno en la Facultad de Ciencias Químicas, en el Comedor Universitario y en la Secretaría de Relaciones internacionales, inspeccionando y registrado los artefactos sanitarios, piletas de piso y analizando el posible recorrido de las cañerías.

Una vez hecho esto, se realizó el primer croquis con las ideas del funcionamiento y ubicación de las cañerías de los edificios.

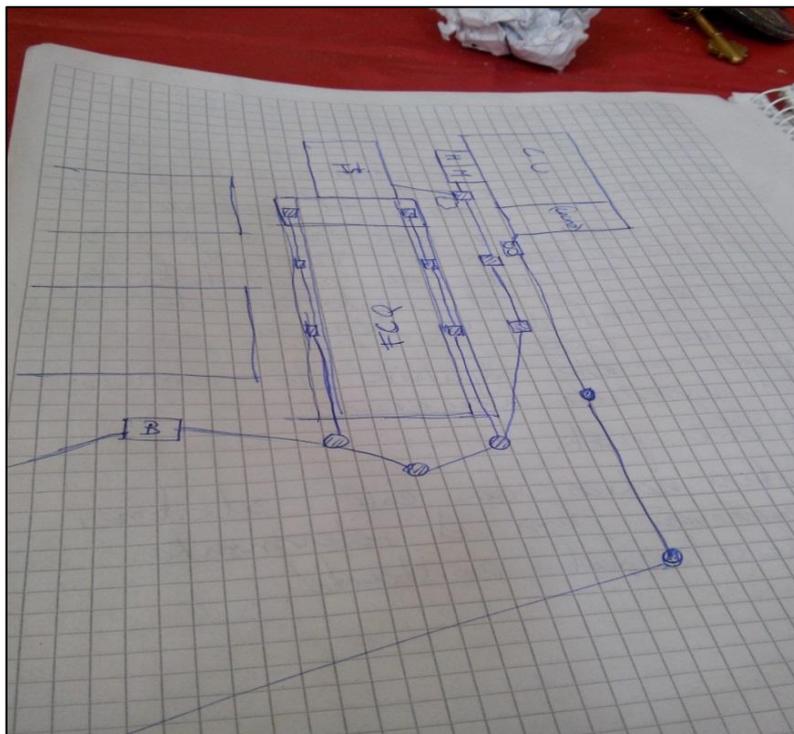


Figura 27 - Primeros esquemas realizados de la red cloacal.

Luego, se realizó el relevamiento planialtimétrico en sí de diversos puntos de interés. Entre ellos:

- ✓ Ubicación planimétrica de las tapas de bocas de registro.
- ✓ Ubicación altimétrica de las tapas de boca de registro.
- ✓ Ubicación altimétrica del intradós de las cañerías que llegan a las bocas de registros consideradas.

Estos trabajos fueron realizados en conjunto con el Ing. Agrim. Haniewicz, miembro de la Dirección de Catastro de la Subsecretaría de Planeamiento Físico.

El instrumental utilizado fue una estación total proporcionada por la Dirección de Catastro, y una regla graduada (de 4 metros de longitud con precisión  $\pm 1$  cm.) proporcionado por la Escuela de Agrimensura de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Al trabajo se lo dividió cronológicamente en dos partes: en una primera instancia se relevó planialtimétricamente (es decir, tres coordenadas) las tapas correspondiente a las bocas de registro, y luego se relevó altiméricamente el intradós de las cañerías que llegaban a la boca de registro.

#### **5.7.1. Relevamiento planialtimétrico de las tapas de las bocas de registro**

En relación a la primera actividad, los puntos medidos se referenciaron en base a un sistema de apoyo de puntos fijos que ya tenían determinado en los planos y base de datos de la Dirección de Catastro. Es decir, los puntos de apoyos (puntos fijos) que utilizaban la Dirección de Catastro, nos sirvieron como referencia para, a partir de ellos, comenzar con las mediciones. Las cotas altimétricas de los puntos de apoyos, están referenciadas a diversos puntos de referencia tomados por la misma Dirección de Catastro.

Para ejecutar la medición, se colocó el prisma receptor de la onda en el centro de cada tapa de inspección.

Así, se identificaron 11 bocas de registros pertenecientes al sistema de desagües cloacales. El resultado de esto fue el Plano N°1 – Anexo A.

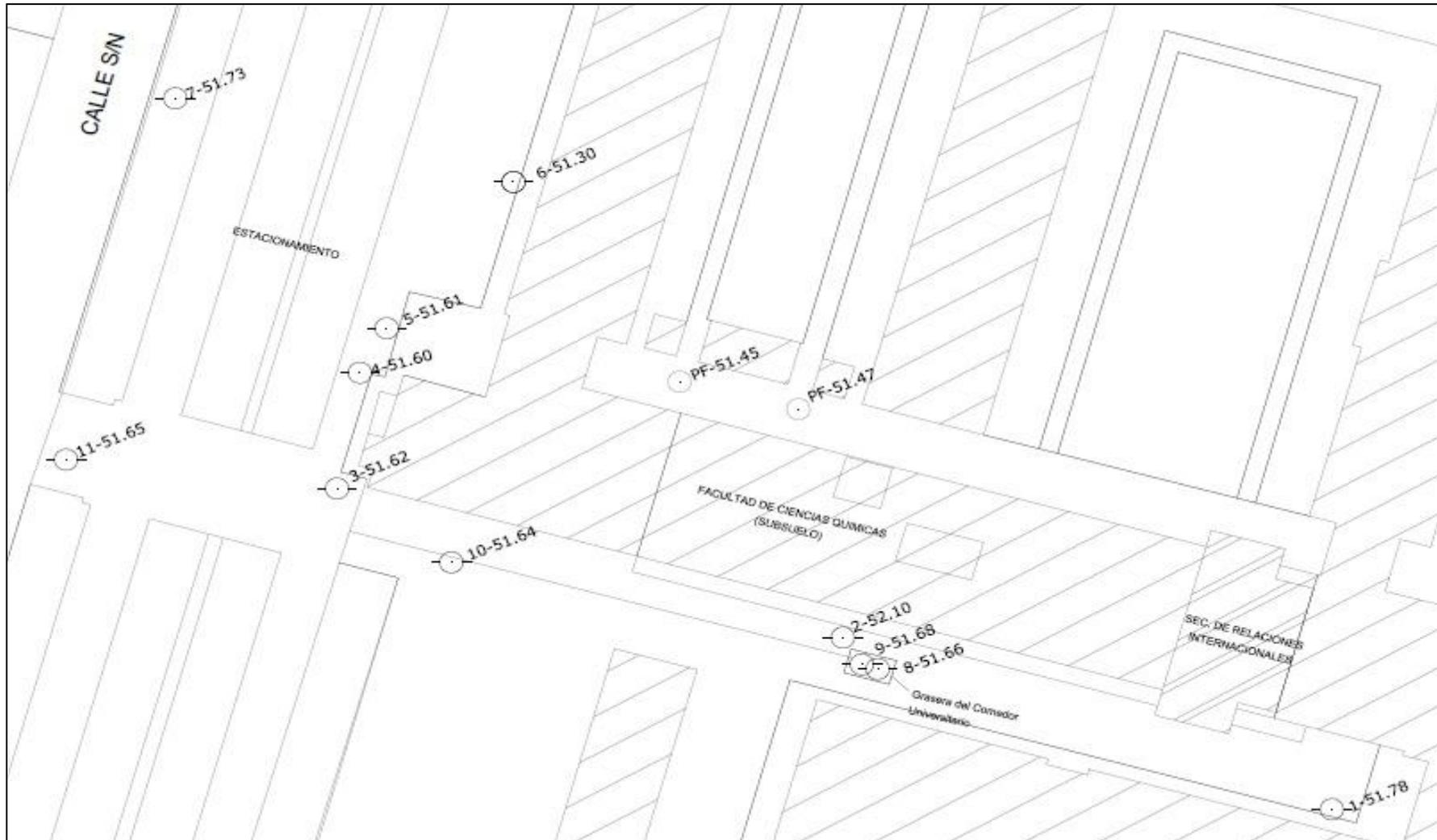


Figura 28 - Relevamiento planialtimétrico de las bocas de registro

### **5.7.2. Relevamiento de cotas de intradós de cañerías en las bocas de registro. Inspección visual.**

Además de realizar la medición de las cotas de intradós de las cañerías, se realizó una inspección visual de cada boca de registro, para realizar un análisis de la situación, y de las cañerías que llegaban a él. En especial, se deseaba saber su procedencia. Así, según las referencias de las bocas en el Plano N°1 – Anexo A, tenemos el siguiente análisis:

#### **Punto 1: Boca de registro**

En este punto se encuentra la primera cámara de inspección a la cual llegan las cañerías de los baños del comedor. Se observó que la tapa no se encontraba en buenas condiciones, debido a que el personal del comedor suelen tirar a la cámara lo que barren del piso. Sumándole a esto que hay un árbol el cual con sus raíz aumenta el deterioro del punto 1, y en algún futuro podría ocasionar daños mayores.

Otro problema es que se conectó una cañería pluvial, el cual desagota el agua perteneciente a la cubierta plana existente y que corresponden a los mismos baños del comedor.

Esto es un error de tipo constructivo, ya que en la Ciudad de Córdoba, los sistemas de infraestructura son “Sistemas Separativos”, con el tratamiento de las aguas residuales mientras que las aguas pluviales se vuelcan al medio receptor generalmente sin tratamiento alguno.

Esto tiene relación con los testimonios de los profesionales que trabajan en el laboratorio, quienes argumentaban que en días de lluvia intensa, se producía el rebalse de las piletas de piso.

También cuenta con otra conexión por parte del Edificio de Relaciones Internacionales.



Figura 29 - Tapa boca de registro 1

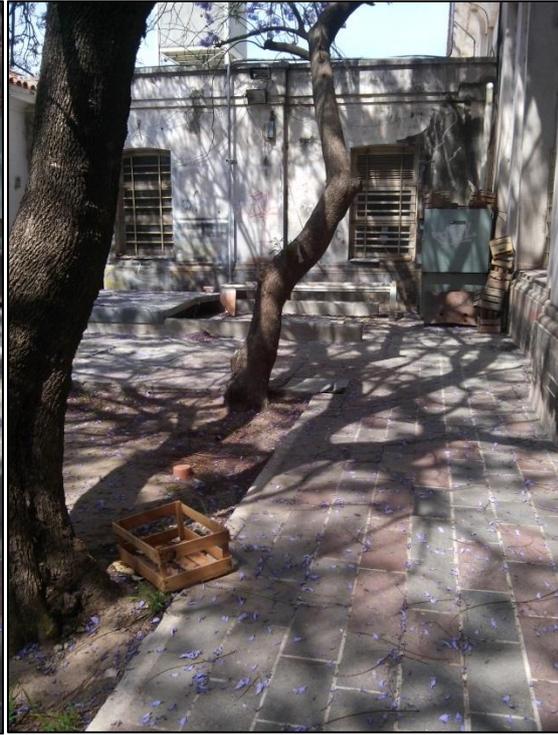


Figura 30 - Caño pluvial que desciende de la cubierta



Figura 31 – Cámara de inspección N°1.

### **Punto 2: Boca de registro**

Los líquidos provenientes de los baños del comedor, continúan por la cañería hasta la segunda boca de registro o cámara de inspección. Esta cuenta con una escalera fija para su mantenimiento pudiendo entrar personal para su limpieza. Se observa que hay un caño no perteneciente a la red cloacal que también desagota en la cámara, pero no aporta caudal (está inactivo).

También se puede observar que la tapa de esta cámara está por encima del nivel del terreno natural, a diferencia de todas las otras. Esto se visualiza en la diferencia de cotas que se pueden apreciar en el Plano N°1 – Anexo A.



*Figura 32 - Boca de registro N°2.*



Figura 33 - Vista de la tapa de la boca de registro N°2.

### **Punto 3: Boca de registro**

Este punto resultará el de mayor interés, ya que aquí se da el problema de atascamiento y taponamiento del sistema, generando el colapso aguas arriba del sistema de red cloacal del laboratorio de la F.C.Q. Se evidencia en las imágenes, una mala ejecución de esta, quedando a la vista las improvisaciones.

A esta cámara de inspección llegan diferentes cañerías cloacales: una proveniente del laboratorio, una proveniente de los sanitarios del comedor universitario y una cuyo origen/destino no se ha podido determinar, pero que probablemente sea una vieja continuación de la cañería del comedor, en la cual existe un taponamiento en alguna parte. Esta última, también puede ser proveniente de la misma colectora cloacal a la cual se vierten los líquidos (materializándose un error constructivo importante). De cualquier manera, ninguna de las dos suposiciones se pudo corroborar, ya que no se realizó el sondeo de la cañería debido a su elevado costo.



Figura 34 - Boca de registro N°3.



Figura 35 - Boca de registro N°3, con acumulación de líquidos.



Figura 36 – Tapa de la boca de registro N°3.

#### **Punto 4: Boca de registro**

Punto de transición para entre el punto 3 y la sala de bombeo. Aquí la cañería colectora de las líneas de la F.C.Q. y el Comedor universitario, tienen un cambio de dirección, motivo por el cual está la cámara de inspección.



*Figura 37 - Tapa de la boca de registro N°4.*

#### **Punto 5: Boca de registro**

El laboratorio de la F.C.Q. cuenta con dos cañerías de cloacas a ambos lados del edificio. La ya mencionada que desemboca al punto 3, y con una segunda que desagota en el punto 5.

A su vez, a este punto llegan los caudales que trae la cañería entre las bocas 4 y 5, es decir, llegan los caudal proveniente del Comedor Universitario y del otra ala de la F.C.Q.



Figura 38 - Boca de registro N°5.

### **Punto 6: Sala de bombeo**

Llegan a esta sala de bombeo, los caudales provenientes de las cañerías que llegan al punto 5. Es decir, a este punto llegan los líquidos cloacales del Comedor universitario y los de todo el laboratorio de la F.C.Q.

La sala de bombeo se ejecutó ya que estas cañerías tienen una mayor profundidad que la colectora que pasa por debajo de la vereda, con lo cual, hay que elevar el caudal cloacal mediante la acción de bombas.

### **Punto 7: Boca de registro**

Punto de desagote final de todas las aguas servidas a la cañería colectora principal.

Se ubica sobre la vereda de la calle que esta entre la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (F.A.U.D), y la manzana en análisis, donde se ubica, además de los laboratorios de la F.C.Q., el Pabellón Argentina.

### **Punto 8: Graseira**

El comedor cuenta para su cocina con una cámara desengrasadora, el cual tiene dos tapas para su inspección y limpieza.

### **Punto 9: Graseira**

Segunda tapa de la graseira.



*Figura 39 - Tapas de registro de la graseira.*

### **Punto 10: Boca de registro de línea de Graseira**

Continuando el desagote por gravedad de la graseira se encuentra el punto 10.

### **Punto 11: Boca de registro de línea de Graseira**

Punto final del recorrido, desde el punto 10 cruzando todo el estacionamiento se llega a la cañería colectora principal.

### 5.7. RELEVAMIENTO PLANIMÉTRICO DE DESAGUES PLUVIALES QUE APORTAN A LA RED CLOACAL.

Lo que se realizó aquí, es la identificación planimétrica de las cañerías de desagüe pluvial de cubiertas planas que aportan caudal a la red, así como también el área que estas desaguan (coinciden con las correspondientes a dichas cubiertas). Se identificaron dos cañerías que derivaban en bocas de registro cloacales:

- ✓ Una que derivaba en la línea interna de los laboratorios de la F.C.Q. (ver figuras 40 y 41).
- ✓ Otra que derivaba en la Cámara de inspección N°1 (ver figura 30).



Figura 40 - Descenso de caño pluvial sobre red cloacal.



Figura 41 - Incorporación del caño pluvial en la boca de registro.

En las imágenes satelitales se puede ver el área de aporte de las conexiones pluviales:



Figura 42 - Área de aporte de caño pluvial 1.



Figura 43 - Área de aporte de caño pluvial 2.

## 6. MEMORIA ANALÍTICA

### 6.1. RESUMEN DE LOS DATOS RELEVADOS

A continuación, se presenta una tabla donde se denotan las mediciones realizadas:

<b>Puntos</b>	<b>Cota terreno [m]</b>	<b>Cota intradós [m]</b>
1	51,78	50,09
2	52,10	49,13
3	51,62	48,18
4	51,60	48,04
5	51,61	47,99
6	51,30	47,87 (entrada bombeo)
7	51,73	49,84
8	51,66	Grasera
9	51,68	Grasera
10	51,64	50,38
11	51,65	50,13

*Tabla 3 - Valores obtenidos del relevamiento*

En las columnas en donde figura el texto “grasera”, corresponde a puntos donde las tapas de registro eran pertenecientes a la grasera de la cocina del comedor (figura 39) con lo cual, allí no se pudo medir ninguna profundidad de cañería.

A partir de estos datos, se pudo deducir las características de las cañerías que componen la red cloacal. La siguiente tabla muestra las deducciones realizadas.

También se pudo comprender los esquemas de funcionamiento de la red, y elaborar un plano de relevamiento de cañerías existentes. Se lo puede visualizar en el Plano N°2 – Anexo A.

Tramo	Cota Tapas de registro [m]		Cota intrados		Tapada [m]		Planimetria		Longitud [m]	Pendiente Terreno	$\Delta H$ [m]	Pendiente Cañería	Pend. Cañería (%)	$\phi$ comercial	
	Atras	Adel.	Atras	Adel.	Atras	Adel.	Long X	Long Y						Material	[mm]
1 a 2	51,78	52,10	<b>50,09</b>	<b>49,14</b>	1,69	2,96	43,40	15,60	<b>46,12</b>	-0,007	0,950	<b>0,021</b>	2,06	PVC	160
2 a 3	52,10	51,62	<b>49,12</b>	<b>48,20</b>	2,98	3,42	42,97	15,06	<b>45,53</b>	0,011	0,920	<b>0,020</b>	2,02	PVC	160
3 a 4	51,62	51,60	<b>48,16</b>	<b>48,05</b>	3,46	3,55	2,80	11,69	<b>13,02</b>	0,002	0,110	<b>0,008</b>	0,84	PVC	160
4 a 5	51,60	51,61	<b>48,03</b>	<b>47,99</b>	3,57	3,62	2,51	4,22	<b>4,91</b>	-0,002	0,040	<b>0,008</b>	0,81	PVC	160
5 a 6	51,61	51,30	<b>47,99</b>	<b>47,87</b>	3,62	3,43	10,92	13,88	<b>17,66</b>	0,018	0,120	<b>0,007</b>	0,68	PVC	160
6 a 7	51,30	51,73	<b>Bomba</b>	<b>49,84</b>	-	1,89	29,19	7,56	<b>30,15</b>	-0,014				PVC	160
8 a 9	51,66	51,68	<b>Grasera</b>	<b>Grasera</b>	-	-	0,00	0,00	<b>1,45</b>	-0,014				PVC	160
9 a 10	51,68	51,64	<b>Grasera</b>	<b>50,38</b>	-	1,26	35,33	9,69	<b>36,63</b>	0,001				PVC	160
10 a 11	51,64	51,65	<b>50,37</b>	<b>50,13</b>	1,27	1,52	33,13	9,35	<b>34,42</b>	0,000	0,240	<b>0,007</b>	0,70	PVC	160
11 a 7	51,65	51,73	<b>50,13</b>	<b>49,84</b>	1,52	1,89	9,29	34,30	<b>35,54</b>	-0,002	0,290	<b>0,008</b>	0,82	PVC	160

Tabla 4 - Relevamiento de cañerías existentes.

Dónde:

$$Tapada = Cota tapa de registro - Cota intradós$$

$$\Delta h = Cota intrados atrás - Cota intrados adelante$$

$$Pendiente terreno = \frac{Cota tapa registro atrás - Cota tapa registro adelante}{Longitud cañería}$$

$$Pendiente cañería = \frac{\Delta h}{Longitud cañería}$$

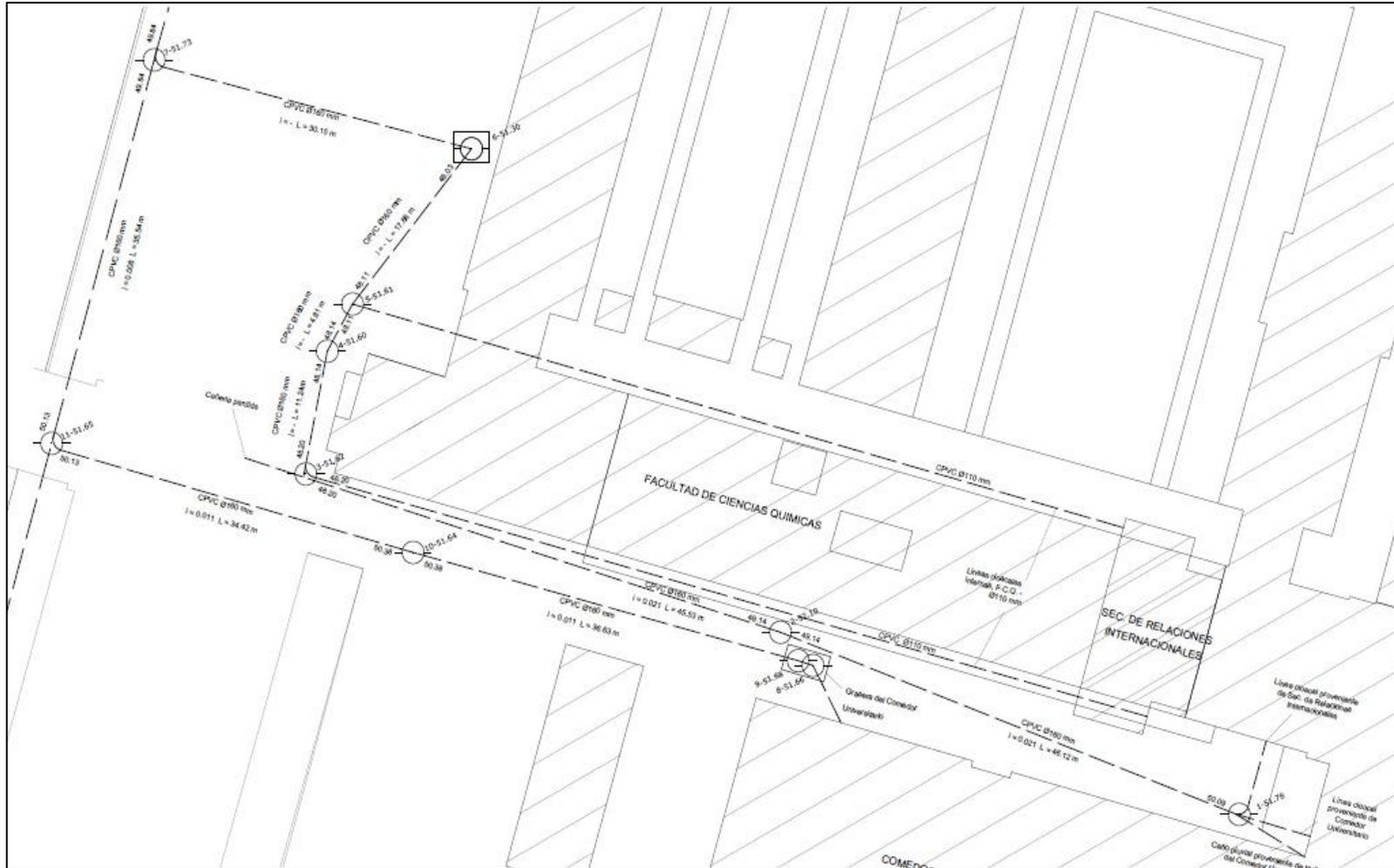


Figura 44 - Esquema de cañerías relevadas.

## 6.2. VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD DE LAS CAÑERÍAS

### 6.2.1. Aportes cloacales de los artefactos sanitarios

Los caudales individuales de cada artefacto sanitario ( $Q_{ind}$ ) que se detallan a continuación se han tomado de tablas proporcionadas por la "Norma básica de instalaciones Interiores de suministro de Agua, (NIA)" de España.

#### 6.2.1.1. Sanitarios del comedor universitario

A partir del relevamiento realizado en los sanitarios del Comedor Universitario tenemos:

Sanitario Masculino			
Artefacto	Cantidad	$Q_{ind}(l/min)$	$Q_{suma}(l/min)$
Mingitorios	3	9,00	27,00
Inodoros (tipo fluxor)	4	100,00	400,00
Inodoros para discapacitados (con deposito)	1	6,00	6,00
Lavamanos	4	6,00	24,00
<b>Total (n)</b>	<b>12</b>	<b><math>Q_{maximo\ parcial}</math></b>	<b>457,00</b>

Tabla 5 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios.

Sanitario Femenino			
Artefacto	Cantidad	$Q_{ind}(l/min)$	$Q_{suma}(l/min)$
Mingitorios	0	9,00	0,00
Inodoros (tipo fluxor)	4	100,00	400,00
Inodoros para discapacitados (con deposito)	1	6,00	6,00
Lavamanos	5	6,00	30,00
<b>Total (n)</b>	<b>10</b>	<b><math>Q_{maxparcial}</math></b>	<b>436,00</b>

Tabla 6 Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios.

Sumando los aportes:

$$Q_1 = 893 \text{ l/min} = 14,88 \text{ l/s}$$

#### 6.2.1.2. Sanitarios de la Secretaría de Relaciones Internacionales

A partir del relevamiento realizado en los sanitarios de la Secretaría de Relaciones Internacionales:

Sanitarios			
Artefacto	Cantidad	$Q_{ind}(l/min)$	$Q_{suma}(l/min)$
Inodoros (con deposito)	4	6	24
Lavamanos	4	6	24
<b>Total (n)</b>	<b>8</b>	<b><math>Q_{maximo}</math></b>	<b>48,00</b>

Tabla 7 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios.

$$Q_2 = 48 \text{ l/min} = 0,8 \text{ l/s}$$

### **6.2.1.3 Laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas**

<b>Sanitarios mixtos</b>			
<b>Artefacto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Qind(l/min)</b>	<b>Qsuma(l/min)</b>
Inodoros (con deposito)	2	6	12
Lavamanos	2	6	12
<b>Total (n)</b>	<b>4</b>	<b>Qmaximo parcial</b>	<b>24,00</b>

*Tabla 8 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios.*

<b>Laboratorios</b>			
<b>Artefacto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Qind(l/min)</b>	<b>Qsuma(l/min)</b>
Lavamanos	8	6	48
Canilla de paso	4	10	40
<b>Total (n)</b>	<b>12</b>	<b>Qmaxparcial</b>	<b>88,00</b>

*Tabla 9 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios.*

Sumando los aportes:

$$Q_3 = 112 \text{ l/min} = 1,87 \text{ l/s}$$

### **6.2.2. Verificación de capacidad de cañerías (sin tener en cuenta el aporte pluvial).**

Mediante la ecuación deducida a partir de la ecuación de Chezy y con el uso de la Ecuación de Continuidad, (ver punto 4.2.2.6), la capacidad de una cañería cloacal de PVC es de:

$$Q = 31169 \times \phi^{8/3} \times i^{1/2} \text{ (l/s)}$$

Así, en base a los parámetros característicos de los tramos, podemos deducir la capacidad de cada uno de ellos (Qcapacidad). Los tramos que nos interesan, donde se da la problemática, son: 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6.

A su vez, se verifico la velocidad de autolimpieza mediante la ecuación:

$$V = 36,685 \times \phi^{2/3} \times i^{1/2}$$

La demanda de los tramos está dada por los aportes deducidos en el punto anterior.

La siguiente tabla resume la verificación:

Tramo	Pend.	Pend. (%)	Cañerías relevadas		Qcapacidad (l/s)	Aportes	Qaporte (l/s)	Verificación de caudal	Vel. Autolimpieza (m/s)	Vmin (m/s)	Vmax (m/s)	Verificación de velocidades
			Material	D[mm]								
1 a 2	<b>0,021</b>	2,06	PVC	160	33,8	Q1 + Q2	15,68	Verifica	1,318	0,6	3,6	Verifica
2 a 3	<b>0,020</b>	2,02	PVC	160	33,4	Q1 + Q2	15,68	Verifica	1,306	0,6	3,6	Verifica
3 a 4	<b>0,008</b>	0,84	PVC	160	21,6	Q1 + Q2 + 0,5Q3	16,62	Verifica	0,844	0,6	3,6	Verifica
4 a 5	<b>0,008</b>	0,81	PVC	160	21,2	Q1 + Q2 + 0,5Q3	16,62	Verifica	0,829	0,6	3,6	Verifica
5 a 6	<b>0,007</b>	0,68	PVC	160	19,4	Q1 + Q2 + Q3	17,55	Verifica	0,757	0,6	3,6	Verifica

Tabla 10 - Verificación de capacidad de cañerías (sin tener en cuenta el aporte pluvial).

### 6.2.3. Aportes a la red cloacal por desagües pluviales

Para la estimación de los aportes pluviales, se utilizó el método racional, el cual se utiliza en hidrología para determinar el Caudal Instantáneo Máximo de descarga de una cuenca hidrográfica (ver punto 4.3.2.). En este caso, la cuenca hidrográfica estará dada por el área de las cubiertas planas que derivan en las cañerías pluviales.

La fórmula básica del método racional es:

$$Q = C \times i \times A$$

Dónde:

Q = Caudal máximo expresado en m<sup>3</sup>/s.

A = Área de la cuenca hidrográfica en m<sup>2</sup>. Se toma como el área de desagüe de las cubiertas.

C = Coeficiente de escurrimiento (o coeficiente de esorrentía). Para ello adoptamos el valor de C = 0.90 correspondiente a una cubierta de concreto (CHOW, MAIDMENT, MAYS – “Hidrología Aplicada”, Tabla 15.11)

i = Intensidad de la precipitación. Esta se estimó con la ecuación presentada por CIRSA – DIPAS (1994) para la obtención de la intensidad de diseño:

$$i = \frac{1608,756 \times T^{0.196}}{(d + 15)^{0.900}}$$

Dónde:

i= Intensidad en mm/h

T= período de recurrencia en años

d= duración de la tormenta en minutos

Tomando d = 2 horas y T = 5 años

$$i = \frac{1608,756 \times T^{0.196}}{(d + 15)^{0,9}} = 26 \text{ mm/h}$$

**6.2.3.1. Cubierta plana N°1**

$$Q = C \times i \times A$$

$$i = 26 \text{ mm/h}$$

$$A = 285 \text{ m}^2$$

$$C = 0.90$$

$$Q'1 = 6,67 \text{ m}^3/\text{h} = 1,85 \text{ l/s}$$

**6.2.3.2. Cubierta N°2**

$$Q = C \times i \times A$$

$$i = 26 \text{ mm/h}$$

$$A = 336 \text{ m}^2$$

$$C = 0.90$$

$$Q'2 = 7,87 \text{ m}^3/\text{h} = 2,18 \text{ l/s}$$

#### 6.2.4. Verificación de capacidad de cañerías (con aporte pluvial)

Tramo	Pend.	Pend. (%)	Cañerías relevadas		Qcapacidad (l/s)	Aportes	Qaporte (l/s)	Verificación de caudal	Vel. Autolimpieza (m/s)	Vmin (m/s)	Vmax (m/s)	Verificación de velocidades
			Material	D[mm]								
1 a 2	<b>0,021</b>	2,06	PVC	160	33,8	Q1 + Q2 + Q'2	17,86	Verifica	1,318	0,6	3,6	Verifica
2 a 3	<b>0,020</b>	2,02	PVC	160	33,4	Q1 + Q2 + Q'2	17,86	Verifica	1,306	0,6	3,6	Verifica
3 a 4	<b>0,008</b>	0,84	PVC	160	21,6	Q1 + Q2 + 0,5Q3 + Q'1 + Q'2	20,65	Verifica	0,844	0,6	3,6	Verifica
4 a 5	<b>0,008</b>	0,81	PVC	160	21,2	Q1 + Q2 + 0,5Q3 + Q'1 + Q'2	20,65	Verifica	0,829	0,6	3,6	Verifica
5 a 6	<b>0,007</b>	0,68	PVC	160	19,4	Q1 + Q2 + Q3 + Q'1 + Q'2	21,58	No verifica	0,757	0,6	3,6	Verifica

Tabla 11 - Verificación de capacidad de cañerías (con aporte pluvial).

### 6.3. DIAGNÓSTICO DE LA RED CLOACAL

La recopilación de datos, el revelamiento realizado y la inspección visual fueron de gran utilidad para comprender la naturaleza de la problemática.

De ellos podemos sacar algunas conjeturas:

- ✓ La capacidad de las cañerías de desagües denota una capacidad mayor a la demanda en todos los tramos. No obstante a eso, hay tramos (como el 3-4, el 4-5 y el 5-6), en los cuales la demanda es cercano al 80% de la capacidad, lo cual es un indicador que pueden existir problemas de esta índole.  
Esto concuerda con las observaciones hechas acerca de los problemas que se generaban cuando existía algún evento en el Comedor Universitario, en el cual la gran concurrencia de personas, solicitaban al máximo los sanitarios, provocando acumulación de líquidos en los tramos mencionados, y remansando estas aguas arriba.
- ✓ Cuando, además de los aportes cloacales, ocurren los aportes pluviales, dicha demanda sobrepasa la capacidad.  
Esto justifica el problema de remanso aguas arriba en lluvias de ciertas intensidades.
- ✓ La inclusión de cañerías pluviales en el sistema cloacal, no solo plantea un problema de capacidad, sino que materializa un error constructivo importante. Esto es debido a que en la Ciudad de Córdoba, los sistemas son separativos. Las plantas de tratamiento están dimensionadas para recibir solo caudales cloacales.
- ✓ En la cámara de inspección N°3 se forma un refluo de líquido cloacal, originado por la mala ejecución de la misma (ver figura 45) que provoca un problema de dirección de los líquidos. Allí confluye una cañería (de procedencia no determinado) que en ocasiones trae fluido en dirección contrario a la que llega proveniente del Comedor Universitario y el laboratorio, aumentando aún más el refluo. Esto también genera un depósito de sedimentos que se acumula.

La cañería cuyo origen/destino no se pudo determinar, probablemente haya sido la continuación de la cañería proveniente del Comedor Universitario que hubiese llegado a alguna antigua colectora, y que, al estar taponada en algún punto, acumula líquidos y los remansa hacia aguas arriba, provocando el refluo al llevar al nivel de la cámara de inspección N°3.

- ✓ El líquido ubicado sobre la cañería proveniente del comedor, muestra un color negro brillante, contrariamente al que proviene de los laboratorios de F.C.Q., cuyo color es claro. Esto denota una septización del agua residual, que indica el almacenamiento o incorrecta fluidez a través de la boca de registro.
- ✓ En los sanitarios del Comedor Universitario, muchas veces se arrojan elementos sólidos que quedan en esta boca de registro, obstruyendo el sistema.

En base a lo analizado anteriormente, podemos decir que existen dos tipos de problemas: uno capacidad (la demanda supera al 80% de la capacidad máxima del caño) y un problema constructivo materializado en la mala ejecución de la Boca de registro N°3, que también hace que se depositen sedimentos y que las aguas residuales no fluyan correctamente. La siguiente imagen denota dicho problema:

A estación de bombeo

Cañería de destino/origen no determinado



Cañería proveniente del Comedor Universitario

Figura 45 - Analisis de la boca de registro N°3.

Cañería proveniente de los laboratorios de la F.C.Q

#### 6.4. PRIMERAS MEDIDAS A ADOPTAR

Aquí describiremos las medidas de aplicación inmediata. Se incluyen aquí ya que su costo de ejecución es mínimo y es relativamente fácil lograrlo. Incluimos:

- ✓ Medidas relacionadas con la solución del segundo y tercer ítem mencionados anteriormente, es decir, relacionado a las cañerías pluviales que están incluidas en la red cloacal. Para ello, la solución propuesta fue el de la separación de los líquidos pluviales que llegaban a las bocas de registros cloacales. Existen sumideros destinados al desagüe pluvial en el patio ubicado entre las edificaciones. Estos sumideros descargan el caudal pluvial en 4 cañerías de diámetro 110mm. Para ello, se deberán relevar y realizar los estudios correspondientes a desagües pluviales, para ver si estos tienen capacidad para desaguar estas áreas.
- ✓ También se ordenó al corte de las raíces del árbol que deteriora la cámara de inspección N°1, a fin de evitar inconvenientes futuros.
- ✓ Colocación de nueva tapa de registro en la cámara de inspección N°1. Con esto se asegura que no filtren caudales pluviales en la red cloacal.



*Figura 46 - Sumideros destinados al desagüe pluvial.*

## 6.5. PLANTEO DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA

Una vez realizadas las primeras medidas detalladas anteriormente, se procedió a la elaboración de un proyecto de solución que termine con la problemática.

Luego, las autoridades pertenecientes a la Facultad de Ciencias Químicas, en conjunto con la Subsecretaría de Planeamiento Físico, analizarán la realización de las soluciones propuestas.

A los fines de una primera mención, se puede mencionar que se realizarán dos acciones.

✓ **Solución provisoria: Colocación de válvulas antirretorno en las cañerías cloacales pertenecientes a las instalaciones de la F.C.Q.**

Consiste en una solución de carácter provisorio, considerada por pedidos de los profesionales de la S.I.S.P.

Lo que se busca con la colocación de estas, es que, al acumularse líquidos en la boca de registro N°3, estos evitarían retornar a través de la mencionada cañería, ocasionando los daños cuando se produce el rebalse de las piletas de piso.

No es una solución que sea autosostenible, ya que cada vez que ocurren problemas en la boca de registro N°3, debería intervenir el camión de desague, antes que el propio caudal de la F.C.Q., rebalse por las piletas de piso. Por ello se le da el carácter de provisoriedad.

Se considera la instalación de estas ya que es de ejecución casi inmediata y de bajo costo, se la puede realizar, para evitar problemas en los laboratorios mientras se establece el proyecto de solución definitiva, que es el que se menciona a continuación.

✓ **Proyecto de solución definitiva: Ejecución de una cañería aliviadora, a partir de la boca de registro N°3, hasta la cámara de bombeo ubicada en el punto N°6 (ver Plano N°1 – Anexo C). De esta forma, en la boca de registro N°3 se acumularán los caudales provenientes del Comedor Universitario y los laboratorios de la F.C.Q., y a partir de allí, el caudal se dividirá en dos cañerías independientes, lo cual aliviara la demanda de cada uno de ellos, solucionando los problemas de capacidad que se dan en la actualidad.**

A continuación se detallarán las soluciones propuestas.

## 6.6. SOLUCIÓN PROVISORIA: COLOCACIÓN DE VÁLVULAS ANTIRRETORNO

Como se mencionó anteriormente, es de gran importancia considerar que en los laboratorios pertenecientes a la F.C.Q., se trabajan con sustancias y materiales que son sumamente costosos, y cada rebalse de las piletas de piso afecta su trabajo, teniendo implicancias económicas grandes.

Es por este motivo que los profesionales de la S.I.S.P. (quienes toman las decisiones), encargaron la elaboración de la documentación para la colocación de válvulas antirretornos en las dos líneas cloacales de la Facultad de Ciencias Químicas.

Lo que ocurre con ello, es que si se da una acumulación en la boca de registro N°3, este fluido no podrá remansarse aguas arriba justamente por la acción de la válvula, pero esta tampoco podrá dejar pasar los caudales provenientes de los laboratorios hacia aguas abajo. Es decir, la efectividad de la válvula queda sujeta al que el servicio de desagote entre en acción, antes de que se acumulen los propios efluentes. Para que esto pueda darse, es necesaria la inspección regular de la boca de registro N°3.

Se puede contemplar como una solución provisoria ya que es de inmediata ejecución y bajo costo, lo cual puede evitar las pérdidas económicas que significan el rebalse de las piletas de piso en los laboratorios, mientras se ejecuta el proyecto de solución definitiva

Esta solución consiste en la excavación, corte de cañerías existentes y colocación de las válvulas antirretorno, aguas arriba de las bocas de registro 3 y 5 (ver Plano N°1 – Anexo B). Los detalles de la ejecución del proyecto se encuentran en el Anexo B.

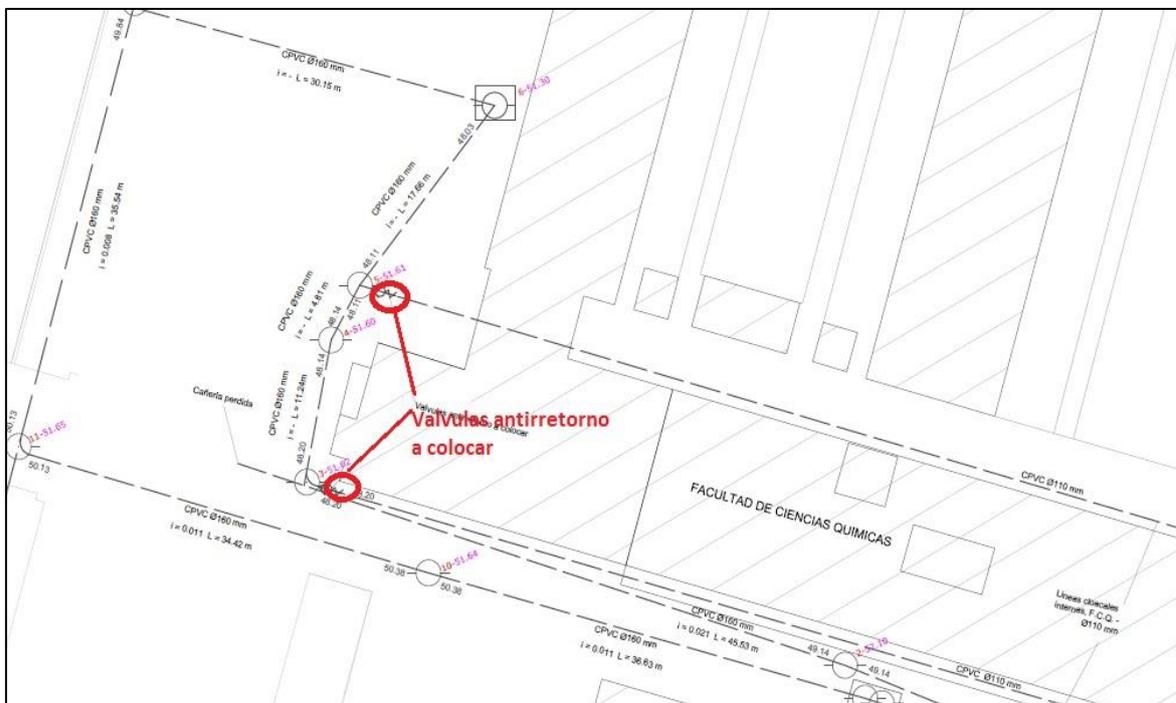


Figura 47 - Esquema de ubicación de válvulas antirretorno en la red

### 6.6.1. Las válvulas antirretorno

Las válvulas antirretorno, también llamadas válvulas de retención, válvulas uniflujo o válvulas check, tienen por objetivo cerrar por completo el paso de un fluido en circulación -bien sea gaseoso o líquido- en un sentido y dejar paso libre en el contrario. Tiene la ventaja de un recorrido mínimo del disco u obturador a la posición de apertura total.

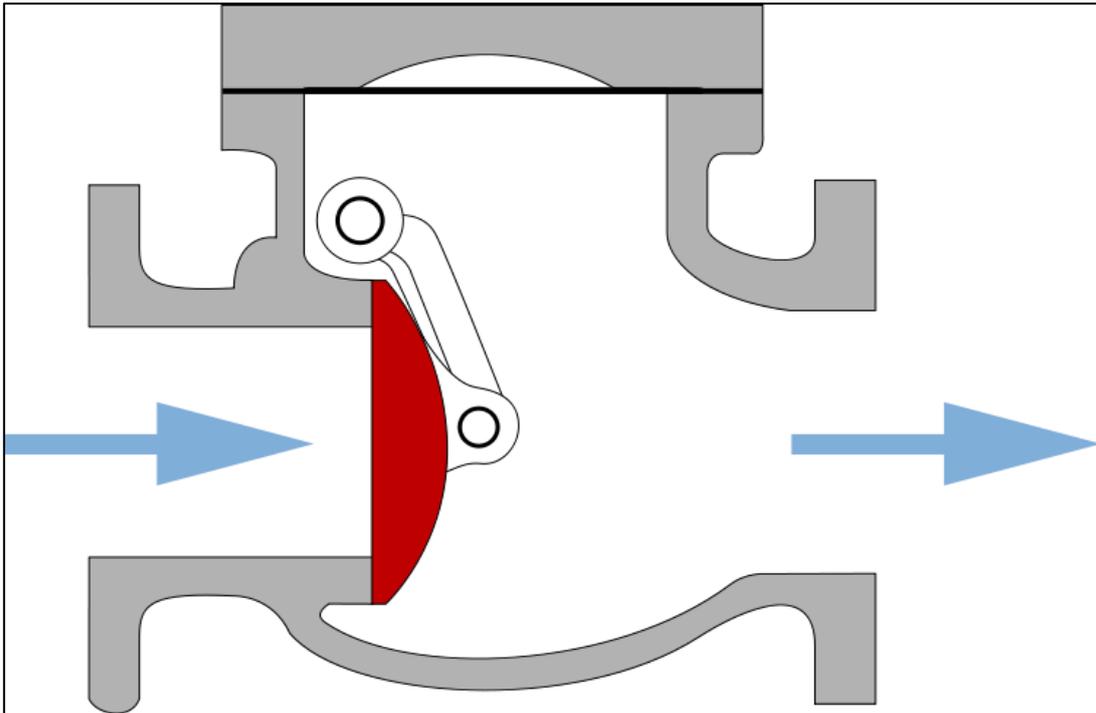


Figura 48 - Funcionamiento de válvulas antirretorno

Hay varios tipos de válvula de retención:

- ✓ **Válvula de clapeta oscilante:** una clapeta oscilante funciona como obturador y cierra el paso, por gravedad, cuando el fluido circula en dirección no deseada. Funcionan por gravedad, por lo que deben colocarse en una posición determinada.
- ✓ **Válvula de muelle:** no es necesario que mantengan una posición determinada, pues su funcionamiento no depende de la gravedad; de estas hay dos tipos en uno, un muelle tarado a cierta presión, sostiene un obturador sobre un anillo de cierre; la presión del agua vence la resistencia del muelle dejando pasar el fluido, pero el muelle cierra el paso cuando el fluido circula en sentido contrario; en el otro, llamado de doble clapeta, dos clapetas semicirculares, giran sobre un eje, cerrando el paso cuando están alineadas; un muelle las mantiene en posición, pero no interviene en la retención. Tiene menor pérdida de carga que la anterior, a cambio el cierre es menos estanco.

- ✓ **Válvula de pistón:** un émbolo, terminado en un obturador se apoya sobre el anillo de cierre; está alojado en un pistón cilíndrico de modo que el fluido, al pasar en la dirección correcta, levanta el émbolo, pero al cambiar de dirección, el émbolo asienta sobre el anillo; la forma del apoyo del émbolo ayuda a que la presión del agua en retroceso apriete el obturador sobre el anillo de cierre. Como la primera, requiere ser montada en posición adecuada, pues también funciona por gravedad.
- ✓ **Válvula de retención de bola:** es un tipo especial para terminales de bombas de extracción de pozos, por ejemplo; una bola se asienta sobre el anillo de cierre; cuando la bomba extrae agua del depósito o pozo, la bola se levanta y se dispone en un alojamiento lateral para no estorbar el paso, pero cuando para la bomba, retorna, por gravedad, a su posición de cierre para evitar que la tubería se vacíe.

### 6.6.2. Elección del tipo de válvula

La válvula elegida para colocar es tipo clapeta oscilante, EUROPLAST de diámetro 110 milímetros, producto fabricado por una de las empresas que forman el Grupo Aliaxis.

A continuación se da el detalle dado por el catálogo técnico de la empresa:

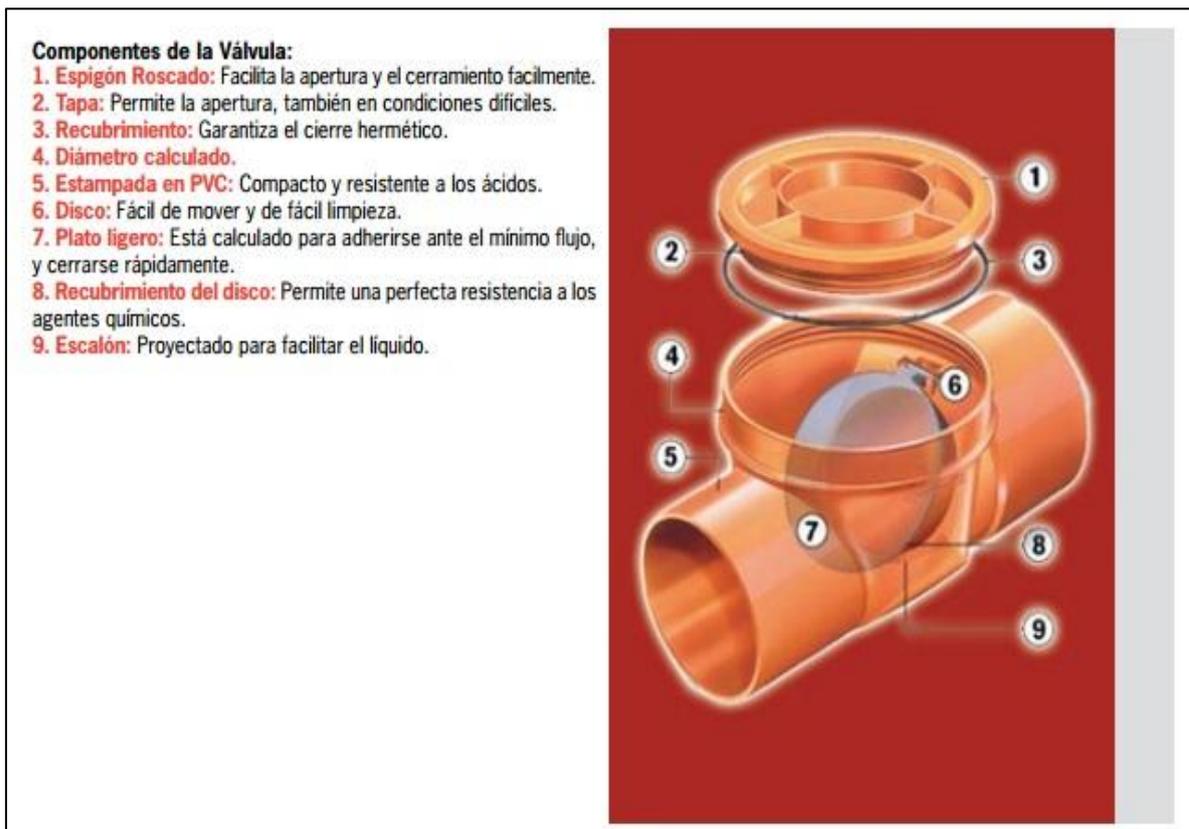


Figura 49 - Detalle de catálogo de la válvula antirretorno seleccionada, Catálogo de EUROPLAST.

Se puede apreciar un detalle más específico en el Plano N°3 – Anexo B.

### 6.6.3. Bocas de registro

En el lugar donde se instale la válvula antirretorno, que será inmediatamente aguas arriba de las boca de registro N°3 y N°5, se ejecutarán otras bocas de registro, a los fines de inspección y mantenimiento de estas.

Estas se componen de anillos de hormigón prefabricados, de 0,50 mts. de altura, de acuerdo con los planos. Solamente en la parte inferior, las paredes se harán de hormigón simple. Las losas de las cámaras inferiores se ejecutarán con hormigón pobre, con un espesor de 20 cm, y una base de hormigón de limpieza, con un espesor de 10 cm.

Los marcos y tapas de las bocas de registro, serán de fundición de hierro. Deberán responder a las dimensiones y características indicadas en los planos del proyecto tendrán accionamiento abisagrado y traba de seguridad. Las tapas deberán ser lo suficientemente resistentes de modo que soporten el paso de vehículos livianos.

En el Plano N°2 – Anexo B se detallan componentes y dimensiones de la boca de registro.

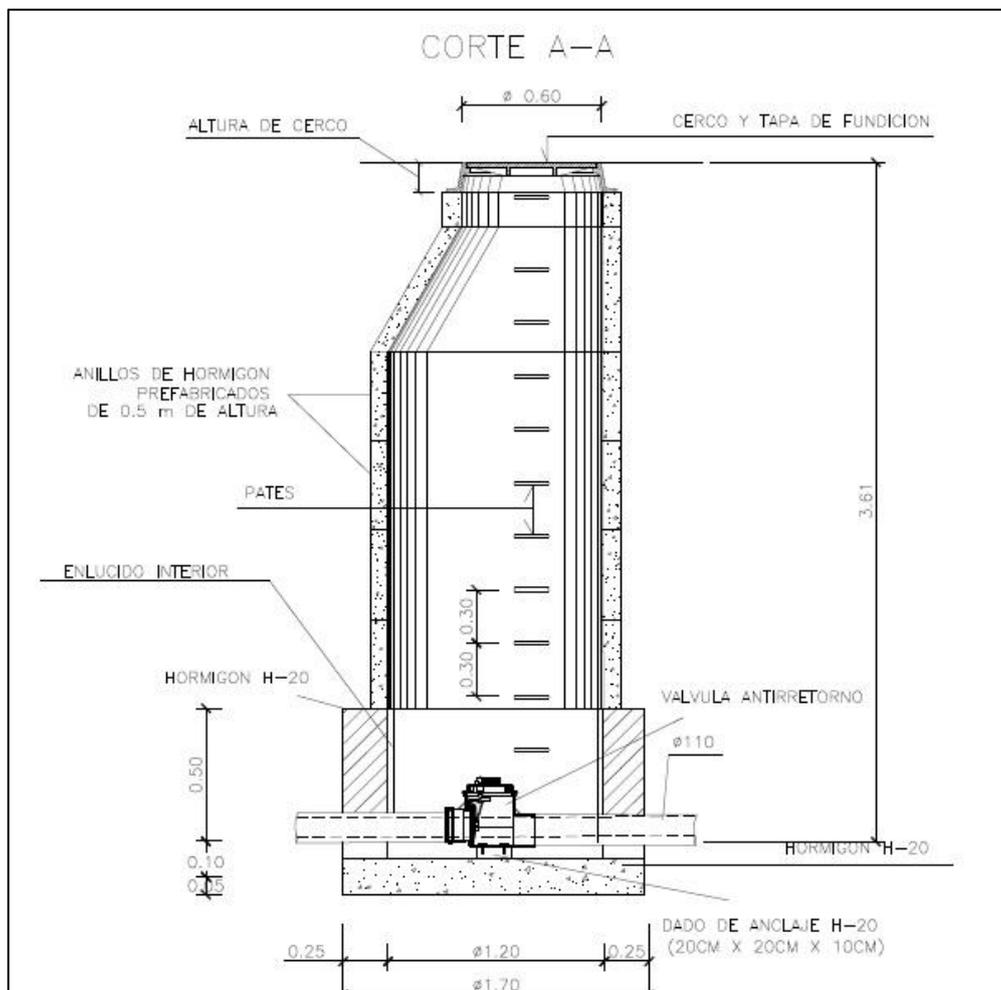


Figura 50 - Detalle de a boca de registro

#### 6.6.4. Computo métrico y presupuesto

A continuación se da el resumen del cómputo métrico y presupuesto para obra. El detalle de los valores se puede ver en el Anexo B.

<b>CÓMPUTO Y PRESUPUESTO</b>					
<i>Obra: Colocacion de Valvulas Antiretorno en las lineas cloacales de la F.C.Q.</i>					
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	Limpieza del terreno y excavaciones	M3	27,14	230,29	6.250,84
<b>2</b>	Ejecucion de bocas de registro	U	2,00	9.616,34	19.232,68
<b>3</b>	Aserrado del caño y colocacion de valvulas	M3	2,00	1.135,07	2.270,14
<b>TOTAL PRESUPUESTADO</b>					<b>27.753,66</b>

Tabla 12 – Resumen del cómputo métrico y presupuesto

Como se puede observar, el monto es menor a los \$30.000, con lo cual, las autoridades concernientes (a través del “Instructivo de régimen de obra pública de la Universidad Nacional de Córdoba”) pueden realizar contratación directa de quien preste los servicios solicitados. Superado dicho monto, indefectiblemente deberá entrar en proceso licitatorio. Esta fue una de las razones por la cual se encargó la elaboración de la documentación de esta solución.

## 6.7 PROYECTO DE SOLUCIÓN DEFINITIVA: EJECUCIÓN DE UNA CAÑERÍA ALIVIADORA A PARTIR DE LA BOCA DE REGISTRO N°3

Según se ha concluido en el diagnóstico realizado de la red, el problema más importante radica en la capacidad de las cañerías, en donde la demanda está cercana a superarla.

Una vez solucionados los problemas por el aporte pluvial, se propone dividir los caudales de aguas residuales en dos cañerías de diámetro 160 mm, a partir de la boca de registro N°3 y hasta la estación elevadora ubicada en el punto N°6, ya que estos son los tramos que experimentan problemas.

De esta forma, se aliviara la demanda de las cañerías, logrando que operen a un caudal mucho menor al que corresponde su capacidad, pudiendo cubrir futuras ampliaciones sanitarias y vertidos clandestinos que se puedan dar en la red.

A su vez, la boca de registro N°3 se ejecutara nuevamente, subsanando los inconvenientes que provocaban sus errores constructivos e improvisaciones.

También se deberá cambiar los tramos de cañerías 3-4 y 4-5, debido a que hay que darle una nueva profundidad e inclinación, para poder materializar el mezclado de las aguas residuales en la nueva boca de registro N°3 (ver plano N°2 – Anexo C). Es decir, debemos bajarle al tramo 3-4 su cota de intradós de salida de la boca de registro N°3, para que se efectivice de manera correcta unión y división efectiva de los líquidos. Esto nos cambia la configuración de los dos tramos siguientes.

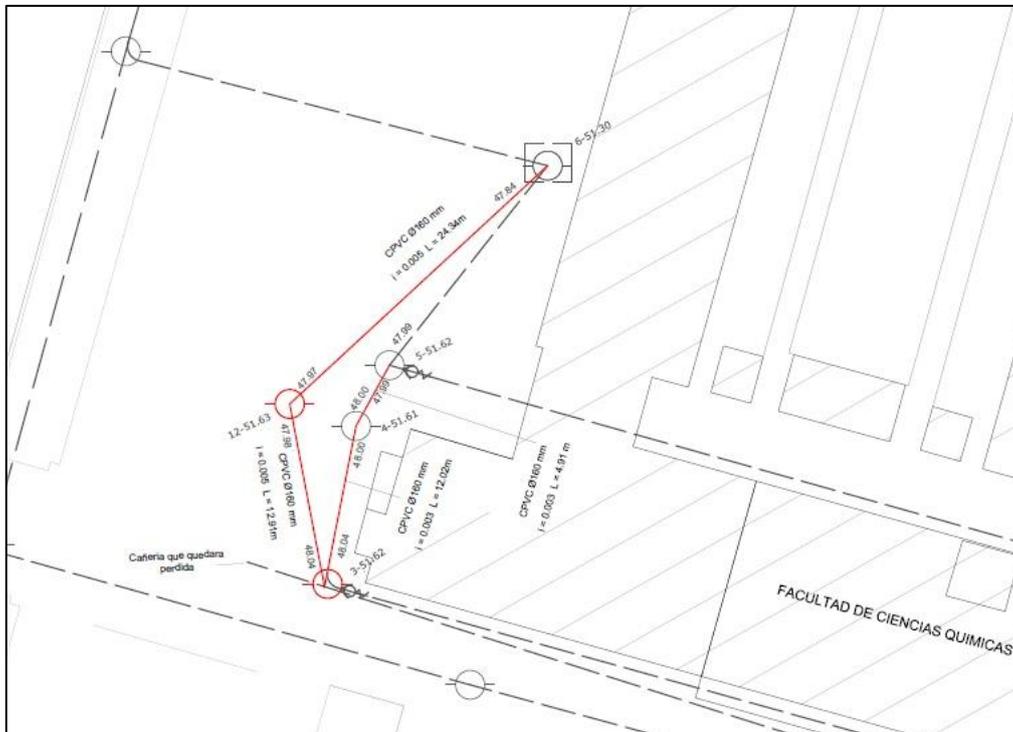


Figura 51 – Esquemas del desvío de cañerías a ejecutar en la red

En la imagen anterior, se puede apreciar como en color rojo, se propone el camino para el nuevo tramo, como también los cambios en las cañerías existentes. En detalle, se expresa lo anterior en Plano N°1 – Anexo C.

Para materializar dicha obra, se realizará una excavación y colocación de cañerías en el recorrido perteneciente a la nueva línea, y en los cambios de direcciones con fin de llegar a la sala de bombeo, se ejecutaran bocas de registros. El material adoptado es PVC y el diámetro es de 160 mm., para lograr así la continuación de las cañerías con las mismas características.

A su vez, el proyecto se realizó en base a la ya existencia de las válvulas antirretorno, ya que la instalación de estas se daría de manera más temprana en el tiempo.

#### **6.7.1. Establecimiento de cotas de intradós de la nueva cañería**

En este caso, se siguió el proceso inverso al realizado en el relevamiento de cañerías existentes. En primer lugar se establecieron los puntos donde irían ubicadas las bocas de registro, quedando así definido el recorrido de la nueva cañería.

Se registraron allí los puntos del terreno, y la longitud de los tramos de cañería. Se adoptaron valores de pendiente de la cañería en los tramos, teniendo en cuenta que la cañería proveniente del Comedor Universitario posee una pendiente aproximada del 2% (lo cual es relativamente alta), de manera que esta se disminuyó en los tramos hasta llegar a la cámara de bombeo.

A partir de estos valores, se establecieron otros como  $\Delta H$ , cota de intradós y tapada.

La elección del diámetro fue tomada teniendo en cuenta la continuidad en los tramos, y realizando la memoria de cálculos para la verificación de la capacidad de estos.

En la siguiente tabla de resume lo mencionado:

CAÑOS RELEVADOS															
Tramo	Cota Tapas de registro [m]		Cota intrados		Tapada [m]		Planimetria		Longitud [m]	Pendiente Terreno	ΔH [m]	Pendiente Cañería	Perdiente Cañería (%)	φ comercial	
	Atras	Adel.	Atras	Adel.	Atras	Adel.	Long X	Long Y						Material	[mm]
1 a 2	51,78	52,10	<b>50,09</b>	<b>49,14</b>	1,69	2,96	43,40	15,60	<b>46,12</b>	-0,007	0,950	<b>0,021</b>	2,06	PVC	160
2 a 3	52,10	51,62	<b>49,12</b>	<b>48,20</b>	2,98	3,42	42,97	15,06	<b>45,53</b>	0,011	0,920	<b>0,020</b>	2,02	PVC	160
3 a 4	51,62	51,60	<b>48,16</b>	<b>48,05</b>	3,46	3,55	2,80	11,69	<b>13,02</b>	0,002	0,110	<b>0,008</b>	0,84	PVC	160
4 a 5	51,60	51,61	<b>48,03</b>	<b>47,99</b>	3,57	3,62	2,51	4,22	<b>4,91</b>	-0,002	0,040	<b>0,008</b>	0,81	PVC	160
5 a 6	51,61	51,30	<b>47,99</b>	<b>47,87</b>	3,62	3,43	10,92	13,88	<b>17,66</b>	0,018	0,120	<b>0,007</b>	0,68	PVC	160
6 a 7	51,30	51,73	<b>Bomba</b>	<b>49,84</b>	-	1,89	29,19	7,56	<b>30,15</b>	-0,014				PVC	160
8 a 9	51,66	51,68	<b>Grasera</b>	<b>Grasera</b>	-	-	0,00	0,00	<b>1,45</b>	-0,014				PVC	160
9 a 10	51,68	51,64	<b>Grasera</b>	<b>50,38</b>	-	1,26	35,33	9,69	<b>36,63</b>	0,001				PVC	160
10 a 11	51,64	51,65	<b>50,37</b>	<b>50,13</b>	1,27	1,52	33,13	9,35	<b>34,42</b>	0,000	0,240	<b>0,007</b>	0,70	PVC	160
11 a 7	51,65	51,73	<b>50,13</b>	<b>49,84</b>	1,52	1,89	9,29	34,30	<b>35,54</b>	-0,002	0,290	<b>0,008</b>	0,82	PVC	160

TRAMOS DE CAÑERÍA A EJECUTAR															
Tramo	Cota Terreno [m]		Cota intrados		Tapada [m]		Planimetria		Longitud [m]	Pendiente Terreno	ΔH [m]	Pendiente Cañería	Perdiente Cañería (%)	φ comercial	
	Atras	Adel.	Atras	Adel.	Atras	Adel.	Long X	Long Y						Material	[mm]
3 a 4	51,62	51,61	<b>48,04</b>	<b>48,00</b>	3,58	3,61	2,80	11,69	<b>12,02</b>	0,001	0,04	<b>0,003</b>	0,3	PVC	160
4 a 5	51,61	51,62	<b>48,00</b>	<b>47,99</b>	3,61	3,63	2,51	4,22	<b>4,91</b>	-0,002	0,01	<b>0,003</b>	0,3	PVC	160
3 a 12	51,62	51,63	<b>48,04</b>	<b>47,98</b>	3,58	3,65	2,40	12,69	<b>12,91</b>	-0,001	0,06	<b>0,005</b>	0,5	PVC	160
12 a 6	51,63	51,30	<b>47,97</b>	<b>47,84</b>	3,66	3,46	17,80	16,60	<b>24,34</b>	0,014	0,12	<b>0,005</b>	0,5	PVC	160

Tabla 13 - Cañerías relevadas y tramos a ejecutar

### **6.7.2. Verificación de capacidad y velocidades de los tramos.**

Con la ejecución de los nuevos tramos de cañerías, los aportes caudales se dividirán ahora en dos líneas diferentes hasta llegar a la estación de bombeo (punto N°6). Supondremos que los caudales se repartirán de manera equitativa entre ambas.

Verificaremos para esas nuevas demandas, las capacidades y velocidades de los conductos. En la tabla de la página siguiente se calcula esto.

Se puede apreciar como la ejecución de estos nuevos tramos, deja un margen mucho mayor entre la capacidad y la demanda.

TRAMOS EXISTENTES Y NUEVOS												
Tramo	Pend.	Pend. (%)	Cañerías		Qcapacidad	Aportes	Qaporte	Verificación de caudal	Vel. Autolipieza	Vmin	Vmax	Verificación de velocidades
			Material	D[mm]	(l/s)		(l/s)		(m/s)	(m/s)	(m/s)	
1 a 2	0,021	2,06	PVC	160	33,8	Q1 + Q2	14,88	Verifica	1,32	0,6	3,6	Verifica
2 a 3	0,020	2,02	PVC	160	33,4	Q1 + Q2	14,88	Verifica	1,31	0,6	3,6	Verifica
3 a 4	0,003	0,30	PVC	160	14,9	0,5 x (Q1+Q2+0,5Q3)	8,38	Verifica	0,60	0,6	3,6	Verifica
4 a 5	0,003	0,30	PVC	160	14,9	0,5 x (Q1+Q2+0,5Q3)	8,38	Verifica	0,60	0,6	3,6	Verifica
5 a 6	0,007	0,68	PVC	160	20,8	0,5 x (Q1+Q2+Q3)	8,78	Verifica	0,76	0,6	3,6	Verifica
3 a 12	0,005	0,50	PVC	160	17,2	0,5 x (Q1+Q2+0,5Q3)	8,38	Verifica	0,65	0,6	3,6	Verifica
12 a 6	0,005	0,50	PVC	160	17,2	0,5 x (Q1+Q2+0,5Q3)	8,38	Verifica	0,65	0,6	3,6	Verifica

Tabla 14 - Verificación de capacidad y velocidades de las los tramos.

### 6.7.3. Ejecución de zanjas de excavación

En esta obra se deberán realizar zanjas de colocación de cañerías, lo cual tendrá que ser realizado por un personal especializado a fin de que queden bien alineadas y protegidas mecánicamente.

El procedimiento a seguir será el siguiente: se transportará hasta el lugar de su colocación los metros de cañerías en la cantidad necesaria para instalar en la jornada de trabajo respectiva. Previo a ello, se tendrá preparada la zanja, que fuera nivelada y perfilada, con la capa de arena de 10 cm. en todo el ancho de la zanja. La cañería se apoyará sobre la capa de arena debidamente alineada y nivelando ambos extremos, sin excepción con referencia al intradós superior respetando las cotas de proyecto que figuran en el plano de proyecto. Esto se puede referenciar con el Plano N°1 – Anexo C.

Se tomará la precaución de salvar el contacto de la cabeza del caño con la arena, para su mejor nivelación y empalme posterior.

Seguidamente se completará con arena hasta la mitad de su diámetro en vertical, salvando el extremo con cabeza, (asegurándose que toda la base del caño esté en estrecho contacto con la arena), para facilitar el enchufe de la espiga siguiente de otro caño. Esta tarea se realizará en todo el tramo entre las bocas de registro.

Se verificará el perfecto alineado y asiento de la cañería en toda su extensión.

El detalle de esto se especifica en el Plano N°4 – Anexo C.

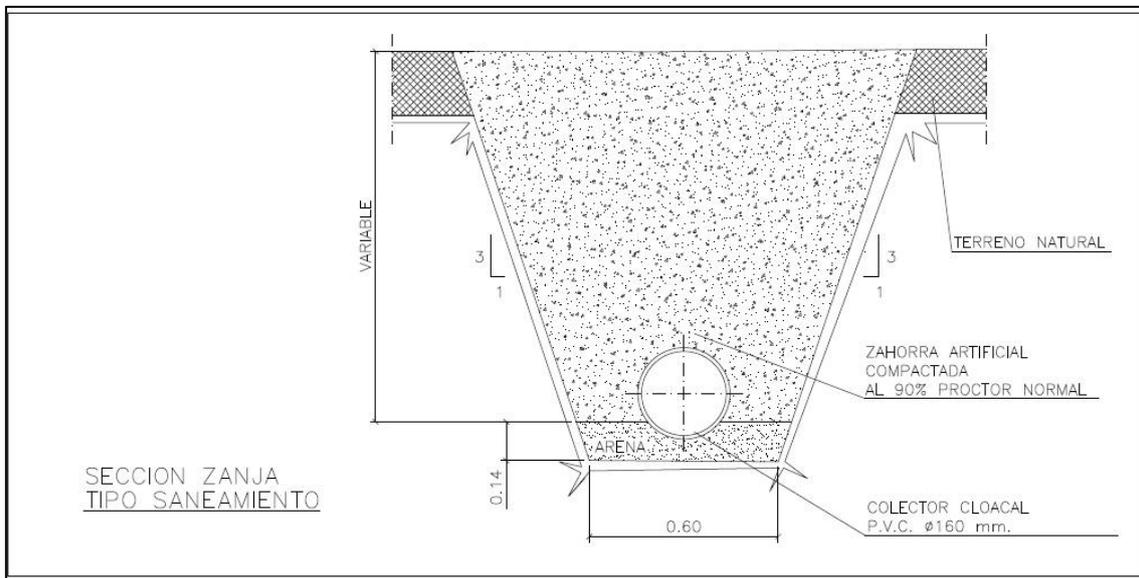


Figura 52 - Detalle de zanja de excavacion

#### 6.7.4. Prueba hidráulica

Cuando se haya completado la tarea anterior y manteniendo las condiciones anteriores, recién se estará en condiciones de efectuar la prueba hidráulica del tramo conformado; siempre entre dos bocas de registro consecutivas, con su respectiva conexión a los baños del comedor. Esta última estará cerrada con tapón de expansión, al igual que el extremo opuesto al control de prueba del tramo, durante el tiempo que dure la misma.

Consistirá en efectuar dos pruebas. La primera, denominada a "zanja abierta" y otra a "zanja rellena" o final, sometiendo en ambos casos al tramo, en su punto más alto a una presión de 3 m. de columna de agua (3 m.c.a.).

La primera prueba se realizará llenando la cañería con agua, eliminando todo el aire, llevando el pelo de agua en el embudo, hasta lograr el nivel de prueba. A partir de ese momento se revisarán las juntas en el tramo en presión; si existieran pérdidas se descargará la cañería y se procederá a rehacer la junta, cambiar el caño o la pieza que se trate, repitiendo nuevamente la prueba y control ocular de pérdidas. Se repetirá esta operación hasta verificar que no existen más pérdidas. A partir de ese momento, se completará el embudo controlando durante 15 minutos el nivel de agua. Si el mismo no ha variado en ese tiempo, se dará por aprobada esta primera parte.

Seguidamente, y sin descargar la cañería, se procederá al relleno de la zanja en toda su extensión y hasta completar la mitad de la profundidad, compactando a mano y en todo el tramo en prueba de acuerdo a lo que indicado en el ítem Relleno y compactación de zanjas, especificado en el pliego de especificaciones técnicas en el Anexo C.

Si al cabo de 30 minutos de terminada esta operación no se observan pérdidas a través del descenso del nivel en el embudo, se dará por aprobada la prueba final y se autorizará el relleno total de la zanja. En el caso de observarse descenso de nivel, se ordenará la localización de las pérdidas procediendo la Contratista como en el caso de pérdidas de "zanja abierta".

Las tareas serán realizadas con personal especializado, con material y elementos adecuados y de probada calidad y utilidad.

#### 6.7.5. Bocas de registro

En el lugar donde existan cambios de dirección en la nueva cañería se ejecutarán bocas de registro, a fin de ver el estado de funcionamiento del sistema en esos puntos y en caso de hacer falta, hacer una desobstrucción.

Esta se compone de anillos de hormigón prefabricados, de 0,50 mts. de altura, de acuerdo con los planos. Solamente en la parte inferior, las paredes se harán de hormigón simple. Las losas de las cámaras inferiores se ejecutarán con hormigón pobre, con un espesor de 20 cm, y una base de hormigón de limpieza, con un espesor de 10 cm.

Los marcos y tapas de las Bocas de Registro, serán de fundición de hierro. Deberán responder a las dimensiones y características indicadas en los planos del proyecto

tendrán accionamiento abisagrado y traba de seguridad. Las tapas deberán ser lo suficientemente resistentes de modo que soporten el paso de vehículos livianos.

En el Plano N°2 – Anexo B se detallan componentes y dimensiones de la boca de registro.

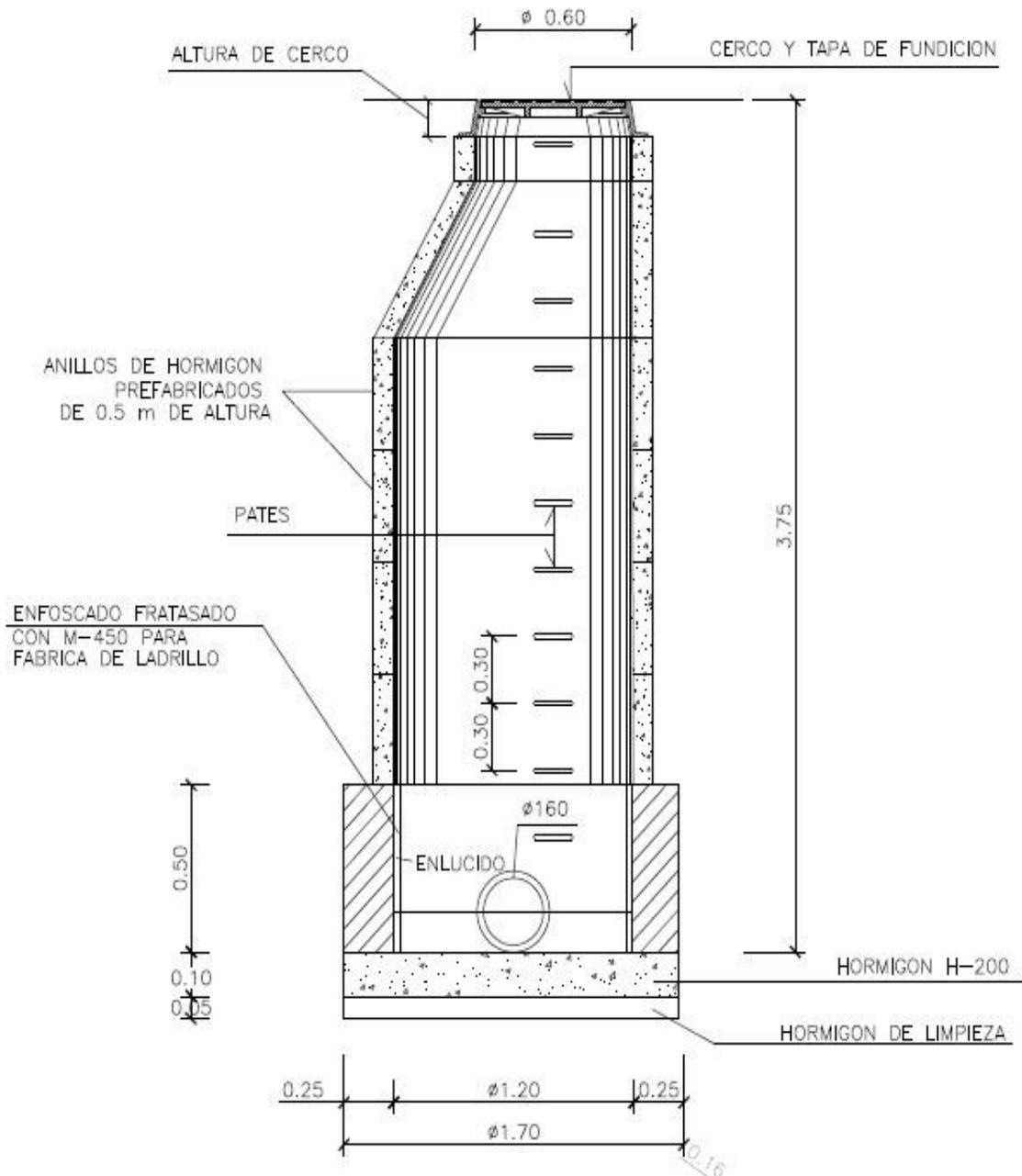


Figura 53 - Detalle de boca de registro a ejecutar

### 6.7.6. Cómputo y presupuesto

A continuación se da el resumen del cómputo métrico y presupuesto para obra. El detalle de los valores se puede ver en el Anexo C.

<b>CÓMPUTO Y PRESUPUESTO</b>					
<i>Obra: Desvío de cañería cloacal proveniente del Comedor Universitario</i>					
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
1	Limpieza y preparacion del terreno	M2	124,53	15,56	1.937,91
2	Excavaciones	M3	263,29	126,40	33.280,15
3	Nivelacion del terreno y colocacion de cañerías	M	42,50	255,96	10.878,42
4	Ejecucion de bocas de registro	U	2,00	13.833,11	27.666,22
5	Relleno y compactacion de zanjas	M3	263,29	97,05	25.551,45
6	Enripiado	M2	124,53	81,56	10.155,72
<b>TOTAL PRESUPUESTADO</b>					<b>109.469,87</b>

Tabla 15 - Resumen del cómputo métrico y presupuesto

## 7. CONCLUSIONES

En relación al trabajo realizado, podemos realizar algunas conclusiones:

- ✓ El problema de obstrucción se genera principalmente por la demanda de las cañerías cloacales provenientes del Comedor Universitario, las cuales están cercanas a su capacidad. Sumado a esto, se detectó en la boca de registro N°3 un error constructivo de importancia, que colaboraba a la formación de un reflujo y a la deposición de sólidos en ella. Este factor también aporta con la obstrucción.  
A su vez, los caudales pluviales que llegaban a la red cloacal, generan una sollicitación adicional, y sobrepasan la capacidad de las cañerías, provocando la acumulación y remanso de los líquidos.
- ✓ A partir de este análisis, la propuesta que solucionará el problema es la instalación de una cañería aliviadora, para dividir la demanda en dos caudales y así, disminuir la sollicitación a cada cañería.  
A su vez, se realizará la separación de los caudales pluviales, debiendo realizarse el correspondiente estudio para evaluar la capacidad de los sumideros ubicados en los patios.
- ✓ La solución realizada a pedido de los profesionales del I.S.I.S., que consistía en la colocación de válvulas antirretorno, no es una solución que desde el punto de vista ingenieril, solucione el problema. Por el contrario, la deposición de sólidos alrededor de ésta causara su fijación e imposibilidad de abrirse, con lo cual se acumularan aguas residuales aguas arriba. Estas válvulas son utilizadas generalmente para agua potable, no para líquidos que contengan sólidos en suspensión, como las aguas residuales.
- ✓ El problema no fue solo de características técnicas, sino también administrativo, ya que hubo que mediar con las partes intervinientes (Facultad de Ciencias Químicas y Comedor Universitario) los proyectos de solución a llevar a cabo, para delimitar responsabilidades acorde a las edificaciones.

En relación a la experiencia adquirida, de la Practica Supervisada se ha podido obtener como elemento fundamental, la experiencia del trabajo a la par de profesionales y el trato diario con los mismos. También se ha podido trabajar sobre un problema de ocurrencia real, utilizando los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la carrera de grado de Ingeniería Civil.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ **FRANCISCO UNDA OPAZO (1969)**. *“Ingeniería sanitaria aplicada al saneamiento y a la salud pública”*. Editorial Hispano-Americana, México DF, México.
- ✓ **NORMAS E.N.O.H.S.A. (1993)**. *“Criterios de diseño y presentación de proyectos de desagües cloacales para localidades de hasta 30.000 habitantes”*. Buenos Aires, Argentina.
- ✓ **ARMESTO, DELGADINO, REINA AVARELLOS, BRACAMONTE, ALBRISI, ARRANZ (2010)**. *“Precio y costo de las construcciones”*. Editorial Alejandría, Córdoba, Argentina.
- ✓ **ROBERT MOTT (2006)**. *“Mecánica de los fluidos aplicada”*. Editorial Pearson, Dayton, Ohio, Estados Unidos.
- ✓ **VICTOR L. STREETER, BENJAMIN WYLIE (1988)**. *“Mecánica de los fluidos”*. Editorial McGraw-Hill, México DF, México.
- ✓ **TARQUINI, NICOLAS (2014)**. *“Proyecto de red colectora cloacal loteo área 158, Villa María.”* Córdoba, Argentina.
- ✓ **DUBERASARSKY, JAVIER BERNARDO (2006)**. *“Red Colectora, Colectores Principales, Cloaca Máxima y Planta Depuradora de los líquidos cloacales de Villa del Rosario”*. Córdoba, Argentina.
- ✓ **F.C.E.F.Y.N., CATEDRA DE INGENIERÍA SANITARIA**. *“Apunte de Cátedra Ingeniería Sanitaria”*. Córdoba, Argentina.
- ✓ **[www.wikipedia.com.ar](http://www.wikipedia.com.ar)** – Ciudad universitaria, Córdoba, Argentina

# **ANEXO A – NIVELACIÓN Y RELEVAMIENTO**

# **ANEXO B – COLOCACION DE VÁLVULAS ANTIRRETORNO**



# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES

**Obra: Colocación de válvulas antirretornos en las líneas cloacales de la  
Facultad de Ciencias Químicas.**

**Ubicación: Ciudad Universitaria, Cordoba Capital**

## **PARTE I: Generalidades**

**Nota: Todas las consideraciones que a continuación se enumeran y los trabajos que de ellas surgen, deberán ser comprendido dentro de los respectivos ítems y formando parte del precio final de la obra, debiendo ser tenida en cuenta por el Oferente al elevar su propuesta.**

- ✓ La empresa deberá desarrollar los detalles necesarios de todos los ítems que no figuran en la presente documentación que resulten imprescindibles para cumplir con el fin de la obra. Los mismos deberán ser presentados a la Inspección para su aprobación antes de comenzar los trabajos.
- ✓ Se entiende que la Contratista se obliga a ejecutar dentro del precio contractual todos aquellos trabajos que, aunque no estén específicamente indicados en la documentación, sean necesarios realizar para la total terminación de la obra, teniendo en cuenta la finalidad con la que ha sido proyectada.
- ✓ El Oferente tiene la obligación de solicitar aclaraciones sobre omisiones en proyecto o puntos de interpretación dudosa, antes de realizar su oferta.
- ✓ Se considera que cada proponente, al formular su cotización, lo hace con perfecto conocimiento de causa, y que se ha trasladado al lugar donde se deberán ejecutar los trabajos a fin de informarse debidamente sobre:
  - a) Posibles inconvenientes que se opongan a una normal ejecución de la obra.
  - b) Condiciones para la provisión de agua, energía eléctrica, obras sanitarias, etc.
  - c) Todo cuanto pueda influir para lograr el justiprecio de la obra.

En consecuencia, no podrá alegar posteriormente ignorancia alguna en lo que a condiciones de realización se refiere.

- ✓ Se hace notar que la información de los elementos gráficos y escritos es a título orientativo, y al solo efecto de cotizar. Las verdaderas cantidades y costos de los ítems serán a su exclusivo costo.

- ✓ La Contratista deberá verificar todas las instalaciones existentes que se vinculen directa o indirectamente con las tareas a ejecutar siendo a su exclusivo costo los trabajos a efectuar para el correcto funcionamiento de las mismas.
- ✓ La Contratista deberá detectar, extraer o modificar cualquier elemento o infraestructura subterránea, eléctrica, de gas, agua, etc., procediendo a ejecutar todos los trabajos necesarios para la correcta prestación de los servicios de esos alimentadores, si así correspondiere, aunque los mismos no estuviesen indicados en pliegos y planos.
- ✓ La limpieza se deberá realizar semanalmente, si así lo exigiera la inspección; debiéndose tomar todas las precauciones necesarias y suficientes para que las tareas y los materiales como así también los escombros y residuos no entorpezcan el normal funcionamiento de las actividades académicas.
- ✓ La Contratista deberá mantener y cuidar los espacios exteriores circundantes a la obra de forma tal que al finalizar la ejecución del trabajo, los mismos se deberán entregar tal como se los encontró.
- ✓ Las válvulas responderán a Normas IRAM y ASTM, siendo a exclusión e inapelable juicio de la U.N.C. (Subsecretaría de Planeamiento Físico), las inspecciones de fábrica, el acceso a Obra o instalaciones realizadas con esos materiales, además de las constancias, referencias y/o ensayos que permitan contribuir a formar criterio y a adaptar la decisión correspondiente.
- ✓ El tipo de pago es a "Precio Unitario". Se computaran todos los costos directos necesarios para ejecutar una unidad de medida de cada ítem. A este se le aplicara un coeficiente K que tienen en cuenta los gastos indirectos, impuestos, cargos adicionales y beneficio del contratista, para determinar el precio de cada unidad de medida. Dicho precio multiplicado por la cantidad de unidades a ejecutar, dará el precio de cada ítem. La sumatoria de los precios de todos los ítems, nos proporcionara el "Precio Global" de la obra.

## **PARTE II: Particularidades de la obra**

### **Ítem 1: Limpieza del terreno y excavación a cielo abierto**

Antes de iniciarse la obra, se limpiará todo el terreno de escombros, residuos, malezas, etc. También se retirará de la zona de trabajo, el ripio del estacionamiento para evitar que este se caiga cuando se excave.

La excavación del terreno comprende, la ordenada disposición del material excavado, a los costados de la obra, el entibamiento necesario para asegurar la estabilidad de las paredes, señalizaciones y obras de prevención y seguridad, de acuerdo a las normas vigentes, terminación del terreno afectado emparejamiento, carga, descarga y acondicionamiento de la tierra sobrante y su transporte.

Para realizar la operación de excavación, se deberá zonificar el área colocando vallas o cinta de advertencia en un radio de 1,50 metros, de manera de evitar el desmoronamiento por acopio de materiales en las cercanías del pozo y la caída de personas dentro del mismo. Dentro de esa área no se puede acopiar material ni puede transitar nadie ajeno a la tarea de excavado.

La excavación del pozo se deberá realizar entubando el mismo con aros de hormigón, de 50 cm de altura y 5 cm de espesor. El entubado es obligatorio a partir de los 2 metros de profundidad. La forma de colocar los aros debe ser tal que descendan por su propio peso y en forma pareja, de manera que no se generen tensiones al posicionarse inadecuadamente, las cuales provocarían la rotura del mismo.

Una vez que se llega al comienzo de la cámara inferior donde irá ubicada la válvula antiretorno, los aros deben ser anclados a la pared del pozo. Esto se realiza mediante los orificios que se encuentran en las paredes de los aros, a través de estos se introduce en la pared barras de acero que luego se fijan con hormigón. Los aros se deben colocar de manera que los orificios de los mismos no queden alineados. La distancia entre el fondo del pozo y el fin del último aro del encofrado no deberá superar los 1.20 metros.

La realización de la cámara inferior posee muchos riesgos ya que no puede ser encofrada, con lo cual se tendrá que realizar rápidamente.

El equipo y herramientas de trabajo serán un torno, que es el aparato de elevación, un balde, de material resistente y flexible, y una pala.

La operación es realizada por dos operarios, uno que maneja el torno en la superficie, quien sube y baja el balde de lona con el suelo excavado, y otro que excava dentro del pozo. Al llegar a la cota inferior se realizara el ensanche para así poder realizar la cámara inferior.

El fondo de las excavaciones será perfectamente nivelado y apisonado, a las cotas de nivel que resulten de los planos.

El material sobrante de las excavaciones, luego de efectuados los rellenos, será descargado en un lugar adecuado.

## Ítem 2: Cortado de caños y colocación de válvulas antirretorno

Ya realiza la excavación y verificando que esta sea estable, se pasa a identificar la zona donde será instalada las válvulas antiretorno, antes de la entrada del caño a su respectivo cojinete, se limpia la zona de trabajo para así luego pasar al cortado de los caños.

El equipo, herramientas y materiales a utilizar serán una lija, sierra, trapo limpio, adhesivo y pasta lubricante.

Se tendrá que cortar el caño en dos secciones a las extremidades del pozo. Deben ser prolijamente rebanadas y biseladas, se limpiara el enchufe y el extremo macho. Por último se rociara con la aplicación de solución lubricante de manera uniforme.

Una vez en condiciones los extremos de cañerías, se instalará la válvula antiretorno, haciendo que ésta coincida con el sentido de flujo del desagüe y debe quedar nivelada en sentido transversal.

## Ítem 3: Boca de registro

Este Ítem comprende básicamente la excavación manual a cielo abierto de pozos de 1,20 m. de diámetro y profundidad según proyecto. El encajonamiento del suelo removido hasta la terminación de los trabajos y todas las tareas necesarias para el cumplimiento de los trabajos como entibaciones y el transporte del material sobrante hasta el lugar correspondiente.

Antes de proceder a la apertura de una boca de registro se deberá disponer en el lugar, todos los elementos para su tapado, vallado, balizamiento y señalización, para ser colocado en el sector durante el tiempo que dure su ejecución.

Los marcos y tapas de las Bocas de Registro, serán de fundición de hierro. Deberán responder a las dimensiones y características indicadas en los planos del proyecto, tendrán accionamiento abisagrado y traba de seguridad. Las tapas deberán ser lo suficientemente resistentes de modo que soporten el paso de vehículos livianos. Su nivel de terminación deberá ser entre cinco y diez centímetros por encima del nivel del terreno natural.

Todas las bocas de registro se construirán con anillos de hormigón prefabricados, de 0,50 mts de altura, de acuerdo con los planos.

Los paramentos internos deberán quedar lisos, sin huecos, protuberancias o fallas. La sección y profundidad de cada Boca de Registro, será la indicada en los planos de ingeniería correspondientes.

Los marcos y las grapas para escalones serán colocados a lo último y se tendrá que asegurar su completa inmovilidad.

Las losas de las cámaras inferiores se ejecutarán con hormigón pobre, con un espesor de 20 cm, y una base de hormigón de limpieza, con un espesor de 10 cm.

La superficie de asiento de la losa deberá estar, antes de la ejecución de las mismas, perfectamente nivelada, libre de cascotes y convenientemente humedecida.

En cuanto al tapado y compactación de la excavación correspondiente a las bocas de registro, la compactación del relleno posterior deberá hacerse correctamente con pisón neumático o con el medio que se crea conveniente a medida que se va levantando las paredes de la misma con tierra molida en forma parcial evitando así posteriores hundimientos.

En todo el proceso se respetaran las medidas de higiene y seguridad correspondientes.

Todas las bocas de registro se construirán de hormigón simple impermeable de acuerdo con los planos. Las paredes serán de Hormigón H° 17 de 20 cm de espesor. La ejecución será con moldes y encofrados, teniendo en cuenta la ejecución de juntas de construcción, y luego se retiraran de los mismos.



# CÓMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO OFICIAL

**Obra:** Colocación de válvulas antirretornos en las líneas cloacales de la  
Facultad de Ciencias Químicas.

**Ubicación:** Ciudad Universitaria, Cordoba Capital

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS</b>			
<b>Cálculo del Coeficiente PRECIO - COSTO</b>			
Costo - Costo:			1,0000
Gastos Generales y otros Gastos Indirectos:	10,0%		0,1000
Impuesto al Cheque	1,2%		0,0120
Impuestos (Municipalidad - IIBB)	2,5%		0,0250
Beneficios:	10,0%		0,1000
			1,2120
Gastos Financieros:	0,0%		-
			1,2120
IVA:	21,0%		0,2545
<b>COEFICIENTE PRECIO - COSTO:</b>			<b>1,4665</b>

<b>ITEM 1: Limpieza del terreno y excavaciones</b>					
Unidad		m3			
Cantidad		13,57	(3,60 de profundidad x 1,2 m de diametro)		
Rendimiento		0,7	m3/h		
<b>MATERIALES</b>					
	<b>Cuántia UM</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario Material</b>	<b>Monto(\$/m3)</b>
1 - Lona de recubrimiento de materiales	0,66	m2/m3	9	50	33,2
<b>COSTO UNITARIO DE LOS MATERIALES (\$/m3)</b>					<b>33,2</b>
<b>EQUIPOS</b>					
			<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Monto bruto</b>
1 - Palas manuales de excavacion			2	150	300
2 - Bolsa de arpillera de bolde metalico			2	50	100
3 - Herramientas menores				500	500
			SUMA		<b>900</b>
Amortizac. : 900 x 80 % V.R. x 8 Hrs/Día ÷ 2000 Hs.					2,88
Intereses : 900 x 8 Hrs/Día x 8 % Anu. / 2 / 2000 Hr/Año					0,14
Rep. y Rep. : 900 x 100 % x 8 Hrs/Día ÷ 2000 Hs.					3,60
			<b>COSTO DIARIO</b>		<b>6,62</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
	<b>\$/hora</b>	<b>Horas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal</b>	<b>Costo</b>
Oficial	49,69	8	1	397,536	397,536
Ayudante	36,19	8	1	289,536	289,536
			<b>COSTO DIARIO</b>		<b>687,072</b>
<b>COSTO TOTAL DIARIO (EQUIPOS Y MANO DE OBRA)</b>					<b>693,70</b>
<b>COSTO UNITARIO DE EQUIPO Y MANO DE OBRA (\$/m3)</b>					<b>123,9</b>
<b>Subtotal</b>					<b>157,0</b>
<b>Perdidas en el ítem</b>					<b>0</b>
<b>COSTO UNITARIO DEL ÍTEM</b>					<b>157,0</b>
<b>Coeficiente Precio-Costo</b>					<b>1,47</b>
<b>PRECIO UNITARIO DEL ÍTEM</b>					<b>230,3</b>

<b>ITEM 2: Ejecucion de bocas de registro</b>				
Unidad	Uni			
Cantidad		2,000		
Rendimiento		0,050	unidad/h	
<b>MATERIALES</b>				
	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Monto</b>
1 - Tapa de hierro fundido	un	1	2100	2100,00
2 - Anillos prefabricados de Hormigon	un	4	300	1200,00
3 - hormigon H-20	m3	0,8	750	600,00
4 - Hormigon Pobre (rellenos de boquetes de aros y limpieza terreno)	m3	0,4	600	240,00
5 - Escalera de hierro	un	1	500	500,00
<b>COSTO UNITARIO DE LOS MATERIALES (\$/unidad)</b>				<b>4640,00</b>
<b>EQUIPOS</b>				
		<b>Cantidad</b>		<b>Valor</b>
1 - Palas manuales de excavacion		2	300	600
2 - Baldes para hormigon		3	50	150
3 - Herramientas menores			500	500
4 - Maquina hormigonera		1	16500	16500
			<b>SUMA</b>	<b>17750</b>
Amortizac. : 17750 x 80 % V.R. x 8 Hrs/Día ÷ 10000 Hs.				11,36
Intereses : 17750 x 8 Hrs/Día x 8 % Anu. / 2 / 2000 Hr/Año				2,84
Rep. y Rep. : 17750 x 100 % x 8 Hrs/Día ÷ 10000 Hs.				14,20
			<b>COSTO DIARIO</b>	<b>28,40</b>
<b>MANO DE OBRA \$/hora</b>				
		<b>Horas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal</b>
Oficial	49,69	8	1	397,536
Ayudante	36,19	8	1	289,536
				<b>COSTO DIARIO</b>
				<b>687,072</b>
<b>COSTO TOTAL DIARIO (EQUIPOS Y MANO DE OBRA)</b>				<b>715,47</b>
<b>COSTO UNITARIO DE EQUIPO Y MANO DE OBRA (\$/unidad)</b>				<b>1788,7</b>
<b>Subtotal</b>				<b>6428,7</b>
Perdidas en el ítem				0
<b>COSTO UNITARIO DEL ÍTEM</b>				<b>6428,7</b>
Coeficiente Precio-Costo				1,50
<b>PRECIO UNITARIO DEL ÍTEM</b>				<b>9616,3</b>

<b>ITEM 3: Aserrado de caños y colocacion de valvulas antiretorno</b>						
Unidad	unidad					
Cantidad	2,000					
Rendimiento	0,5 uni/h					
<b>MATERIALES</b>		<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Monto</b>		
1- Valvulas antiretorno, diametro 110 mm.		1	600	600		
<b>COSTO UNITARIO DE LOS MATERIALES (\$/unidad)</b>				<b>600,00</b>		
<b>EQUIPOS</b>		<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>			
1 - Aserradora		1	5000	5000		
2 - Bolsa de arpilleria de bolde metalico		1	50	50		
3 - Herramientas menores			500	500		
			SUMA	<b>5550</b>		
Amortizac. : 5550 x 80 % V.R. x 8 Hrs/Día ÷ 10000 Hs.				3,55		
Intereses : 5550 x 8 Hrs/Día x 8 % Anu. / 2 / 2000 Hr/Año				0,89		
Rep. y Rep. : 5550 x 100 % x 8 Hrs/Día ÷ 10000 Hs.				4,44		
				<b>COSTO DIARIO</b>		
				<b>8,88</b>		
<b>MANO DE OBRA</b>		<b>\$/hora</b>	<b>Horas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal</b>	<b>Costo</b>
Oficial especializado		49,69	8	1	397,536	397,536
Ayudante		36,19	8	1	289,536	289,536
				<b>COSTO DIARIO</b>		
				<b>687,072</b>		
<b>COSTO TOTAL DIARIO (EQUIPOS Y MANO DE OBRA)</b>				<b>695,95</b>		
<b>COSTO UNITARIO DE EQUIPOS Y MANO DE OBRA (\$/unidad)</b>				<b>173,99</b>		
<b>Subtotal</b>					<b>774,0</b>	
Perdidas en el item					0	
<b>COSTO UNITARIO DEL ITEM</b>					<b>774,0</b>	
Coeficiente Precio-Costo					1,47	
<b>PRECIO UNITARIO DEL ITEM</b>					<b>1135,1</b>	

**Obra: Colocacion de Valvulas Antiretorno en las lineas cloacales de la F.C.Q.**

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Limpieza del terreno y excavaciones	M3	27,14	230,29	6.250,84
2	Ejecucion de bocas de registro	U	2,00	9.616,34	19.232,68
3	Aserrado del caño y colocacion de valvulas	M3	2,00	1.135,07	2.270,14
<b>TOTAL PRESUPUESTADO</b>					<b>27.753,66</b>

\* Valores de mano de obra tomados del ACUERDO DE CONVENIO COLECTIVO DEL TRABAJO (76/75) de la U.O.C.R.A., con fecha en Abril de 2014. Incluye cargas sociales tales como Jubilación (11%), Ley 19,032 INSSJP (3%), Obra social (3%), Sindicato (2,5%). No incluye A.R.T., la que quedara a cargo del empleador

\*\*Valores de materiales y equipos tomados de distintos catálogos y cotizaciones de empresas.



# PLANOS GENERALES Y DE DETALLES

**Obra:** Colocación de válvulas antirretornos en las líneas cloacales de la Facultad de Ciencias Químicas.

**Ubicación:** Ciudad Universitaria, Córdoba Capital

# **ANEXO C – EJECUCIÓN DE CAÑERÍA ALIVIADORA EN LA RED CLOACAL DE LA F.C.Q. Y COMEDOR UNIVERSITARIO**



# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES

**Obra: Ejecución de una cañería aliviadora en la Facultad de Ciencias Químicas y Comedor Universitario**

**Ubicación: Ciudad Universitaria, Cordoba Capital**

## **PARTE I: Generalidades**

**Nota: Todas las consideraciones que a continuación se enumeran y los trabajos que de ellas surgen, deberán ser comprendido dentro de los respectivos ítems y formando parte del precio final de la obra, debiendo ser tenida en cuenta por el Oferente al elevar su propuesta.**

- ✓ La empresa deberá desarrollar los detalles necesarios de todos los ítems que no figuran en la presente documentación que resulten imprescindibles para cumplir con el fin de la obra. Los mismos deberán ser presentados a la Inspección para su aprobación antes de comenzar los trabajos.
- ✓ Se entiende que la Contratista se obliga a ejecutar dentro del precio contractual todos aquellos trabajos que, aunque no estén específicamente indicados en la documentación, sean necesarios realizar para la total terminación de la obra, teniendo en cuenta la finalidad con la que ha sido proyectada.
- ✓ El Oferente tiene la obligación de solicitar aclaraciones sobre omisiones en proyecto o puntos de interpretación dudosa, antes de realizar su oferta.
- ✓ Se considera que cada proponente, al formular su cotización, lo hace con perfecto conocimiento de causa, y que se ha trasladado al lugar donde se deberán ejecutar los trabajos a fin de informarse debidamente sobre:
  - d) Posibles inconvenientes que se opongan a una normal ejecución de la obra.
  - e) Condiciones para la provisión de agua, energía eléctrica, obras sanitarias, etc.
  - f) Todo cuanto pueda influir para lograr el justiprecio de la obra.

En consecuencia, no podrá alegar posteriormente ignorancia alguna en lo que a condiciones de realización se refiere.

- ✓ Se hace notar que la información de los elementos gráficos y escritos es a título orientativo, y al solo efecto de cotizar. Las verdaderas cantidades y costos de los ítems serán a su exclusivo costo.

- ✓ La Contratista deberá verificar todas las instalaciones existentes que se vinculen directa o indirectamente con las tareas a ejecutar siendo a su exclusivo costo los trabajos a efectuar para el correcto funcionamiento de las mismas.
- ✓ La Contratista deberá detectar, extraer o modificar cualquier elemento o infraestructura subterránea, eléctrica, de gas, agua, etc., procediendo a ejecutar todos los trabajos necesarios para la correcta prestación de los servicios de esos alimentadores, si así correspondiere, aunque los mismos no estuviesen indicados en pliegos y planos.
- ✓ La limpieza se deberá realizar semanalmente, si así lo exigiera la inspección; debiéndose tomar todas las precauciones necesarias y suficientes para que las tareas y los materiales como así también los escombros y residuos no entorpezcan el normal funcionamiento de las actividades académicas.
- ✓ La Contratista deberá mantener y cuidar los espacios exteriores circundantes a la obra de forma tal que al finalizar la ejecución del trabajo, los mismos se deberán entregar tal como se los encontró.
- ✓ Las válvulas responderán a Normas IRAM y ASTM, siendo a exclusión e inapelable juicio de la U.N.C. (Subsecretaría de Planeamiento Físico), las inspecciones de fábrica, el acceso a Obra o instalaciones realizadas con esos materiales, además de las constancias, referencias y/o ensayos que permitan contribuir a formar criterio y a adaptar la decisión correspondiente.
- ✓ El tipo de pago es a "Precio Unitario". Se computaran todos los costos directos necesarios para ejecutar una unidad de medida de cada ítem. A este se le aplicara un coeficiente K que tienen en cuenta los gastos indirectos, impuestos, cargos adicionales y beneficio del contratista, para determinar el precio de cada unidad de medida. Dicho precio multiplicado por la cantidad de unidades a ejecutar, dará el precio de cada ítem. La sumatoria de los precios de todos los ítems, nos proporcionara el "Precio Global" de la obra.

、  
-

## **PARTE II: Particularidades de la obra**

### **Ítem 1: Limpieza y preparación del terreno**

Antes de iniciarse la obra, se limpiará todo el terreno de escombros, residuos, malezas, vegetación, etc, de modo que la superficie quede limpia dentro de los lugares fijados para el replanteo de la obra propiamente. También se retirará de la zona de trabajo, el ripio del estacionamiento para evitar que este se caiga cuando se excave.

Durante la ejecución de las obras, el Contratista deberá mantener limpio y despejado de residuos el sitio de los trabajos.

Al finalizar la obra el Contratista hará limpiar y reacondicionar por su cuenta los lugares donde se ejecutaron los trabajos y sus alrededores, retirando todas las construcciones auxiliares y estructuras del obrador, resto de materiales, piedras, maderas, etc., debiendo cumplir las órdenes que en tal sentido le imparta la Inspección. Sin este requisito no se considerará terminada la obra.

### **Ítem 2: Excavaciones**

Luego la excavación del terreno comprende, la ordenada disposición del material excavado a los costados de la obra, excavación y el entibamiento necesario para asegurar la estabilidad de las paredes de los pozos para las bocas de registro, excavación tapado y compactación de las zanjas para las cañerías, puentes para peatones y vehículos, señalizaciones y obras de prevención y seguridad, de acuerdo a las normas vigentes, terminación del terreno afectado emparejamiento, carga, descarga y acondicionamiento de la tierra sobrante y su transporte. El fondo de las excavaciones será perfectamente nivelado y apisonado, a las cotas de nivel que resulten de los planos.

El material sobrante de las excavaciones, luego de efectuados los rellenos, será descargado en un lugar adecuado, propuesto por la Contratista y aprobado por la Inspección de Obra.

Antes de formular sus ofertas, los interesados deberán efectuar las averiguaciones del caso en el terreno y con el Comitente, a fin de comprobar el estado y particularidad de los accesos y los lugares exactos de descarga del material, ya que posteriormente no se admitirán reclamos de ninguna naturaleza.

El Contratista deberá alejar dicho material del lugar de las obras a un ritmo acorde con el de las excavaciones y rellenos. Sin en el lugar de los trabajos se produjeran acumulaciones injustificadas del material proveniente de las excavaciones, la Inspección fijará plazo para su alejamiento por Orden de Servicio.

### **Excavaciones para cañerías**

Comprende este ítem la provisión de toda la mano de obra y equipos necesarios para realizar las excavaciones completas de zanjas necesarias para la colocación de la cañería proyectada y sus accesorios con los anchos y condiciones que establezca el proyecto y cualquiera sea el tipo de terreno involucrado, incluyendo la señalización y el apuntalamiento u obras provisionarias que fueran necesarias, el acopio provisorio, carga, traslado y descarga del suelo sobrante en los lugares que se indiquen.

El Contratista deberá realizar e interpretar un estudio de suelos, para determinar la necesidad de entibamientos o tablestacados, apuntalamientos, desagote, depresión de napa u otras medidas a adoptar para la protección de los trabajadores, evaluar la influencia de estructuras adyacentes, instalaciones, calzadas, etc. y minimización de los riesgos de derrumbamiento y hundimiento del suelo durante la excavación e instalación de los caños.

El Contratista deberá proveer, instalar y mantener todos los sistemas de sostén, enmaderamiento, los laterales de la excavación como también deberá mantener un sistema de bombeo u otro método aprobado de desagote o depresión de napa que se encargará de remover toda el agua que llegue a la excavación proviniendo de cualquier fuente.

Las excavaciones para la instalación de las cañerías de PVC de diametro 160 mm, serán de un ancho de 0,50 metros.

Los anchos que se consignan se consideran como la luz libre entre parámetros de la excavación no reconociéndose sobrecanchos de ninguna especie en razón de la ejecución de enmaderamientos, apuntalamientos o tablestacados.

Las zanjas a efectuar para la instalación de tubería se ejecutarán de acuerdo a los planos de ejecución aprobados, y serán lo más rectas posibles en su trazado en planta y con la rasante uniforme.

No se alcanzará de primera intención las cotas definitivas del fondo de la excavación, sino que se dejará siempre una capa de aprox. + 10 cm., que se recortará en el momento de asentar las cañerías.

Si la capacidad portante del fondo de las excavaciones fuera deficiente la Contratista deberá mejorar el terreno mediante sustitución o modificación de su estructura.

La excavación incluye la remoción de material de cualquier naturaleza encontrado, incluyendo todas las obstrucciones que pudieran interferir con la propia ejecución y terminación del trabajo. La remoción de tal material debe estar de acuerdo con los trazados y perfiles mostrados u ordenados. Las rocas y otros materiales que no sean apropiados para el posterior relleno deberán ser retirados del sitio de la obra por la Contratista a los lugares que se proveerá para tal fin.

Las obras se construirán con las excavaciones en seco, debiendo la Contratista, adoptar todas las precauciones y ejecutar todos los trabajos concurrentes a ese fin, por su exclusiva cuenta y riesgo.

La Contratista al adoptar el método de trabajo para mantener en seco las excavaciones, deberá eliminar toda posibilidad de daños, desperfectos y perjuicios directos o indirectos a la edificación e instalaciones próximas, de todo lo cual será el único responsable.

En los trabajos de excavación y preparación de zanjas para alojamiento subterráneo de la cañería, el eje de las excavaciones deberá coincidir, verticalmente, con el eje longitudinal de la tubería.

El material proveniente de las excavaciones, se utilizará para el relleno de las mismas y el sobrante la Contratista deberá alejarlo del lugar de las obras a su exclusivo cargo, a un ritmo acorde al de las excavaciones, rellenos y terraplenamientos.

### **Excavaciones para bocas de registro**

Para realizar la operación de excavación para los pozos, se deberá zonificar el área colocando vallas o cinta de advertencia en un radio de 1,50 metros, así evitar desmoronamiento por acopio de materiales en las cercanías del pozo y para evitar caída de personas dentro del mismo. Dentro de esa área no se puede acopiar material ni puede transitar nadie ajeno a la tarea de excavado.

La excavación para cada pozo se deberá realizar entubando el mismo con aros de hormigón, de 50 cm de altura y 5 cm de espesor. El entubado es obligatorio a partir de los 2 metros de profundidad. La forma de colocar los aros debe ser tal que descendan por su propio peso y en forma pareja, de manera que no se generen tensiones al posicionarse inadecuadamente, las cuales provocarían la rotura del mismo.

Una vez que se llega a la cota superior del cojinete, los aros deben ser anclados a la pared del pozo, así poder hacer la cámara inferior y la loza de fondo. Esto se realiza mediante los orificios que se encuentran en las paredes de los aros, a través de estos se introduce en la pared barras de acero que luego se fijan con hormigón. Los aros se deben colocar de manera que los orificios de los mismos no queden alineados. La distancia entre el fondo del pozo y el fin del último aro del encofrado no deberá superar los 1.20 metros.

La realización de la cámara inferior posee muchos riesgos ya que no puede ser encofrada, así que se tendrá que realizar rápidamente la cámara.

El equipo y herramientas de trabajo serán un torno, que es el aparato de elevación, un balde, de material resistente y flexible, y una pala.

La operación es realizada por dos operarios, uno que maneja el torno en la superficie, quien sube y baja el balde de lona con el suelo excavado, y otro que excava dentro del pozo. Al llegar a la cota superior del cojinete se realizara el ensanche para así poder realizar la cámara inferior.

El fondo de las excavaciones será perfectamente nivelado y apisonado, a las cotas de nivel que resulten de los planos.

El material sobrante de las excavaciones, luego de efectuados los rellenos, será descargado en un lugar adecuado.

### Ítem 3: Nivelación del terreno y colocación de cañerías

Las cañerías de las redes colectoras se realizarán en Policloruro de Vinilo (PVC) aptas para redes cloacales, de diámetro 160 mm. Se emplearán caños rectos de PVC con unión deslizante en la red de colectoras.

Deberán cumplir con las siguientes condiciones:

Se podrá usar accesorios con junta deslizante con aros de goma elastoméricos. En caso de vincular tuberías o accesorios de PVC con piezas y elementos de otros materiales tales como accesorios de hierro fundido, se podrán utilizar accesorios metálicos previa aprobación de la Inspección de Obra.

Las piezas de empalme, derivación y demás accesorios, serán de un material cuyas características físicas y químicas no podrán ser inferiores a la de los tubos.

El almacenamiento de los tubos, accesorios y aros de goma deben ser resguardados de las radiaciones solares y alejados de cualquier otra fuente calórica, como así también de solventes y otros productos químicos agresivos al PVC y al caucho respectivamente.

La conexión a bocas de registro se efectuará mediante un mango de empotramiento de PVC del diámetro adecuado, con la superficie exterior arenada en el extremo a empotrar y espiga o enchufe para junta elástica en el otro, según corresponda al sentido del flujo.

#### Fundación de la Cañería

Cuando el terreno de apoyo por debajo del fondo de la cañería sea inconsistente y no resulte adecuado para la fundación, el Contratista deberá profundizar la excavación hasta donde se le indique y reemplazar el material excavado en exceso por suelos compactados, el espesor de las capas compactadas terminadas no será mayor a 0,15 m.

Posteriormente, se conformará el fondo de la excavación como un segmento cilíndrico. Este trabajo deberá ser ejecutado con equipos mecánicos que aseguren la forma

correcta del cuenco, evitando que queden materiales sueltos en su superficie. En el caso de que ello ocurriera, se harán dos pasadas de apisonado con equipos livianos, provistos de una chapa de acero de superficie cilíndrica igual al del cuenco.

Si en cualquier punto de la excavación en zanja, ésta excede más allá de lo especificado anteriormente, la excavación en exceso será rellenada con material adecuado, que se compactará para el fondo de la excavación y en la parte superior de las cañerías y cámaras.

### **Colocación de cañerías**

La instalación o colocación de cañerías comprende:

- Acarreo y colocación de los caños y de todos los accesorios indicados en los planos o que sean necesarios para la correcta instalación y operación de las cañerías.
- Provisión de materiales y mano de obra para la ejecución de pinturas de protección y bloques de anclaje de hormigón.
- Reparación de instalaciones existentes removidas como consecuencias de los trabajos efectuados.
- Pruebas hidráulicas, de infiltración y funcionamiento.
- La ejecución de empalmes, derivaciones, taponamiento de cañerías existentes, remoción de instalaciones y todas las obras accesorias necesarias para la materialización de la conexión de conducciones nuevas a otras existentes
- La prestación de equipos, maquinarias u otros elementos de trabajo, las pasarelas, puentes y otras medidas de seguridad a adoptar, y todo otro trabajo o provisión necesarios para su completa terminación y correcto funcionamiento.

El procedimiento a seguir será el siguiente: se transportará hasta el lugar de su colocación los metros de cañerías en la cantidad necesaria para instalar en la jornada de trabajo respectiva. Previo a ello, se tendrá preparada la zanja, que fuera nivelada y perfilada, con la capa de arena de 10 cm. en todo el ancho de la zanja. La cañería se apoyará sobre la capa de arena debidamente alineada y nivelando ambos extremos, sin excepción con referencia al intradós superior respetando las cotas de proyecto que figuran en el plano de proyecto.

Se tomará la precaución de salvar el contacto de la cabeza del caño con la arena, para su mejor nivelación y empalme posterior.

Seguidamente se completará con arena hasta la mitad de su diámetro en vertical, salvando el extremo con cabeza, (asegurándose que toda la base del caño esté en estrecho contacto con la arena), para facilitar el enchufe de la espiga siguiente, sea de otro caño o de un ramal para conexión domiciliaria, esta tarea se realizará en todo el tramo, generalmente entre dos bocas de registro incluyendo las conexiones domiciliares con sus piezas especiales.

Se verificará el perfecto alineado y asiento de la cañería en toda su extensión, tanto de colectora como de conexión domiciliaria.

Asimismo se exigirá la intervención de personal debidamente capacitado para la realización de las distintas tareas de esta parte de la instalación.

Asimismo, y para controlar la deflexión de la cañería, se procederá antes de la prueba hidráulica, a pasar por todo el tramo a ensayar, un tapón cuyo diámetro será el 97% del diámetro interior de la cañería. Esto se efectuará cuando la cañería se encuentre con las juntas descubiertas y con una tapada de una a tres capas de suelo como se establece en las especificaciones para excavación (relleno y compactación), sobre el lomo del caño comprendido entre dos juntas.

### **Asiento y Anclaje de cañerías**

El Contratista ejecutará revestimientos y anclajes de ramales y curvas, así como también capas de asiento de cañerías donde el terreno ofreciese resistencia insuficiente.

Con igual espesor de arena, gravilla o suelo seleccionado, se recubrirá la cañería, es decir que a partir del trasdós de la misma se colocará una capa de suelo de idénticas características.

El tapado de la zanja se completará con el suelo producto de la excavación evitando colocar rocas cuya forma, tamaño y peso pudiera provocar la rotura de la cañería.

La arena o gravilla, podrá ser fluvial, marina o de otra procedencia cualquiera, siempre y cuando las sustancias e impurezas que pudiera contener no resultaran agresivas para la cañería.

### **Prueba Hidráulica**

Cuando se haya completado la tarea anterior y manteniendo las condiciones anteriores, recién se estará en condiciones de efectuar la prueba hidráulica del tramo conformado; siempre entre dos bocas de registro consecutivas, con su respectiva conexión a los baños del comedor. Esta última estará cerrada con tapón de expansión, al igual que el extremo opuesto al control de prueba del tramo, durante el tiempo que dure la misma.

Consistirá en efectuar dos pruebas. La primera, denominada a "zanja abierta" y otra a "zanja rellena" o final, sometiendo en ambos casos al tramo, en su punto más alto a una presión de 3 m. de columna de agua (3 m.c.a.).

La primer prueba se realizará llenando la cañería con agua, eliminando todo el aire, llevando el pelo de agua en el embudo, hasta lograr el nivel de prueba. A partir de ese momento se revisarán las juntas en el tramo en presión; si existieran pérdidas se descargará la cañería y se procederá a rehacer la junta, cambiar el caño o la pieza que se trate, repitiendo nuevamente la prueba y control ocular de pérdidas. Se repetirá esta operación hasta verificar que no existen más perdidas. A partir de ese momento, se completará el embudo controlando durante 15 minutos el nivel de agua. Si el mismo no ha variado en ese tiempo, se dará por aprobada esta primera parte.

Seguidamente, y sin descargar la cañería, se procederá al relleno de la zanja en toda su extensión y hasta completar la mitad de la profundidad, compactando a mano y en todo el tramo en prueba de acuerdo a lo que indicado en el ítem Relleno y compactación de zanjas.

Si al cabo de 0,5 hs. de terminada esta operación no se observan pérdidas a través del descenso del nivel en el embudo, se dará por aprobada la prueba final y se autorizará el relleno total de la zanja. En el caso de observarse descenso de nivel, se ordenará la localización de las pérdidas procediendo la Contratista como en el caso de pérdidas de "zanja abierta".

Las tareas serán realizadas con personal especializado, con material y elementos adecuados y de probada calidad y utilidad.

#### **Ítem 4: Ejecución de bocas de registro**

Este ítem comprende básicamente la excavación manual a cielo abierto de pozos de 1,20 m. de diámetro y profundidad según proyecto. El encajonamiento del suelo removido hasta la terminación de los trabajos y todas las tareas necesarias para el cumplimiento de los trabajos como entibaciones y el transporte del material sobrante hasta el lugar correspondiente.

Antes de proceder a la apertura de una boca de registro se deberá disponer en el lugar, todos los elementos para su tapado, vallado, balizamiento y señalización, para ser colocado en el sector durante el tiempo que dure su ejecución.

Los marcos y tapas de las Bocas de Registro, serán de fundición dúctil. Deberán responder a las dimensiones y características indicadas en los planos del proyecto, tendrán accionamiento abisagrado y traba de seguridad. Las tapas deberán ser lo suficientemente resistentes de modo que soporten el paso de vehículos livianos. Su nivel de terminación deberá ser entre cinco y diez cm por encima del nivel del terreno natural.

Todas las bocas de registro se construirán con anillos de hormigón prefabricados, de 0,50 mts de altura, de acuerdo con los planos.

Los paramentos internos deberán quedar lisos, sin huecos, protuberancias o fallas. La sección y profundidad de cada Boca de Registro, será la indicada en los planos de ingeniería correspondientes.

Los marcos y las grapas para escalones serán colocados a lo último y se tendrá que asegurar su completa inmovilidad.

Las losas de las cámaras inferiores se ejecutarán con hormigón pobre, con un espesor de 0,20 mts, y una base de hormigón de limpieza, con un espesor de 0,10 mts. El espesor de la base construida in situ debe permitir el desarrollo del cojinete.

La superficie de asiento de la losa deberá estar, antes de la ejecución de las mismas, perfectamente nivelada, libre de cascotes y convenientemente humedecida.

En el fondo de las bocas de registro se intercomunicarán los extremos de las cañerías mediante cojinetes de sección semicircular de diámetro similar al de las cañerías. En caso de contarse con cañerías de distintos diámetros, los cojinetes deberán tener una transición suave. Se deberán redondear los bordes superiores de estos cojinetes y la superficie restante del fondo, deberá tener una pendiente hacia los mismos, no inferior al 5 %. Toda la superficie de los cojinetes y fondo de la boca de registro, deberá terminarse con una lechada de cemento, perfectamente lisa. Entre un extremo y otro de los cojinetes se deberá mantener la pendiente de la cañería que entra y sale de la boca de registro.

En cuanto al tapado y compactación de la excavación correspondiente a las bocas de registro, la compactación del relleno posterior deberá hacerse correctamente con pisón neumático o con el medio que se crea conveniente a medida que se va levantando las paredes de la misma con tierra molida en forma parcial evitando así posteriores hundimientos.

En todo el proceso se respetarán las medidas de higiene y seguridad correspondientes.

## **Ítem 5: Relleno y compactación de zanjas**

El tapado de las zanjas podrá ser realizado con el material extraído de la excavación, el que será acopiado al costado de la zanja. Si fuera necesario acarrear material de relleno, por no ser apto el extraído, los gastos que esto origine, cualquiera sea la distancia de transporte, correrán por cuenta y cargo de la empresa contratista, lo cual debería haber sido tenido en cuenta por éste en la oportunidad de realizar los estudios y sondeos previos correspondientes a la preparación de la oferta.

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

Se requiere que el contratista preste la mayor atención en la ubicación y compactación del material debajo del caño y hasta la denominada zona de cuna (diámetro horizontal del caño). El relleno y compactación se continuará hasta el nivel de terreno natural poniendo especial cuidado en la compactación de los 15 cm superiores a la clave del caño, evitando dañar el caño por impacto.

Una vez aprobada la prueba hidráulica se procederá al tapado y compactación de la zanja. Todo material sobrante de la excavación deberá ser retirado del lugar por el contratista.

## Ítem 6: Enripiado

Este ítem comprende la realización de todos los trabajos y/ó provisiones necesarias para la ejecución de un enripiado de 5 cm de espesor en todas las zonas donde se excavo y habia anteriormente enripiado para el estacionamiento.

Este ítem Incluye los siguientes trabajos:

- Provisión de material pétreo, piedra partida.
- Conformación de la mezcla, su distribución, riego, compactación y perfilado final.

Finalizados los trabajos de relleno y compactacion de zanjas, y nivelada la superficie, se debera efectuar el enripiado.

Se preparará la mezcla de ripio, se distribuirá la mezcla sobre la superficie, se regará la misma, se la compactará.

El tipo de ripio será piedra triturada del 6-19 mm.



# CÓMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO OFICIAL

**Obra: Ejecución de una cañería aliviadora en la Facultad de Ciencias Químicas y Comedor Universitario**

**Ubicación: Ciudad Universitaria, Cordoba Capital**

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS</b>			
<b><u>Cálculo del Coeficiente PRECIO - COSTO</u></b>			
Costo - Costo:			1,0000
Gastos Generales y otros Gastos Indirectos:		10,0%	0,1000
Impuesto al Cheque		1,2%	0,0120
Impuestos (Municipalidad - IIBB)		2,5%	0,0250
Beneficios:		10,0%	0,1000
			1,2120
Gastos Financieros:		20,0%	0,2424
			1,4544
IVA:		21,0%	0,3054
<b>COEFICIENTE PRECIO - COSTO:</b>			<b>1,7598</b>

<b>ITEM 1: Limpieza y preparación del terreno</b>					
Unidad	m <sup>2</sup>			Prof. Exc. Prom. =	3,48
Cantidad	124,5			Taludes = 1:3	
Rendimiento	10 m <sup>2</sup> /h				
<b>MATERIALES</b>					
Cuántia UM	Unidades	Cantidad	Precio Unitario	Monto	
<b>COSTO UNITARIO DE LOS MATERIALES (\$/m<sup>2</sup>)</b>					<b>0,0</b>
<b>EQUIPOS</b>					
		Cantidad	Valor individual	Valor	
1- Palas manuales		2	300	600	
2 - Picos		2	200	400	
3 - Carretillas		1	400	400	
			SUMA	<b>1400</b>	
Amortizac. : 1400 x 80 % V.R. x 8 Hrs/Día ÷ 1000 Hs.				8,96	
Intereses : 1400 x 8 Hrs/Día x 8 % Anu. / 2 / 2000 Hr/Año				0,22	
Rep. y Rep. : 1400 x 100 % x 8 Hrs/Día ÷ 1000 Hs.				11,20	
				<b>COSTO DIARIO</b>	<b>20,38</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
	\$/hora	Horas	Cantidad	Jornal	Costo
Oficial	49,69	8	1	397,54	397,54
Ayudante	36,19	8	1	289,54	289,54
				<b>COSTO DIARIO</b>	<b>687,072</b>
<b>COSTO TOTAL DIARIO (EQUIPOS Y MANO DE OBRA)</b>					<b>707,46</b>
<b>COSTO UNITARIO DE EQUIPOS Y MANO DE OBRA(\$/m<sup>2</sup>)</b>					<b>8,8</b>
<b>Subtotal</b>					<b>8,8</b>
Perdidas en el ítem					0
<b>COSTO UNITARIO DEL ÍTEM</b>					<b>8,8</b>
Coeficiente Precio-Costo					1,76
<b>PRECIO UNITARIO DEL ÍTEM</b>					<b>15,6</b>

<b>ITEM 2: Excavaciones</b>					
Unidad	m3			Prof. Exc. Prom. =	3,5
Cantidad	263,3			Taludes = 1:3	
Rendimiento	5,4 m3/h				
<b>MATERIALES</b>					
	Cuántia UM	Unidades	Cantidad	Precio Unitario	Monto
1 - Contenedor de escombros	0,004	un.	1	700	2,7
<b>COSTO UNITARIO DE LOS MATERIALES (\$/m3)</b>					<b>2,7</b>
<b>EQUIPOS</b>					
			Cantidad	Valor individual	Valor
1 - Palas de excavacion			10	300	3000
2 - Bolsa de arpillera de bolde metalico			10	50	500
3 - Herramientas menores				500	500
				SUMA	<b>4000</b>
Amortizac. : 4000 x 80 % V.R. x 8 Hrs/Día ÷ 1000 Hs.					25,60
Intereses : 4000 x 8 Hrs/Día x 8 % Anu. / 2 / 2000 Hr/Año					0,64
Rep. y Rep. : 4000 x 100 % x 8 Hrs/Día ÷ 1000 Hs.					32,00
				<b>COSTO DIARIO</b>	<b>58,24</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
	\$/hora	Horas	Cantidad	Jornal	Costo
Oficial	49,69	8	3	397,536	1192,61
Ayudante	36,19	8	6	289,536	1737,22
				<b>COSTO DIARIO</b>	<b>2929,82</b>
<b>COSTO TOTAL DIARIO (EQUIPOS Y MANO DE OBRA)</b>					<b>2.988,06</b>
<b>COSTO UNITARIO DE EQUIPOS Y MANO DE OBRA (\$/m3)</b>					<b>69,2</b>
<b>Subtotal</b>					<b>71,8</b>
Perdidas en el ítem					0
<b>COSTO UNITARIO DEL ÍTEM</b>					<b>71,8</b>
Coeficiente Precio-Costo					1,76
<b>PRECIO UNITARIO DEL ÍTEM</b>					<b>126,4</b>

<b>ITEM 3: Nivelacion del terreno y colocacion de cañerías</b>					
Unidad		m			
Cantidad		42,5			
Rendimiento		5 m/h			
<b>MATERIALES</b>					
	<b>Cuántia UM</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Monto</b>
1 - Cañería de PVC de D = 160 mm, incluidos materiales de sellado	1,00	m/m	42,5	90	90,00
2 - Codo especial a 11º, D=160	0,02	u/m	1	800	18,82
3 - Arena para asiento y nivelacion, e=0,10 m	0,06	m3/m	2,55	300	18,00
<b>COSTO UNITARIO DE LOS MATERIALES (\$/m)</b>					<b>126,8</b>
<b>EQUIPOS</b>					
			<b>Cantidad</b>	<b>Valor individual</b>	<b>Valor</b>
1 - Palas manuales de excavacion			5	300	1500
2 - Herramientas menores				500	500
				SUMA	<b>2000</b>
Amortizac. : 2000 x 80 % V.R. x 8 Hrs/Día ÷ 500 Hs.					25,60
Intereses : 2000 x 8 Hrs/Día x 8 % Anu. / 2 / 2000 Hr/Año					0,32
Rep. y Rep. : 2000 x 100 % x 8 Hrs/Día ÷ 500 Hs.					32,00
				<b>COSTO DIARIO</b>	<b>57,92</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
	<b>\$/hora</b>	<b>Horas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal</b>	<b>Costo</b>
Oficial	49,69	8	1	397,536	397,536
Ayudante	36,19	8	1	289,536	289,536
				<b>COSTO DIARIO</b>	<b>687,072</b>
<b>COSTO TOTAL DIARIO (EQUIPOS Y MANO DE OBRA)</b>					<b>744,99</b>
<b>COSTO UNITARIO DE EQUIPOS Y MANO DE OBRA (\$/m)</b>					<b>18,6</b>
<b>Subtotal</b>					<b>145,4</b>
<b>Perdidas en el ítem</b>					<b>0</b>
<b>COSTO UNITARIO DEL ÍTEM</b>					<b>145,4</b>
<b>Coefficiente Precio-Costo</b>					<b>1,76</b>
<b>PRECIO UNITARIO DEL ÍTEM</b>					<b>256,0</b>

<b>ITEM 4: Ejecucion de bocas de registro</b>					
Unidad	un.				
Cantidad	2				
Rendimiento	0,040	unidad/h			
<b>MATERIALES</b>					
	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Monto</b>	
1 - Tapa de hierro fundido	un	1	2100	2100,00	
2 - Anillos prefabricados de Hormigon	un	4	300	1200,00	
3 - hormigon H-20	m3	0,8	750	600,00	
4 - Hormigon Pobre (rellenos de boquetes de aros y limpieza terreno)	m3	0,4	600	240,00	
5 - Escalera de hierro	un	1	500	500,00	
<b>COSTO UNITARIO DE LOS MATERIALES (\$/un)</b>				<b>4640,0</b>	
<b>EQUIPOS</b>					
		<b>Cantidad</b>	<b>Valor individual</b>	<b>Valor</b>	
1 - Palas manuales de excavacion		2	300	600	
2 - Baldes para hormigon		3	50	150	
3 - Herramientas menores			500	500	
4 - Maquina hormigonera		1	16500	16500	
			SUMA	<b>17750</b>	
Amortizac. : 17750 x 80 % V.R. x 8 Hrs/Día ÷ 5000 Hs.				22,72	
Intereses : 17750 x 8 Hrs/Día x 8 % Anu. / 2 / 2000 Hr/Año				2,84	
Rep. y Rep. : 17750 x 100 % x 8 Hrs/Día ÷ 5000 Hs.				28,40	
			COSTO DIARIO	<b>53,96</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>					
	<b>\$/hora</b>	<b>Horas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal</b>	<b>Costo</b>
Oficial	49,69	8	1	397,54	397,54
Ayudante	36,19	8	2	579,07	579,07
				COSTO DIARIO	<b>976,61</b>
COSTO TOTAL DIARIO (EQUIPOS Y MANO DE OBRA)					1.030,57
<b>COSTO UNITARIO DE EQUIPOS Y MANO DE OBRA(\$/un)</b>					<b>3220,5</b>
Subtotal					<b>7860,5</b>
Perdidas en el item					0
<b>COSTO UNITARIO DEL ITEM</b>					<b>7860,5</b>
Coeficiente Precio-Costo					1,76
<b>PRECIO UNITARIO DEL ITEM</b>					<b>13833,1</b>

<b>ITEM 5: Relleno y compactacion de zanjas</b>					
Unidad	m3			Prof. Exc. Prom. =	3,5
Cantidad	263,3			Taludes = 1:3	
Rendimiento	9 m3/h				
<b>MATERIALES</b>					
	<b>Cuántia UM</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Monto</b>
1 - Tierra faltante para el relleno	0,091	m3	24	150	13,7
<b>COSTO UNITARIO DE LOS MATERIALES (\$/m3)</b>					<b>13,7</b>
<b>EQUIPOS</b>					
			<b>Cantidad</b>	<b>Valor individual</b>	<b>Valor</b>
1 - Palas de excavacion			10	300	3000
2 - Pison vibrante manual			1	15000	15000
3 - Herramientas menores				500	500
				SUMA	<b>18500</b>
Amortizac. : 18500 x 80 % V.R. x 8 Hrs/Día ÷ 5000 Hs.					23,68
Intereses : 18500 x 8 Hrs/Día x 8 % Anu. / 2 / 2000 Hr/Año					2,96
Rep. y Rep. : 18500 x 100 % x 8 Hrs/Día ÷ 5000 Hs.					29,60
				<b>COSTO DIARIO</b>	<b>56,24</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
	<b>\$/hora</b>	<b>Horas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal</b>	<b>Costo</b>
Oficial	49,69	8	3	397,536	1192,608
Ayudante	36,19	8	6	289,536	1737,216
				<b>COSTO DIARIO</b>	<b>2929,824</b>
<b>COSTO TOTAL DIARIO (EQUIPOS Y MANO DE OBRA)</b>					<b>2.986,06</b>
<b>COSTO UNITARIO DE EQUIPOS Y MANO DE OBRA (\$/m3)</b>					<b>41,5</b>
<b>Subtotal</b>					<b>55,1</b>
Perdidas en el ítem					0
<b>COSTO UNITARIO DEL ÍTEM</b>					<b>55,1</b>
Coeficiente Precio-Costo					1,76
<b>PRECIO UNITARIO DEL ÍTEM</b>					<b>97,0</b>



<b>ITEM 6: Enripiado final</b>					
Unidad	m2			Prof. Exc. Prom. =	3,48
Cantidad	124,5			Taludes = 1:3	
Rendimiento	10 m2/h				
<b>MATERIALES</b>	<b>Cuántia UM</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Monto</b>
1 - Piedra partida	0,05	m3/m2	12,45	750	37,5
<b>COSTO UNITARIO DE LOS MATERIALES (\$/m2)</b>					<b>37,5</b>
<b>EQUIPOS</b>			<b>Cantidad</b>	<b>Valor individual</b>	<b>Valor</b>
1- Palas manuales			2	300	600
2 - Picos			2	200	400
3 - Carretillas			1	400	400
				SUMA	<b>1400</b>
Amortizac. : 1400 x 80 % V.R. x 8 Hrs/Día ÷ 1000 Hs.					8,96
Intereses : 1400 x 8 Hrs/Día x 8 % Anu. / 2 / 2000 Hr/Año					0,22
Rep. y Rep. : 1400 x 100 % x 8 Hrs/Día ÷ 1000 Hs.					11,20
				COSTO DIARIO	20,38
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>\$/hora</b>	<b>Horas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal</b>	<b>Costo</b>
Oficial	49,69		8	1	397,536
Ayudante	36,19		8	1	289,536
				COSTO DIARIO	687,072
<b>COSTO TOTAL DIARIO (EQUIPOS Y MANO DE OBRA)</b>					<b>707,46</b>
<b>COSTO UNITARIO DE EQUIPO Y MANO DE OBRA(\$/m2)</b>					<b>8,8</b>
<b>Subtotal</b>					<b>46,3</b>
Perdidas en el ítem					0
<b>COSTO UNITARIO DEL ÍTEM</b>					<b>46,3</b>
Coeficiente Precio-Costo					1,76
<b>PRECIO UNITARIO DEL ÍTEM</b>					<b>81,6</b>

<b>CÓMPUTO Y PRESUPUESTO</b>					
<i>Obra: Desvío de cañería cloacal proveniente del Comedor Universitario</i>					
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
1	Limpieza y preparacion del terreno	M2	124,53	15,56	1.937,91
2	Excavaciones	M3	263,29	126,40	33.280,15
3	Nivelacion del terreno y colocacion de cañerías	M	42,50	255,96	10.878,42
4	Ejecucion de bocas de registro	U	2,00	13.833,11	27.666,22
5	Relleno y compactacion de zanjas	M3	263,29	97,05	25.551,45
6	Enripiado	M2	124,53	81,56	10.155,72
<b>TOTAL PRESUPUESTADO</b>					<b>109.469,87</b>

\* Valores de mano de obra tomados del ACUERDO DE CONVENIO COLECTIVO DEL TRABAJO (76/75) de la U.O.C.R.A., con fecha en Abril de 2014. Incluye cargas sociales tales como Jubilación (11%), Ley 19,032 INSSJP (3%), Obra social (3%), Sindicato (2,5%). No incluye A.R.T., la que quedara a cargo del empleador

\*\*Valores de materiales y equipos tomados de distintos catálogos y cotizaciones de empresas.



# PLANOS GENERALES Y DE DETALLES

**Obra: Ejecución de una cañería aliviadora en la Facultad de Ciencias Químicas y Comedor Universitario**

**Ubicación: Ciudad Universitaria, Cordoba Capital**