



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

## CÁTEDRA DE PRÁCTICA SUPERVISADA

Informe Técnico Final

### ESTUDIO Y SOLUCIÓN DE PROBLEMÁTICAS DE RED CLOACAL EN LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y COMEDOR UNIVERSITARIO

ALUMNO:

**PAREDES, Jeremías Eduardo**

TUTOR:

**MAGISTER ING. CIVIL REYNA, Estela**

SUPERVISOR EXTERNO:

**ARQ. YANOVER, Cesar**

AÑO 2016

*A mi abuelo Pocholo.*



## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de los trabajos realizados durante la Práctica Supervisada por el alumno Paredes Jeremías Eduardo, 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 Práctica 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 supervisor 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 usarán 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>CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
<b>CAPITULO 2: OBJETIVOS</b>	<b>11</b>
2.1. LA EMPRESA	11
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
<b>CAPITULO 3: CONVENIO ENTRE F.C.E.F.Y.N., Y SUBSECRETARÍA DE PLANEAMIENTO FISICO DE LA U.N.C.</b>	<b>12</b>
3.1. SUBSECRETARÍA DE PLANEAMIENTO FÍSICO DE LA U.N.C.	12
3.1.1. DIRECCIONES	12
3.1.2. AUTORIDAD	12
3.2. CONVENIO ENTRE SUBSECRETARÍA DE PLANEAMIENTO FÍSICO DE LA U.N.C. Y F.C.E.F.Y.N.	13
3.3. SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, SEGURIDAD Y PLANEAMIENTO (S.I.S.P.) DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	14
3.3.1. OBJETIVOS	14
3.3.2. AUTORIDAD S.I.S.P.	14
3.3.3. EQUIPO DE TRABAJO	14
3.4. METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	15
<b>CAPITULO 4: MARCO TEÓRICO</b>	<b>16</b>
4.1. COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES	16
4.1.1. PROCEDENCIA DE LAS AGUAS RESIDUALES	16
4.1.2. COMPOSICIÓN	17
4.1.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	17
4.1.4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	18
6.1.5. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS	20
4.2. REDES COLECTORAS	23
4.2.1. MATERIALES	26

4.2.2. DISEÑO DE LA RED COLECTORA	27
4.3. METODOS PARA ESTIMAR EL ESCURRIMIENTO PLUVIAL, A PARTIR DE LLUVIA	39
4.3.1. RELACIONES LLUVIA-ESCURRIMIENTO	39
4.3.2. EL MÉTODO RACIONAL	40
<b><u>CAPITULO 5: MEMORIA DESCRIPTIVA</u></b>	<b><u>42</u></b>
5.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	42
5.2. ANÁLISIS DE LA ZONA DE ESTUDIO	43
5.2.1. CAMPUS DE CIUDAD UNIVERSITARIA	43
5.2.2. PABELLONES	44
5.2.3. EDIFICIOS	44
5.3. LA CIUDAD UNIVERSITARIA Y LA RED DE INFRAESTRUCTURA	45
5.4. INFRAESTRUCTURA CLOACAL EN EL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y EL COMEDOR UNIVERSITARIO	48
5.5 ESTADO DEL SERVICIO EN LOS ULTIMOS AÑOS	51
5.6. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y ANTECEDENTES	54
5.7. RELEVAMIENTO PLANIALTIMÉTRICO DE LAS BOCAS DE REGISTROS CLOACALES	55
5.7.1. RELEVAMIENTO PLANIALTIMÉTRICO DE LAS TAPAS DE LAS BOCAS DE REGISTRO	57
5.7.2. RELEVAMIENTO DE COTAS DE INTRADÓS DE CAÑERÍAS EN LAS BOCAS DE REGISTRO. INSPECCIÓN VISUAL.	59
5.7. RELEVAMIENTO PLANIMÉTRICO DE DESAGUES PLUVIALES QUE APORTAN A LA RED CLOACAL	68
<b><u>CAPITULO 6: MEMORIA ANALÍTICA</u></b>	<b><u>70</u></b>
6.1. RESUMEN DE LOS DATOS RELEVADOS	70
6.2. VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD DE LAS CAÑERÍAS	73
6.2.1. APORTES CLOACALES DE LOS ARTEFACTOS SANITARIOS	73
6.2.2. VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD DE CAÑERÍAS (SIN TENER EN CUENTA EL APORTE PLUVIAL).	75
6.2.3. APORTES A LA RED CLOACAL POR DESAGÜES PLUVIALES	77
6.2.4. VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD DE CAÑERÍAS (CON APORTE PLUVIAL)	79
6.3. DIAGNÓSTICO DE LA RED CLOACAL	80
6.4. PRIMERAS MEDIDAS A ADOPTAR	82

6.5. PLANTEO DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA	83
6.5.1. ANTECEDENTE	83
6.5.2. PROPUESTA	84
6.6. PROYECTO DE OPTIMIZACIÓN: MEJORA DE ESTACIÓN DE BOMBEO DE LA LÍNEA CLOACAL DE COMEDOR UNIVERSITARIO Y LABORATORIO DE CIENCIAS QUÍMICAS	86
6.7. PROYECTO DE SOLUCIÓN DEFINITIVA: SEPARACIÓN E INDEPENDIZACIÓN DE LÍNEAS CLOACALES DE LABORATORIO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y COMEDOR UNIVERSITARIO	87
6.7.1. ESTABLECIMIENTO DE COTAS DE INTRADÓS DE LA NUEVA CAÑERÍA	88
6.7.2. VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD Y VELOCIDADES DE LAS LOS TRAMOS.	90
6.7.3. EJECUCIÓN DE ZANJAS DE EXCAVACIÓN	92
6.7.4. PRUEBA HIDRÁULICA	93
6.7.5. BOCAS DE REGISTRO	94
6.7.6. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO	96
<b>CAPITULO 7: CONCLUSIONES</b>	<b>97</b>
<b>CAPITULO 8: REFERENCIAS BLIBIOGRÁFICAS</b>	<b>98</b>
<b>ANEXO A</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO B</b>	<b>100</b>
<b>ANEXO C</b>	<b>101</b>

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 4.1 - Sistema de ventilación cloacal	25
Figura 4.2 - Casos de pendiente de terreno	27
Figura 4.3 - Casos de pendiente del terreno	28
Figura 4.4 - Casos de pendiente del terreno	28
Figura 4.5 - Canales de Sección Circular	30
Figura 4.6 - Boca de Registro en Intersección de Cañerías	32
Figura 4.7 - Boca de Registro en un salto	33
Figura 4.8 - Boca de Registro en un cambio de pendiente	33
Figura 4.9 - Boca de Registro en un cambio de dirección	33
Figura 4.10 - Boca de Registro en un cambio de diámetro de la cañería	34
Figura 4.11 - Boca de Registro a una distancia menor a 120 m.	34
Figura 4.12 - Corte de boca de registro para cañerías a gravedad	35
Figura 4.13 - Corte en Estación Elevadora con bomba sumergible	37
Figura 5.1 - Ubicación de la prov. de Córdoba en Argentina	42
Figura 5.3 - Imagen aérea de la ciudad de Córdoba	42
Figura 5.2 - Imagen aérea de la ciudad de Córdoba	42
Figura 5.4 - Vista aérea Pabellón Argentina, Ciudad Universitaria.	43
Figura 5.5 - Imagen del Pabellón Argentina, Ciudad Universitaria.	44
Figura 5.6 - Red de infraestructuras de Ciudad Universitaria – Subsecretaría de Planeamiento Físico	47
Figura 5.7 - Vista aérea F.C.Q. y Comedor Universitario, Ciudad Universitaria	48
Figura 5.8 - Laboratorios de la F.C.Q.	49
Figura 5.9 - Cubierta transitable y patios ingleses de los laboratorios de F.C.Q.	49
Figura 5.10 - Cubierta inclinada del comedor y cubierta plana de los baños	50
Figura 5.11 - Patio divisorio entre laboratorios de F.C.Q., Secretaria de Relaciones Internacionales y Comedor Universitario	51
Figura 5.12 - Subsuelo de F.C.Q., inundado por colapso cloacal	52
Figura 5.13 - Boca de registro N°3 (Plano N°2 – Anexo A) de la red cloacal, con acumulación de líquidos	52
Figura 5.14 - Boca de registro de válvula de retención, Boca de registro N°5 línea del Laboratorio, Boca de registro N°13 línea del Comedor Universitario.	54
Figura 5.15 - Primeros esquemas realizados de la red cloacal	56
Figura 5.16 - Relevamiento planialtimétrico de las bocas de registro	58
Figura 5.17 - Tapa boca de registro 1	60

Figura 5.18 - Caño pluvial que desciende de la cubierta	60
Figura 5.19 - Cámara de inspección N°1	60
Figura 5.20 - Boca de registro N°2	61
Figura 5.21 - Vista de la tapa de la boca de registro N°2	62
Figura 5.22 - Boca de registro N°3	63
Figura 5.23 - Boca de registro N°3, con acumulación de líquidos	64
Figura 5.24 - Tapa de la boca de registro N°3	64
Figura 5.25 - Tapa de la boca de registro N°4.	65
Figura 5.26 - Boca de registro N°5.	66
Figura 5.27 - Tapas de registro de la grasera.	67
Figura 5.28 - Descenso de caño pluvial sobre red cloacal	68
Figura 5.29 - Incorporación del caño pluvial en la boca de registro	68
Figura 5.30 - Área de aporte de caño pluvial 1	69
Figura 5.31 - Área de aporte de caño pluvial 2	69
Figura 6 - Esquema de cañerías relevadas	72
Figura 6.1 - Análisis de la boca de registro N°3	82
Figura 6.2 - Sumideros destinados al desagüe pluvial	83
Figura 6.3 - Esquema del nuevo tramo de la línea cloacal del Comedor Universitario	86
Figura 6.4 - Detalle de zanja de excavación	93
Figura 6.5 - Detalle de boca de registro a ejecutar	95

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 4.1 - Valores de la pendiente mínima según el diámetro	29
Tabla 4.2 - Valores de velocidades máximas para distintos diámetros	31
Tabla 6.1 - Valores obtenidos del relevamiento	70
Tabla 6.2 - Relevamiento de cañerías existentes	71
Tabla 6.3 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios, Comedor Universitario	73
Tabla 6.4 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios, Comedor Universitario	73
Tabla 6.5 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios, S.R.I.	74
Tabla 6.6 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios, F.C.Q.	74
Tabla 6.7 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios, F.C.Q.	74
Tabla 6.8 - Verificación de capacidad de cañerías (sin tener en cuenta el aporte pluvial)	76
Tabla 6.9 - Verificación de capacidad de cañerías (con aporte pluvial)	79
Tabla 6.10 - Cañerías relevadas y tramos a ejecutar	89
Tabla 6.11 - Verificación de capacidad y velocidades de las los tramos	91
Tabla 6.12 - Resumen del cómputo métrico y presupuesto	96

## **CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN**

A raíz de un convenio entre la Subsecretaria de Planeamiento Físico de la UNC y FCEFyN, se formó un equipo de dos alumnos de Ingeniería Civil para realizar el estudio de problemáticas por el colapso de cloacas en la Facultad de Ciencias Químicas (F.C.Q.) y Comedor Universitario que derivará en un plan de mejoramiento del servicio, un diagnóstico y elaboración de un proyecto ejecutivo con mejoras inmediatas y a largo plazo.

Tras una iniciativa de la FCEFyN, a través del Decano Ing. Roberto Terzariol y el Ing. Alejandro Baruzzi, se firmó un convenio con la Subsecretaria de Planeamiento Físico de la UNC. El documento contempla que los alumnos pasantes rentados Eliseo Gómez Miralles y Jeremías Eduardo Paredes, realizaran tareas de estudio, proyecto y rediseño del sistema cloacal que afecta a la Facultad de Ciencias Químicas y al Comedor Universitario, ya que este sistema se encuentra colapsado. Cabe aclarar que los alumnos designados surgieron de una selección que se hizo para realizar dichas tareas.

El equipo de dos alumnos está supervisado por la ingeniera Estela Reyna, docente de la F.C.E.F.y.N. y el Arquitecto Cesar Yanover, perteneciente a la F.C.Q..

Se impulsó este trabajo para vincular y hacer un relevamiento que permita ver la actual situación de Obras Sanitarias, en el servicio de agua pluvial y de cloacas, particularmente, pero también con la intención de dar fin a la problemática de que el sistema cloacal colapse.

Se realizaron varias visitas al predio donde se encuentran el laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas y el Comedor universitario, y se realizaron tareas como inspección visual y relevamiento de plano de red cloacal y de agua pluvial, tras lo cual se elevó un informe diagnóstico y analítico sobre el sistema de servicio.

Se hizo un diagnóstico y planificación, para comenzar con las nuevas medidas, garantizando así la mejor provisión de servicio, sobre todo en épocas críticas como cuando en el Comedor Universitario se realizan grandes fiestas y eventos.



## **CAPITULO 2: OBJETIVOS**

### **2.1. LA EMPRESA**

Como objetivo de aprendizaje, se busca la aplicación, el desarrollo y la extensión de los conocimientos, actitudes, y habilidades, previamente adquiridos durante los años de estudio. Alcanzando las competencias y la capacidad para desempeñar las tareas y roles que se esperan de un Ingeniero civil. Esto con el fin complementar la formación integral y de cumplir con las exigencias del mercado laboral, aportando soluciones prácticas a las necesidades de la población.

El objetivo del presente informe, es especificar los trabajos necesarios para la realización del Proyecto Constructivo junto a la correspondiente alternativa decidida a implementar para resolver la problemática de que el sistema cloacal colapse.

El mismo posibilitará la construcción del sistema de conducciones de efluentes cloacales que constituyen el Sistema de cloacas de los edificios ya mencionados, y su futura operación y mantenimiento, con todas las instalaciones necesarias para que preste un eficiente servicio de desagote de efluentes cloacales a la cañería colectora ubicada en la vereda, satisfaciendo los caudales requeridos a los que será sometido.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

En el presente trabajo se plantean los siguientes objetivos:

- Realizar un plan de avance que contiene el relevamiento planímetro y altimétrico de la red cloacal y pluvial de los edificios que comparten el problema.
- Realizar un informe diagnóstico sobre la situación actual del servicio cloacal.
- Identificar necesidades, debilidades y obstáculos en la implementación, desarrollo y sustentabilidad de la solución elegida.
- Realizar un proyecto ejecutivo con mejoras inmediatas y a largo plazo, evaluando las distintas variables y posibilidades.
- Realizar un cómputo métrico, análisis de costo y presupuesto de la solución elegida.

### **CAPITULO 3: CONVENIO ENTRE F.C.E.F.y.N., Y SUBSECRETARÍA DE PLANEAMIENTO FISICO 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 Nº 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 Práctica Supervisada, el arquitecto Cesar Yanover (perteneciente a la S.I.S.P.) oficio de supervisor externo del alumno Jeremías Eduardo Paredes.

## **CAPITULO 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:

- **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.



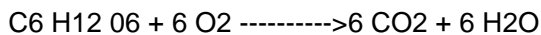
Es aplicable a pequeñas concentraciones de materia orgánica. El ensayo puede realizarse en poco tiempo y su uso se está extendiendo rápidamente. Algunos compuestos orgánicos tienden a no oxidarse pudiendo suceder que el valor medido del COT sea ligeramente inferior a la cantidad real presente en la muestra.

- **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.



DTeO = 6 moles de O<sub>2</sub> /mol de glucosa = 6 x 32 = 192 gr O<sub>2</sub>/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.

#### **6.1.5. 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.

#### **6.1.5.1. 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.

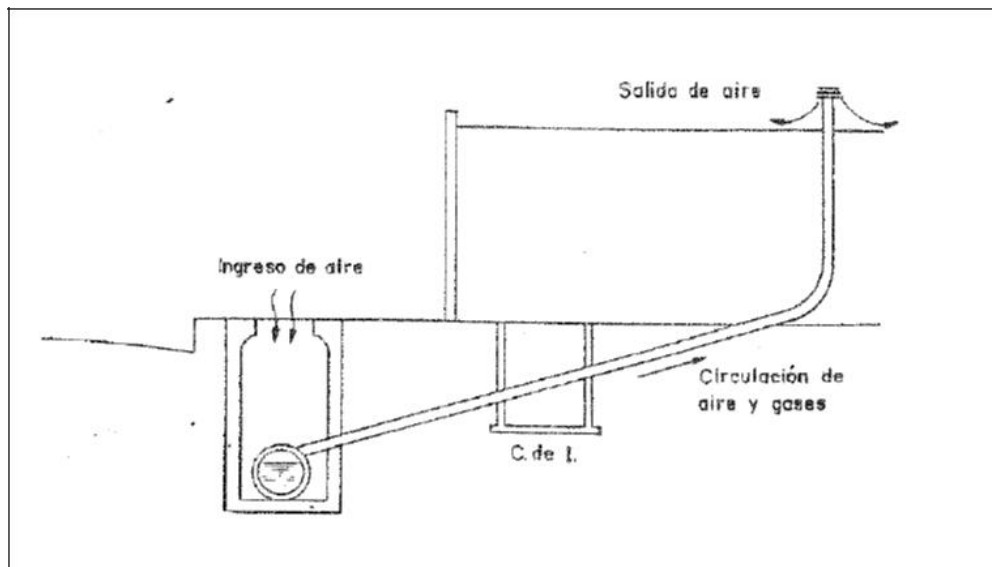


Figura 4.1 - Sistema de ventilación cloacal

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.

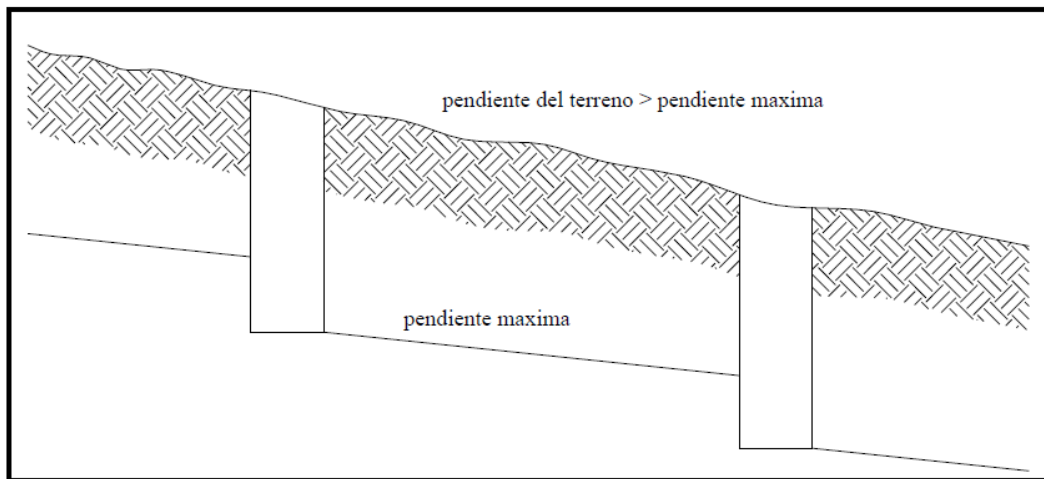


Figura 4.2 - Casos de pendiente de terreno

- **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.

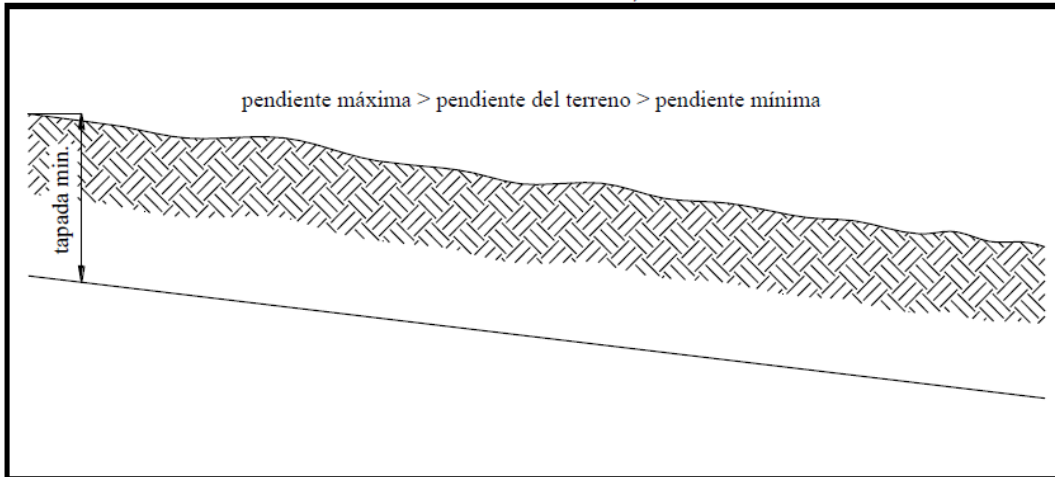


Figura 4.3 - Casos de pendiente del terreno

- **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.

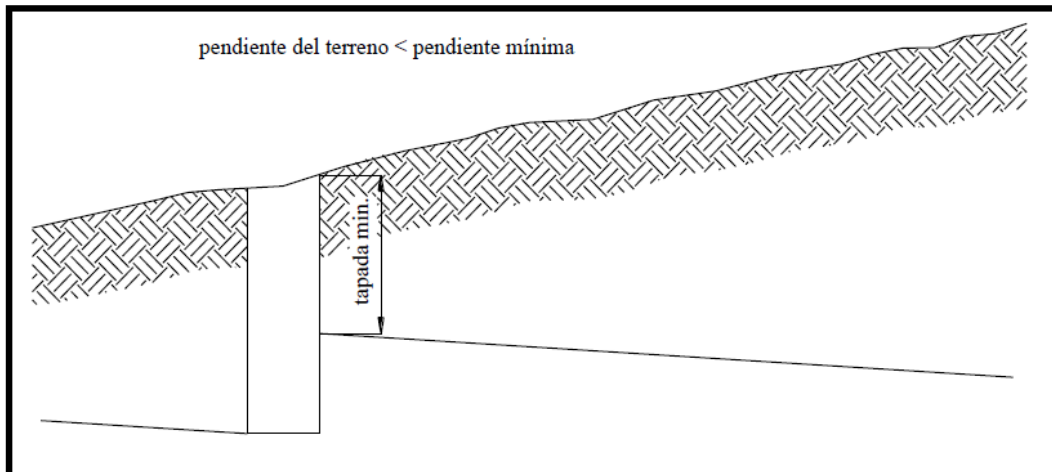


Figura 4.4 - Casos de pendiente del terreno

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.

$\varnothing$	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 4.1 - 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  $\varnothing$  300mm o mayores y cuando el proyecto se realiza en varias etapas y los caudales son menores ya que las velocidades disminuyen cuando bajan los tirantes.

El gráfico siguiente (ver Figura 4.5) 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  $V_p/V_{ll}$ .

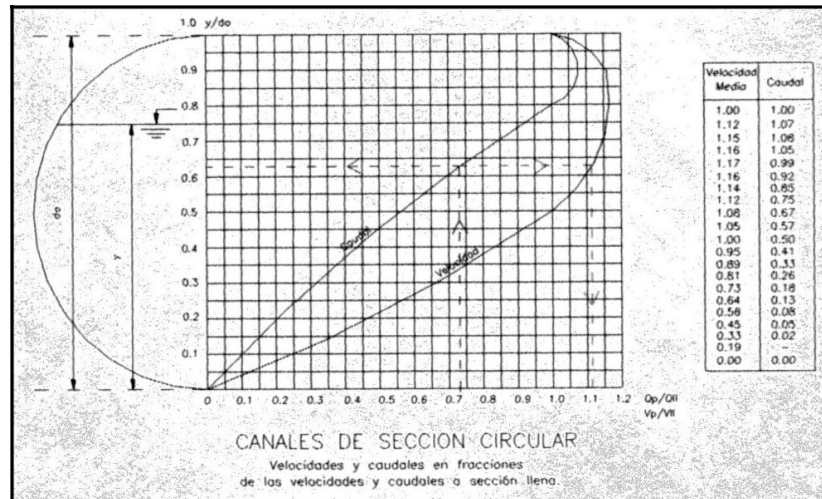


Figura 4.5 - Canales de Sección Circular

Luego:

$$V_{\text{parcial}} = (\text{valor grafico}) \cdot V_{L\text{Lena}}$$

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

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

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:

$$V_{\text{max}} = 6 \cdot \sqrt{g \cdot R}$$

Siendo:  $V_{\text{max}}$  = velocidad máxima (m/s)

$g$  = Aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ )

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

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 4.2 - 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 colectora, 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 4.6), en lugar donde se deba efectuar un salto (ver Figura 4.7), en los cambios de pendiente (ver Figura 4.8), en los cambios de dirección (ver Figura 4.9), en los cambios de diámetro de la cañería (ver Figura 4.10) y a distancias no mayores de 120 m (ver Figura 4.11).

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.

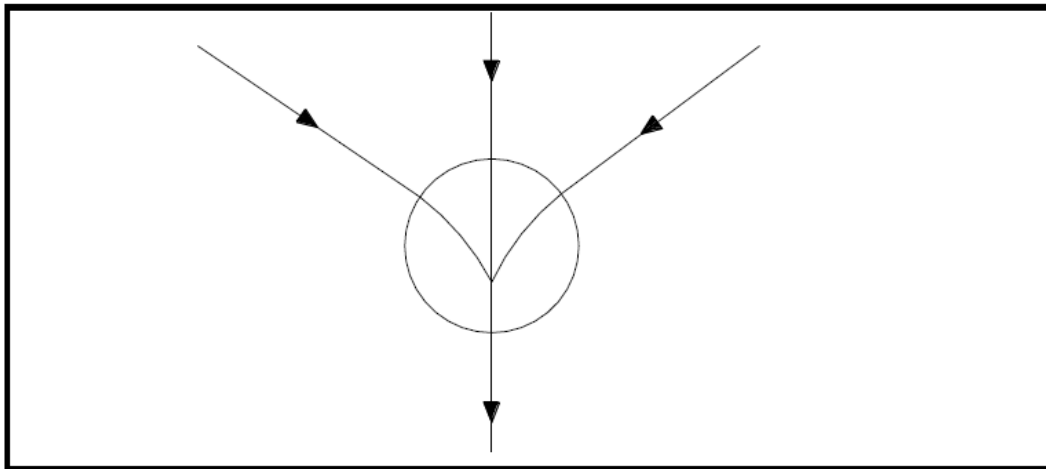


Figura 4.6 - Boca de Registro en Intersección de Cañerías

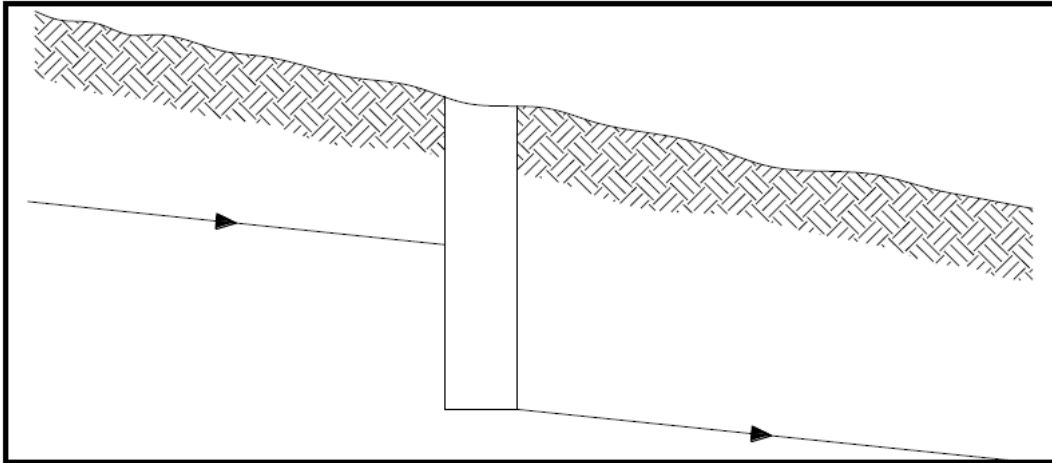


Figura 4.7 - Boca de Registro en un salto

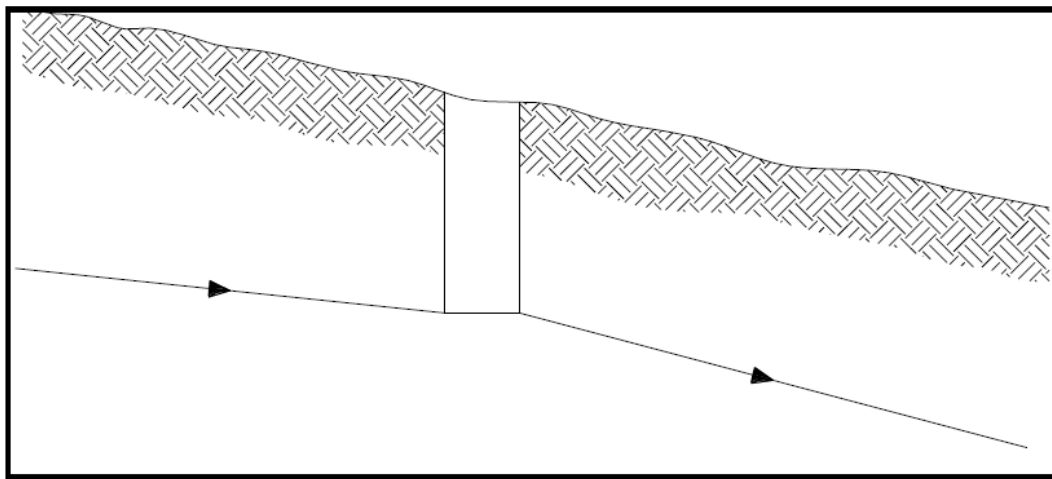


Figura 4.8 - Boca de Registro en un cambio de pendiente

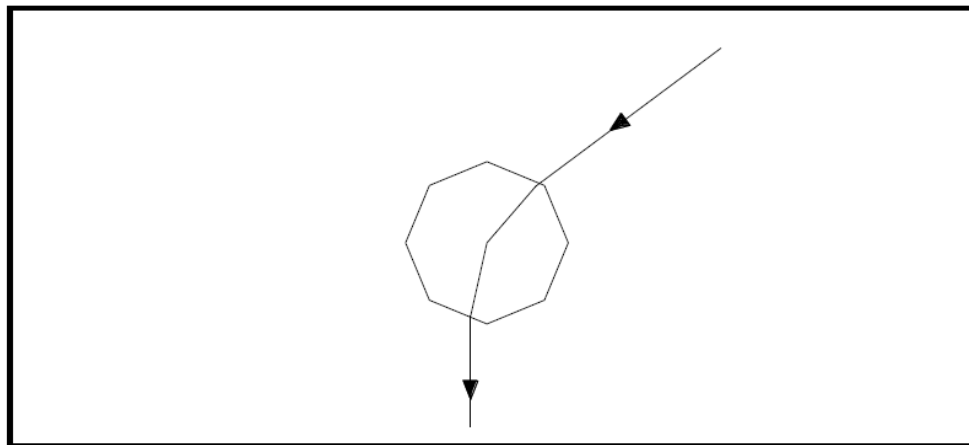


Figura 4.9 - Boca de Registro en un cambio de dirección

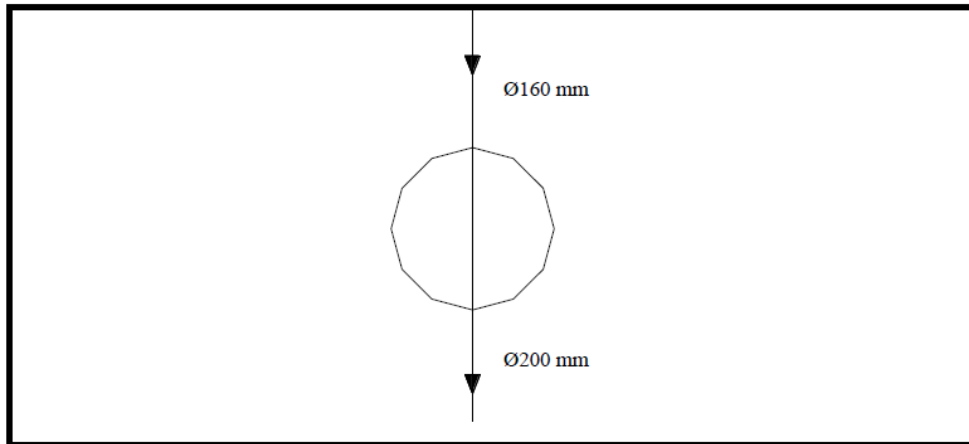


Figura 4.10 - Boca de Registro en un cambio de diámetro de la cañería

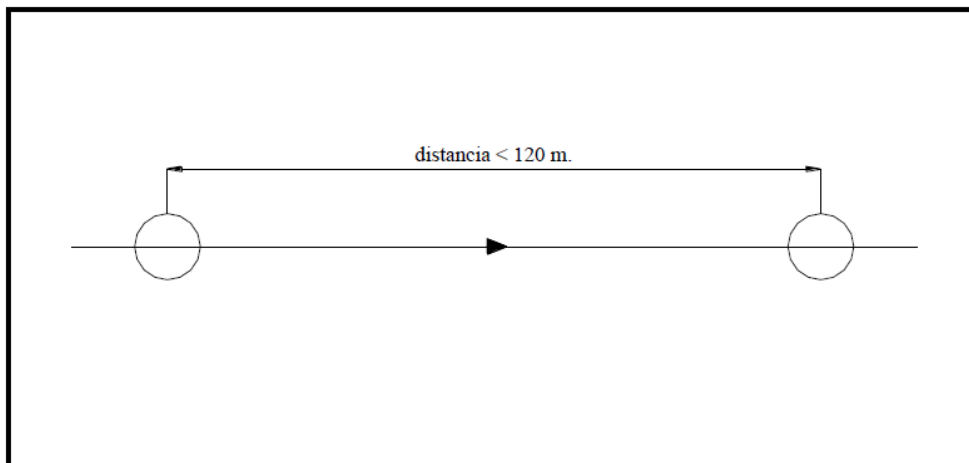


Figura 4.11 - Boca de Registro a una distancia menor a 120 m.

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 4.12). 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.

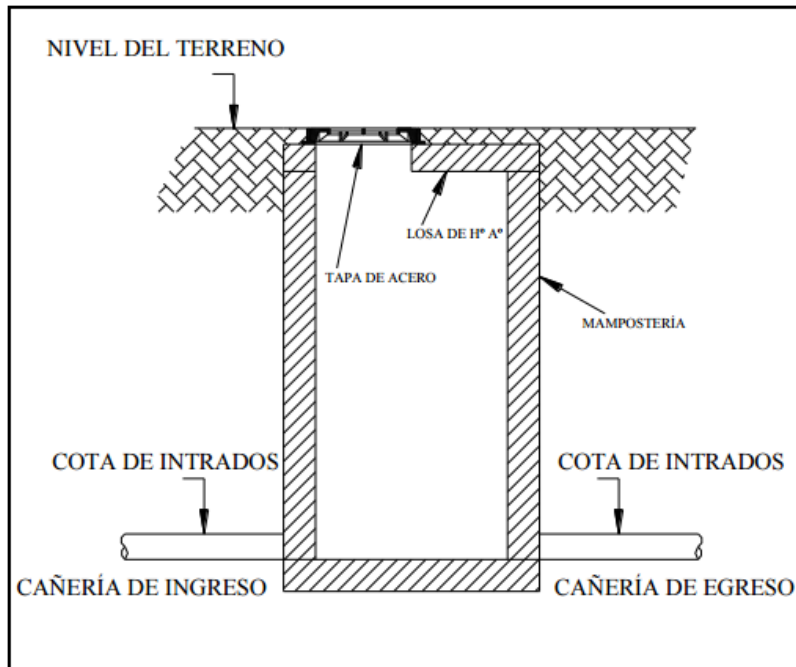


Figura 4.12 - Corte de boca de registro para cañerías a gravedad

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.

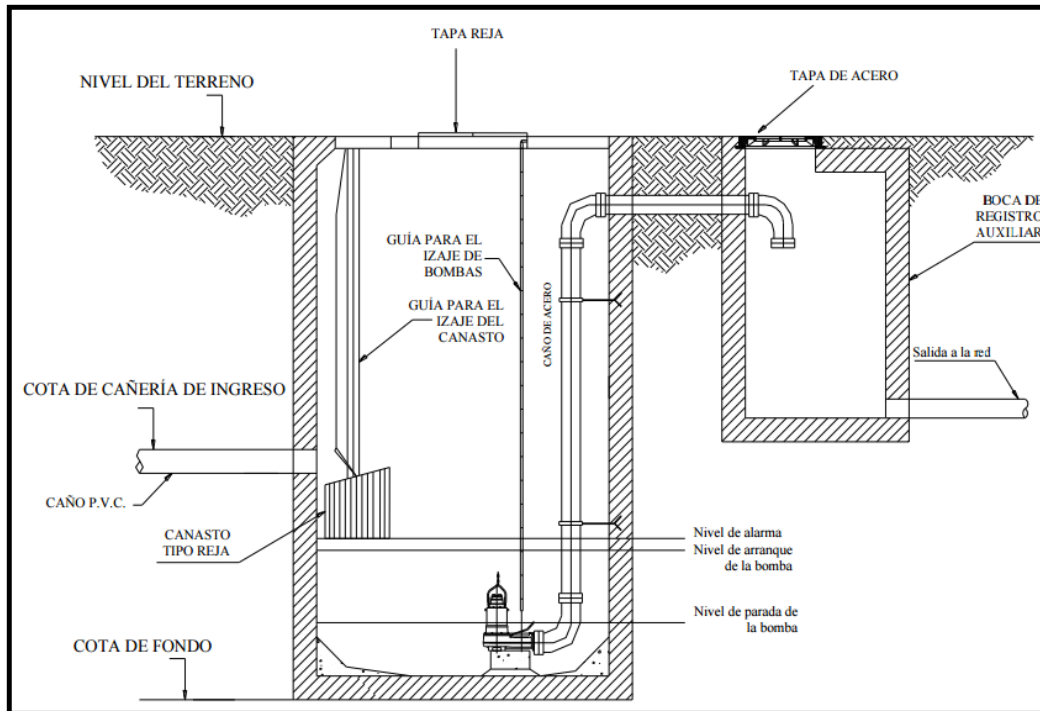


Figura 4.13 - Corte en Estación Elevadora con bomba sumergible

#### 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:

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

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:

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

Como,

$$R = \frac{A}{P}; A = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4}; P = \pi \cdot \phi$$

Entonces,

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

Luego

$$V = 36,685 \cdot \phi^{2/3} \cdot \phi^{1/2} \quad (3)$$

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

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

Reemplazando (3) en (4):

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

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

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

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:

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

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:

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

### **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:

$$Q = C . i . A$$

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.

## **CAPITULO 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, ubicada en el sector suroeste de la Ciudad de Córdoba, Provincia de Córdoba, República Argentina.



Figura 5.1 - Ubicación de la prov. de Córdoba en Argentina



Figura 5.2 - Imagen aérea de la ciudad de Córdoba



Figura 5.3 - Imagen aérea de la ciudad de Córdoba





Figura 5.4 - 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 Sub-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 refuncionalización 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 5.5 - 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 lado, 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 5.6 - Red de infraestructuras de Ciudad Universitaria – Subsecretaría de Planeamiento Físico



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 5.7 - 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 5.8 - Laboratorios de la F.C.Q.

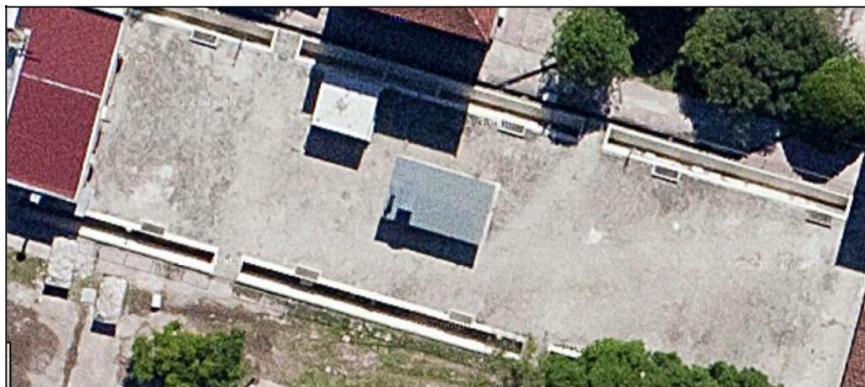


Figura 5.9 - Cubierta transitable y patios ingleses de los laboratorios de F.C.Q.

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.

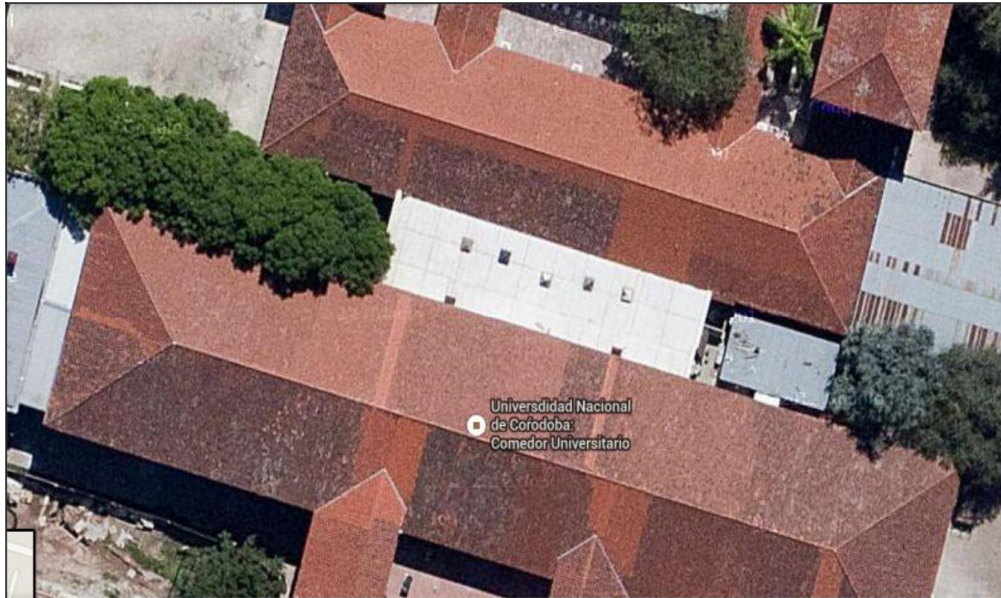


Figura 5.10 - Cubierta inclinada del comedor y cubierta plana de los baños



## 5.5 ESTADO DEL SERVICIO EN LOS ULTIMOS AÑOS

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 5.11 - Patio divisorio entre laboratorios de F.C.Q., Secretaría 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 5.12 - Subsuelo de F.C.Q., inundado por colapso cloacal



Figura 5.13 - Boca de registro N°3 (Plano N°2 – Anexo A) de la red cloacal, con acumulación de líquidos

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 (ver Figura 5.13), 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.

En la actualidad, el servicio ya cuenta con dos intervenciones por parte de la Secretaria de Infraestructura, Seguridad y Planeamiento de la Facultad de Ciencias Químicas, realizadas en el año 2015.

La primer intervención consiste en la instalación de válvulas de retención en las dos líneas cloacales que salen del Laboratorio de Ciencias Químicas, antes de llegar a los Puntos N°3 y N°5, con esto se logró una solución a corto plazo, no permitiendo que las aguas servidas provenientes del Comedor Universitario que se acumulan en la boca de registro N°3, retornen a través de las mencionadas cañerías, ocasionando el rebalse de las piletas de piso.

La segunda intervención, y solución definitiva, es la separación e independización de las líneas cloacales del Laboratorio de Ciencias Químicas y del Comedor Universitario. Lo que se realizó fue, a partir de la boca de registro N°3, se separaron las líneas, re direccionando la unión del Comedor Universitario y proyectando la cañería que viene desde la boca de registro N°2 a la nueva boca de registro N°12, continuando a la nueva boca de registro N°13 y finalizando en la estación de bombeo.





Figura 5.14 - Boca de registro de válvula de retención, Boca de registro N°5 línea del Laboratorio, Boca de registro N°13 línea del Comedor Universitario.

## 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 relevó 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 (ver Figura 5.15).

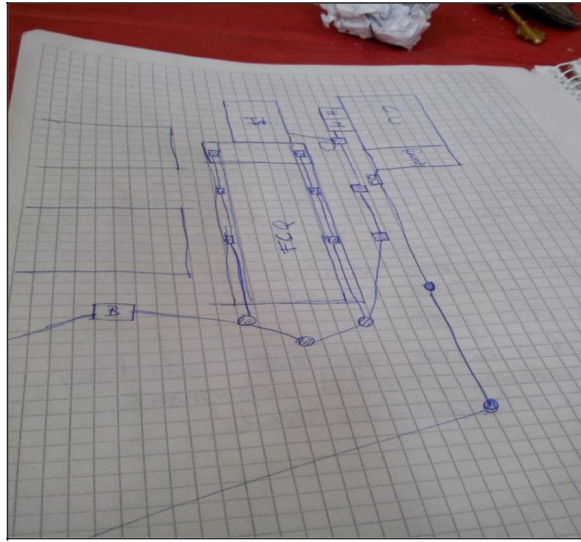


Figura 5.15 - Primeros esquemas realizados de la red cloacal

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 mira graduada (de 4 metros de longitud con precisión +/-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 etapas: en la primera se relevó planialtimétricamente (es decir, tres coordenadas) las tapas correspondiente a las bocas de registro, y luego se relevó altimétricamente 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 etapa, 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 reflector 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.

Estudio y propuesta de optimización de la red cloacal de la Facultad de Ciencias Químicas y Comedor Universitario

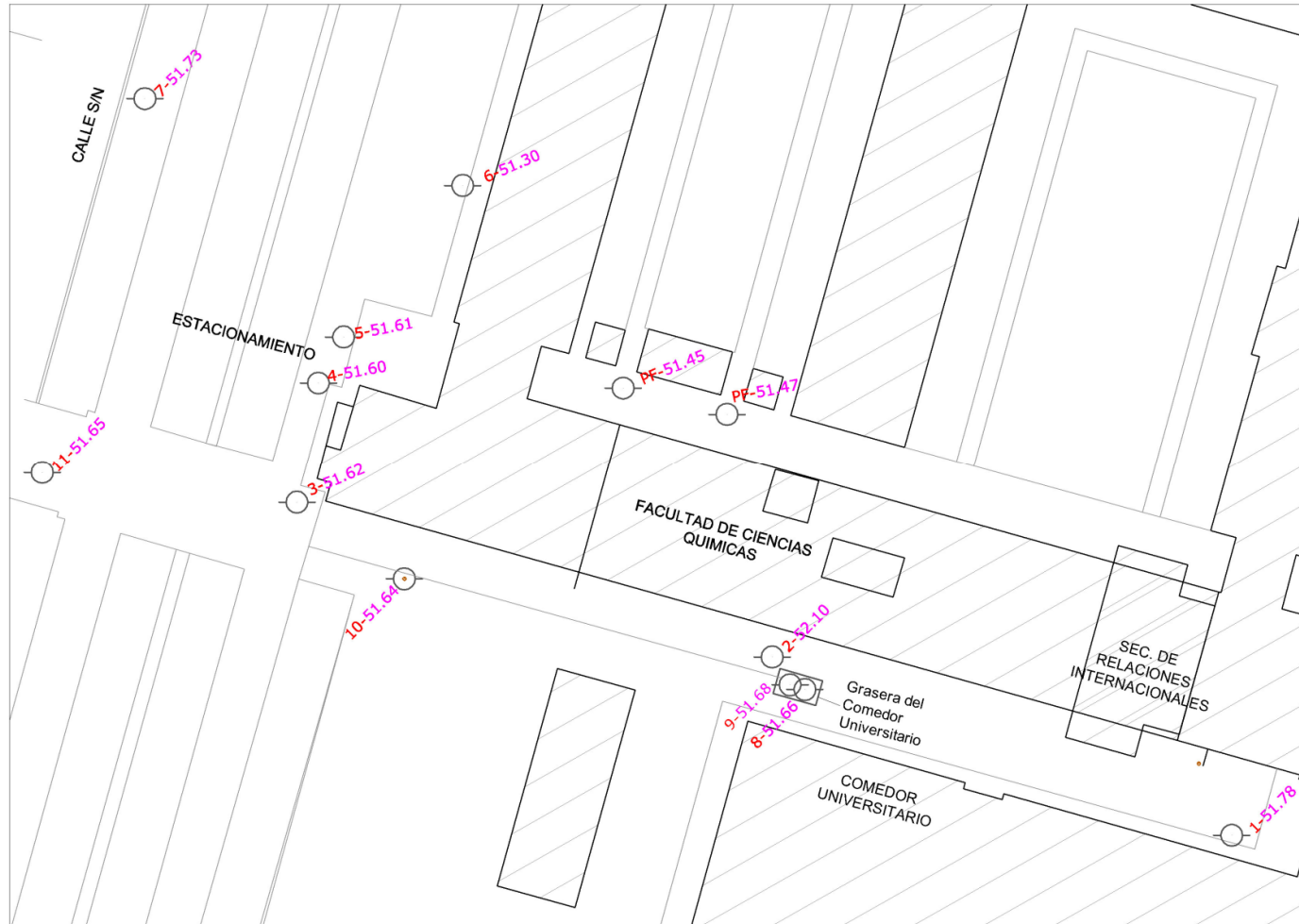


Figura 5.16 - Relevamiento planialtimétrico de las bocas de registro



**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 que con sus raíces aumenta el deterioro del punto 1, y en algún futuro podría ocasionar daños mayores.

Otro problema es que se conectó una cañería pluvial que 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.

Estudio y propuesta de optimización de la red cloacal de la Facultad de Ciencias Químicas y Comedor Universitario



Figura 5.17 - Tapa boca de registro 1

Figura 5.18 - Caño pluvial que desciende de la cubierta



Figura 5.19 - 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 5.20 - Boca de registro N°2



Figura 5.21 - 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 5.22 - Boca de registro N°3

Estudio y propuesta de optimización de la red cloacal de la Facultad de Ciencias Químicas y Comedor Universitario



Figura 5.23 - Boca de registro N°3, con acumulación de líquidos



Figura 5.24 - 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 5.25 - 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 5.26 - 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: Grasea**

El comedor cuenta para su cocina con una línea cloacal independiente a la de los baños, esta pasa por una cámara desengrasadora, la cual tiene dos tapas para su inspección y limpieza. Tienen un mantenimiento cada 30 días.

**Punto 9: Grasea**

Segunda tapa de la grasea.



Figura 5.27 - Tapas de registro de la grasea.

**Punto 10: Boca de registro de línea de Grasea**

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

**Punto 11: Boca de registro de línea de Grasea**

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 Figura 5.28 y Figura 5.29).
- Otra que derivaba en la Cámara de inspección N°1 (ver Figura 5.18).



Figura 5.28 - Descenso de caño pluvial sobre red cloacal



Figura 5.29 - Incorporación del caño pluvial en la boca de registro



Estudio y propuesta de optimización de la red cloacal de la Facultad de Ciencias Químicas y Comedor Universitario

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



Figura 5.30 - Área de aporte de caño pluvial 1



Figura 5.31 - Área de aporte de caño pluvial 2

## **CAPITULO 6: MEMORIA ANALÍTICA**

### **6.1. RESUMEN DE LOS DATOS RELEVADOS**

A continuación, se presenta una tabla donde se denotan las mediciones realizadas del relevamiento de las bocas de registro:

<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 6.1 - 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 (ver Figura 5.27) 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.

Estudio y propuesta de optimización de la red cloacal de la Facultad de Ciencias Químicas y Comedor Universitario

Tramo	Cota Tapas de registro [m]		Cota intrados [m]		Tapada [m]		Planimetría		Longitud [m]	Pendiente Terreno	ΔH [m]	Pend.	Perd. (%)	Diam. Comercial	
	Atras	Adel.	Atras	Adel.	Atras	Adel.	Long X	Long Y						Material	Φ [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 6.2 - Relevamiento de cañerías existentes

Dónde:

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

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

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

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

Estudio y propuesta de optimización de la red cloacal de la Facultad de Ciencias Químicas y Comedor Universitario

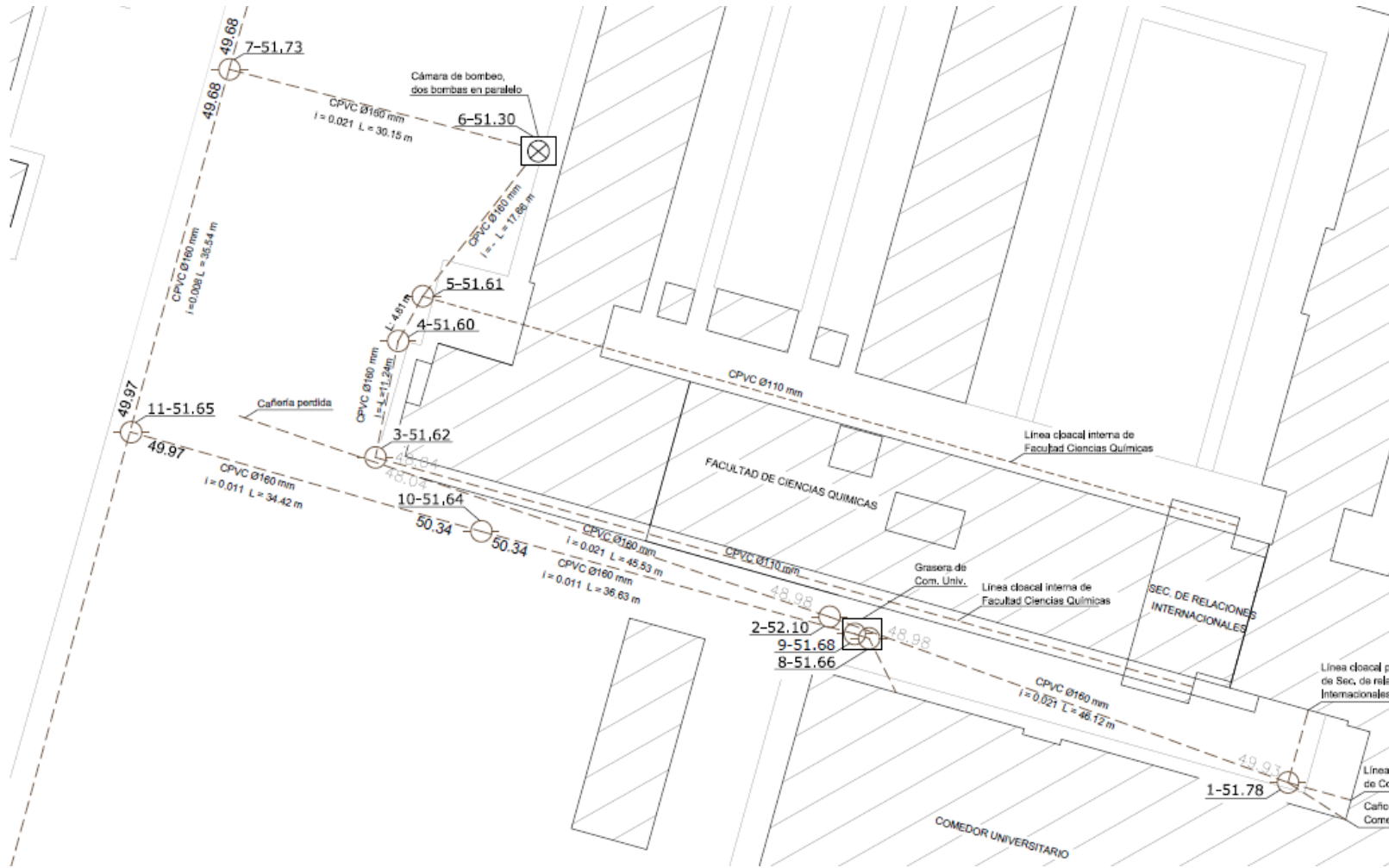


Figura 6 - Esquema de cañerías relevadas

## 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.

Para calcular los caudales de diseño se consideró el consumo máximo posible, donde se tiene en cuenta el funcionamiento simultáneo del 100% de los artefactos sanitarios.

#### 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 6.3 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios, Comedor Universitario

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 6.4 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios, Comedor Universitario

Sumando los aportes:

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

### 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	Qind(l/min)	Qsuma(l/min)
Inodoros (con deposito)	4	6	24
Lavamanos	4	6	24
<b>Total (n)</b>	<b>8</b>	<b>Qmaximo</b>	<b>48,00</b>

Tabla 6.5 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios, S.R.I.

$$Q2 = 48 \text{ l/min} = 0,8 \text{ l/seg}$$

### 6.2.1.3 Laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas

Sanitarios mixtos			
Artefacto	Cantidad	Qind(l/min)	Qsuma(l/min)
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 6.6 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios, F.C.Q.

Laboratorios			
Artefacto	Cantidad	Qind(l/min)	Qsuma(l/min)
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 6.7 - Valor de los caudales instantáneos de los artefactos sanitarios, F.C.Q.

Sumando los aportes:

$$Q3 = 112 \text{ l/min} = 1,87 \text{ l/seg}$$



**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, la capacidad de una cañería cloacal de PVC es de:

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

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:

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

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

La siguiente tabla resume la verificación:

Estudio y propuesta de optimización de la red cloacal de la Facultad de Ciencias Químicas y Comedor Universitario

Tramo	Pend.	Perd. (%)	Diam. Comercial		Qcapacidad (l/s)	Aportes	Qaporte (l/s)	Verificacion de caudal	Vel. Autolimpieza (m/s)	V. min (m/s)	Vmax (m/s)	Verificacion de velocidades
			Material	Φ [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 6.8 - 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. 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:

$$Q = C . i . A$$

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 escorrentía). 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, idf de Córdoba:

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

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**

$$Q = C . i . A$$

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

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

$$C = 0.90$$

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

**6.2.3.2. Cubierta N°2**

$$Q = C . i . A$$

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

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

$$C = 0.90$$

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

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

Tramo	Pend.	Pend.(%)	Cañerías relevadas		Qcapacidad (l/s)	Aportes	Qaporte (l/s)	Verificacion de caudal	Vel. Autolimpieza (m/s)	V. min (m/s)	Vmax (m/s)	Verificacion de velocidades
			Material	f [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	<b>No verifica</b>	0.757	0.6	3.6	Verifica

Tabla 6.9 - Verificación de capacidad de cañerías (con aporte pluvial)

Los caudales Q'1 y Q'2 se obtuvieron considerando el área de aporte que reciben las conexiones pluviales de sus respectivas cubiertas planas, ver Figura 5.30 y Figura 5.31.

### 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 estos 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 separados. 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 6.1) que provoca un problema de dirección de los líquidos. Allí confluye una cañería (de procedencia no determinada) 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 reflujó 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:



Figura 6.1 - Análisis de la boca de registro N°3

#### 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 el 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 6.2 - Sumideros destinados al desagüe pluvial

## **6.5. PLANTEO DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA**

### **6.5.1. Antecedente**

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

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, el alumno Gomez Miralles Eliseo, presentó las siguientes soluciones en su informe técnico final:

**- 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 desagote, antes que el propio caudal de la F.C.Q., rebalse por las piletas de piso. Por ello se le da el carácter de provisorio.

Se considera la instalación de éstas ya que es de ejecución casi inmediata y de bajo costo, se puede realizar esto, 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.**

Consiste en la 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. 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.

**6.5.2. Propuesta**

Entonces, trabajando en conjunto y contemplando estas soluciones y los estudios previos realizados, teniendo en cuenta lo que se mencionó con anterioridad de la situación actual de que la línea cloacal del Laboratorio de Ciencias Químicas y el Comedor Universitario han sido independizadas, desembocando las dos líneas cloacales en la estación de bombeo, se propone las siguientes dos soluciones para mejorar el estado y rendimiento de la red cloacal:

**- Proyecto de optimización: Optimización de estación de bombeo de la línea cloacal de Comedor Universitario y Laboratorio de Ciencias Químicas.**

Actualmente la sala de bombeo cuenta con dos bombas funcionando en paralelo, con una cañería de impulsión la cual llega a la descarga en la colectora principal que pasa por debajo de la vereda.

La mejora en la estación de bombeo se plantea como una solución inmediata, por una cuestión de mejorar su rendimiento hidráulico, de esta forma, se aliviara la demanda en el uso y frecuencias en las bombas, logrando que operen en iguales condiciones de su capacidad, pudiendo cubrir futuras fallas y obstrucciones del sistema.

Los objetivos del presente proyecto son, en primer lugar, seleccionar una nueva bomba para la estación elevadora de la red cloacal del Laboratorio de Ciencias Químicas y del Comedor Universitario. En segundo lugar, el cambio del tablero y sistema de control de niveles de agua residual dentro de la cámara húmeda de bombeo y alternación de arranque entre bombas. Por último, la colocación de un sistema de canasto en acero inoxidable, con guía para su izado, para retención de sólidos o elementos indeseados que puedan afectar la vida útil de las bombas.

**- Proyecto de Solución Definitiva: Separación e independización de líneas cloacales de Laboratorio de Ciencias Químicas y Comedor Universitario.**

La Secretaria de Infraestructura, Seguridad y Planeamiento de la Facultad de Ciencias Químicas, ejecuto en el año 2015 la separación e independización de las líneas cloacales, dando solución al problema en cuestión.

Lo que se realizó fue, a partir de la boca de registro N°3, se separaron las líneas, re direccionando la unión del Comedor Universitario y proyectando la cañería que viene desde la boca de registro N°2 a la nueva boca de registro N°12, continuando a la nueva boca de registro N°13 y finalizando en la estación de bombeo, tal cual se indica con color rojo la nueva línea cloacal en la Figura 6.3.

De esta forma se alivió la demanda en la boca de registro N°3, solucionando los problemas de capacidad y obstrucción.

Entonces como parte de este proyecto, se realizó un estudio de la obra ejecutada, medición de las nuevas bocas de registro, verificación que la nueva línea cloacal cumpla con las condiciones hidráulicas de escurrimiento del líquido cloacal y que no presente ningún futuro inconveniente.



tablero y sistema de control de niveles de agua residual dentro de la cámara húmeda de bombeo y alternación de arranque entre bombas (ver Plano N° 2 – Anexo B) y la colocación de un sistema de canasto para retener sólidos no deseados que puedan afectar la vida útil de las bombas. Los detalles de la ejecución del proyecto se encuentran en el Pliego de especificaciones técnicas - Anexo B.

#### **6.7. PROYECTO DE SOLUCIÓN DEFINITIVA: SEPARACIÓN E INDEPENDIZACIÓN DE LÍNEAS CLOCALES DE LABORATORIO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y COMEDOR UNIVERSITARIO**

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 independizar los caudales de aguas residuales, a partir de la boca de registro N°3, la línea cloacal del Laboratorio de Ciencias Químicas será la única que escurra por las bocas de registro N°3 hasta la estación elevadora ubicada en el punto N°6.

La propuesta es, considerando la cañería de la línea perteneciente del Comedor Universitario, a partir de la boca de registro N°2, se cerrará su salida a la boca de registro N°3 y se prolongará la cañería 2,61 metros manteniendo la pendiente que esta posee, hasta llegar a la nueva boca de registro N°12, se materializará un cambio de dirección para luego dirigirse a la boca de registro N°13 y desembocar en el punto N°6, la estación elevadora (ver Figura 6.3).

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

En la Figura 6.3, se puede apreciar como en color rojo, se propone el camino para el nuevo tramo. 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 ejecutarán 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, en la etapa final del proyecto se quitarán las válvulas antirretorno, ya que estas dejaran de ser útiles, hasta podrían generar inconvenientes si se cierran y no dejan circular el agua residual libremente, ocasionando el rebalse de las piletas de piso en los laboratorios, por eso se dejaran mientras se ejecuta el proyecto de solución definitiva.

#### **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:

Estudio y propuesta de optimización de la red cloacal de la Facultad de Ciencias Químicas y Comedor Universitario

CAÑOS RELEVADOS															
Tramo	Cota Tapas de registro [m]		Cota intrados [m]		Tapada [m]		Planimetría		Longitud [m]	Pendiente Terreno	$\Delta H$ [m]	Pend.	Perd. (%)	Diam. Comercial	
	Atras	Adel.	Atras	Adel.	Atras	Adel.	Long X	Long Y						Material	$\Phi$ [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 Tapas de registro [m]		Cota intrados [m]		Tapada [m]		Longitud [m]	Pendiente Terreno	$\Delta H$ [m]	Pend.	Perd. (%)	Diam. Comercial		
	Atras	Adel.	Atras	Adel.	Atras	Adel.						Material	$\Phi$ [mm]	
3 a 12	51.62	51.62	<b>48.15</b>	<b>48.09</b>	3.47	3.53	<b>2.61</b>	0.000	0.053	<b>0.020</b>	2.02	PVC	160	
12 a 13	51.62	51.61	<b>48.14</b>	<b>48.00</b>	3.48	3.61	<b>15.50</b>	0.001	0.140	<b>0.009</b>	0.90	PVC	160	
13 a 6	51.61	51.30	<b>47.99</b>	<b>47.87</b>	3.62	-	<b>18.21</b>	0.017	0.120	<b>0.007</b>	0.66	PVC	160	

Tabla 6.10 - Cañerías relevadas y tramos a ejecutar

**6.7.2. Verificación de capacidad y velocidades de las 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).

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.



Estudio y propuesta de optimización de la red cloacal de la Facultad de Ciencias Químicas y Comedor Universitario

TRAMOS EXISTENTES Y NUEVOS												
Tramo	Pend.	Perd. (%)	Diam. Comercial		Qcapacidad (l/s)	Aportes	Qaporte (l/s)	Verificacion de caudal	Vel. Autolipieza (m/s)	V. min (m/s)	Vmax (m/s)	Verificacion de velocidades
			Material	Φ [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	0,5Q3	0.94	Verifica	0.844	0.6	3.6	Verifica
4 a 5	<b>0.008</b>	0.81	PVC	160	21.2	0,5Q3	0.94	Verifica	0.829	0.6	3.6	Verifica
5 a 6	<b>0.007</b>	0.68	PVC	160	19.4	Q3	1.87	Verifica	0.757	0.6	3.6	Verifica
3 a 12	<b>0.020</b>	2.02	PVC	160	33.4	Q1 + Q2	15.68	Verifica	1.306	0.6	3.6	Verifica
12 a 13	<b>0.009</b>	0.90	PVC	160	22.3	Q1 + Q2	15.68	Verifica	0.873	0.6	3.6	Verifica
13 a 6	<b>0.007</b>	0.66	PVC	160	19.1	Q1 + Q2	15.68	Verifica	0.746	0.6	3.6	Verifica

Tabla 6.11 - 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°5 - 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.

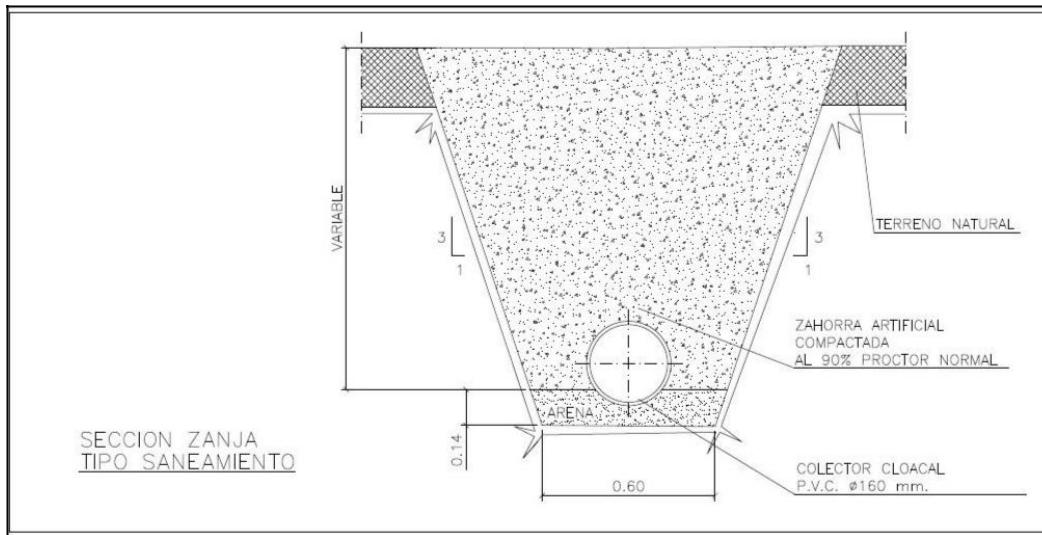


Figura 6.4 - Detalle de zanja de excavación

#### 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 - 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 y Plano N°3 - Anexo C, se detallan componentes y dimensiones de las bocas de registro a ejecutar.

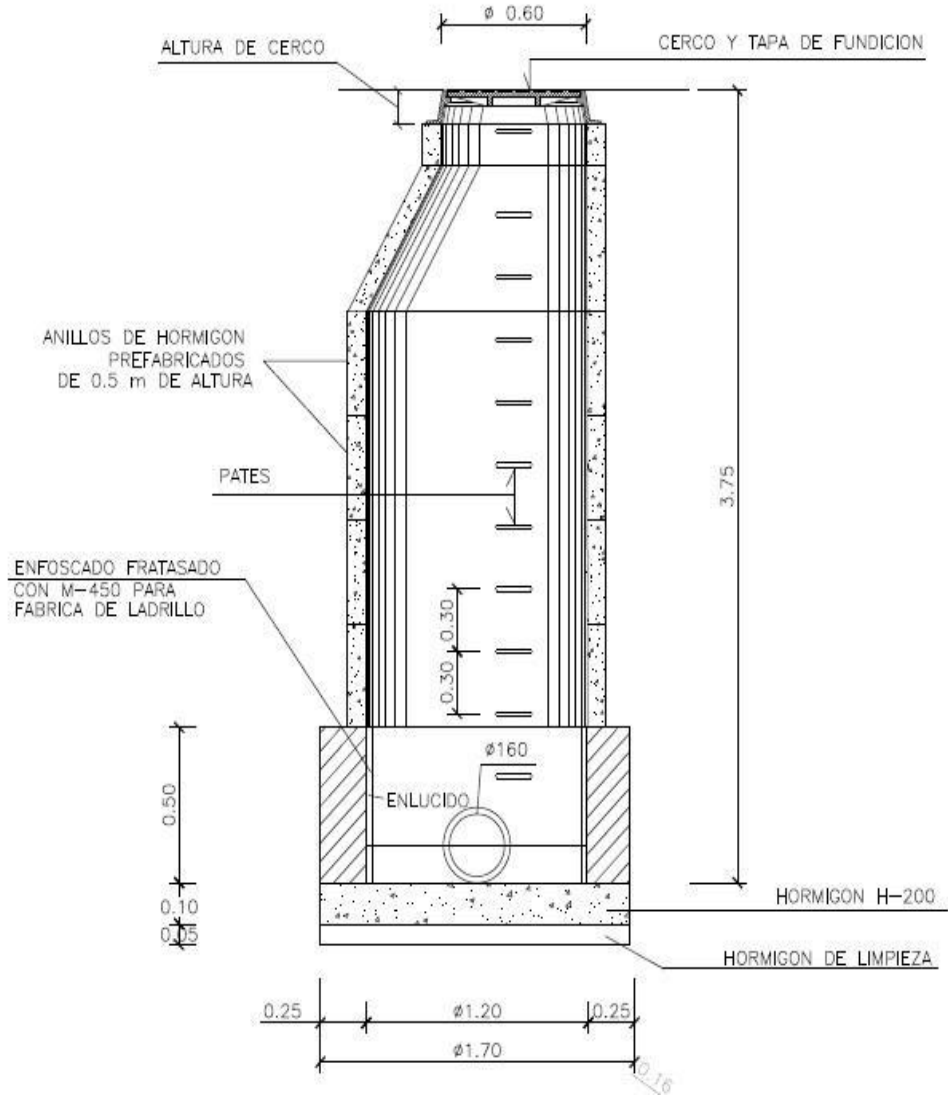


Figura 6.5 - Detalle de boca de registro a ejecutar

### 6.7.6. Cómputo y presupuesto

A continuación se da el resumen del cómputo métrico y presupuesto para la obra que consiste en la realización de dos cámaras de registro y 36,32 metros de cañería de 160 mm, considerando todos los ítems necesarios para su ejecución. El detalle de los valores se puede ver en el Anexo C.

<b>CÓMPUTO Y PRESUPUESTO</b>					
<b><i>Obra: Separación e independización de cañería cloacal proveniente del Comedor Universitario</i></b>					
<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	106.42	25.46	2,708.98
2	Excavaciones de zanjas	M3	152.54	300.33	45,812.89
3	Nivelacion del terreno y colocacion de cañerías	ML	36.32	334.90	12,163.52
4	Ejecucion de bocas de registro	U	2	24,725.78	49,451.56
5	Relleno y compactacion de zanjas	M3	152.54	248.58	37,920.02
6	Enripiado	M2	106.42	100.34	10,678.43
<b>TOTAL PRESUPUESTADO</b>					<b>158,735.40</b>

Tabla 6.12 - Resumen del cómputo métrico y presupuesto

## **CAPITULO 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 límite. 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, generaban una sollicitación adicional, y sobrepasaban la capacidad de las cañerías, provocando la acumulación y remanso de los líquidos.

- La solución realizada a pedido de los profesionales de la Secretaría de Infraestructura, Seguridad y Planeamiento de la Facultad de Ciencias Químicas, a partir de este análisis, es la propuesta que solucionará el problema, siendo ésta, la independización de las líneas cloacales, logrando que la demanda disminuya y no se generen problemas de obstrucción en la boca de registro N°3.
- La mejora de la estación elevadora es una solución que garantiza seguridad y control sobre los futuros aumento de caudal por posibles ampliaciones, disponiendo de la capacidad necesaria para impulsar dichos caudales.
- 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 Práctica 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.

## **CAPITULO 8: REFERENCIAS BLIBIOGRÁFICAS**

- **VICTOR L. STREETER, BENJAMIN WYLIE (1988).** *“Mecánica de los fluidos”*. Editorial McGraw-Hill, México DF, México.
- **F.C.E.F.Y.N., CATEDRA DE INGENIERÍA SANITARIA.** *“Apunte de Cátedra Ingeniería Sanitaria”*. Córdoba, Argentina.
- **FUNDAMENTACIÓN DE NORMA ENOHS.** “Cap.2 - Parámetros de diseño”.
- **FUNDAMENTACIÓN DE NORMA ENOHS.** “Cap.9 - Estaciones de bombeo de agua cruda y tratada”.
- **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.
- **ARQ. MARIANO FARACI (2012).** “Plan de reordenamiento territorial y de espacios públicos”. Córdoba, Argentina.
- **DIRECCIÓN GENERAL DE ENERGÍA (1975).** “Norma básica de instalaciones Interiores de suministro de Agua, (NIA)”. España.
- **GRUNDFOS,** “Manual de bombeo de aguas residuales”. España.
- **[www.wikipedia.com.ar](http://www.wikipedia.com.ar)** – Ciudad universitaria, Córdoba, Argentina.



# **ANEXO A**

## **NIVELACIÓN Y RELEVAMIENTO**

# **ANEXO B**

## **OPTIMIZACIÓN DE ESTACIÓN DE BOMBEO**

# **ANEXO C**

## **INDEPENDIZACIÓN DE LÍNEAS CLOACALES**