

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES**

**INFORME TÉCNICO FINAL**  
**PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA**

**“ESTUDIO Y EJECUCIÓN DE LA OBRA N°71**  
**- ESTACIÓN ELEVADORA GUIÑAZÚ BAJA**  
**PRESIÓN - EN CONJUNTO CON LAS OBRAS DE**  
**RED DE AGUA POTABLE N°56, N°57 Y N°58 DEL**  
**CARGO TARIFARIO - Decreto**  
**N° 1284/10”**

**Pablo Nicolás Gieco Martina**  
*Autor*

**Ing. Hector R. Araujo**  
*Prof. Adjunto, Cátedra de Ingeniería Sanitaria*  
*Tutor docente*

**Ing. Gustavo D. Gieco**  
*Gerente Departamento Obras Civiles GIECO S.A.*  
*Tutor interno*

**AÑO 2014**

Agradezco a:

*el Estado Argentino, entendido como una comunidad social soberana y políticamente independiente, que habita un territorio delimitado, organizada por una constitución, por otorgarme la gran ventaja y responsabilidad que implica estudiar en forma gratuita en una institución de prestigio, tal como la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba;*

*mis padres Roberto y Nilda, por presentarme y ofrecerme la grandiosa oportunidad de estudiar en la universidad y por el apoyo incondicional que me han llevado a lograr este objetivo, entre otros en la vida;*

*mi familia entera, por brindarme el entusiasmo, el espacio y la confianza para superarme en mis estudios;*

*mis amigos y mi novia, por haberme acompañado en este largo camino de estudio, haciéndolo mucho más fácil y entretenido;*

*todos los profesionales profesores de la F.C.E.F.y N., por dedicarse a transmitir su experiencia y conocimientos a los futuros ingenieros, enriqueciendo la enseñanza, tanto en lo técnico como en lo personal;*

*la Inspección de Obra por parte de Aguas Cordobesas, por el compromiso, paciencia y por las experiencias transmitidas;*

*el Ing. Hector R. Araujo, por su compromiso, excelente docencia y atención tanto en la Cátedra de Ingeniería Sanitaria, como en su rol de tutor de esta Práctica Supervisada.*



## **RESUMEN:**

El presente trabajo se desarrolla en el marco de la práctica supervisada realizada por el autor, en calidad de Informe Técnico Final. Las actividades de escritorio correspondientes han sido desarrolladas en las oficinas de la empresa GIECO Ingeniería & Asociados S. A. Las actividades de campo fueron llevadas a cabo por un lado, en el emplazamiento de las Obras de Red de Agua Potable N°56, N°57 y N°58 en los barrios Chachapoyas I, Chachapoyas II y Villa Esquiú respectivamente y, por otro lado, en el barrio Jerónimo Luis de Cabrera a donde se encuentra la Obra N°71 - Estación Elevadora Guiñazú -. El conjunto de cuatro obras se enmarca dentro del plan de obras denominado Cargo Tarifario.

En el primer capítulo se explican los conceptos básicos que describen el régimen de la Práctica Supervisada, y también se mencionan los objetivos de esta práctica.

En el segundo capítulo se desarrollan conceptos generales que permiten explicar el funcionamiento de una red de agua potable y de una estación elevadora de presión. Además se enmarca el objetivo de la realización de ambas obras específicamente, como partes integrantes de la red de distribución de agua potable de la Ciudad de Córdoba.

En el tercer capítulo se presenta una descripción general de las obras sobre las que se realizaron las actividades que dieron origen al presente trabajo.

En los capítulos cuarto y quinto se exponen las consideraciones, elementos y procedimientos que hicieron a la ejecución de las obras citadas. Además se presentan las pruebas y ensayos realizados así como la documentación técnica necesaria para llevar adelante dichas obras, requisitos para la recepción provisoria por parte del comitente.

En el sexto capítulo, se exponen comentarios finales y conclusiones acerca de los aspectos más relevantes del trabajo.

Finalmente, en el Anexo se incluyen planos conforme a obra, pliegos particulares, ensayos, planillas de parte diario de equipos, descripción de piezas, características de los equipos de bombeo, planes de avance, etc.

## **ÍNDICE GENERAL**

ÍNDICE GENERAL.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
CAPÍTULO 1 - ASPECTOS INTRODUCTORIOS.....	9
1.1 – GENERALIDADES DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA.....	10
1.2 – OBJETIVOS PERSONALES.....	11
1.3 – OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA.....	12
CAPÍTULO 2 - CONCEPTOS GUALES. Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LAS OBRAS.....	13
2 – SERVICIO DE AGUA POTABLE.....	14
2.1 – RED DE DISTRIBUCIÓN.....	15
2.1.1 – DISTRIBUCIÓN EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA.....	15
2.1.2 – ESTACIONES ELEVADORAS DE PRESIÓN.....	18
2.1.3 – CARGO TARIFARIO - Decreto N° 1284/10 - OBRAS N°56, N°57, N°58 Y N°71.....	18
CAPÍTULO 3 - DESCRIPCIÓN GENERAL.....	20
3.1 – OBRAS DE RED N°56, N°57 Y N°58.....	21
3.1.1 – UBICACIÓN Y PARTES CONTRACTUALES.....	21
3.1.2 – DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	24
3.1.3 – DESARROLLO DE LAS OBRAS.....	25
3.2 – OBRA N°71: ESTACIÓN ELEVADORA GUIÑAZÚ B.P.....	26
3.2.1 – UBICACIÓN Y PARTES CONTRACTUALES.....	26
3.2.2 – DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	27
3.2.3 – DESARROLLO DE LA OBRA.....	29
CAPÍTULO 4 – EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE RED N°56, N°57 Y N°58.....	31
4.1 – TRABAJOS PRELIMINARES.....	32
4.1.1 – UBICACIÓN DEL OBRADOR.....	32
4.1.2 – RECEPCIÓN Y ACOPIO DE MATERIALES.....	32
4.1.3 - UBICACIÓN DE OTROS SERVICIOS.....	35
4.1.4 – RELEVAMIENTO DE INTERFERENCIAS.....	35
4.1.5 – LIMPIEZA DE LA TRAZA.....	36
4.1.6 – REPLANTEO.....	37
4.1.7 – CARTELERÍA Y VALLADO.....	37
4.1.8 – NORMATIVA MUNICIPAL – OBRAS EN LA VÍA PÚBLICA.....	37
4.2 – PROCESO CONSTRUCTIVO.....	39



4.2.1 – APERTURA DE ZANJA Y TENDIDO DE CAÑERÍA .....	39
4.2.2 – CIERRE DE ZANJA.....	41
4.2.3 – CRUCES, TUNELEO Y ENCAMIZADO .....	42
4.2.4 – VÁLVULAS.....	43
4.2.5 – HIDRANTES.....	44
4.2.6 – VÁLVULAS DE DESEGÜE.....	45
4.2.7 – VÁLVULAS DE AIRE.....	47
4.2.8 – EMPALMES.....	48
4.2.9 – ANCLAJES.....	49
4.2.10 – DEMOLICIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO .....	49
4.3 – PRUEBAS Y ENSAYOS .....	51
4.3.1 – PRUEBA HIDRÁULICA.....	51
4.3.2 – ANÁLISIS DE TURBIEDAD Y BACTERIOLÓGICO .....	53
4.3.3 – ENSAYOS DE COMPACTACIÓN.....	55
4.4 – VEHÍCULOS Y EQUIPOS UTILIZADOS.....	55
4.5 – RENDIMIENTOS OBTENIDOS.....	56
4.5.1 - AVANCE Y TIEMPOS.....	56
4.5.2 – COMBUSTIBLE .....	57
4.6 – DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	57
<b>CAPÍTULO 5 – EJECUCIÓN DE LA ESTACIÓN ELEVADORA GUIÑAZÚ B.P.....</b>	<b>58</b>
5.1 – TRABAJOS PRELIMINARES.....	59
5.1.1 – LIBERACIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO.....	59
5.1.2 – ACOPIO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS .....	59
5.1.3 – REPLANTEO.....	60
5.2 – PROCESO CONTRUCTIVO.....	60
5.2.1 – OBRAS CIVILES.....	60
5.2.2 – OBRA DE RED .....	83
5.2.3 – OBRA ELECTROMECAÁNICA.....	85
5.3 – PRUEBAS Y ENSAYOS .....	92
5.3.1 – PRUEBAS HIDRÁULICAS.....	92
5.3.2 – MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE AISLACIÓN DE BOMBAS .....	95
5.4 – DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	96
<b>CAPÍTULO 6 - COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>97</b>
6.1 – PROBLEMÁTICAS .....	98
6.1.1 – OBRAS DE RED.....	98
6.1.2 – E.E. GUIÑAZÚ BAJA PRESIÓN .....	101
6.2 – IMPORTANCIA DE LA PROGRAMACIÓN Y EL SEGUIMIENTO .....	103
<b>ANEXO 1 – OBRAS DE RED.....</b>	<b>107</b>



A.1.1 – PLIEGOS PARTICULARES.....	108
A.1.2 – PLAN DE AVANCE.....	134
A.1.3 – PLANOS CONFORME A OBRA .....	136
A.1.4 – ENSAYOS DE SUELO .....	140
A.1.5 – PARTE DIARIO EQUIPOS Y VEHÍCULOS .....	147
A.1.5 - PIEZAS DE USO FRECUENTE EN OBRAS DE RED.....	149
<i>ANEXO 2 – E.E. GUIÑAZÚ.....</i>	<i>163</i>
A.2.1 – PLIEGOS PARTICULARES.....	164
A.2.2 – PLAN DE AVANCE.....	182
A.2.3 – PLANOS CONFORME A OBRA .....	186
A.2.4 – CARACTERIZACIÓN DE LOS EQUIPOS DE IMPULSIÓN .....	197
A.2.5 – CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA DEL SISTEMA.....	200
<i>BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES CONSULTADAS.....</i>	<i>206</i>

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA 2.1 – ESQUEMA TÍPICO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOCALIDADES URBANAS .....	15
FIGURA 2.2 - DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA.....	17
FIGURA 2.3 – UBICACIÓN DE LOS BARRIOS CHACHAPOYAS I-II Y VILLA ESQUIÚ .....	19
FIGURA 3.1 – PLANO DE UBICACIÓN DE LAS OBRAS N°56, N°57 Y N°58.....	22
FIGURA 3.2 – IMAGEN SATELITAL DE UBICACIÓN DE LAS OBRAS N°56, N°57 Y N°58.....	22
FIGURA 3.3 - OBRAS N°56, N°57 Y N°58.....	23
FIGURA 3.4 – PLANO DE UBICACIÓN DE LA OBRA N°71 .....	27
FIGURA 3.5 – IMAGEN SATELITAL DE LA E.E. GUIÑAZÚ .....	29
FIGURA 4.1 – LISTADO DE MATERIALES EMPLEADOS EN EL CONJUNTO DE LAS TRES OBRAS DE RED.....	33
FIGURA 4.2 – RECEPCIÓN EN OBRA DE CAÑOS DE PVC DN 200MM.....	34
FIGURA 4.3 – TRAZA MARCADA PARA GUIAR LA EXCAVACIÓN EN TRAMO DE CALZADA DE ASFALTO – OBRA N°56 .....	39
FIGURA 4.4 – TENDIDO DE CAÑERÍA DE PVC DN 200MM EN CALLE COLECTORA AV. CIRCUNVALACIÓN – OBRA N°56 .....	41
FIGURA 4.5 – FOTOGRAFÍAS DE LOS POZOS DE ARRANQUE (IZQUIERDA) Y SALIDA (DERECHA) DEL TÚNEL DE CRUCE DE AV .RANCAGUA EN LA OBRA N°56.....	43
FIGURA 4.6 – PLANO DE DETALLE TIPO PARA UNA CÁMARA DE DESAGÜE.....	46
FIGURA 4.7 – PLANO DE DETALLE TIPO PARA UNA CÁMARA VÁLVULA DE AIRE .....	47
FIGURA 4.8 – RECONSTRUCCIÓN DE LOSA DE HORMIGÓN SIMPLE, EMPALME BARRIO LICEO – OBRA N°56 .	50
FIGURA 4.9 – INSTALACIÓN PARA PRUEBA HIDRÁULICA. ....	52
FIGURA 4.10 – FOTOGRAFÍA DE LA DESCARGA DE PRESIÓN DE CAÑERÍA DE PVC DN110MM .....	52
FIGURA 5.1 – VIGAS DE PLATEA Y TRINCHERAS PARA TENDIDO ELÉCTRICO.....	61
FIGURA 5.2 – PLATEA DE HORMIGÓN ARMADA EN DOS DIRECCIONES .....	61
FIGURA 5.3 – CAPA AISLADORA REALIZADA SOBRE LA PLATEA .....	62
FIGURA 5.4 – EJECUCIÓN DE MUROS, ENCADENADOS VERTICALES Y DINTEL DE ABERTURA.....	63
FIGURA 5.5 – ENCuentro de MUROS VIEJO Y NUEVO, IMPERMEABILIZADO CON SELLADOR SIKA 1A .....	64
FIGURA 5.6 – APUNTALAMIENTO DE LOSA DE VIGUETAS Y LADRILLOS CERÁMICOS MACIZOS.....	65
FIGURA 5.7 – EJECUCIÓN DE LA CAPA DE COMPRESIÓN DE LA LOSA DE VIGUETAS .....	66
FIGURA 5.8 - CAPA DE PENDIENTE.....	66



FIGURA 5.9 – EXTERIOR DE LA SALA DE TABLEROS .....	69
FIGURA 5.10 –INTERIOR DE LA SALA DE TABLEROS.....	70
FIGURA 5.11 – BASES DE BOMBAS EN SALA DE MÁQUINAS.....	71
FIGURA 5.12 –REPARACIÓN DE FISURAS E IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTA EN S.T. ....	72
FIGURA 5.13 – INSTALACIÓN DE CONDUCTOS DE INSONORIZACIÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE AIRE EN S.M. 74	
FIGURA 5.14 – CONDUCTO DE INSONORIZACIÓN Y FILTRADO PARA LA INYECCIÓN DE AIRE A LA S.M.....	75
FIGURA 5.15 – MONORRIELES CON APAREJO MANUAL A CADENA PARA LOS SISTEMAS DE BAJA PRESIÓN (PROVISORIO) Y ALTA PRESIÓN.....	76
FIGURA 5.16 – EXCAVACIÓN Y EJECUCIÓN DE LA PLATEA DE HORMIGÓN ARMADO EN LA CÁMARA ENTERRADA.....	78
FIGURA 5.17 –EJECUCIÓN DE MUROS Y ENCADENADOS DE LA CÁMARA Y CÁMARA TERMINADA .....	79
FIGURA 5.18 –TENDIDO DE LA CAÑERÍA DE DESCARGA DE PEAD DE 90MM ENTRE LA CÁMARA ENTERRADA Y EL POZO ABSORBENTE Y COMPACTACIÓN DE ZANJA .....	80
FIGURA 5.19 – SECADO DE LA SUPERFICIE DE LA CAPA DE PENDIENTE DE LA CUBIERTA DEL DEPÓSITO.....	81
FIGURA 5.20 – EJECUCIÓN DEL TOILETTE DENTRO DEL DEPÓSITO.....	82
FIGURA 5.21 – EXCAVACIÓN DE LA OBRA DE RED Y DE LA CÁMARA ENTERRADA DE CAUDALÍMETRO Y VÁLVULAS. ....	83
FIGURA 5.22 – SALIDA DE LA IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE BAJA PRESIÓN. ....	84
FIGURA 5.23 – CAÑERÍA DE ADUCCIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE LA E.E.GUIÑAZÚ.....	85
FIGURA 5.24 –SISTEMA DE IMPULSIÓN DE LA E.E.GUIÑAZÚ BAJA PRESIÓN.....	86
FIGURA 5.25 – CAÑERÍA ELEVADA EXTERIOR SOBRE SALA DE MÁQUINAS.....	87
FIGURA 5.26 – INSTALACIÓN DEL CAUDALÍMETRO Y LA VÁLVULA MARIPOSA MOTORIZADA EN LA CÁMARA ENTERRADA.....	87
FIGURA 5.27 – ALIMENTADORES SECUNDARIOS PARA BOMBAS DE LOS SISTEMAS DE BAJA PRESIÓN Y ALTA PRESIÓN Y CANALIZACIÓN DE BANDEJA PERFORADA DIFERENCIADA PARA POTENCIA Y SEÑALES.....	89
FIGURA 5.28 – CANALIZACIÓN DE SERVICIOS Y T.S.S. EN SALA DE TABLEROS .....	90
FIGURA 5.29 – ANTENA DE RADIOFRECUENCIA Y DESCARGAS ATMOSFÉRICAS .....	91
FIGURA 5.30 – BOMBA SUMERGIBLE TRIFÁSICA DE 3HP.....	93
FIGURA 5.31 – MANIFOLD DE MEDICIÓN DE PRESIÓN Y TOMA PARA EL TRANSDUCTOR DE PRESIÓN.....	93
FIGURA 5.32 – MANÓMETRO PARA PRUEBAS HIDRÁULICAS.....	94

## **CAPÍTULO 1**

### **ASPECTOS INTRODUCTORIOS**



## **1.1 – GENERALIDADES DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA**

El presente trabajo se desarrolla en el marco de la Práctica Supervisada realizada por el autor y representa la instancia final para la obtención del título de Ingeniero Civil, de acuerdo a las exigencias que figuran en el plan de estudios de dicha carrera, dictada en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

El marco regulatorio de la Práctica Supervisada (PS) está compuesto por diferentes resoluciones del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la U.N.C., en las cuales se exponen todos los conceptos y requisitos formales y legales a los que deben apegarse los sujetos intervinientes.

De acuerdo a ello y, según el Artículo N° 2 de la Resolución 389-04 del HCD, “... se entiende como PS a la realización por parte del alumno, de un mínimo de 200 hs. de Práctica en sectores productivos y/o de servicios o bien en proyectos concretos desarrollados por la Institución para estos sectores o en cooperación con ellos y es de cumplimiento obligatorio para toda la Carrera de Ingeniería Civil que dicta la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales.

*Se completará con el Informe Técnico, que es el trabajo técnico y/o científico y/o desarrollo tecnológico y/o aquel trabajo de carácter analítico - científico, que constituye el “marco de referencia teórico” de la práctica profesional a realizar y de los resultados de su aplicación; de elaboración y conclusiones personales relacionado con las incumbencias profesionales e integrador de los conocimientos adquiridos, que debe realizar y presentar todo alumno para obtener el grado de Ingeniero Civil...”*

La inclusión de la PS dentro del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Civil se encuentra justificada en el Artículo N°3 de la mencionada Resolución:

“Son objetivos del Régimen de PS:

- a - Brindar al estudiante experiencia práctica complementaria en la formación elegida, para su inserción en el ejercicio de la profesión, cualquiera sea su modalidad.*
- b - Facilitar el contacto del estudiante con instituciones, empresas públicas o privadas o profesionales que se desempeñan en el ámbito de los estudios de la disciplina que realizan.*
- c - Introducir en forma práctica al alumno en los métodos reales y códigos relativos a las organizaciones laborales.*

*d - Ofrecer al estudiante y profesores experiencias y posibilidades de contacto con nuevas tecnologías.*

*e - Contribuir con la tarea de orientación del alumno respecto a su ejercicio profesional.*

*f - Desarrollar actividades que refuercen la relación Universidad – Medio Social, favoreciendo el intercambio y enriquecimiento mutuo.*

*g - Redactar Informes Técnicos convenientemente fundamentados acerca de la práctica propuesta y los resultados de su realización.” [3].*

Las tareas a desarrollar se realizarán en el seno de una entidad receptora, que deberá cumplir ciertos requisitos legales y formales para poder aceptar al alumno como practicante. En el caso particular que aquí se presenta, la entidad receptora es la empresa GIECO Ingeniería & Asociados S.A, ubicada en la calle Bv. de los Calabreses 3434, en la Ciudad de Córdoba. Su actividad principal es la construcción de obras de agua y energía. Dicha entidad nombrará a un *supervisor externo*, quien deberá orientar y coordinar el trabajo del alumno y elaborar un informe final sobre la calidad, pertinencia e importancia del trabajo para su evaluación. El supervisor externo nombrado por la empresa es el Ing. Gustavo Daniel Gieco, gerente del departamento de obras civiles.

Asimismo, la facultad designará a un *tutor docente*, quien deberá ser un profesor de la especialidad de reconocidos antecedentes académicos y profesionales, o un profesional que, sin pertenecer al ámbito de la Universidad Nacional de Córdoba, posea experiencia reconocida que lo habilite para el asesoramiento de la PS en cuestión. Dicho tutor será el encargado de la dirección, el asesoramiento y el seguimiento de la PS. En este caso, el docente designado por la facultad es el Ing. Hector R. Araujo, profesor adjunto de la Cátedra de Ingeniería Sanitaria.

Las actividades se desarrollaron durante los meses de marzo, abril y mayo del año 2014, en un régimen de 6 horas diarias, en las oficinas de la empresa.

Las tareas realizadas consistieron en todo lo relativo a la supervisión de obras de red de agua potable y de una estación elevadora de presión.

## **1.2 – OBJETIVOS PERSONALES**

Se plantearon, por parte del autor, los siguientes objetivos personales:

- Dotar al estudiante de una experiencia práctica en obras de ingeniería reales, complementaria a la formación académica



- Familiarizar al estudiante en el contacto con diferentes organizaciones, tanto públicas como privadas
- Desenvolverse en un ambiente de trabajo en equipo, interactuando con profesionales de distintas especialidades
- Afianzar y ampliar los conocimientos adquiridos durante la carrera, para aplicarlos en un ámbito profesional de trabajo

### **1.3 – OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA**

Más allá de las metas personales perseguidas por el autor, se plantearon objetivos específicos de carácter técnico que definen los contenidos y alcances del presente trabajo. Dichos objetivos se detallan a continuación:

- Entender el objetivo de las obras en cuestión como parte integrante del sistema de red de agua potable de la Ciudad de Córdoba
- Familiarizarse con la lectura y el análisis de pliegos de obra y de planos de proyecto
- Establecer contacto positivo con el personal de nivel operativo, capataces y profesionales de la misma y/o de distintas especialidades
- Establecer contacto con la Inspección de obra, perteneciente a la empresa Aguas Cordobesas S.A.
- Tomar contacto con los libros de obra a través de Ordenes de Servicio y de Notas de Pedido
- Conocer los materiales, piezas, elementos y herramientas necesarios para la ejecución de ambas obras
- Manejar las técnicas y procedimientos necesarios para la ejecución de ambas obras
- Participar activamente en la realización de las pruebas hidráulicas, lavado de cañerías y en la toma de muestras para análisis de turbiedad y análisis bacteriológico de las obras de red, así como en la operación de la puesta en marcha de la Estación Elevadora
- Participar en la confección y el proceso de corrección de los planos conforme a obra

## **CAPÍTULO 2**

### **CONCEPTOS GENERALES Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LAS OBRAS**



## **2 – SERVICIO DE AGUA POTABLE**

El agua es un elemento esencial para la vida, por lo que las civilizaciones antiguas se colocaban a lo largo de ríos. Más tarde, los avances técnicos le permitieron al hombre transportar y almacenar el agua, así como extraerla del subsuelo, por lo cual los asentamientos humanos se han esparcido lejos de ríos y de otras fuentes superficiales de agua.

Actualmente, el uso del agua en las poblaciones es diverso, como lo es para consumo humano, en el aseo personal, en actividades como la limpieza doméstica y en la cocción de los alimentos. Además, se usa para fines comerciales, públicos e industriales, en la irrigación, la generación de energía eléctrica, la navegación y la recreación.

De la misma forma que ha evolucionado el uso del agua, lo ha hecho el término “abastecimiento de agua” que en nuestros días conlleva el proveer a las localidades urbanas y rurales de un volumen suficiente de agua, con una calidad requerida y a una presión adecuada.

Un sistema moderno de abastecimiento de agua se compone de instalaciones para la captación, almacenamiento, conducción, bombeo, tratamiento y distribución. Las obras de captación y almacenamiento permiten reunir las aguas aprovechables de ríos, lagos y agua subterránea. Incluyen actividades como el desarrollo y cuidado de la cuenca de aportación, pozos, así como la construcción de presas y de instalaciones complementarias de bombeo para transportar el agua desde la fuente a los centros de distribución. El tratamiento es la serie de procesos que le dan al agua la calidad requerida y, finalmente la distribución se trata de dotar de agua al usuario para su consumo.

En la figura 2.1 se muestra la configuración típica de un sistema de abastecimiento de agua en localidades urbanas. Es importante mencionar que una vez que el agua ha sido empleada, debe ser desalojada a través de una red cloacal y conducida a una planta de tratamiento para que posteriormente pueda ser reutilizada o reintegrada a la naturaleza sin causar deterioro ambiental.

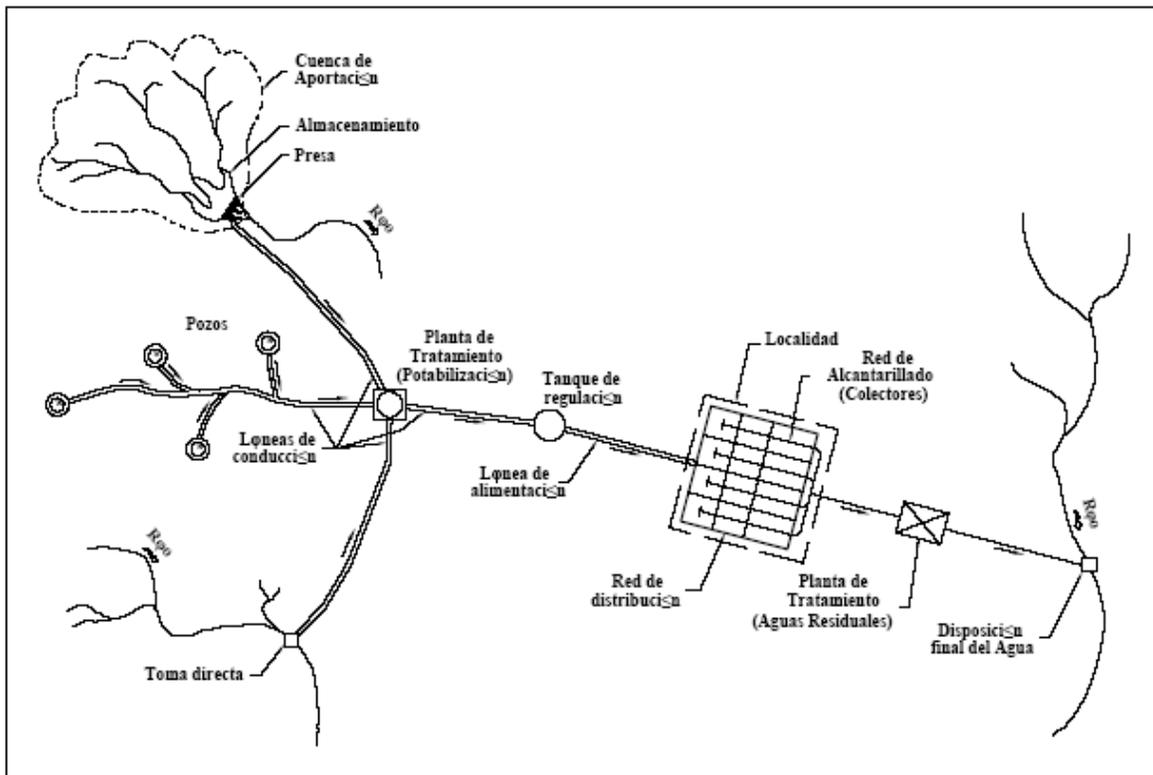


Figura 2.1 – Esquema típico de distribución de agua en localidades urbanas

## 2.1 – RED DE DISTRIBUCIÓN

Una red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta las conexiones domiciliarias o hidrantes públicos. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios.

La red debe proporcionar este servicio todo el tiempo, en cantidad suficiente, con la calidad requerida y a una presión adecuada.

### 2.1.1 – DISTRIBUCIÓN EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA

En la Ciudad de Córdoba el 70% del agua potable es procesada por la Planta Potabilizadora Suquía. El embalse San Roque es la fuente de provisión de dicha planta. El agua es captada por la empresa Aguas Cordobesas S.A. desde el canal de fuga de la

usina La Calera, estando a cargo de la Provincia de Córdoba la disponibilidad de agua cruda en la toma ubicada en la margen derecha del canal de fuga.

De la producción de la Planta Potabilizadora Suquía, surgen dos sistemas: el sistema Alto Alberdi y el sistema Suquía. El primero toma aproximadamente un tercio de la producción para abastecer por gravedad (a través de un conducto de 1300mm y otro de 1500mm de diámetro) al subsistema también llamado Alto Alberdi el cual cuenta con una estación elevadora de presión del mismo nombre. Además, el mismo abastece de agua por bombeo a cuatro subsistemas mediante sus respectivas estaciones elevadoras: Tercera Etapa, Lockheed, Ejército y Tanque Chico.

Los otros dos tercios de la producción de agua potable, son enviados a las reservas de agua, con una capacidad de 20.000 m<sup>3</sup> cada una. Desde allí se distribuye por un conducto de 1500mm de diámetro a la zona norte de la ciudad, a través del sistema Suquía, al cual pertenecen otras cinco estaciones elevadoras. Estas son: Poeta Lugones, Noroeste, Guiñazú, Argüello (Alta y Baja Presión) y Los Boulevares. A su vez, dentro del subsistema de la E.E. Argüello Alta Presión, se encuentra una estación que permite el rebombeo para abastecer a la E.E. Villa Cornú. Por otro lado, en la E.E. Noroeste existe un rebombeo hacia el barrio country Lomas de los Carolinos. Cabe destacar que este sistema posee además una porción que funciona por gravedad, subsistema que lleva el nombre de Gravedad Suquía.

El otro 30% del agua potable es producida en la Planta Los Molinos, ubicada al sureste de la ciudad. La totalidad del agua producida en la misma es distribuida a través de un solo sistema que lleva el mismo nombre, el cual funciona en parte por gravedad y en parte por bombeo. El bombeo está constituido por dos subsistemas con sus respectivas estaciones elevadoras: E.E. San Carlos y E.E. Sur. La E.E. Sur a su vez se divide en dos subsistemas: Alta Presión y Baja Presión. Dentro del subsistema E.E. Sur Alta Presión hay además un rebombeo para abastecer a la E.E. Villa Libertador.

Además dentro de la ciudad existen una serie de bombeos de pozo, como el de Chachapoyas y Villa Esquiú.

A continuación, en la figura 2.2, se muestra cómo está constituida la red de distribución de agua potable de la Ciudad de Córdoba.

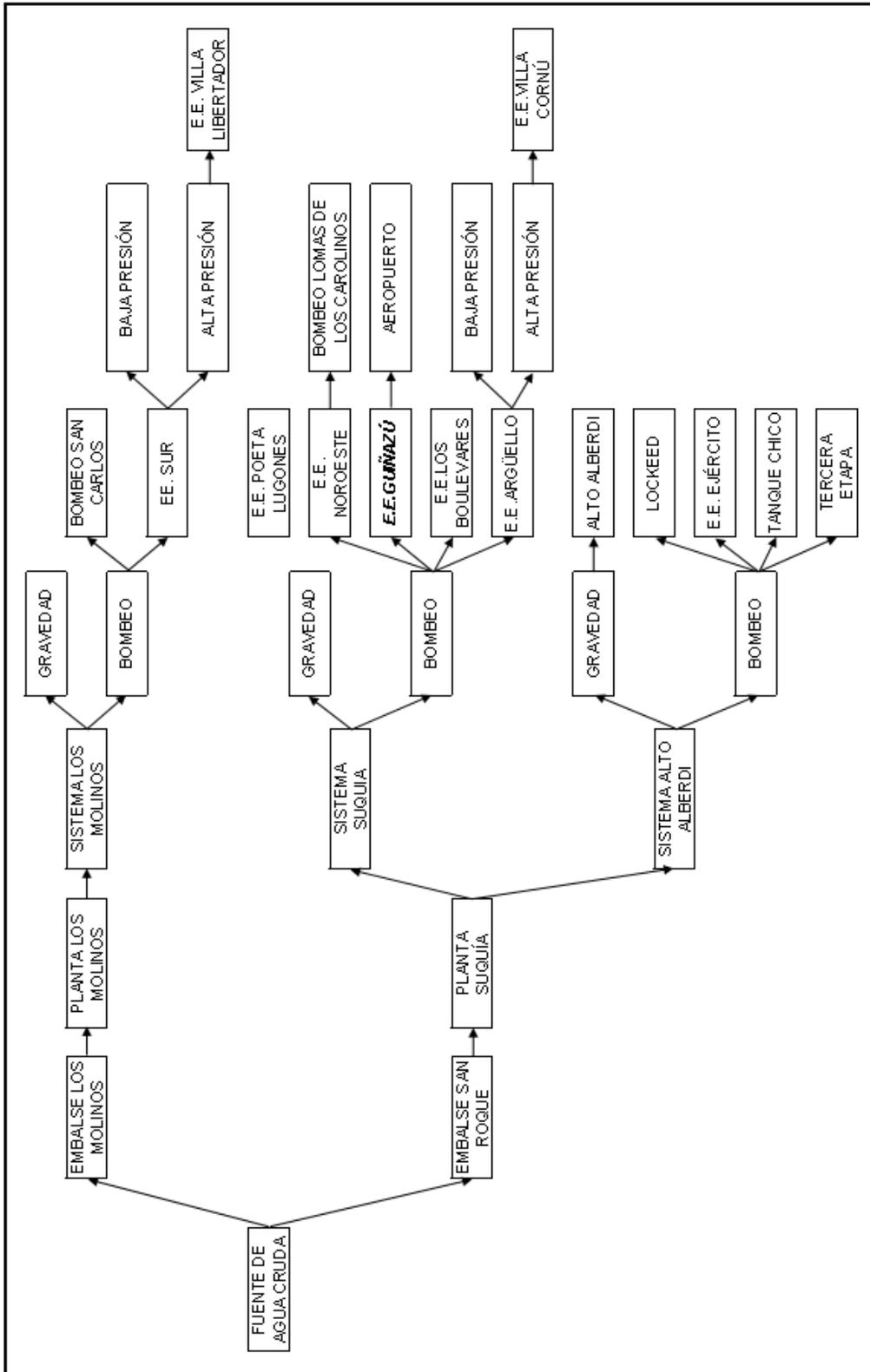


Figura 2.2 – Diagrama de distribución de agua potable en la Ciudad de Córdoba

### **2.1.2 – ESTACIONES ELEVADORAS DE PRESIÓN**

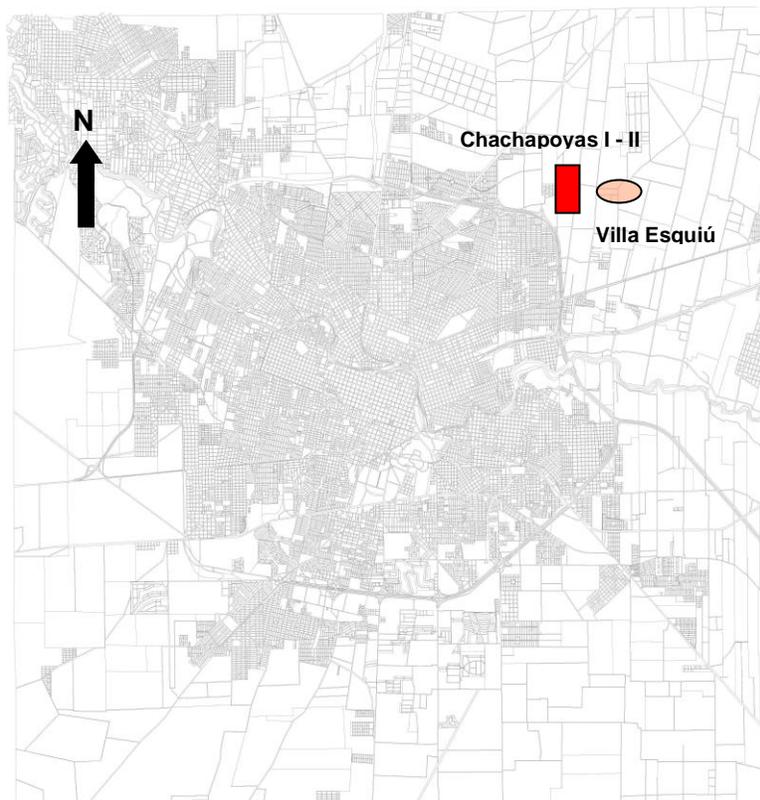
Las estaciones elevadoras de presión son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios que toman agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución. Son estructuras destinadas a elevar el fluido desde un nivel energético inicial a otro nivel superior al anterior, de forma tal que el fluido pueda llegar a lugares donde anteriormente no llegaba. En otras palabras, otorgan la energía necesaria al fluido. Teniendo en cuenta el tipo de alimentación de las estaciones elevadoras, éstas se pueden clasificar como primarias cuando toman el agua de alguna fuente de abastecimiento y la elevan a otro almacenamiento, al lugar de tratamiento, a la red directamente o a una combinación de ellas; y secundarias, cuando se trata de estaciones elevadoras que mejoran las condiciones de una estación primaria, incrementando presión o gasto, pero con abastecimiento proveniente de una estación primaria. Asimismo, las estaciones elevadoras también pueden ser del tipo "cámara seca", cuando los motores y las bombas se ubican en un recinto separado contiguo a la cámara de aspiración; o del tipo "cámara húmeda", si los mismos se emplazan dentro de la misma estructura. Dentro de este último caso, se pueden encontrar bombas y motores sumergibles, bombas sumergibles y motores no sumergibles y bombas y motores no sumergibles.

### **2.1.3 – CARGO TARIFARIO - Decreto N° 1284/10 - OBRAS N°56, N°57, N°58 Y N°71**

En el marco del plan de obras denominado Cargo Tarifario, se realizaron tres obras de tendido de cañería de agua potable que actualmente permiten abastecer, desde Planta Potabilizadora Suquía, a tres barrios que anteriormente se abastecían mediante pozo: barrios Chachapoyas I, Chachapoyas II y Villa Esquíú, mencionados anteriormente.

Como se puede apreciar en la figura 2.2, dichos barrios se encuentran ubicados al noreste de la Ciudad de Córdoba.

Estas tres obras actúan en conjunto con la repotenciación de la Estación Elevadora Guiñazú Baja Presión (Obra N°71), y las Obras N°55, N° 70 y N°72. Cuando las mismas se encuentren habilitadas, se verán beneficiadas directamente las familias ubicadas en los barrios mencionados.



*Figura 2.3 – Ubicación de los Barrios Chachapoyas I-II y Villa Esquiú dentro de la Ciudad de Córdoba*

### **CAPÍTULO 3**

#### **DESCRIPCIÓN GENERAL**



### **3.1 – OBRAS DE RED N°56, N°57 Y N°58**

#### **3.1.1 – UBICACIÓN Y PARTES CONTRACTUALES**

La empresa poseedora de la concesión del servicio de agua potable de la Ciudad de Córdoba, Aguas Cordobesas S.A. contrata, por previa licitación pública a la empresa GIECO Ingeniería & Asociados S.A. para la confección del proyecto ejecutivo y la ejecución de tres obras de red en la zona noreste de la ciudad:

- Obra N° 56: Conducto de PVC DN 200mm, en una longitud aproximada de 1950m, ubicado en Colectora de la Av. Circunvalación Noreste desde calle Cambaceres esq. De Puch, continuando por calle Camino a Santa Rosa hasta el ingreso al barrio Chachapoyas I.
- Obra N° 57: Conducto de PVC DN 110mm, en una longitud de 750m, ubicado desde la finalización de la obra N° 56 en calle Camino a Santa Rosa esq. La Cabaña, continuando por esta última hasta el ingreso al barrio Chachapoyas II.
- Obra N° 58: Conducto de PVC DN 200mm, en una longitud de 2025m, continuación de la obra N° 56 desde la calle Camino a Santa Rosa esq. La Cabaña, para continuar por la misma hasta el ingreso al barrio Villa Esquiú.

La contratación comprende la ejecución de cada uno de los proyectos, la provisión de mano de obra, materiales y equipos, tanto para la obra civil como la hidráulica, empalmes y cruces necesarios para la ejecución de los 4700m totales de cañería, en un todo de acuerdo a lo establecido en los Pliegos de Especificaciones Técnicas, en un plazo de 120 días.

La ubicación y continuidad de las tres obras se puede apreciar en las figuras 3.1 y 3.2 y 3.3, que se presentan a continuación:





Figura 3.1 – Plano de ubicación de las obras N°56, N°57 y N°58



Figura 3.2 – Imagen satelital de ubicación de las obras N°56, N°57 y N°58



Figura 3.3 – Obras N°56, N°57 y N°58

### **3.1.2 – DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

A continuación se hará una descripción de los rasgos principales de las tres obras de red citadas, y también se explicará a grandes rasgos el desarrollo de los trabajos en el conjunto.

En el Capítulo 4 se ampliarán los diferentes ítems que se mencionan en este capítulo y, para una mejor comprensión, los planos Conforme a Obra y la descripción de piezas utilizadas pueden ser consultados en el Anexo.

- Obra N° 56: Como ya se dijo, se trata del tendido de un conducto de PVC DN 200mm. La longitud final total de cañería en esta obra resultó de 2001.40m. Además del zanjeo y tendido de cañería, a lo largo de esta obra se ejecutaron los siguientes ítems-obras:

- 4 cámaras de hidrante
- 2 válvulas de aire
- 1 cámara de desagüe
- 1 cruce subterráneo (túnel) Av. Rancagua
- 1 cruce a cielo abierto de cauce natural de drenaje
- 1 cruce subterráneo de la colectora de Circunvalación
- 1 cruce subterráneo de canal de desagüe y de calle asfaltada, tramo Camino a Santa Rosa
- 1 empalme con la cañería de PVC DN 200mm preexistente bajo calle J. Andrés Gelly y Obes, perteneciente a la red de barrio Liceo, para el cual fue necesaria la demolición y posterior reconstrucción del pavimento rígido sobre dicha calle.
- 252m de demolición y reposición de asfalto en las últimas dos cuadras antes del Nudo N°1, que vincula esta obra, con las obras N°57 y N°58
- Acopio de los materiales necesarios para la ejecución de las tres obras.

En la figura 3.2, se observa la ubicación del obrador (amarillo) en el terreno de la fábrica de bolsas plásticas “Servi Plast Si.A.”, donde se acopiaron los materiales y se guardaron las herramientas y los equipos. La cercanía del obrador al Nudo 1, hace de esta ubicación una de las más convenientes por su cercanía al “centro de gravedad” de la obra.

- Obra N° 57: Se trata del tendido de cañería de PVC DN 110mm, en una longitud de 863m. Además se ejecutaron los siguientes ítems-obras:

- 2 cámaras de hidrante
- 1 cámara de desagüe
- 4 empalmes a la cañería preexistente PVC DN 90mm, perteneciente a la red de barrio Chachapoyas I
- 1 cruce a cielo abierto de calle La Cabaña
- 1 cruce subterráneo (túnel) de calle La Cabaña
- 1 cruce subterráneo de calle Camino a Santa Rosa en la zona del Nudo N°1
- Demolición y reconstrucción del pavimento de vereda en la escuela IPEM N°196 sobre calle La Cabaña en el último tramo de la obra.

- Obra N° 58: Consiste en un conducto de PVC DN 200mm, en una longitud de 1655m. Aparte del zanjeo y tendido, se ejecutaron los siguientes ítems-obras:

- 4 cámaras de hidrante
- 2 cámaras de desagüe
- 1 válvula de aire
- 2 cruces a cielo abierto de canales de riego
- 1 cruce a cielo abierto de calle Las Toscas
- 2 cruces a cielo abierto de calle Camino a Santa Rosa
- Empalme con cañería de PVC DN 160mm, perteneciente a la red de barrio Villa Esquiú.

### **3.1.3 – DESARROLLO DE LAS OBRAS**

Una vez realizados los trabajos preliminares que se describirán más adelante, se comenzó con el tendido en la obra N°57, en la cual se realizaron los diferentes ítems citados. Luego se verificaron los anclajes de todos los puntos singulares de dicha obra, como ser curvas, codos, ramales, tapones y válvulas. Hecho esto se instaló la válvula DN100mm y se la conectó al conducto de PCV DN110mm en el Nudo N°1, dejando previstos tanto en el arranque como al final de la cañería en dicho nudo, los elementos necesarios para la realización de la prueba hidráulica. El agua utilizada fue provista por la red preexistente en barrio Chachapoyas I.

Una vez realizada y aprobada dicha prueba, tuvieron lugar los trabajos finales sobre dicha obra y simultáneamente comenzó la excavación en el arranque de la obra N°58 en el barrio Villa Esquiú. Al llegar nuevamente al Nudo N°1 con esta última obra, se colocó la válvula DN250mm y se la conectó a la cañería PVC DN200mm. Después de efectuadas las verificaciones correspondientes, se realizó la prueba hidráulica de esta obra utilizando el agua de red de Chachapoyas I, a través de las conexiones con la cañería de la obra N°57.

Luego de aprobada esta última prueba, se comenzó con la limpieza de la traza de la obra N°56, sobretodo sobre la calle de tierra Camino a Santa Rosa donde se encontraron basurales improvisados. Se procedió con la demolición del pavimento sobre el tramo asfaltado de 252m en la calle C. a S. Rosa desde el arranque de la obra en el Nudo N°1. Luego se continuó con el tendido de cañería atravesando el primer cruce subterráneo de calle C. a S. Rosa y el canal de desagüe que figura en planos. Al llegar a la colectora de Circunvalación, se realizó otro cruce a cielo abierto del C. a S. Rosa para continuar hacia el segundo cruce subterráneo, bajo la colectora. Al llegar a la Av. Rancagua se realizó el cruce a cielo abierto del cauce natural de desagüe y luego el cruce subterráneo de dicha avenida, continuando hacia el arranque de esta obra en barrio Liceo. Al final se colocó un tapón provisorio para la posterior colocación de la válvula DN250mm y ejecución del empalme.

Simultáneamente a la ejecución de los último tramos de la obra N°56 se realizaron los empalmes en PVC DN90mm en barrio Chachapoyas I para la obra N°57, y en PVC DN160mm en barrio Villa Esquiú para la obra N°58. Luego del lavado de ambas cañerías, se utilizaron dichos empalmes para el llenado de cañería de la obra N°56 y realización de su prueba hidráulica. Una vez lavada esta última y aprobada la prueba, se realizó el empalme en PVC DN200mm sobre la calle J. Andrés Kelly y Obes.

### **3.2 – OBRA N°71: ESTACIÓN ELEVADORA GUIÑAZÚ B.P.**

#### **3.2.1 – UBICACIÓN Y PARTES CONTRACTUALES**

Al igual que en las anteriores obras, Aguas Cordobesas S.A. contrata, a la empresa GIECO Ingeniería & Asociados S.A. para la confección del proyecto ejecutivo y la ejecución de esta obra en la zona noreste de la ciudad.

La obra contaba con un plazo de 6 meses y se dividió básicamente en 3 tipos de obra:



- Obra de red: Conducto de PVC DN 250mm, en una longitud de 7m, dentro del predio, entre la cañería de salida desde la E.E.Guiñazú Baja Presión, hasta la cañería preexistente de PVC DN 250mm ubicada bajo vereda en la calle Mackay Gordon
- Obras civiles: refacción de la sala de máquinas existente y de la vieja cisterna cilíndrica a utilizar como un futuro depósito y baño, y construcción de una sala de tableros y de una cámara enterrada
- Obra electromecánica: Provisión y montaje de los equipos electromecánicos, tendido de alimentadores, colocación de canalizaciones, sistema de puesta tierra, antena de radiofrecuencia, sistema de descargas atmosféricas, seguridad, iluminación exterior y puesta en funcionamiento del sistema de baja presión.

La Estación Elevadora Guiñazú está ubicada en el predio noreste de la calle Fray Miguel de Mojica esquina Mackay Gordon en el barrio Jerónimo Luis de Cabrera, tal como se indica en la figura 3.4:

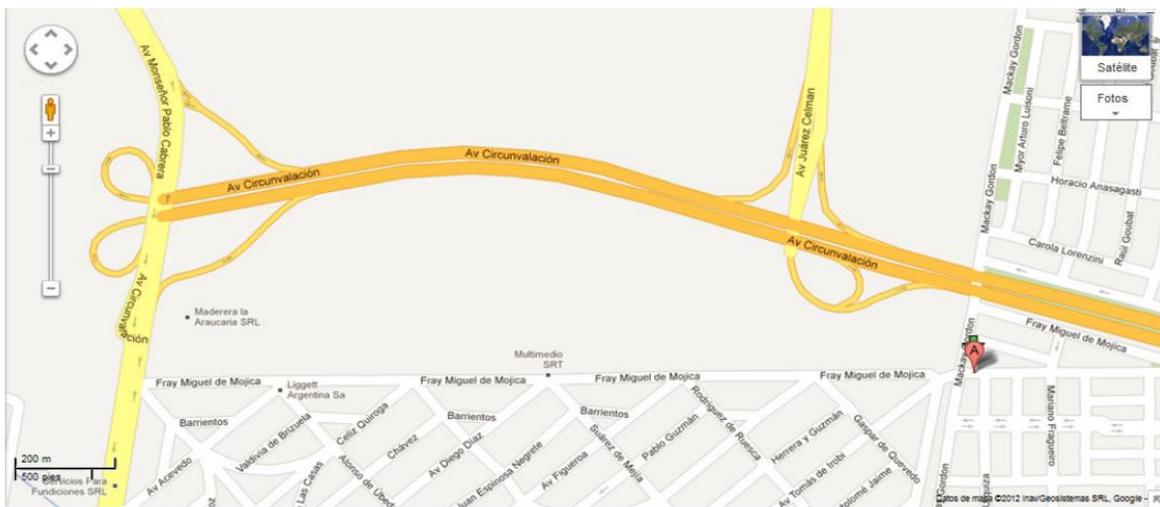


Figura 3.4 – Plano de ubicación de la obra N°71

### 3.2.2 – DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

A continuación se hará una descripción de los rasgos principales de la obra, y también se explicará el desarrollo de los trabajos.

En el Capítulo 5 se ampliarán los diferentes ítems que se mencionan en este capítulo y, para una mejor comprensión, los planos Conforme a Obra pueden ser consultados en el Anexo.

Se denomina Estación Elevadora Guiñazú Baja Presión porque la misma se ubica dentro de la preexistente Estación Elevadora Guiñazú. Las obras se basan en la ejecución de un empalme que permite utilizar las conducciones preexistentes y el mismo espacio físico para la instalación de las nuevas bombas. Como dicho espacio es limitado y debido a que el nuevo sistema de baja presión se encuentra acoplado al preexistente de la estación, se definió para esta obra un conjunto de piezas especiales de cañería, que posibilitaron la instalación.

Los módulos eléctricos que comandan los dos sistemas fueron alojados en la nueva sala de tableros. Para ello, además de transportar y montar los nuevos módulos para el sistema de baja presión, fue necesario trasladar los módulos del sistema de alta presión desde su antigua ubicación en la sala de máquinas.

Debido al calor generado por los diferentes equipos electromecánicos, fue necesario definir un sistema de ventilación adecuado para ambas salas. A su vez, el sistema de ventilación de la sala de máquinas fue contemplado dentro del sistema de insonorización de la misma, con el objeto de minimizar la transmisión del ruido producido por las bombas para evitar perjudicar al vecindario por el incremento de ruido dentro de la Sala de Máquinas.

Para permitir el movimiento de las bombas del sistema de baja presión en forma adecuada, se diseñó un puente grúa que se detallará en Capítulo 5. Para las bombas pertenecientes al sistema de alta, se mantuvo el monorriel preexistente, extendiéndolo hasta una puerta corrediza.

La regulación de la estación elevadora es caudalimétrica, es decir que el arranque, parada y puesta en régimen del sistema dependen de la combinación de las señales analógicas provenientes del caudalímetro y del transductor de presión para de esta manera ser reguladas en función de la demanda variable del sistema.

Esta estación elevadora es operada en forma remota a través señales receptadas y emitidas por un sistema unificador utilizado por Aguas Cordobesas, denominado Topkapi. Para la emisión y recepción de señales desde la nueva E.E.Guiñazú, se removió la anterior antena de radiofrecuencia, correspondiente al sistema de alta presión, para

reemplazarla por una antena de mayor altura, que se ubicó sobre el techo de la sala de máquinas.

En el Anexo se muestra la tabla de demanda de la E.E. Guiñazú, donde figura el número de cuentas habilitadas por cada barrio que esta abastece.

A continuación, en la figura 3.5 se observa la E.E. Guiñazú antes de la obra.



*Figura 3.5 – Imagen satelital de la E.E. Guiñazú*

### **3.2.3 – DESARROLLO DE LA OBRA**

Una vez realizados los trabajos preliminares que se describirán en el Capítulo 5, se comenzó con las fundaciones de la sala de tableros y simultáneamente con la excavación de la cámara enterrada para el caudalímetro. Luego de terminada la platea de la S.T. se continuó con la mampostería hasta el nivel de techo de losa de viguetas. Por otro lado la cámara también fue construida de mampostería y hormigón. Una vez finalizadas ambas estructuras se continuó con los trabajos de terminación interiores y de impermeabilización. Cuando estuvieron impermeabilizadas la S.T. y la cámara, se comenzó con los trabajos de canalización y cableado y con la instalación de cañerías. Simultáneamente en la Sala de Máquinas se colocaban las cañerías del nuevo sistema de baja presión y se había comenzado con el desarmado de los tableros del sistema de alta presión para su traslado a la nueva S.T. También en la S.M. y en el Depósito, se realizaban trabajos de refacción tales como la impermeabilización y pintura, sumados a la construcción del baño ubicado en dicho depósito. Este baño requirió las conexiones a la red de agua potable existente

sobre la calle F. Miguel de Mojica y a la cámara séptica existente para el desagüe de aguas negras.

Finalizados los trabajos de impermeabilización se instaló la antena de radiofrecuencia sobre el techo de la S.M. con anclajes en las paredes de dicha sala y de la S.T.

Al terminar los trabajos de instalación de cañerías y de las tres bombas en el interior de la S.M., se continuó por la pared oeste de la misma hacia la Cámara para la posterior instalación del caudalímetro, entre otros elemento necesarios. Simultáneamente se realizó el empalme a la cañería preexistente sobre calle Mackay Gordon y una vez verificados los anclajes se realizó la prueba hidráulica correspondiente.

Cuando se terminó con el desarmado de los tableros del sistema de alta presión se los trasladó a la sala de tableros (previa construcción de la rampa de acceso), donde además se instalaron los nuevos módulos del sistema de baja presión. Previamente se ejecutó la nueva acometida subterránea desde el nuevo pilar ubicado sobre calle F. Miguel de Mojica. Una vez terminado todo esto se realizaron las pruebas pertinentes sobre los módulos instalados.

Finalizados los trabajos citados en la S.T. se colocó el sistema de aire acondicionado y ventilación en la misma y luego comenzaron los trabajos de instalación del sistema de ventilación e insonorización en la S.M para que, una vez listos pudiera realizarse la puesta en marcha de la Estación Elevadora.

La obra electromecánica se realizó en forma paralela a las obras civil y de red. Estas obras se describirán en el Capítulo 5.

## **CAPÍTULO 4**

### **EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE RED N°56, N°57 Y N°58**



## **4.1 – TRABAJOS PRELIMINARES**

### **4.1.1 – UBICACIÓN DEL OBRADOR**

Como en todas las obras de desarrollo longitudinal, la elección del emplazamiento del obrador es de crucial importancia para optimizar las distancias de transporte.

Durante los recorridos preliminares de la traza, es importante localizar un lugar cercano al “centro de gravedad” de la obra para la ubicación del obrador. En este caso no fue necesario instalar ni construir un obrador ya que, como se mencionaba en el Capítulo 3, se utilizaron para tal fin las instalaciones de la fábrica de bolsas plásticas “Servi Plast Si.A.”. En el patio de dicha fábrica se realizó el acopio de caños de PVC DN 110mm y DN 200mm, mientras que en uno de sus galpones se guardaron los equipos, herramientas de mano y materiales pequeños, que se describirán más adelante. Debido al funcionamiento continuo de la planta y a la gentileza de sus dueños, se contó con un lugar seguro y confiable para el guardado de los equipos y materiales, lo cual permitió tener el control de acceso a los mismos.

Para el caso particular de los equipos, si bien dicho obrador fue óptimo para el desarrollo de la obra N°57 y la mitad de las obras N°56 y N°58, se contó además con otros dos lugares para su guardado. Uno de ellos fue el terreno del supermercado mayorista Yaguar, ubicado en la Colectora de Circunvalación, que permitió lograr eficiencia en los tiempos de traslado durante la ejecución de la primera mitad de la obra N°56. El otro fue en el terreno de una gomería ubicado frente al empalme de la obra N°58 en barrio Villa Esquíú, que permitió agilidad en el desarrollo de la primera mitad de esta obra.

Es importante lograr la confianza con los dueños de los establecimientos prestados y registrar sus datos, al igual que brindarles los datos del personal a cargo de la obra, por cualquier inconveniente o consulta que pudiera surgir.

### **4.1.2 – RECEPCIÓN Y ACOPIO DE MATERIALES**

En la figura 4.1 de la página siguiente se muestran los materiales utilizados en el conjunto de tres obras. Como ya se dijo, en el Anexo puede consultarse una descripción de las piezas utilizadas frecuentemente en obras de red.



MATERIAL
CURVA PVC 90° 200mm y 110mm
CURVA PVC 45° 200mm y 110mm
CURVAPVC 22° 200mm
CURVA HF C/BAS E 75 mm
CURVA HF C/BAS E 90 mm
PROLONGACION VERTICAL HF 75 mm
RAMALTE 110x90
RAMALTE 110x110
RAMALTE 200x90
RAMALTE 200x110
RAMALTE 200x75
REDUCCION 110 x 75
REDUCCION 110 x 90
REDUCCION 90 x 75
MALLA DE ADVERTENCIA
CABEZAL HIDRANTE
VALVULA ES CLUSA DN 65
VALVULA ES CLUSA DN 80
VALVULA ES CLUSA DN 110
VALVULA ES CLUSA DN 200
VALVULA DE AIRE DN 80
ADAPTADOR DE BRIDA 80mm
CUPLA 200mm
CUPLA 110mm
CUPLA 75mm
CONEXIÓN C/TOLERANCIA
TAPA BRASERO
TAPA CÁMARA HIRANTE
TAPA REJILLA
TAPA CÁMARA V. DE AIRE
BULON
TUERCA
O'RING 200mm
O'RING 160mm
O'RING 110mm
O'RING 90mm
O'RING 75mm
CAÑO PVC DN 200mm
CAÑO PVC DN 160mm
CAÑO PVC DN 110mm
CAÑO PVC DN 90mm
CAÑO PVC DN 75mm
CAÑO PRFV DE 355mm
MANGUERA PEAD 3/4"

Figura 4.1 – Listado de materiales empleados en el conjunto de las tres obras de red

Los caños PVC DN200mm y DN110mm arribaron a obra por medio de un camión y debido a la gran cantidad, se utilizó una grúa para hacer más eficiente la descarga. El equipo para la efectuar la descarga estuvo constituido por:

- 1 operador de grúa
- 2 operarios ubicados encima del camión de transporte para colocar las fajas
- 2 operarios ubicados en tierra para recibir la carga alternados
- 2 operarios en tierra para realizar las pilas de acopio

Dicha composición se puede apreciar en la figura 4.2.

Se recomienda acomodar alternadamente las cabezas de los caños durante la conformación de pilas ya que, si las cabezas se tocan en vertical, pueden producirse deformaciones en las mismas y los caños pueden curvarse. Otra consideración que debe tenerse en cuenta es que, si los caños van a quedar a la intemperie por varios días, éstos deben cubrirse en lo posible con algún material que los proteja de la radiación solar directa, ya que los rayos ultravioletas dañan al PVC.



*Figura 4.2 – Recepción en obra de caños de PVC DN 200mm*

Tanto los caños y sus respectivos o’rings deben ser controlados al momento de su recepción. Es común que los caños presenten cabezas dañadas y los o’rings pueden tener rajaduras que provocan la rotura al momento del enchufe de los caños.

El resto de los materiales utilizados es fácilmente manejable debido a su menor peso y tamaño. Para ello se asignó una habitación cerrada dentro de la fábrica citada, donde además se guardaron herramientas manuales como palas, picos, barretas, llaves para operación de válvulas y cajas de herramientas; y equipos menores como vibropizón y aserradora.

Es importante llevar el control de stock de materiales y herramientas y realizar previsiones con respecto a su necesidad en la producción de manera de evitar retrasos por falta de los mismos, así como para detectar faltantes por causas ajenas a la obra en sí, posibles fallas, etc.

#### **4.1.3 - UBICACIÓN DE OTROS SERVICIOS**

Cada trabajo requiere de insumos que son necesarios más allá de los materiales y las herramientas. Luego es recomendable conocer de antemano, sobretodo en obras de desarrollo longitudinal, con qué servicios cercanos o dentro del área de trabajo se cuenta, para prever la necesidad de provisiones auxiliares.

Así por ejemplo, se utilizaron:

- Fuentes de agua limpia para elaborar el hormigón de anclajes y cámaras.
- Fuentes de electricidad para conectar los equipos de bombeo utilizados para la realización de pruebas hidráulicas
- Estaciones de servicio para la carga de combustibles para equipos
- Gomerías para resolver más de una pinchadura de neumáticos cuando ya se ha utilizado el neumático auxiliar

En zonas donde no se contaba con electricidad se empleó un grupo electrógeno para hacer funcionar amoladoras, bombas de pozo, martillos eléctricos, etc. Del mismo modo, donde no se contaba con agua limpia cercana se utilizó un tanque cisterna a tiro.

El transporte de combustibles por lo general se hizo en bidones desde la sede central de la contratista pero algunas veces fue necesario recurrir a estaciones de servicio de la zona.

#### **4.1.4 – RELEVAMIENTO DE INTERFERENCIAS**

Previo a la ejecución de este tipo de obras, es necesario contar con los informes de las empresas prestatarias de otros servicios a fines de conocer las posibles interferencias en el área de trabajo. Es por ello que Aguas Cordobesas pidió para estas obras los informes técnicos sobre dicha área a las siguientes empresas y/o instituciones:

- Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC): informó que en la zona no existen instalaciones de baja tensión y media tensión que puedan ser afectadas
- ECOGAS: informó que en la zona no posee instalaciones de red y/o ramales para distribución de gas natural
- Municipalidad de Córdoba – Dirección de Tránsito: informó que en la zona no existen instalaciones semafóricas ni instalaciones subterráneas correspondientes a dicha división

- Municipalidad de Córdoba – Dirección de Alumbrado Público: informó que en la zona no existen instalaciones subterráneas de alumbrado público
- TELECOM: Informó que sí existen instalaciones subterráneas que habrían podido interferir con los trabajos a realizar. Se trata de tendido de cables a una profundidad de entre 0.60m y 0.80m en vereda y de 1.20m en calzada, sobre el lado norte de la calle Colectora de la Circunvalación.

Con esta información, se procedió a corroborar la misma en campo realizándose los sondeos necesarios en aquellos casos donde se prestaba la confusión:

- Se verificó la ubicación de las líneas telefónicas informadas por TELECOM
- Se identificó una cañería de gas natural no informada, ubicada en calle Camino a Santa en parte coincidente con la traza de las obras N°58 y N°56. Esta pudo ser identificada por la exposición de sus protecciones catódicas, con lo cual se realizaron los sondeos necesarios. Luego se extremaron los cuidados durante la excavación.

Pese a la información recabada a través de informes y mediante inspecciones en campaña, surgieron imprevistos tales como la rotura de algunas conexiones clandestinas de agua potable, que fueron denunciadas a Aguas Cordobesas. Otra cuestión que se tuvo en consideración fue el tendido en simultáneo y en paralelo durante la primera parte de la obra N°56, de la nueva cañería de cloaca de PVC DN400mm para evacuación de efluentes desde el barrio Chachapoyas I. Por ello fue necesario definir por mutuo acuerdo las cotas de ambas cañerías de antemano en el punto del cruce subterráneo realizado bajo el tramo de calle asfaltada de Camino a Santa Rosa.

#### **4.1.5 – LIMPIEZA DE LA TRAZA**

Para facilitar los trabajos de excavación de zanjas, debe primero limpiarse el terreno sobre la traza de manera de obtener una clara visión de la misma durante el zanjeo y de evitar la caída de escombros y otros tipos de basura dentro de la zanja tanto por seguridad de la cañería como por el personal operario que debe introducirse en la zanja.

Los obstáculos removidos fueron montones de basura a lo largo de la calle Camino a S. Rosa sobre la traza de las obras N°56 y N°58. Además, sobre la traza de la obra N°57, se removieron pastizales y basura.



#### **4.1.6 – REPLANTEO**

Una vez identificadas las interferencias y otros obstáculos como basura y escombros, condiciones del terreno, etc, la traza de la cañería y la ubicación de las singularidades hidráulicas como válvulas de aire, válvulas de desagüe, hidrantes, curvas, codos y empalmes, son redefinidas si es necesario. El replanteo consiste entonces en demarcar sobre el terreno la traza de la obra, la cual debe ser redefinida en caso necesario para adaptarla a las condiciones específicas de la misma.

De esta manera por ejemplo, en los primeros 152m de cañería de PVC DN 110mm de la obra N°57, se redefinió su ubicación pasándola del lado este de la calle La Cabaña, al lado oeste. Esto fue debido a la dificultad que implicaba la presencia de una vereda de hormigón angosta, con arboleda próxima al cordón de vereda y de la cañería de PVC DN 90mm perteneciente a la red preexistente.

#### **4.1.7 – CARTELERÍA Y VALLADO**

Durante todo el desarrollo de la obra, la contratista debió mantener la señalización de protección y seguridad reglamentaria en toda el área de trabajo y su entorno inmediato, hasta la finalización de la misma, según lo indicado en Ordenanza Municipal 10.819.

Previo al comienzo de los trabajos se debe contar con la cartelería y el número de vallas suficientes para delimitar la zona de trabajo y sus inmediaciones, de manera de poder trabajar en forma segura a la vez de brindar seguridad a las personas y vehículos ajenos a la obra que transiten la zona.

En estas obras, aparte de los carteles de obra se utilizaron vallas, balizas luminosas, conos y cinta de peligro.

Lamentablemente un notable número de vallas fueron sustraídas o rotas en actos de vandalismo, característico de la zona, con lo cual se hizo necesario el relevamiento día a día de la situación en cuanto a esta forma de seguridad, lo que permitía tomar las acciones correctivas del caso.

#### **4.1.8 – NORMATIVA MUNICIPAL – OBRAS EN LA VÍA PÚBLICA**

El hecho de trabajar sobre la vía pública implica que, además de cumplir con las condiciones citadas en el contrato particular para el conjunto de obras citadas, se debe

cumplir con toda la normativa municipal referente. En la Ciudad de Córdoba, la Comisión de Autorización de Cortes en la Vía Pública regula dichos trabajos. Dicha comisión pertenece a la Dirección de Obras Viales de la Subsecretaría de Infraestructura que a su vez pertenece a la Subsecretaría de Desarrollo Urbano de la Municipalidad.

La Comisión de Autorización de Cortes en la Vía Pública se encarga de la autorización y posterior verificación de los cortes efectuados en calzadas y veredas de la ciudad.

El rol que cumple esta Comisión es ordenar la ejecución de las tareas de roturas de pavimentos, cordones y veredas, entorpeciendo al mínimo la circulación de los vecinos.

La autorización de los cortes puede ser solicitada por empresas para:

- Incorporación de nuevos servicios
- Reparación o remodelación de redes existentes.

También puede ser solicitada por vecinos para:

- Conexión de servicios domiciliarios
- Rotura para acceso a cocheras
- Remodelación de accesos domiciliarios, etc.

En todos los casos los solicitantes deberán contar con un “Representante Técnico Matriculado”, que asuma la responsabilidad técnica sobre los trabajos a efectuar.

La verificación de los trabajos efectuados está a cargo de un plantel de inspectores que controlan diariamente la calidad de ejecución de los mismos, en el marco de las ordenanzas municipales al respecto.

## 4.2 – PROCESO CONSTRUCTIVO

### 4.2.1 – APERTURA DE ZANJA Y TENDIDO DE CAÑERÍA

La tapada mínima a respetar es de 0.80m en vereda y 1.00m en calzada. Otro punto a tener en cuenta es que se prohíbe, por ordenanza municipal, el tendido de cañería en la zona comprendida entre el cordón de vereda y la línea de edificación. La razón es dejar lugar a la posible colocación presente o futura de postes de alumbrado y sus instalaciones subterráneas si correspondiere el caso.

La base de la zanja debe ser pareja y libre de basura o escombros. Se exige realizar un lecho de asiento de arena de 0.10m, sobre la cual se realiza luego el tendido de cañería.

El ancho mínimo de la zanja debe ser de 0.50m hasta un diámetro de cañería de 250mm. En este caso se realizó una zanja de 0.60m con la utilización de una mini-retroexcavadora Caterpillar y de una retroexcavadora-cargador frontal Terex, que trabajaron en serie en un mismo frente de trabajo, o de forma aislada en distintos frentes.

Para la protección de la excavación y los trabajos de tendido deben contemplarse las especificaciones sobre tablestacados, apuntalamientos y entibados descritas en el decreto 911/96 de Higiene y Seguridad en la Construcción. Estas medidas no fueron necesarias en estas obras.

La jornada de trabajo comenzaba con la retroexcavadora abriendo zanja y luego, por detrás de la misma, un operario o dos, emparejando el fondo de zanja - en la figura 4.3 se observa la línea de traza hecha con cal, que sirve de guía al operador de la retroexcavadora -.

*Figura 4.3 – Traza marcada para guiar la excavación en tramo de calzada de asfalto, previamente demolido y retirado – Obra N°56*



Por otro lado, un equipo de dos operarios se encargaba del transporte de caños desde el obrador, aproximadamente 20 por viaje de acoplado a tiro, para lo cual se utilizó una camioneta doble tracción. Una vez al lado de la zanja abierta, el mismo equipo bajaba los caños a lo largo de la misma y sobre la superficie del terreno, superponiéndolos una longitud similar al largo de la cabeza de un caño.

A su vez, el operador de una minicargadora BobCat se encargaba de verter la arena necesaria para el lecho de asiento, la cual era previamente acopiada por montones en superficie a lo largo de la zanja, en lo posible del lado opuesto al de los montones de suelo producto de la excavación. Esto permitía a los mismos barredores de fondo de zanja preparar el lecho de arena.

Hecho esto, el equipo de superficie alcanzaba los caños a los cañistas en el fondo de zanja para su tendido. Los caños usados, con espiga y enchufe, cuentan con un o'ring de goma en la cabeza del caño, dentro de la cual se introduce la espiga del caño sucesivo. Para facilitar el enchufe, sin dañar dicho o'ring, es necesario limpiar y lubricar el mismo previamente. Para la limpieza se utiliza un cepillo o un trapo de tela y para aplicar el lubricante se utiliza un pincel. Dicho lubricante debe tener base vegetal y estar aprobado por el comitente ya que en ningún caso se permite la utilización de jabones o grasas animales. Una vez lubricado, un cañista ubicado en la espiga de un caño presentaba la misma en la cabeza del caño posterior, permitiendo que el otro cañista empujara, con la ayuda de una barreta, dicho caño desde su propia cabeza para realizar el enchufe.

Así se continuaba hasta acabar los caños de la tanda mientras la excavación proseguía, abriendo un nuevo ciclo. Mientras los cañistas avanzaban, el operador de la minicargadora comenzaba con el cierre de zanja.

En la figura 4.4 se observa la zanja abierta en banquina, con la correspondiente señalización, compuesta por cartelería, vallas simples y vallas luminosas.

*Figura 4.4 – Tendido de cañería de PVC DN 200mm en calle Colectora Av. Circunvalación – Obra N°56*



#### **4.2.2 – CIERRE DE ZANJA**

Luego de que los cañistas habían avanzado una distancia segura con el tendido desde dentro de la zanja, comenzaba el cierre de zanja. Para esto, el suelo extraído de la misma debe tener buenas condiciones de compactibilidad y estar libre de escombros y basura, de manera de que pueda utilizarse para realizar las sucesivas tapadas y compactaciones. Si el suelo extraído no resulta apto, debe utilizarse otro suelo que si lo sea, o bien éste puede procesarse. Esto puede realizarse con la utilización de zarandas que permiten separar los escombros, del resto del suelo. En parte de la obra N°56 fue necesario realizar este proceso ya que se encontró suelo de relleno con algo de basura y escombros. Algunas veces, cuando el suelo no es apto para la primera tapada, se realiza una parte del relleno sobre el caño con arena hasta 0.10m por encima del lomo del mismo, con el fin de protegerlo.

Para el cierre de zanja, el operador de la minicargadora tomaba el suelo del borde de la misma empujándolo en cantidades adecuadas para que los operarios del fondo de zanja pudieran esparcirlo con palas. De esta forma se realizaban sucesivas capas de 0.30m que debían ser compactadas a una densidad y humedad requeridas. Al llegar a los 0.40m por encima del lomo del caño se colocaba la malla de advertencia de color azul y luego se continuaba con la tapada hasta el nivel de terreno, compactando por capas.

En el punto 4.3.3 se mencionan los ensayos de compactación realizados.

En el Pliego de Especificaciones Técnicas se establece que: “los trabajos se deben planificar de modo tal que en forma diaria y al final de cada jornada toda cañería instalada quede con la primera compactación efectuada y los extremos de red con sus respectivos tapones, evitándose en todos los casos la permanencia de cañerías desprotegidas”. Para ello se debe coordinar y controlar el avance de la apertura de zanja, el tendido y el cierre de zanja. Esto se cumplió en general, salvo excepciones que ameritaban saltar la regla, previo acuerdo con la Inspección de obra.

#### **4.2.3 – CRUCES, TUNELEO Y ENCAMIZADO**

Debido a que la obra se realizó en terreno rural en su mayoría, algunos cruces de calles de tierra pudieron hacerse a cielo abierto, tales como los de la obra N°57. Por otro lado, los cruces de la calle Camino a Santa Rosa, durante la obra N°58, se ejecutaron a cielo abierto pero en dos partes, para permitir el tránsito por dicha calle en su tramo de tierra que comunica los barrios Chachapoyas I y Villa Esquiú. En el primer caso, la zanja se ejecutaba de una sola vez, permitiendo mantener el ritmo de avance. Sin embargo, en el segundo caso primero se avanzaba con la excavación hasta la mitad de la calzada, luego se tendía la cañería y se tapaba de la manera descripta anteriormente. Una vez tapada y compactada la primera mitad, recién se abría la zanja en la segunda mitad de la calzada y se procedía de la misma forma, continuando luego por vereda o por calzada, según correspondiera.

Hay otros casos, como los cruces de la Av. Rancagua y de la calle Colectora de Circunvalación en la obra N°56, que no podían hacerse a cielo abierto debido al alto flujo de tránsito que poseen. Es por ello que se optó por el tuneleo en seco. Otra justificación surge a partir análisis económico, ya que algunas veces conviene realizar un túnel, antes que romper el pavimento y luego reconstruirlo, como se comprobó en este caso.

Para realizar un túnel de este tipo las condiciones del suelo deben presentarse adecuadas ya que por ejemplo, se hace dificultoso atravesar los trépanos de la máquina tuneleadora cuando se encuentra alto contenido de grava o roca en el suelo.

La ejecución de un túnel comienza con el pozo de arranque y el pozo de salida, los cuales deben permitir el ingreso de las máquinas y los operadores a la profundidad requerida en forma segura. Desde allí se realizaban los trabajos y una vez listo el túnel, de ser requeridos se introducían mediante barretas o utilizando el brazo de una retroexcavadora

los caños camisa, que en el caso del cruce de la Av. Rancagua fueron caños de PRFV DE 355mm. Dicho caño camisa cumple la función de proteger a la cañería, que luego se introduce en el túnel para continuar con el tendido y la excavación del otro lado del mismo. En dicho cruce la tapada resultante fue de 2.5m.

En la imagen 4.5 pueden observarse los pozos de arranque y de salida del túnel de cruce de la Av. Rancagua de la obra N°56. Las características del terreno ofrecían la estabilidad suficiente como para no requerir el uso de entibados y/o apuntalamientos. Para la ejecución de este cruce se prestó atención a la señalización de advertencia previa alrededor de las excavaciones debido al alto flujo de tránsito que presenta la avenida.



*Figura 4.5 – Fotografías de los pozos de arranque (izquierda) y salida (derecha) del túnel de cruce de Av. Rancagua en la obra N°56*

#### **4.2.4 – VÁLVULAS**

Las válvulas se utilizan para definir tramos que puedan ser aislados del resto de la red por alguno u otro motivo. Según el Pliego de Especificaciones Técnicas de este conjunto de obras, la distancia máxima entre válvulas de cierre no debe superar los 1000m y estas deben ubicarse cercanas a los nudos, salvo indicación expresa de la Inspección. El sentido de esta regla es delimitar tramos cuya longitud no sea tan grande como para que la probable reparación por pérdidas o rotura de alguna de sus partes no implique un mayor inconveniente. Además de esta forma se agiliza el proceso de pruebas hidráulicas en cuanto al llenado, hallazgo de posibles pérdidas durante el mismo y puesta en carga de la cañería. En las obras N°56 y N°58 las distancias superaron los 1000m por aprobación del proyecto ejecutivo.

Las válvulas utilizadas en estas obras son del tipo esclusa de distintos diámetros y se utilizaron como válvulas de cierre en nudos y empalmes, en cámaras de desagüe y también se ubican previas a válvulas de aire.

Las válvulas enterradas, como en este caso, deben ser operadas desde la superficie a través de una llave “te”. Para la operación, el vástago de las válvulas se introduce en el extremo de la llave, accediendo desde una tapa tipo brasero normalizada de hierro fundido que va ubicada en la superficie del terreno y empotrada en un bloque de hormigón. Dicho brasero permite introducir la llave por un caño campana que la conduce hacia el vástago de la válvula. La apertura se realiza en sentido horario.

La válvula debe estar adecuadamente anclada en el terreno, para poder resistir el empuje hidráulico durante el cierre y la apertura de la misma.

Para unir el caño con la válvula se utilizan adaptadores de brida que se abulon a la brida de la válvula y ciñen el caño por medio de una junta de goma cónica. Para que resulte fácil la introducción del caño a través de la junta de adaptador de brida, éste debe estar debidamente escofinado en su extremo.

#### **4.2.5 – HIDRANTES**

Los hidrantes son elementos que permiten, por medio de una columna extraer agua de red en caso de incendios. La reglamentación en Córdoba exige que los hidrantes se ubiquen a no más de 200m de distancia entre sí en zonas urbanas.

Por otro lado, el Pliego de Especificaciones Técnicas establece que:

- El diámetro mínimo para los hidrantes será de 0,075 m. Serán del tipo a resorte, clase 5/7 y su material: hierro dúctil fundido
- La profundidad máxima desde la tapa del hidrante hasta el extremo superior de las orejas de acople no debe superar los 0,20 m.

Los hidrantes tienen un cabezal que se ubica en la parte superior. Este cuenta con una bocha metálica con un resorte y junta de goma. Al ser empujada por el vástago de la columna de hidrante esta bocha baja, descomprimiendo la junta de goma y permitiendo la salida del agua a presión. El cabezal, tal como lo expresan las condiciones anteriores, no debe quedar demasiado profundo con respecto a la superficie, por lo cual éste se conecta mediante caños de elevación de hierro fundido a una curva con base que sale de la cañería en ese punto. Dicha curva con base también es de hierro fundido y del mismo diámetro (75mm) y es justamente ésta, la que permite empotrar el conjunto en el anclaje

de hormigón. Para conectar la cañería con dicha curva, debe colocarse un ramal “te” con o sin una posterior reducción al diámetro de la curva. Estas curvas cuentan con el mismo sistema de espiga y enchufe que los caños de PVC.

Con el fin de contar con un fácil acceso a los hidrantes, estos se ubican dentro de cámaras de hormigón en cuya parte superior se empotra un marco con tapa normalizado de hierro fundido, que lleva gravada una letra “H”.

De la misma forma que las cámaras de desagüe que se presentarán a continuación, las cámaras para hidrantes fueron realizadas por medio de dos moldes cilíndricos deslizantes de distintos diámetros (con diferencia de 30cm), uno interno y otro externo, que permitieron colar el hormigón preparado in-situ para su confección.

#### **4.2.6 – VÁLVULAS DE DESEGÜE**

Las válvulas de desagüe son válvulas esclusas a las cuales se conecta mediante un adaptador de brida un tramo de caño abierto en bisel en su otro extremo que se introduce en la cámara. Estas válvulas permiten descargar el agua de un tramo de cañería con el fin de realizar reparaciones en alguna de sus partes, en funcionamiento o previo a su habilitación cuando se detectan fallas, por ejemplo durante la ejecución de una prueba hidráulica. Asimismo permiten evacuar agua durante el lavado de la cañería.

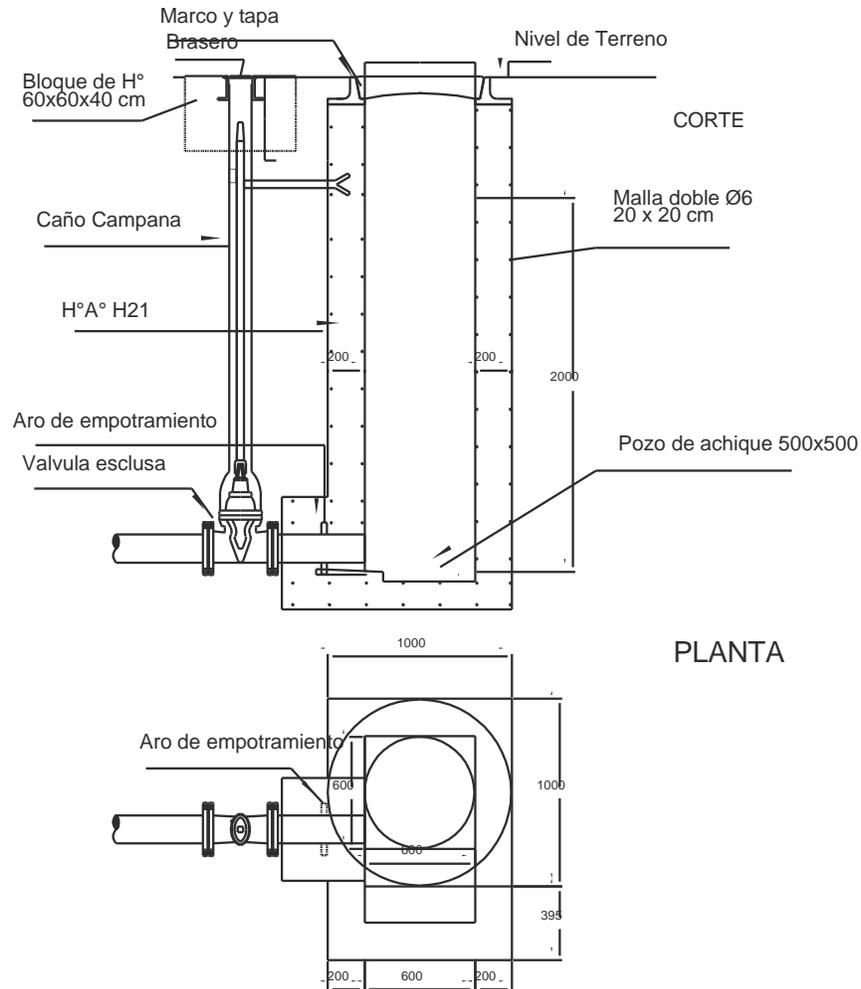
Naturalmente, estas válvulas deben ubicarse en los puntos más bajos de la red, tal como lo explicitan los pliegos.

En la figura 4.6 de la página 46 se observa una cámara de desagüe. Al igual que en el caso de un hidrante, la salida de la cañería hacia la válvula puede realizarse a través de ramales “te”, a menos que se presente el caso de una válvula de desagüe ubicada en un extremo de cañería.

Las cámaras de desagüe de estas obras fueron realizadas de la misma forma que las cámaras de hidrantes presentadas en el punto anterior. En la parte superior de dichas cámaras se empotra un marco de hierro fundido con tapa tipo rejilla que permite la salida del agua en caso de apertura de una válvula.

Al igual que las válvulas de cierre, éstas deben estar adecuadamente ancladas al terreno mediante un dado de hormigón.

Otras especificaciones, como la compactación del relleno, se pueden apreciar en la figura.



NOTA

- Medidas en milímetros.
- Hormigón H 21.
- Acero A-420.
- En suelos agresivos o en presencia de napa de agua, utilizar cemento A.R.S.
- Deberá verificarse a fisuración para la condición: "Fisura muy reducida"
- Vástago de maniobra de acero SAE 1020 revestido en pintura anti corrosiva.
- El relleno alrededor de la cámara se compactará al 95% del proctor.
- Reconstrucción de superficie según especificaciones.
- Con calzada de tierra se construirá un bloque de H° "D" de 300x300mm alrededor de la tapa.

Figura 4.6 – Plano de detalle tipo para una cámara de desagüe

#### 4.2.7 – VÁLVULAS DE AIRE

Las válvulas de aire se ubican en los puntos más altos de la red y de esta forma permiten desalojar el aire que asciende por dentro la cañería. Durante la construcción de la red y luego de reparaciones el aire alojado en la cañería es empujado por el agua en el llenado de la misma. Al llegar a los puntos altos, el aire se estanca y se acumula, produciendo ineficiencias hidráulicas. Es por ello que se justifica la instalación de válvulas de aire, ya que poseen un sistema de boya y junta que permite la salida del aire sin salida de agua.

Durante pruebas hidráulicas, la cañería debe purgarse, lo que se realiza a través de este tipo de válvulas, de hidrantes y desde extremos de cañería.

En la figura 4.7 se observa el plano tipo de una cámara de válvula de aire.

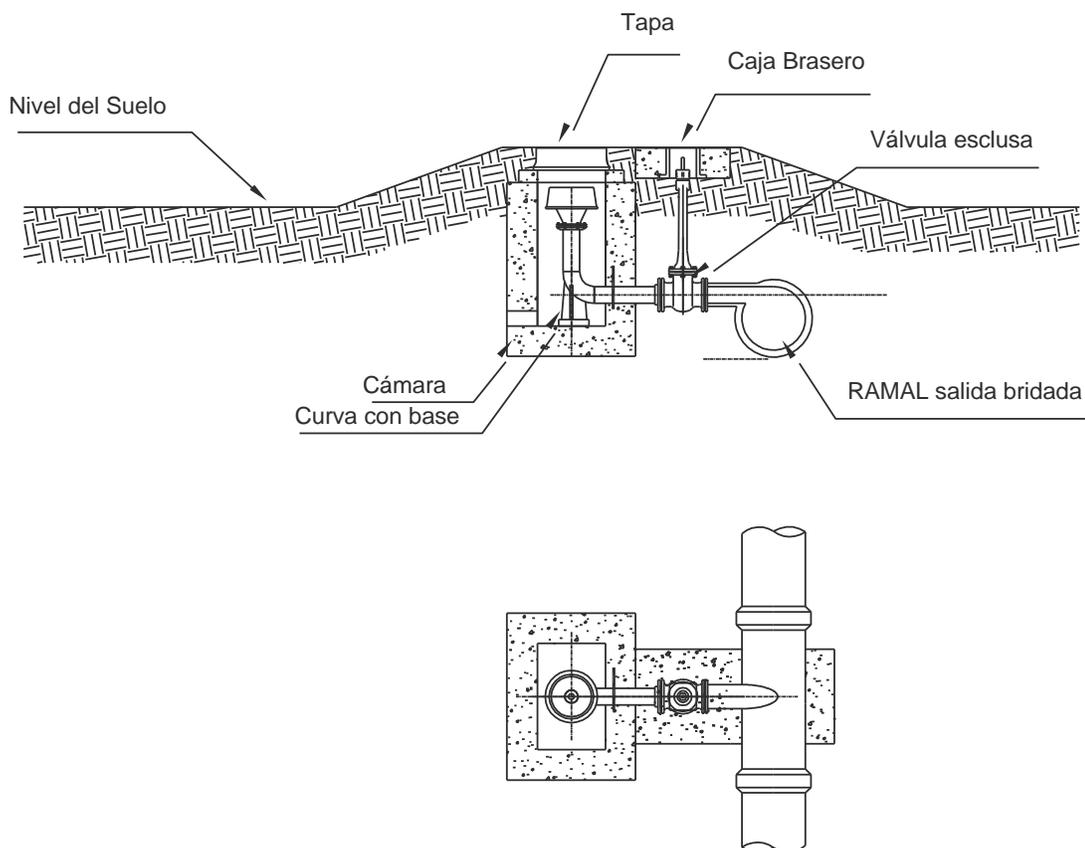


Figura 4.7 – Plano de detalle tipo para una cámara válvula de aire

Luego de la salida a través de un ramal “te” se instala una válvula esclusa que permite aislar la válvula de aire por ejemplo, para su eventual reparación, la cual debe estar debidamente anclada. Luego la válvula de aire se conecta a una curva de hierro fundido con base a través de un caño. Después de dicha curva, verticalmente hacia la superficie puede utilizarse un caño de elevación que deja a la válvula de aire a una profundidad adecuada con respecto a la tapa de la cámara de hormigón. En esta obra, dichas cámaras se construyeron de hormigón simple, utilizando encofrados de madera para darles forma prismática.

Las válvulas de aire se operan desde las válvulas esclusas precedentes y lo común es que permanezcan abiertas durante el funcionamiento de la red, para que permitan la expulsión del aire introducido en la cañería y así se mantengan adecuadas condiciones hidráulicas en la misma.

#### **4.2.8 – EMPALMES**

Una vez que un tramo de cañería ha pasado la prueba hidráulica se puede empalmar a la red. Estos empalmes proveen el caudal de agua necesario para lavar la cañería y son necesarios para la vinculación de la nueva obra a la red existente.

A los empalmes a la red los realiza Aguas Cordobesas por lo tanto en estas obras sólo se realizó la obra civil y la provisión de los materiales. Previo a la realización del empalme, la cañería debe vaciarse y muchas veces es necesario utilizar bombas de pozo para extraer el agua remanente en la cañería durante su ejecución.

Como parte de la obra civil, debe cavarse un pozo de profundidad y dimensiones adecuadas para el ingreso y comodidad en los trabajos del personal que ingresa al mismo. Dicho espacio debe ser suficiente como para trabajar con herramientas de corte como una sierra circular con motor a explosión (utilizada por personal de Aguas Cordobesas) y permitir el ajuste de bulones de conexiones con tolerancia.

Generalmente los empalmes se realizan de forma transversal a la red existente por lo cual, la cañería existente es cortada en un tramo suficiente como para la introducción, mediante conexiones con tolerancia, de un ramal “te” previamente conectado a dos tramos de caño a ambos lados. Una vez colocado, el ramal se conecta con la cañería nueva a través de otro tramo de caño y una conexión con tolerancia.

Cuando se empalma en un extremo de cañería, como en empalme al PVC DN 160mm de B° Villa Esquiú, es necesario romper el anclaje de la punta a donde se encuentra el tapón, por lo que debe contarse con algún tipo de martillo rompedor. En este caso se utilizó un martillo eléctrico alimentado por un grupo electrógeno.

Una vez que el empalme ha sido realizado, se coloca un anclaje provisorio detrás del ramal y se abren las válvulas del tramo para que la cañería se llene nuevamente. Cuando la presión de trabajo ha sido restablecida, puede comprobarse la inexistencia de pérdidas en las piezas que conforman el empalme. De lo contrario deberán realizarse los ajustes necesarios para eliminar las mimas. Posteriormente se hace un anclaje de hormigón simple permanente de dimensiones preestablecidas. Luego puede comenzarse el proceso de cierre del pozo, de la misma forma que en el cierre de zanja descrito anteriormente.

#### **4.2.9 – ANCLAJES**

Como ya se dijo, toda singularidad debe ser anclada al terreno. Con los cambios de dirección en curvas, codos y ramales, y cuando el flujo se interrumpe como en el caso de tapones y válvulas, el mismo genera un impulso que debe ser resistido por fuerzas externas. Dichas reacciones externas deben ser provistas por anclajes firmes que eviten el movimiento de las piezas.

Los anclajes se dimensionan entonces en función de dichas fuerzas, que son calculados en función de las características del flujo. Todos los anclajes de este conjunto de obras fueron realizados de hormigón simple realizado in-situ, material resistente a la humedad.

#### **4.2.10 – DEMOLICIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO**

Para la ejecución de la obra N°56 se realizó la demolición de pavimento en dos zonas. La primera se dio al comienzo de la obra desde el Nudo N°1 hasta el primer cruce de calle de dicha obra. Se demolieron 252m de pavimento flexible de 3cm de espesor en un ancho de 0.60m del lado este de la calzada en una cuadra y del lado sur en la otra, sobre la calle Camino a Santa Rosa. Por el centro dicha calzada pasaría luego el caño cloacal PVC corrugado DE 400mm de la obra paralela. Una vez tendida la cañería se realizó el correspondiente cierre de zanja y compactación con vertido de una capa de 3cm de espesor de material granular 0-20 para permitir la normal circulación de vehículos. La

repavimentación de dicho tramo fue subcontratada luego de aprobada la prueba hidráulica.

La segunda demolición de la obra N°56 fue de 25m<sup>2</sup> de pavimento rígido de la calle J. Andrés Gelly y Obes, zona del empalme al caño PVC DN200mm en barrio Liceo (Figura 4.8). Una vez ejecutado y probado dicho empalme luego de la prueba hidráulica de dicha obra se prosiguió con la reposición de dicha losa de hormigón simple. Para ello previamente, se restituyó y recompactó la base granular con algunos agregados de material granular 0-20.

*Figura 4.8 – Reconstrucción de losa de hormigón simple, empalme barrio Liceo – Obra N°56*

*El pozo de empalme permanece abierto luego de la prueba hidráulica y la reconstrucción.*



Por otro lado la obra N°57 incluyó la demolición de una vereda de hormigón de 15cm de espesor en un ancho de 1 metro, necesario para el tendido de la cañería de PVC DN 110mm de dicha obra. La reposición de dicho pavimento fue realizada luego de aprobada la prueba hidráulica correspondiente.

En la obra N°58 se realizó la demolición de pavimento rígido de vereda en la zona del empalme en B° Villa Esquiú y de la misma forma, la reposición se realizó luego de la prueba hidráulica del tramo de 25m de PVC DN 160mm en dirección este-oeste.

Los escombros generados fueron cargados mediante los equipos mini cargadores frontales BobCat a camiones y transportados al predio de relleno sanitario de barrio Chachapoyas I, habilitado por la Municipalidad de Córdoba sólo para restos de demoliciones.

## **4.3 – PRUEBAS Y ENSAYOS**

### **4.3.1 – PRUEBA HIDRÁULICA**

Esta prueba ya ha sido mencionada repetidamente en los puntos anteriores y como se dijo, su aprobación por parte de la Inspección de obra es un requerimiento previo a la recepción provisoria de la obra. Los tramos a probar surgen de la distancia entre válvulas de cierre, que debería ser menor a 1000m por lo expresado en pliegos. Además de válvulas de cierre, se puede contar con extremos de cañería con tapón, lo cual también permite cerrar el tramo. Luego la prueba se realiza en dichos tramos, temporalmente aislados del resto de la red. Primero, la cañería tendida con todas sus singularidades debidamente ancladas, debe llenarse con agua. El agua puede provenir o bien de un empalme a la red existente o de una fuente externa, como una cisterna transportable. Antes del llenado es fundamental comprobar que todas las válvulas, salvo las válvulas de aire, se encuentren debidamente cerradas.

En este caso el agua de llenado para la obra N°57 provino de la red preexistente de barrio Chachapoyas I, la cual se extrajo mediante conexiones con abrazaderas y manguera de PEAD de ¾". Otra manguera se instaló en el extremo opuesto de la obra. Luego el llenado se realizó con agua ingresando desde el extremo norte de la obra y desalojando el aire por el extremo sur en el Nudo N°1. Para el purgado de la cañería también se utilizaron los hidrantes instalados.

Al cabo de un tiempo de comenzado el llenado, se espera que el agua comience a salir por el extremo opuesto, con lo cual se puede cerrar todas las vías de purgado y considerar que la cañería se ha llenado. Luego se realiza un recorrido de la cañería para revisar a simple vista que no se presenten pérdidas en baja presión.

Finalizada la etapa de llenado, puede conectarse la bomba a la fuente de alimentación y a la cañería a probar. Para ello debe contarse con la energía necesaria según el tipo de bomba que se utilice. Como ejemplo, para la prueba de la obra N°57 se utilizó una hidrolavadora con motor a explosión, en cambio para las obras N°56 y N°58 se utilizó una bomba trifásica de 3HP ubicada en el Nudo N°1, donde se contaba con alimentación eléctrica proveniente de las líneas aéreas de baja tensión (Figura 4.9).

La manguera de salida de la bomba debe contar con un manómetro que permite medir la presión en todo momento y es recomendable en la misma instalación incluir una llave de esférica de paso que permita continuar con el purgado de la cañería debido a que la

alimentación puede introducir algo de aire. La presión debe crecer continuamente acelerándose dicho crecimiento a medida que la cañería toma más presión. Si la presión no se eleva, o bien baja abruptamente, se está en presencia de alguna pérdida, que debe identificarse para ser reparada. Las pérdidas más corrientes suelen darse en las singularidades, siendo menos frecuentes las pérdidas en tramos rectos de cañería.

Los caños de PVC clase 10 utilizados en esta obra requieren un prueba de hasta 10 Kg/cm<sup>2</sup> de presión. Una vez alcanzada esa presión, debe cortarse el bombeo para poder controlar en el manómetro que la presión permanezca estable en dicha marca por 15 segundos. Si esto se da, la Inspección de obra puede dar como aprobada la prueba.



*Figura 4.9 – Instalación para prueba hidráulica. Bomba, conexión de entrada de agua y conexión de salida de agua a alta presión con llaves y manómetro*

El llenado de la cañería de la obra N°58 se realizó a través del Nudo N°1, utilizando la misma fuente de agua de llenado de la obra N°57, una vez que esta última había sido aprobada.

Por su parte, el llenado de la obra N°56, se realizó a través del Nudo N°1 utilizando el agua de la obra N°58 proveniente de su empalme con la red preexistente de B° Villa Esquiú.

Al aprobarse la prueba hidráulica, la cañería debe “desinflarse” para lo cual se libera agua por cualquiera de sus vías en forma controlada. En la figura 4.10 se observa al Sr. Inspector de la obra N°57 realizando la descarga de los 10 Kg/cm<sup>2</sup> de presión a través de una de las mangueras de llenado.



*Figura 4.10 – Fotografía de la descarga de presión de cañería de PVC DN110mm - Obra N°57- luego de la prueba hidráulica*

#### **4.3.2 – ANÁLISIS DE TURBIEDAD Y BACTERIOLÓGICO**

Al aprobarse la prueba hidráulica, la dirección de obra debe coordinar con la Inspección la fecha del lavado y desinfección de la cañería para el posterior análisis de turbiedad y análisis bacteriológico.

El lavado, en primera instancia consiste en hacer discurrir un caudal de agua suficiente como para transportar los sólidos acumulados dentro de la cañería durante el tendido, así como otras sustancias como el lubricante para o'rings, etc. Generalmente, para lavar una cañería es necesario realizar algunos o todos los empalmes a la red necesarios y previstos, los cuales brindan el caudal adecuado. La salida del agua de lavado se realiza a través de válvulas de desagüe o por extremos abiertos de cañería. A su vez, luego de dicho lavado se introduce en la cañería una determinada concentración de cloro, la cual permite desinfectar la cañería y medir un índice de contaminación.

La calidad del agua que produce Aguas Cordobesas está regulada por el Contrato de Concesión, específicamente en su Anexo V. El Contrato se basa a su vez en las “Normas provinciales de calidad y control de aguas para bebida” (Resolución DiPAS 608/93) y en las recomendaciones de las “Guías de calidad de aguas” de la Organización Mundial de la Salud.

Para establecer su potabilidad, se consideran parámetros físicos, químicos, bacteriológicos y biológicos que se analizan según criterios de frecuencia tanto en el agua cruda, durante el tratamiento de potabilización y en su distribución por la red. Los *parámetros físico-químicos* son aquellas características físicas del agua que pueden ser percibidas a través de los sentidos (vista, olfato, gusto y tacto). Tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua. Los siguientes parámetros son considerados como importantes:

- Turbiedad
- Sólidos solubles e insolubles
- Color
- Olor y sabor
- Temperatura

Existen *elementos inorgánicos* cuya presencia en el agua por encima de los límites permitidos pueden resultar tóxicos para la salud, como el arsénico, cromo, flúor, plomo, mercurio, cadmio, entre otros. Existen además *compuestos orgánicos* que pueden provenir de la fuente de agua y que se analizan rutinariamente como plaguicidas, hidrocarburos, detergentes, fenoles, etc. Además, los *parámetros bacteriológicos* se refieren a la presencia del grupo de bacterias coliformes totales y Escherichia Colli como organismos indicadores de contaminación. Según las normas, el agua potable no debe contener ningún microorganismo patógeno ni bacterias indicadoras de contaminación fecal.

Si bien estos parámetros son controlados durante el proceso de potabilización del agua, luego del lavado de cañería se toma la primera muestra de agua clara para el análisis de turbiedad. Una vez lavada la cañería e introducida una concentración de cloro en altas proporciones, se espera un día y se toma muestra en campo de la concentración de cloro, esperando que esta no haya disminuido en forma significativa. Para ello se utiliza un clorímetro que posee una escala cromática de referencia. En caso contrario, la cañería debe lavarse nuevamente y repetir dicho proceso, hasta que la concentración de cloro permanezca estable al transcurrir un día. Cuando esto se logra, la cañería es lavada nuevamente para eliminar la alta concentración de cloro y se toman muestras para la prueba de turbiedad y el análisis bacteriológico.

La prueba de turbiedad se realiza en campo mediante un aparato dentro del cual se introduce la muestra, la cual es sometida a un haz de luz que permite medir un porcentaje de partículas en suspensión. La turbiedad se mide en unidades netas de turbiedad (utn *en inglés*), y esta no debe superar un valor de 1 utn. Si dicho valor es superado, debe continuar lavándose la cañería hasta alcanzarlo. Para la toma de muestras es necesario instalar un pico de bronce, el cual se desinfecta y se calienta previamente.

Superada la prueba de turbiedad, se toman otras muestras que son enviadas al laboratorio para la medición del resto de los parámetros mencionados, que incluyen el análisis bacteriológico. Si estos análisis reflejan algún índice negativo, deberán tomarse las medidas correctivas necesarias de acuerdo al tipo de problema.

#### **4.3.3 – ENSAYOS DE COMPACTACIÓN**

Por pliego se exigen Ensayo Proctor y de Densidad. Se solicita, como mínimo, un ensayo Proctor por cada tipo de suelo que se encuentre en obra, un ensayo de densidad cada 100m de relleno y uno por cada cruce de calzada, debiendo satisfacerse los requerimientos de grado de compactación y humedad contemplados en la Ordenanza Municipal 10819.

Los ensayos Proctor y de Densidad in-situ realizados pueden consultarse en el Anexo.

#### **4.4 – VEHÍCULOS Y EQUIPOS UTILIZADOS**

Ya sea en simultáneo o en diferentes momentos, para la ejecución de estas obras se utilizaron los siguientes vehículos y equipos en diferentes tareas:

- 2 pick ups – Transporte de personal y remolque
- 1 cisterna a tiro – Transporte de agua para riego y ejecución de hormigón
- 1 mini-retroexcavadora Caterpillar – Apertura de zanja y pozos
- 1 cargador frontal-retroexcavadora Terex – Apertura y cierre de zanja
- 2 mini-cargadores frontales BobCat – Cierre de zanja, emparejamiento de superficie, y limpieza de la zona de trabajo
- 1 grúa plegable de 20tn – Descarga de caños

Por otro lado, se utilizaron los siguientes equipos menores:

- 2 compactadoras manuales con motor a explosión tipo canguro
- 1 aserradora manual con motor a explosión
- 1 máquina tuneleadora con motor a explosión
- 1 bomba de agua trifásica de 3 HP
- 1 hidrolavadora monofásica
- 1 bomba de desagote sumergible
- 1 martillo rompedor eléctrico
- 1 grupo electrógeno

## **4.5 – RENDIMIENTOS OBTENIDOS**

### **4.5.1 - AVANCE Y TIEMPOS**

El avance diario promedio obtenido en suelo loessico, típico de la Ciudad de Córdoba, con los equipos utilizados, fue de 350m a 400m, resultando casi siempre más veloz el tendido que la excavación.

Si bien el tendido en tramos rectos sin singularidades se realiza sin dificultades y en forma rápida, cuando se colocan curvas, codos, ramales, cuplas y aparecen las demoras.

Las curvas son elementos que, por no contar con un eje recto, complican el avance. El método de espiga-enchufe resultó en algunas ocasiones complicado para el caso de curvas, llegando a producir demoras de 1 hora hasta finalizar adecuadamente la tarea. La excentricidad existente entre el eje de la cañería y la línea de acción de la barreta (generalmente utilizada en estos diámetros) suele producir que el o'ring sea "mordido" por la espiga del caño en forma dispareja, lo que impide el enchufe. Incluso si el enchufe ha sido realizado, si el o'ring no quedó en posición correcta, esa junta presentará problemas durante el llenado y prueba hidráulica. Otra causa de falla se da cuando la curva queda forzada fuera de su ángulo, ya que el o'ring se aplasta de un lado y se suelta del otro.

Generalmente, para garantizar un avance continuo, los ramales "te" se dejan previstos para hidrantes, válvulas de aire y de desagüe. Luego, con personal adicional, o con la misma cuadrilla de tendido, se realizan las conexiones de estos tres últimos tipos de singularidades. La excavación, armado, ejecución de anclaje y conexión de válvulas de desagüe e hidrantes demoraron entre 1 y 2 horas. En el caso de las válvulas de aire la tarea demoró aproximadamente dos horas.

Por otro lado, las cámaras de hidrantes y válvulas de desagüe demoraron aproximadamente 1 hora, incluyendo el perfilado de la excavación, la preparación de hormigón en el sitio, colado, tiempo mínimo de fragüe, desencofrado (por deslizamiento), y colocación de marco y tapa. Al día siguiente se realizaba el relleno y compactación del suelo alrededor de la singularidad. En el caso de las cámaras de válvulas de aire, su tamaño y forma rectangular en planta requirió: Perfilado de la excavación, preparación de hormigón y ejecución de la losa en 2 horas; preparación de hormigón, encofrado y colado de muros en 2 horas al día siguiente; desencofrado, relleno y compactación en 2 horas al día siguiente.

En pruebas hidráulicas, los tiempos fueron muy dependientes de la calidad de trabajo de los cañistas y del replanteo de cambios de dirección para evitar forzar las curvas. Las duraciones de las pruebas hidráulicas y trabajos de reparación de vicios de ejecución fueron de 3 días para la obra N°57, 10 días para la obra N°58 y 15 días para la obra N°56.

#### **4.5.2 – COMBUSTIBLE**

Los rendimientos de combustible obtenidos durante la ejecución de estas obras fueron:

- Pick up: \_\_\_\_\_ 8-10 km/l
- Mini-retroexcavadora Caterpillar: \_\_\_\_\_ 4.5-5.5 l/h
- Mini-cargador frontal BobCat: \_\_\_\_\_ 4.5-5.5 l/h
- Retroexcavadora – Cargador frontal Terex: \_\_\_\_\_ 5.0-6.5 l/h

#### **4.6 – DOCUMENTACIÓN TÉCNICA**

Dentro del plazo determinado por Pliego, la contratista debe presentar la siguiente documentación, como condición necesaria para la obtención de la Recepción Provisoria y la Aprobación del Certificado Final de Obra:

- Planos Conforme a Obra (1 original; 8 copias heliográficas y CD).
- Diagramas de Cuadra (1 original; 3 copias y CD).
- Soporte digital de toda la documentación gráfica.
- Copia de todos los Ensayos de suelos, Proctor, de Densidad de compactación, resistencia del hormigón, mezclas asfálticas, etc., solicitados por la Municipalidad de Córdoba para la recepción de las Obras.
- Orden de servicio del inspector de obra en donde conste la aprobación de las pruebas hidráulicas y la conclusión de todos los trabajos en forma correcta.
- Resultado del Análisis Bacteriológico “Aprobado” por el Laboratorio Central de AACC.

**CAPÍTULO 5**  
**EJECUCIÓN DE OBRA N°71 – E.E.GUIÑAZÚ BAJA PRESIÓN**



## **5.1 – TRABAJOS PRELIMINARES**

### **5.1.1 – LIBERACIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO**

El terreno de la E.E. Guiñazú contaba con dos grandes árboles en el emplazamiento de la nueva Sala de Tableros, los cuales tuvieron que ser removidos. Los restos fueron reducidos mediante motosierras y retirados en camión. De acuerdo al pliego, por cada árbol quitado se exigieron dos árboles plantados, por lo cual se plantaron cuatro árboles de la especie “Brachichito” en lugares definidos por la Inspección de Obra.

El mantenimiento del césped, tanto el del interior del predio, como el de vereda, es realizado periódicamente por personal de desmalezamiento de Aguas Cordobesas y así lo fue también durante la obra.

Por otro lado, durante la obra y luego de terminar los trabajos de excavación de la Cámara, y las fundaciones y trincheras de la Sala de Tableros, el suelo extraído se cargó en camiones mediante un mini-cargador frontal BobCat. El destino de dicho suelo fue la obra de red N°56 desarrollada en el Capítulo 4, donde se necesitaba aporte de suelo extra en buenas condiciones.

### **5.1.2 – ACOPIO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS**

Los materiales utilizados en esta obra fueron diversos. Algunos fueron enviados directamente a obra y acopiados dentro del predio de la E.E. Guiñazú y otros se guardaron en el nuevo Depósito. Por otro lado, los insumos más valiosos fueron almacenados en el Obrador de Sede Central de la Contratista y puestos en obra el día de su instalación.

Por otro lado, las herramientas fueron alojadas en el Depósito, mientras que para los equipos se utilizó el Obrador de Sede Central de la Contratista, ubicado a pocos kilómetros, en barrio Los Boulevares.

Dada frecuencia de eventos de vandalismo en el barrio Jerónimo Luis de Cabrera, se dieron algunos robos de herramientas para lo cual se fueron tomando distintas medidas, que se comentarán en el Capítulo 6.

Es importante llevar el seguimiento de las herramientas y materiales en obra, ya que esto permite prever su necesidad y mantener el orden, sobre todo cuando existe gran cantidad

de personal trabajando, muchas veces perteneciente a distintas empresas, además del hecho mencionado en el párrafo anterior.

### **5.1.3 – REPLANTEO**

Antes de realizar las excavaciones de la Cámara y de las fundaciones de la Sala de Tableros, se replantearon sus dimensiones y posición en el terreno, para lo cual se utilizaron estacas y marcas en los muros norte y oeste de la Sala de Máquinas, para la Cámara y la S.T. respectivamente. Las medidas planimétricas se tomaron con cinta métrica mientras que para las medidas altimétricas se utilizó un nivel óptico, tomándose como puntos de referencia planialtimétricos algunos clavos sobre dichos muros de la S.M. Por su parte, para la Obra de Red, la cañería de descarga de la válvula de alivio, la alimentación eléctrica al predio, así como para las conexiones de agua corriente y efluentes, se utilizaron líneas de cal entre puntos fijados sobre el terreno, que permitieron marcar los ejes de excavación de zanja. Para ubicar dichos puntos sobre el terreno, las medidas necesarias se tomaron con cinta métrica utilizando como referencias las edificaciones preexistentes y los ejes de cordón de vereda.

## **5.2 – PROCESO CONSTRUCTIVO**

### **5.2.1 – OBRAS CIVILES**

#### **5.2.1.a – SALA DE TABLEROS**

#### ***Ejecución de fundaciones y de trincheras para conductores***

Luego de la limpieza y el replanteo, se comenzaron las excavaciones de la Cámara y de las fundaciones de la S.T. Esta tarea fue realizada por un oficial albañil y un ayudante.

La fundación de la S.T. consiste en una platea discontinuada por la necesidad de trincheras para tendido eléctrico - los detalles pueden consultarse en el Plano OC-1, conforme a obra que se encuentra en el Anexo -. Para la ejecución de la platea, lo primero fue la excavación de 40cm de profundidad en la planta completa de la futura S.T., luego se compactó a la humedad adecuada y se rellenó con suelo cemento, compactando por capas de 20cm hasta llegar a la cota 100m, de referencia.

Una vez lograda la superficie compactada y nivelada, se realizó el replanteo de las trincheras y de las vigas perimetrales de la platea, para dar comienzo a la excavación de

las mismas hasta la cota 99.70m. A esa cota se realizó la compactación del terreno y sobre éste, una base de hormigón pobre de 10cm de espesor que soporta los muros de mampostería de las trincheras. Al momento de ejecutar la base, en las esquinas de trinchera se dejaron previstas barras de hierro ancladas a la misma, que dieron lugar a pequeñas columnas de encadenado de hormigón que contribuyen en el soporte de los muros.



*Figura 5.1 – Vigas de platea y trincheras para tendido eléctrico. En las esquinas de trinchera, pequeñas columnas de encadenado.*

Sobre la cota 100m se realizó la platea de hormigón de 30cm de espesor, armada en dos direcciones, para la cual se utilizó hormigón elaborado en obra. Al ejecutar la losa, se dejaron previstas las barras de hierro ancladas debidamente para la ejecución de encadenados verticales ubicados en los encuentros de muro.



*Figura 5.2 – Platea de hormigón armada en dos direcciones*

La platea se extendió 1 metro más allá de los muros norte y este para dar soporte a la vereda perimetral de losetas de hormigón prefabricadas, que rodea a la S.T.

En cuanto al tiempo de fragüe de la platea, fue de 3 días hasta comenzar la ejecución de los muros, con lo cual se permitió que ésta tome la resistencia suficiente para soportar la

carga gravitatoria. Luego de la ejecución de la platea se colocó pintura antisol para evitar fisuras por evaporación del agua superficial necesaria para el proceso de fraguado.

### **Muros**

Para la S.T. se realizaron muros de ladrillo cerámico macizo de 30cm de espesor. Por fuera se utilizó ladrillo semi-visto, aunque por dentro se empleó ladrillo común, con revoque grueso y fino. Se ejecutaron tres muros: norte, este y oeste. El muro este posee la única abertura de la sala, prevista para una puerta doble.

Si bien los muros apoyan sobre la platea de hormigón, se realizó una capa aisladora de 3cm de espesor de mortero cementicio 1:3, una hilada por encima del nivel de platea, cota 100.30m. En la figura 5.3, a la izquierda se observa la capa aisladora del muro norte de la S.T. y los ladrillos dispuestos para comenzar a levantar los muros. A la derecha se observa la capa aisladora de los muros norte y oeste, y la escuadra que sirvió para guiar las hiladas a través de una tanza que se ataba a la misma en un extremo y, a clavos sobre el muro de la S.M. en el otro extremo, para el caso del muro este. Para el caso del muro norte, la tanza se ataba entre escuadras ubicadas en los encuentros de muros correspondientes.



*Figura 5.3 – Capa aisladora realizada sobre la platea*

A partir de la capa aisladora, se avanzó con hiladas de ladrillos hasta una altura de 3,20 m. A dicha altura se apoyaron las viguetas de la losa de cubierta y se realizaron los encadenados horizontales. Para la ejecución de los encadenados verticales, se

empalmaron barras de hierro del diámetro explicitado en planos, con los pelos previamente anclados a la losa. Como dichos encadenados se hicieron de sección 15cm x 15cm, se utilizó como encofrado el mismo encuentro de muros en los 15cm exteriores por fuera y, por dentro se colocó un encofrado de madera.

La abertura de la S.T. es la puerta doble de chapa reforzada de 2m de ancho y 2.5m de alto. Para soportar el muro sobre esta gran abertura se realizó un dintel de hormigón armado a 4 hiladas sobre la parte superior de la misma y, como medida adicional, estas hiladas fueron realizadas de mampostería armada. En la figura 5.4 se observa el encofrado del encadenado vertical del encuentro de muros norte y oeste, y el encofrado del dintel de hormigón con apuntalamiento para la mampostería armada. Para trabajo en altura sobre los muros, se utilizaron andamios de yesero con tablonces de madera.

Cabe destacar que los Elementos de Protección Personal fueron provistos por la contratista al comienzo de la obra a la cuadrilla de oficial y dos ayudantes. Sin embargo, su uso no fue el adecuado, a pesar de la insistencia por parte de la Inspección y la Supervisión de obra.



*Figura 5.4 – Ejecución de muros, encadenados verticales y dintel de abertura*

Los encuentros de muro nuevo (muros este y oeste) de la S.T. con el muro viejo de la S.M. se resolvieron a través de una junta que no restringe las deformaciones propias de la retracción por fragüe y la dilatación y contracción diferenciada. Para ello se dejó un espacio de 2cm entre los muros viejo y nuevo, el cual se rellenó con 2 planchas de poliestireno expandido de 1cm de espesor. El exterior de la junta se recubrió luego con

sellador flexible tipo SIKA 1A, aplicado con pistola, como se observa a continuación en la figura 5.5:



*Figura 5.5 – Encuentro de muros viejo y nuevo, impermeabilizado con sellador SIKA 1A*

### **Cubierta**

La cubierta se materializó a través de una losa de viguetas de hormigón armado con ladrillos cerámicos huecos. Las viguetas fueron izadas con ayuda de andamios y sogas desde la parte superior de los muros. Una vez arriba, se apoyaron con superposición de 15cm en sentido norte-sur sobre el muro norte en un extremo y sobre el muro norte existente de la S.M. en el otro extremo. Este último muro tiene 30cm de espesor, y debieron realizarse picaduras sobre sus 15cm exteriores para dar lugar a las viguetas. Una vez apoyadas las viguetas, que se introducen en el encadenado horizontal, se prosiguió con el apuntalamiento de las mismas antes de colocar los ladrillos. En la figura 5.6 se observa: a la izquierda el apuntalamiento sobre la línea de uno de los dos nervios centrales; a la derecha, el apuntalamiento completo luego de colocados los ladrillos. Los puntales de madera se colocaron cada un metro en líneas separadas 1.5m. Debe tenerse cuidado en inspeccionar los puntales para evitar: curvatura excesiva, empalmes ejecutados en forma indebida, fisuras, etc. Los puntales de madera no deben ser pintados, ya que la pintura puede ocultar imperfecciones peligrosas. Los puntales se colocan de manera de generar una pequeña contraflecha en los mismos. Una vez fraguada la losa, los puntales se quitan y la losa toma carga, deformándose y generándose de esta manera una flecha controlada.



*Figura 5.6 – Apuntalamiento de losa de viguetas y ladrillos cerámicos macizos*

Una vez listo el apuntalamiento, siguió el colado del hormigón para la ejecución de la capa de compresión y de las vigas de encadenado. El hormigón fue elaborado en obra y colado por una cuadrilla constituida por:

- 1 oficial y 2 ayudantes en tierra, encargados de la elaboración del hormigón
- 1 ayudante a media altura sobre un andamio, encargado de pasar los baldes del nivel de tierra al nivel de losa y viceversa
- 1 oficial y 1 ayudante a nivel de losa, encargados del colado y nivelación del hormigón.

Resulta importante organizar adecuadamente la tarea de ejecución de losas de este tipo, ya que como el hormigón es elaborado y colado de una vez, y como se intenta evitar juntas constructivas, no se cuenta con lugar para demoras. Una vez asignadas las posiciones, deben prepararse todas las herramientas e insumos necesarios, organizando la distribución de materiales en tierra para la elaboración del hormigón. En la figura 5.7 se observa: a la izquierda, oficial y ayudante recibiendo los baldes con hormigón desde tierra; a la derecha, el oficial cortando el hormigón fresco mediante el uso de reglas metálicas, generando la superficie de la losa y terminando la misma mediante el uso de un fratacho. Se observa además el encadenado horizontal sobre la pared norte y la malla de hierro de 4.2mm utilizada para la capa de compresión, colocada sobre la superficie de ladrillos utilizando separadores.



*Figura 5.7 – Ejecución de la capa de compresión de la losa de viguetas*

Durante la ejecución de la losa debió preverse la abertura necesaria para alojar el ventilador extractor tipo campanita perteneciente al sistema de ventilación de la S.T. (observar figura 5.7, derecha).

El tiempo de fragüe de la losa fue de dos semanas, transcurridas las cuales se quitó el apuntalamiento y se procedió con la ejecución de la capa de pendiente elaborada con cascotes tipo A. Las líneas de desagüe se observan en los detalles del plano OC-1 del Anexo.

En la figura 5.8 se pueden ver las fajas de hormigón pobre, que comienzan en el lado oeste de la losa, para permitir el desagüe mediante una gárgola de hormigón prefabricada en la esquina noreste.



*Figura 5.8 – Capa de pendiente*

Sobre la capa de pendiente se realizó un barrido cementicio y se aplicó pintura antisol para proteger el fraguado. Luego de 5 días se comenzó con la impermeabilización.

Con la construcción de la S.T., las ventanas de la S.M. ubicadas en su pared norte quedaron anuladas en un 50%, por lo que la Inspección decidió tapar los vanos con mampostería de ladrillo cerámico macizo semi-visto.

### ***Impermeabilización***

La impermeabilización de la cubierta de la S.T. consiste en 2 capas de pintura asfáltica aplicadas sobre el barrido cementicio y por encima de estas, una membrana geotextil transitable de 4mm de espesor. La pintura asfáltica se colocó una vez fraguado el mortero cementicio una vez que la superficie estuvo seca y limpia. Al día siguiente se prosiguió con la aplicación de la membrana geotextil, presentada en rollos de 9m<sup>2</sup>.

Durante y luego de la aplicación de la misma, debe supervisarse la superposición adecuada y la adhesión entre los distintos paños. La membrana geotextil de este tipo se aplica con soplete, calentando el componente asfáltico inferior de la misma y poniendo en contacto ambas superficies de manera de generar la adherencia.

Otro punto importante a tener en cuenta es el tratamiento de los encuentros de losa con los muros. En el Detalle "C" del plano OC-1 del Anexo se observa la solución adoptada para el caso del encuentro de losa con el muro norte de la S.M, que consiste en introducir la membrana unos 5cm dentro del muro, recubriendo luego con un zócalo de mortero cementicio 1:3. Sobre los otros tres muros de la S.T., se realizó un parapeto de tres hiladas por encima del nivel de losa, y se rellenaron con hormigón los encuentros losa-parapeto para evitar el ángulo de 90°, que generalmente resulta complicado para pegar la membrana.

Los muros de la S.T., de ladrillo semi-visto, se impermeabilizaron por fuera. Para ello se utilizó una pintura transparente impermeabilizante tipo loxón.

Luego de un mes de finalizada la ejecución de los muros, estos se lavaron con ácido nítrico y se enjuagaron para quitar el salitre expuesto por la exudación de la humedad de construcción y luego se cubrieron con 4 capas de dicha pintura. Ésta protege al ladrillo de la humedad y la fijación de hongos y bacterias, pero como se dijo, es importante esperar que la totalidad de la humedad de construcción del muro sea eliminada antes de aplicarla, de lo contrario la humedad intenta salir por el lado interno de la pared, floreciéndose en caso de que ya se haya aplicado el revoque y la pintura de interior.

### ***Ventilación y acondicionamiento de aire***

El calor generado por los diez módulos eléctricos en la S.T. implica la necesidad de disponer de un sistema de refrigeración en la sala. Algunos componentes de los módulos

pueden dañarse por la exposición a temperaturas elevadas, con lo cual es necesario garantizar una temperatura constante a lo largo del día de aproximadamente 25 °C, tanto en verano como en invierno. Es por ello que luego del estudio de transferencia de calor de los módulos, y considerando el tamaño y materiales de construcción de la sala, se exigió por pliego la instalación de un equipo Split sólo frío de 4,5 TR (toneladas de refrigeración), lo que equivale a un equipo de 15.000 frigorías/hora, como el instalado. Este equipo permite, mediante un termostato, mantener una temperatura constante en la sala, apagando o haciendo funcionar el equipo a la potencia requerida para tal fin. El condensador se instaló sobre la cubierta de techo, fijándolo con anclajes de bulones pasantes y se protegió con una jaula de hierro antivandalismo. La descarga de agua de condensación del equipo se realizó por medio de una manguera de ½" que atraviesa el muro oeste y luego desciende hacia la cámara enterrada.

Por otro lado, la renovación del aire se aseguró mediante un ventilador extractor tipo campanita 250mm, con comando manual desde el tablero seccional de sala. Este equipo, ubicado sobre la cubierta, también fue protegido mediante anclajes pasantes.

### ***Terminación***

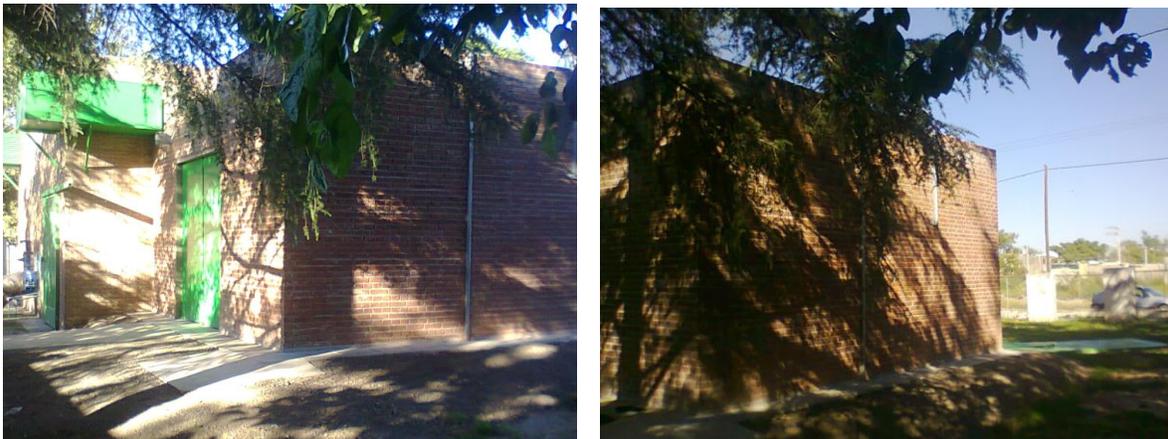
Del lado externo de la S.T., además del lavado e impermeabilización de los muros, se realizaron otras tareas.

Para terminar la vereda perimetral prevista sobre los bordes norte y este de la platea, se colocó una fila de losetas de hormigón de 50cm x 50cm y además se realizó un zócalo de mortero cementicio de 2cm de espesor y 15cm de alto. Por otro lado, la sala cuenta con una rampa de acceso de hormigón armado, elaborado en obra, para salvar el desnivel de aproximadamente 30cm con el nivel de terreno circundante. Dado este desnivel, también se ejecutó un pequeño talud alrededor de la sala, utilizando cascotes, suelo y terminando con 20cm de material granular 0-20 compactado. La compactación y terminación con este material otorga estabilidad al talud, disminuyendo considerablemente la erosión producida por la lluvia. Por otro lado, debajo de la gárgola de desagüe de techo de la sala, se elaboró una plataforma de hormigón simple sobre el talud con el fin de evitar la erosión que provocaría la caída de agua de lluvia desde el nivel de cubierta.

En cuanto a la puerta, ésta fue fabricada a medida y pintada con pintura anti-óxido y esmalte sintético de un color preparado, llamado verde agip, en 3 manos. Esta puerta es

doble, de chapa reforzada N°16 y cuenta con cierre de seguridad y cerradura reforzada, a lo que se sumó un cierre con candado reforzado, dado el nivel de inseguridad del barrio. Por dentro de la sala, los muros y el techo fueron revocados y pintados con pintura látex blanca, luego de la instalación de los módulos eléctricos, el tendido de conductores y la colocación de canalizaciones para iluminación. De todas formas, fue necesario realizar algunos retoques posteriores para salvar detalles producidos por trabajos no planificados dentro de la sala. Por otra parte, el piso se realizó con un alisado de cemento a nivel de los perfiles ángulo colocados en los bordes de las trincheras. Además se realizó un zócalo de mortero cementicio de 2cm de espesor y 10cm de alto en todo el perímetro interior de la sala.

En la figura 5.9 se observa el exterior de la sala terminada: a la izquierda, la puerta de entrada a la sala, la rampa de acceso, la vereda y el talud perimetral; a la derecha el muro norte de la sala.



*Figura 5.9 – Exterior de la Sala de Tableros*

En la figura 5.10 se observa el interior de la sala terminada, con los módulos eléctricos, la iluminación concluida y su puerta de acceso. Luego de realizar el revoque grueso y fino, se aplicaron 3 manos de pintura látex blanca.

Como se mencionó, los espacios técnicos tipo trinchera realizados se terminaron en sus bordes superiores con guías de hierro de perfiles tipo “L” sobre los cuales apoyan los módulos eléctricos. Aquellas trincheras donde no apoyan módulos eléctricos se taparon

con tapas de chapa tipo semilla de melón, fabricadas en fábrica y pintadas con anti-óxido y esmalte sintético color verde.



*Figura 5.10 –Interior de la Sala de Tableros*

### **5.2.1.b – SALA DE MÁQUINAS**

En la Sala de Máquinas se hicieron diferentes trabajos de adaptación a las nuevas cañerías y equipos de impulsión, refacción de las instalaciones preexistentes, e instalación de nuevos sistemas de izaje, seguridad, insonorización y ventilación. Además, luego de la mudanza de los módulos eléctricos correspondientes al sistema de alta presión, los espacios técnicos liberados se taparon mediante tapas de chapa similares a las utilizadas en la Sala de Tableros.

#### ***Adaptación a la obra hidráulica***

De acuerdo al plano Conforme a Obra OM-1 del Anexo, la S.M. debió ser adaptada a la nueva obra hidráulica del sistema de baja presión.

En cuanto al sistema de impulsión constituido por tres electrobombas, se construyeron bases metálicas con perfiles laminados tipo “L” empotrados en bases de sección cuadrada de hormigón armado con el objeto de reducir al mínimo las vibraciones. Los encofrados se realizaron con paneles de madera tipo fenólico y el hormigón utilizado fue

elaborado en obra. Luego de desencofradas, las bases fueron revocadas y pintadas con pintura color cemento para darles una adecuada terminación.

En la figura 5.11 se observan las bases terminadas:



Figura 5.11 – Bases de bombas en Sala de Máquinas

Por otro lado, para el sistema de conducción se atravesó uno de los muros oeste de la S.M. para permitir la salida y anclaje de la cañería metálica de salida en paralelo de la impulsión, de 300mm de diámetro. Además se perforó la pequeña losa inferior de la sala, a través del cual sale la cañería metálica de 300mm de diámetro perteneciente al by-pass (*ver plano OM-1*). Para otorgar un anclaje adecuado a dichos caños pasamuro, una vez pasados, los espacios vacíos fueron rellenos con hormigón colocado a presión utilizando encofrados de madera, adecuadamente apuntalados.

### **Impermeabilización**

Dentro de la contratación de trabajos en la S.M., estaba considerada la reparación de la membrana asfáltica de aluminio de la cubierta, dañada en algunas partes. Sin embargo luego de la inspección de la misma se decidió quitar toda la membrana y reemplazarla debido a que ésta se encontraba dañada por el sol y punzonada, lo que permitía el ingreso de agua a la S.M. Además se encontró que la superficie de la carga de pendiente estaba ampliamente fisurada. Por ello previo a la reposición de membrana se rellenaron las fisuras más importantes con mortero y luego se aplicaron 2 manos de pintura asfáltica a rodillo y brocha, como se observa en la figura 5.12 a la izquierda y a la derecha respectivamente. Una vez quitada la membrana vieja, se esperó dos días soleados antes

de colocar la nueva, para que el agua presente en la carga de la cubierta se evaporara a través de las fisuras.

Por último, sobre la pintura asfáltica se pegó la membrana asfáltica de 40kg, que viene presentada en rollos de 9m<sup>2</sup>. Para la aplicación de dicha membrana deben tomarse todas las precauciones mencionadas para la impermeabilización de la Sala de Tableros.

Además, todos los muros de la sala fueron limpiados y cubiertos con pintura impermeabilizante tal como se hizo con los de la S.T.



*Figura 5.12 –Reparación de fisuras e impermeabilización de cubierta en S.T.*

### ***Reparación de muros, revoque y pintura***

Los muros de la S.M. tenían ladrillos vistos faltantes, los cuales fueron repuestos. Por otro lado, algunos muros requirieron revoque desde el interior de la sala y, una vez finalizados todos los trabajos dentro de la misma, estos fueron pintados con dos o tres manos de pintura látex blanca.

Las aberturas de la sala, ventanas y puertas, se pintaron con esmalte sintético color verde agip en tres manos.

### ***Ventilación e insonorización***

La S.M. contaba con ventanas cenitales pivotantes sobre los muros norte y sur, que proveían iluminación y ventilación. Como se mencionó anteriormente, las ventanas del muro norte quedaron anuladas con la construcción de la S.T., por lo que fueron fijadas desde el interior mediante soldadura por puntos. Por su parte, las ventanas ubicadas

sobre los muros de la fachada sur de la sala fueron fijadas por medio de soldadura por puntos de manera que actualmente sólo cumplen la función de iluminación. Dos ventanas ubicadas sobre las esquinas del muro oeste de la sala con los muros norte y sur, fueron retiradas para permitir la colocación de dos ventiladores extractores modelo Gatti KRT 550/4 P, uno sobre cada muro. La inyección de aire, al estar anulada la función de ventilación de las ventanas, se realiza actualmente mediante un ventilador inyector de aire modelo Gatti KRT 650/4 P, ubicado sobre la pared oeste de la S.M. Para ello se eliminó una puerta corrediza de chapa que fue utilizada para sacar de la sala los módulos eléctricos durante su traslado a la S.T. Dicho ventilador se empotró entonces en un muro de ladrillos de 30cm de espesor construido en dicho vano para dar continuidad al muro oeste de la S.M. Estos ventiladores son comandados desde un termostato de dos etapas que provoca el arranque de un ventilador extractor y del ventilador inyector, superados los 23 °C y que, en una segunda etapa, le da arranque al otro ventilador extractor, superados los 25 °C dentro de la sala. Este sistema de ventilación es a su vez comandado desde el tablero seccional de sala ubicado en la S.T. y tiene el fin de promover la eliminación del calor generado por los equipos de impulsión dentro de la sala. Las curvas características de los ventiladores instalados pueden consultarse en el Anexo.

El ventilador inyector cuenta además con un filtro de papel tipo rejilla que evita el ingreso de polvo a la sala.

El ruido generado por los equipos de impulsión es intenso, por lo que al sumar las tres bombas del sistema de baja presión dentro de la E.E.Guiñazú, fue necesario pensar en un sistema de insonorización para la S.M. que incluye:

- Conductos de insonorización para los ventiladores extractores
- Conducto de insonorización y filtrado de aire para el ventilador inyector
- Aislación acústica sobre los portones sur y este de la sala
- Aislación acústica sobre el caño de aducción a la S.M.

Los conductos utilizados para los ventiladores extractores son de sección cuadrada de chapa, acodados, revestidos interiormente con paneles absorbentes poliuretánicos ignífugos tipo Fonac de 75mm de espesor. En el extremo, los conductos cuentan con una persiana fija remachada que impide el ingreso de animales y agua de lluvia. Para sellar la

unión en la boca de entrada de dichos conductos se utilizó un burlete de goma de 1cm de espesor y sellador. La fijación se realizó mediante orejas abulonadas al muro. Dado que la pared de ladrillo dificultaba el sellamiento, previamente se realizó un marco de mortero cementicio 1:3 que garantizó una superficie lisa que permitió dar continuidad al contacto entre el conducto y la pared. Por fuera, los conductos se pintaron con pintura antióxido y dos manos de esmalte sintético color verde agip.

En la figura 5.13 se observa la instalación de los conductos y el revestimiento interno. Para dicha instalación se utilizó una grúa, apoyando los conductos sobre ménsulas de perfiles laminados tipo “L” previamente instaladas, para luego fijar los mismos al muro mediante brocas a través de “orejas” soldadas.



*Figura 5.13 – Instalación de conductos de insonorización para la extracción de aire en S.M.*

El conducto de insonorización y filtrado de aire fue fabricado en zinguería de chapa galvanizada y sección cuadrada con 2 curvas y un pleno para el filtrado de aire. Dicho pleno contiene 4 filtros de papel tipo rejilla que deben ser limpiados regularmente y reemplazados cada cierto período de tiempo según el uso del ventilador inyector. Estos filtros evitan el ingreso de polvo y otras partículas a la sala durante la inyección de aire. El pleno es de sección mayor a la del conducto propiamente dicho debido a que para hacer eficiente el filtrado, la velocidad del aire debe ser adecuada a la pérdida de carga provocada por los filtros, dado un caudal de ingreso de aire provocado por el ventilador. El interior de dicho conducto fue revestido con el mismo material absorbente que el utilizado para los conductos extractores.

Dicho conducto fue retirado de fábrica en partes, unidas luego mediante remaches y selladas previamente a la instalación del conjunto. Para sellar la unión entre el conducto y la pared se utilizó el mismo procedimiento que para los conductos extractores.

En la figura 5.14 se observa el conducto instalado sobre la pared oeste de la S.M. Para la instalación del conducto se utilizó una grúa, y para fijarlo a la pared se utilizaron brocas sobre el labio de la boca de salida del conducto y planchuelas de hierro que actuaron como tensores abulonadas al pleno de filtrado de aire en la boca de entrada del conducto (izquierda).



*Figura 5.14 – Conducto de insonorización y filtrado para la inyección de aire a la S.M.*

El portón de chapa doble de tres hojas de ingreso a la S.M. desde la fachada sur debió ser adaptado para abrir en forma inversa, ya que su antiguo sentido de apertura interfería con el paso, al ejecutar la nueva obra hidráulica del sistema de baja presión. Además de esto, se fijaron mediante bulones desde el interior paneles de madera tipo MDF de 2cm de espesor. Lo mismo se realizó sobre el portón corredizo ubicado sobre la pared este de la sala. Dichos paneles de madera redujeron considerablemente las vibraciones transmitidas por las puertas de chapa.

Luego de la instalación del sistema de insonorización se comprobó la real reducción del ruido transmitido al exterior de la sala.

Por el mismo motivo, el caño de aducción metálico DN 350mm que ingresa a la S.M. a través de la cámara enterrada este, se recubrió con dos capas de membrana asfáltica tipo “bajo techo” y por encima de estas, otras dos capas de membrana asfáltica con aluminio.

### **Sistema de Izaje**

Las bombas dentro de la S.M. se ubican en línea, como se aprecia en el plano conforme a obra OM-1 del Anexo. Sobre dicha línea debía proveerse un sistema de izaje para utilizar tanto en la instalación de los equipos, como en los movimientos realizados con fines de mantenimiento o reemplazo de los mismos.

El sistema de impulsión de alta presión contaba con un sistema de izaje de monorriel constituido por un perfil laminado IPN 160mm y un carro doble con aparejo manual a cadena de capacidad de carga 1000 Kg. Una curva de 90° permitía la salida de las bombas por el portón sur de la sala. Dicha curva fue eliminada y el monorriel fue extendido hasta el muro este, donde se encuentra la puerta corrediza que se utiliza actualmente para la eventual entrada y salida de los equipos de impulsión de alta, como se muestra en la figura 5.15.

Por otro lado, para el nuevo sistema de baja presión se instaló provisoriamente un monorriel de las mismas características del anterior, que permitió la colocación de las tres electrobombas.



*Figura 5.15 – Monorrales con aparejo manual a cadena para los sistemas de baja presión (provisorio) y alta presión*

Posteriormente, dado el tamaño de las bombas del sistema de baja, se diseñó y ejecutó un puente grúa que permite sacar las bombas cómodamente a través del portón sur. Éste cuenta con un aparejo manual a cadena, pero es comandado a través de una botonera colgante. Su capacidad de carga es de 1000 Kg.

En el plano OM-4 del Anexo, se pueden observar los detalles del puente grúa.

#### **5.2.1.c – CÁMARA ENTERRADA PARA CAUDALÍMETRO Y VÁLVULAS**

En forma contigua a la cámara enterrada del sistema de alta presión se construyó su homóloga para el sistema de baja presión. Esta cámara recibe la bajada de la cañería metálica de impulsión del sistema de baja, de diámetro 300mm y cuenta con una reducción a diámetro 250mm, la cual continúa en forma subterránea hasta el empalme con la cañería de PVC DN 250mm a la salida de la cámara.

Esta cámara aloja además un caudalímetro magnético, una válvula mariposa motorizada tipo wafer, y una válvula de alivio.

La cañería se encuentra elevada 30cm respecto del piso a través de soportes metálicos cuyo detalle se observa en el plano OM-2 del Anexo. El anclaje de la curva de bajada consiste en dos perfiles UPN 100mm soldados mutuamente, y se encuentra fijado a los muros de la cámara mediante brocas.

#### ***Excavación y fundaciones***

La excavación de esta cámara se realizó en forma simultánea con la excavación de las fundaciones de la Sala de Tableros. Fue excavada a mano, con las dimensiones en planta y la orientación presente en los planos conforme a obra del Anexo.

La profundidad de la excavación es de 2,50m. Luego de emparejar la superficie a la cota 97,50m, se realizó una platea de hormigón armado de 15cm de espesor. El detalle de la misma se puede consultar en el plano OC-2 del Anexo. Para su realización se utilizó hormigón elaborado en obra. Sobre esta platea apoyan los muros de la cámara.

En la figura 5.16 se observa la excavación realizada y la colocación de la malla para el armado de la platea de fundación. Las características del suelo permitieron realizar la excavación sin necesidad de entibados ni apuntalamientos.



Figura 5.16 – Excavación y ejecución de la platea de hormigón armado en la Cámara enterrada

### ***Muros, tapas y escalera de acceso***

Los muros de la cámara se realizaron de mampostería de ladrillos macizos comunes de 15cm de espesor del lado externo y de hormigón de 10cm de espesor del lado interno de la cámara. Dichos muros fueron revocados con revoque grueso y fino desde el lado interno sin mayor terminación. En los cuatro vértices se realizaron encadenados verticales unidos a los pelos de barras de hierro previstos durante la ejecución de la losa. En la parte superior el encadenado presenta continuidad a través del encadenado horizontal de sección 15cm x 15cm ubicado sobre los muros de mampostería.

Sobre el tope de estos muros se empotró el marco metálico de perfiles laminados tipo “L” sobre el cual apoyan las tapas de chapa de 3,2mm de espesor tipo “semilla de melón”. Dos de estas tapas poseen manijas y quedaron libres, mientras que las otras se soldaron al marco para impedir su apertura. El sistema de cierre que condiciona la apertura de las tapas libres se materializó a través de un pasador de hierro, perfil UPN, con trabas y candado sobre las tapas fijas. Las tapas fueron fabricadas en fábrica y pintadas con dos manos de antióxido más dos manos de esmalte sintético del mismo tipo de verde que el utilizado en las aberturas y conductos de las salas.

La escalera de acceso a la cámara se instaló sobre el muro noreste de la cámara, quedando en correspondencia con una de las tapas móviles. La misma es metálica, se encuentra empotrada en los muros y fijada por medio de brocas a la platea de la Cámara, y tiene el mismo tratamiento de pintura que el de las tapas.

En la figura 5-17 se observa: a la izquierda los muros y el encadenado; a la derecha, la Cámara terminada con sus tapas y sistema de cierre. La bajada de la cañería de impulsión elevada se introduce en la Cámara.



*Figura 5.17 –Ejecución de muros y encadenados de la Cámara (izquierda) y Cámara terminada (derecha)*

### **Cañería de descarga y sistema de desagüe**

Al tratarse de una cámara enterrada, el agua de lluvia ingresa a la misma a través de las tapas y por ende se debe garantizar un desagote efectivo. Para ello se realizó un pozo de 40cm x 40cm a donde se concentra el agua de la Cámara, que es conducida hacia el mismo por medio de la pendiente de losa. En dicho pozo se colocó una bomba sumergible monofásica Lowara de 40 m<sup>3</sup>/h, altura 14,5 mca, conectada a una manguera de PEAD de 50mm de diámetro que se une mediante un ramal T a la descarga de la bomba sumergible de la Cámara contigua, de alta presión. Dicha descarga se dirige al pozo absorbente existente, que figura en el plano OM-1 del Anexo. El accionamiento de las bombas se realiza a partir de sus respectivos flotantes.

La cañería de impulsión cuenta con una válvula de alivio ubicada en esta Cámara. Dicha válvula se configura para realizar descargas de agua con el fin aliviar la presión de la cañería cuando la misma supera un valor determinado, que establecido por el personal técnico de Aguas Cordobesas. Dicha descarga debe ser conducida a través de una cañería de desagüe hacia fuera de la cámara para evitar la eventual inundación de la misma por falla del sistema de desagote. Para esto se conectó un caño de PVC de 90mm de diámetro a la válvula de alivio mediante un adaptador de brida, que atraviesa el muro

suroeste de la Cámara y se une mediante una conexión con tolerancia a otro caño, de PEAD de 90mm que conduce al pozo absorbente existente. Esta conducción se ejecutó dentro de una zanja excavada a mano de 40cm de ancho y profundidad variable desde la cota de salida de la Cámara de 98,60m hasta la cota de entrada al pozo absorbente de 99,60m.

En la figura 5.18 se observa: a la izquierda, el caño de PEAD de 90mm, tendido dentro de la zanja entre la Cámara y el pozo absorbente; a la derecha, la compactación mediante compactadora manual luego del cierre de zanja y colocación de la correspondiente malla de advertencia.



*Figura 5.18 –Tendido de la cañería de descarga de PEAD de 90mm entre la cámara enterrada y el pozo absorbente y compactación de zanja*

#### **5.2.1.d – DEPÓSITO**

El nuevo Depósito surge de la adaptación de la antigua cisterna de almacenamiento de agua para abastecimiento de la zona. Dicha cisterna es de hormigón armado y está revestida con mampostería de ladrillo visto. En su interior se ejecutó un toilette con sus correspondientes conexiones de agua potable y descarga de efluentes. Además se realizó la reparación del revestimiento tanto interno como externo y de la impermeabilización de cubierta.

### **Impermeabilización**

La cubierta del depósito presentaba el mismo problema de filtraciones que la de la Sala de Máquinas. Por este motivo, en vez de reparar la membrana existente, se optó por reemplazarla completamente. En la figura 5.19 se observa la humedad que presentaba la carga de pendiente de la cubierta. Luego de dos días de quitada dicha membrana se procedió a impermeabilizar la cubierta con dos manos de pintura asfáltica por sobre la cual se pegó la membrana asfáltica de aluminio de 44 Kg, considerando todas las precauciones del caso con el objetivo de solucionar el problema de impermeabilización de la cubierta.



*Figura 5.19 – Secado de la superficie de la capa de pendiente de la cubierta del Depósito para la posterior colocación de membrana asfáltica*

Al igual que en la S.T y la S.M., la mampostería vista del Depósito se cubrió mediante pintura impermeabilizante tipo loxón transparente, luego del cepillado y lavado de los ladrillos.

### **Toilette**

El toilette se realizó con paredes de mampostería de ladrillos cerámicos huecos terminadas con revoque grueso y fino y pintadas con pintura látex blanca. Éste cuenta con un inodoro con mochila de porcelana y una bacha del mismo material. La puerta es de tipo placa de madera con marco de chapa.

La ventilación del baño se realizó por medio de una rejilla ubicada sobre el muro, aprovechando la salida de un antiguo caño de hierro fundido anteriormente utilizado en la operación de la cisterna.

El revestimiento interior del toilette se materializó mediante azulejos blancos de 20cm x 20cm, mientras que para el piso se utilizaron azulejos grises de 30cm x 30cm colocados sobre el contrapiso.

Las instalaciones de desagüe se realizaron dentro de la losa mientras que las de agua potable se realizaron en parte dentro de la losa y en parte por pared. Para pasar los caños se picó la losa existente y luego se repuso el hormigón. Luego, sobre la superficie de la losa se realizó el contrapiso. Para las instalaciones sobre pared, las mismas se picaron para colocar las cañerías y luego estas canalizaciones se taparon con mortero cementicio 1:3.

En la figura 5.20 se observa: a la izquierda, el contrapiso terminado y las canalizaciones por pared para la instalación de agua potable; a la derecha, el revestimiento de azulejos terminado y el inodoro y la puerta placa colocados.



*Figura 5.20 – Ejecución del toilette dentro del Depósito*

### **Conexión de agua potable y descarga de efluentes**

La conexión de agua potable se realizó desde la red existente en vereda sobre la calle Miguel de Mojica, a través de una manguera de polietileno de ¾" y una abrazadera. A partir de la caja de medición y llave maestra, continúa la cañería de ¾" de polipropileno verde, según lo indica el plano OM-1 del Anexo. Se cuenta sólo con conexión de agua fría.

Por otro lado, la descarga de efluentes de aguas negras se realiza por gravedad a la cámara séptica indicada en planos, a través de una cañería de PVC blanco de 110mm.

Previamente se corroboró que el sistema de tratamiento de efluentes que consiste en cámara séptica y pozo absorbente estuviese en condiciones.

### **5.2.2 – OBRA DE RED**

Como ya se mencionó en el Capítulo 3, la obra de red consiste en 7m de cañería de PVC DN 250mm, que va desde la salida de la E.E. Guiñazú B.P. hasta el empalme al caño de



PVC DN 250mm preexistente bajo vereda de la calle Mackay Gordon. En la figura 5.21 se observa la Cámara enterrada con sus muros terminados y la excavación de la obra de red.

*Figura 5.21 – Excavación de la obra de red y de la Cámara enterrada de Caudalímetro y Válvulas.*

Como ya se dijo, en el Anexo se puede consultar el plano conforme a obra OM-1, donde figuran las piezas utilizadas en esta obra y las dimensiones de los anclajes realizados en esta obra.

#### **5.2.2.a – EXCAVACIÓN**

La primera tarea ejecutada fue el pozo de empalme, de dimensiones 2m x 1.5m en planta y una profundidad de 1.5m, aproximadamente. Dicho pozo debía permitir la colocación del ramal “Te” de PVC 250mm x 250mm, de empalme y la válvula compuerta tipo euro DN 250mm, ambos con su correspondiente anclaje de hormigón.

La zanja fue excavada a mano luego de finalizado el tiempo de fragüe de los muros de la Cámara. La zanja se hizo de 70cm de ancho y de una profundidad máxima de 2.4m a la salida de la Cámara. Dada la profundidad y debido al humedecimiento del terreno producto de las lluvias, fue necesario realizar apuntalamientos de seguridad. De la salida de la Cámara a la cota 97.60m con respecto a la cota 100m de referencia en la superficie

del terreno, el caño llega al empalme en vereda a una cota de 98.5m pasando por debajo del caño PVC DN 315 de impulsión del sistema de alta presión.

#### **5.2.2.b – TENDIDO, EMPALME Y PRUEBA HIDRÁULICA**

Desde la válvula compuerta de empalme se continuó con el tendido de cañería hasta la salida de la Cámara, a donde se colocó provisoriamente un adaptador de brida ciego que permitió la realización de la prueba hidráulica. Una vez ejecutados y verificados los anclajes correspondientes, esta prueba se realizó a zanja abierta utilizando el mismo proceso descrito en el Capítulo 4 para las obras de red. El resultado de dicha prueba fue satisfactorio, por lo cual no fue necesario realizar correcciones ni reparaciones.

Posteriormente se quitó el adaptador de brida ciego para dar lugar a la curva que se conectó con un adaptador de brida al caño metálico bridado pasamuro de 250mm de diámetro. Dicho caño se conectó a la cañería de salida de impulsión de diámetro 250mm de la E.E. Guiñazú Baja Presión. En la figura 5.22 se observa el interior de la Cámara y el muro a donde se empotró el caño pasamuro:

*Figura 5.22 – Salida de la Impulsión del sistema de baja presión. La obra de red se empalma luego del caño pasamuro continuando hasta el empalme con la red existente en vereda*



#### **5.2.2.c – CIERRE DE ZANJA**

Al igual que la excavación, el cierre de zanja se realizó manualmente. Para ello se utilizó el mismo suelo extraído, por presentar condiciones adecuadas para la compactación.

Bajo la cañería se realizó un lecho de arena de 10cm de espesor.

Para la compactación se trabajó por capas de 30cm utilizando una compactadora manual tipo cangurito. A 40cm de profundidad se tendió la malla de advertencia, terminando luego el cierre de zanja hasta la superficie del terreno.

### **5.2.3 – OBRA ELECTROMECAÁNICA**

La provisión e instalación de piezas especiales para la cañería metálica instalada en la E.E. Guiñazú Baja Presión, así como la instalación de los equipos de impulsión se subcontrató, quedando bajo la Inspección de la Contratista y de Aguas Cordobesas.

#### **5.2.3.a – ADUCCIÓN**

La aducción a la Estación Elevadora se realiza mediante una cañería metálica de diámetro 350mm subterráneo que ingresa a la Sala de Máquinas mediante una Cámara de aducción ubicada contigua al muro este de dicha sala. Sobre este caño se colocó una válvula de aire para evitar el ingreso de aire a la Estación. La instalación de dicha válvula se realizó con personal técnico de Aguas Cordobesas, mediante una pieza denominada toma en carga, que permitió perforar el caño y colocar la válvula esclusa y la válvula de aire con el caño operativo, es decir sin necesidad de parar la planta.

En la figura 5.23 se observa el caño de aducción con el revestimiento de insonorización, la toma en carga y las válvulas colocadas.



*Figura 5.23 – Cañería de aducción de la Sala de Máquinas de la E.E. Guiñazú*

### **5.2.3.b – SISTEMA DE IMPULSIÓN**

Los equipos de impulsión utilizados en la configuración del sistema de baja presión de la E.E. Guiñazú son 3 electrobombas centrífugas tipo monoblock de eje vertical con pedestal, con sello mecánico Marca KSB 75HP, modelo ETA 125-40 VL. Otros detalles de técnicos de estas bombas y las tablas de demanda del sistema pueden consultarse en el Anexo.

Este sistema de bombas fue conectado en paralelo como se observa en el plano OM-1. Para cumplir con la curva de demanda, dos de las tres bombas se encuentran en continuo funcionamiento mientras que alternadamente una bomba queda siempre en stand-by. La razón de ser de esta bomba adicional es la de servir como auxiliar en caso de que una de las bombas necesitara ser quitada de servicio por causa de mantenimiento o reparación.

Cabe destacar que las cañerías de salida de las bombas cuentan con sus respectivas válvulas de retención además de sus válvulas tipo mariposa, que evitan la inversión del flujo cuando se suspende alternadamente el bombeo en cada uno de los equipos de impulsión.

En la figura 5.24 se observa: a la izquierda, las tres bombas sobre sus bases terminadas y ya conectadas al sistema en funcionamiento; a la derecha, las cañerías de impulsión en paralelo montadas sobre soportes metálicos cuyo detalle figura el plano OM-2 del Anexo.



*Figura 5.24 –Sistema de Impulsión de la E.E.Guiñazú Baja Presión*

Se recuerda que el sistema de izaje se describió en este capítulo como parte de la Obra Civil de la Sala de Máquinas.

En la figura 5.25 se observa la salida al exterior de la cañería de impulsión: a la izquierda, la válvula de aire colocada en la parte más alta de la impulsión, cuya descarga se evacúa a través del techo inferior de la S.M. hacia el correspondiente desagüe pluvial, y el soporte y anclaje de la curva a 90°; a la izquierda, la continuación de la cañería elevada sobre ménsulas de perfiles “L”, fijadas con bulones pasantes al muro este de la S.M.



*Figura 5.25 – Cañería elevada exterior sobre Sala de Máquinas*

### **5.2.3.c – MEDICIÓN DE CAUDAL**

Como se dijo en el Capítulo 3, la regulación de esta Estación Elevadora es caudalimétrica, es decir que el arranque, parada y puesta en régimen del sistema dependen de la combinación de las señales analógicas provenientes de un caudalímetro y un transductor de presión, para de esta manera ser reguladas en función de la demanda variable del sistema.

El caudalímetro instalado en la Cámara enterrada es magnético DN 250mm y posee un rango de caudal de 53,02 m<sup>3</sup>/h a 1120 m<sup>3</sup>/h.

En la figura 5.26 se observa la instalación del caudalímetro en la Cámara:



*Figura 5.26 – Instalación del caudalímetro y la válvula mariposa motorizada en la Cámara enterrada*

### **5.2.3.d – INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

#### ***Acometida Eléctrica y Alimentadores Principales***

Debido a la ampliación de las cargas, impuesta por la incorporación de nuevos equipos a la planta, la acometida eléctrica debió ser modificada con la construcción de un nuevo pilar de mampostería, ubicado en forma contigua al módulo anterior. Dicho pilar cuenta con dos gabinetes metálicos con embarrado de cobre a donde se alojan las nuevas salidas con protección por medio de fusibles NH T01. Las salidas del pilar se realizaron a través de dos caños de PVC DN110mm en sentido vertical. La modificación del suministro estuvo a cargo de la compañía distribuidora de energía EPEC.

El nuevo pilar se construyó de mampostería de ladrillos cerámicos macizos, se terminó con revoque grueso y fino y con dos manos de pintura látex blanca.

Por otro lado, se realizó el tendido por zanja de dos nuevos alimentadores, uno para el sistema de baja y otro para el sistema de alta presión. Ambos salen del pilar de acometida y están conectados a los módulos de potencia instalados en la Sala de Tableros a donde se introducen por medio de cañeros de PVC DN110mm a los espacios técnicos dentro de la misma. La zanja se realizó a mano y estaba definida de 90cm de profundidad, pero finalmente la misma se realizó de 60cm de profundidad debido a la dificultad de la excavación por presencia suelo duro, con el debido consentimiento de la Inspección de obra. En la base de la zanja se realizó una cama de arena de 10cm de espesor y, por encima de los conductores, un vez realizada y compactada la media tapada, se colocó una protección de ladrillos cerámicos macizos tipo boca de horno, por encima de la cual se tendió la malla de advertencia de peligro de color rojo aprobada por normativa.

El alimentador preexistente, correspondiente al sistema de alta presión, se desconectó del viejo pilar, quedando enterrado en su ubicación.

#### ***Alimentadores Secundarios y Alimentadores de Señal***

Se reemplazó todo el cableado preexistente de bombas y sensores del sistema de alta presión por no cumplir con la normativa vigente en cuanto al tipo de conductor. Asimismo se hicieron todas las instalaciones correspondientes al nuevo sistema de baja presión, la cual se puede consultar en el plano OE-1 del Anexo.

Los alimentadores secundarios se encuentran tendidos en el espacio técnico (trincheras) en la S.T. y suben por medio de una bandeja perforada con tapa, ubicada sobre la pared sur de dicha sala hasta los 2m de altura a la cual atraviesan el muro por medio de un cañero en donde tanto los alimentadores secundarios como los demás cables de servicios auxiliares, señales y datos, son distribuidos en sus respectivas canalizaciones.

En la figura 5.27 se observan los alimentadores secundarios correspondientes a las bombas de los sistemas de alta y baja presión, y la canalización de bandeja perforada de 200mm (potencia) y 100mm (señales).

### **Canalizaciones en Sala de Máquinas**

En esta sala se reutilizó la instalación existente en cuanto a iluminación de la misma.

La alimentación de las bombas preexistentes y de las instaladas se realizó toda nueva mediante bandejas portacables perforadas, soportadas a la pared con soportería de hierro zincado de tipo ángulo.

La canalización de potencia se realizó en forma independiente a la canalización para señales, lo cual se observa en la figura 5.27

Para la alimentación del ventilador ubicado sobre el muro sur de la sala y del transductor de presión, se utilizó cañería de chapa galvanizada de  $\frac{3}{4}$ ".



*Figura 5.27 – Alimentadores secundarios para bombas de los sistemas de baja presión (izquierda) y alta presión (derecha) y canalización de bandeja perforada diferenciada para potencia y señales*

### **Canalizaciones y T.S.S. en Sala de Tableros**

La canalización para la provisión de iluminación y servicios anexos a la sala se realizó con cañería vista de chapa galvanizada y cajas de aluminio para derivaciones.

Se montó un Tablero de Seccional de Sala, alimentado desde el Módulo N°1 del sistema de baja presión, desde donde a su vez se alimentan los servicios de la S.T., la S.M., y la iluminación exterior preexistente. Dentro de dichos servicios se incluyen la ventilación y el acondicionamiento de aire, la central de alarmas y las cámaras de video tipo IP.

En la figura 5.28 se observan algunas canalizaciones de servicios y el T.S.S.:



*Figura 5.28 – Canalización de servicios y T.S.S. en Sala de Tableros*

### **Antena de Radiofrecuencia y Sistema de Descargas Atmosféricas**

Sobre la cubierta de la S.M. se instaló una torre metálica de tres tramos de 6 metros cada uno con riendas y anclajes calculados para asegurar su estabilidad frente a la acción de los vientos. Sobre dicha torre se instaló la antena de radiofrecuencia, la cual se encuentra conectada al Controlador Lógico Programable (PLC *en inglés*) a través de un cable coaxial RG-58 para 900MHz apto para exteriores.

En el tope de la torre se instaló además una baliza de seguridad aérea, debido a que la E.E. Guiñazú se encuentra en el corredor norte-sur del Aeropuerto Internacional Ing. Ambrsio L.V. Taravella.

Además, se instaló un pararrayos de tipo punta franklin para la protección cerámica de las instalaciones, con el correspondiente conductor de descarga y su puesta a tierra.

Dicho conductor se apoya en la losa de la S.T. y desciende por su muro norte cubierto por una alfarjía de chapa galvanizada hasta conectarse con la jabalina de puesta tierra.

En la figura 5.29 se observa la antena sobre la S.M. y los anclajes amurados a la pared.

Los detalles pueden consultarse en el plano OE-2 del Anexo.



*Figura 5.29 – Antena de radiofrecuencia y descargas atmosféricas*

### **Sistema de Puesta a Tierra**

Para la protección del PLC, se realizó un sistema de puesta a tierra independiente del anterior, que consiste en una malla en forma de patas de ganso con jabalinas en los extremos, vinculadas a los módulos de potencia cuyo valor de resistencia no debe superar los 2 Ohm para las instalaciones de la S.T. Es por esto que luego de la instalación del sistema de PAT, se realizaron las mediciones correspondientes.

El nuevo sistema de tierra se vinculó al de la S.M. por medio de un cable de cobre desnudo, habiéndose verificado una resistencia inferior a los 5 Ohm.

### **Seguridad**

Tanto la S.T. como la S.M. y el Depósito cuentan con un sistema de alarma con sensores de movimiento internos y sensores de apertura de puertas.

Además se instaló una cámara de video tipo IP en cada una de las salas para el control por parte de la central de operaciones de Aguas Cordobesas.

### **5.3 – PRUEBAS Y ENSAYOS**

A continuación se describirán las pruebas y ensayos considerados como relevantes de acuerdo a los objetivos del presente informe mientras que se obviarán algunos otros para evitar la repetición de información.

#### **5.3.1 – PRUEBAS HIDRÁULICAS**

##### ***Obra de Red***

En el punto “5.2.2.b” se mencionó la prueba realizada para la aprobación de la obra de red y se explicaron las medidas provisorias tomadas para su ejecución. Dada la corta longitud de cañería, que permite una prueba rápida, el procedimiento se realizó a zanja abierta. La rapidez de la prueba en este caso, hubiese permitido la detección de pérdidas en forma instantánea, lo que hubiese agilizado el proceso de reparación y repetición de la prueba. Afortunadamente no se presentaron pérdidas y la cañería pasó la prueba hidráulica satisfactoriamente.

El procedimiento de prueba utilizado es similar al descrito en el Capítulo 4. Se utilizó una abrazadera de diámetro 250mm con rosca de bronce (*importante, dadas las elevadas presiones logradas durante la prueba*) colocada en el extremo de cañería de PVC DN 250mm, previo al empalme con el caño de salida del sistema de baja presión, inmediatamente por fuera de la Cámara. A través de un racor tuerca loca se conectó una manguera de PEAD de  $\frac{3}{4}$ ” con una llave esférica en su extremo. Lo primero que se hizo fue purgar la cañería abriendo la válvula de cierre en vereda, para permitir el ingreso del agua de red mientras que se dejaba escapar el aire presente en la nueva cañería.

Una vez purgada la misma, se conectó a la manguera una bomba sumergible trifásica de 3HP (*ver figura 5.30*) con salida de  $\frac{3}{4}$ ” y entrada por la base. Para la alimentación, se sumergió la bomba dentro de un recipiente de 200L con agua limpia. En dicha conexión se incluyó un manómetro que permitió observar la evolución de la presión en la cañería de PVC clase 10.

Dada la longitud de la cañería, la presión ascendió rápidamente a 10 Kg/cm<sup>2</sup>, donde se detuvo el bombeo. Luego la presión permaneció estable por 15min y la Inspección de obra dio por finalizada y aprobada la prueba hidráulica.

Como se dijo anteriormente, antes de realizar la prueba hidráulica es importante verificar los anclajes y el cerrado de válvulas de paso.



*Figura 5.30 – Bomba sumergible trifásica de 3HP*

### ***Impulsión del sistema de baja presión***

La cañería de impulsión de la E.E. Guiñazú Baja Presión es una cañería metálica bridada DN 300mm y DN250mm instalada. La misma arranca en paralelo a la salida de los equipos de impulsión y el by-pass, y termina a la salida de la Cámara enterrada. Una vez instalada esta cañería, y tapada la zanja de la Obra de Red luego de su prueba hidráulica, se realizó la prueba del conjunto utilizando el mismo equipo de bombeo antes descripto.

La conexión a la cañería se realizó esta vez a través del manifold de medición y toma para el transductor de presión, ubicado en el extremo del caño colector de las salidas en paralelo de la impulsión. En la figura 5.31 se observa el manifold con la conexión preparada para la realización de la prueba hidráulica.



*Figura 5.31 – Manifold de medición de presión y toma para el transductor de presión*

La conexión realizada consiste en una manguera de PEAD de ¾” conectada a la bomba sumergible introducida en un recipiente de 200L con agua limpia. Un manómetro se ubicó luego de la salida de la bomba, para medir la presión durante la prueba. Luego la manguera subía hasta el manifold que se observa en la figura anterior. Las válvulas esféricas del manómetro del manifold, la de la salida para el transductor de presión y la de la salida adicional se cerraron antes de comenzar esta operación.

La válvula esférica ubicada en el extremo superior de la manguera se utilizó para purgar la cañería durante el llenado antes de la prueba. Para ello también se utilizó la válvula de aire ubicada sobre el techo inferior de la Sala de Máquinas (*ver plano OM-1 en el Anexo*), y la válvula de alivio de la Cámara enterrada.

Durante el llenado de la cañería se observaron pérdidas en las válvulas mariposas DN200mm y los adaptadores de brida DN200mm de las subidas en paralelo de salida de las bombas. Luego se comprobó que algunos bulones habían quedado desajustados, lo que se corrigió inmediatamente para continuar con la prueba. Además se observó una pérdida en un tramo de la cañería DN300mm perteneciente a la bajada a la Cámara.

Luego de la purga, la válvula de empalme sobre vereda se cerró al igual que la válvula de alivio, antes de comenzar con el “inflado” de la cañería. Por el contrario, no fue necesario cerrar la válvula de aire, ya que esta funciona con carga.

La prueba finalizó bien luego del “inflado”, donde se registró un incremento de presión continuo hasta los 10 Kg/cm<sup>2</sup>, valor que permaneció constante durante 15 minutos

transcurridos los cuales se dio por terminada la prueba.

En la figura 5.32 se observa el manómetro utilizado durante las pruebas con la marca de 10 Kg/cm<sup>2</sup>. La imagen está invertida ya que el manómetro se utilizó al revés.



Figura 5.32 – Manómetro para pruebas hidráulicas

### 5.3.2 – MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE AISLACIÓN DE BOMBAS

Las bombas instaladas en el sistema de baja presión durante esta obra fueron compradas y ensayadas en la firma KSB, ubicada en la Ciudad de Buenos Aires, previo a su traslado a Córdoba.

Las mediciones de resistencia se realizaron en presencia de personal de la firma proveedora KSB, y de personal técnico de la Contratista y de Aguas Cordobesas. Estas se registraron en la planilla que figura a continuación:

#### ESTACION ELEVADORA GUIÑAZU

#### MEDICIONES DE RESISTENCIA DE AISLACION EN BOMBAS DE BAJA PRESION Y CABLES ALIMENTADORES

#### MEDICIONES REALIZADAS

##### BOMBA 1

CABLE Y MOTOR	FASE R -TIERRA	1860 M $\Omega$	MEDICION INSTANTANEA
CABLE Y MOTOR	FASE S -TIERRA	1960 M $\Omega$	MEDICION INSTANTANEA
CABLE Y MOTOR	FASE T -TIERRA	1980 M $\Omega$	MEDICION INSTANTANEA

##### BOMBA 2

CABLE Y MOTOR	FASE R -TIERRA	1100 M $\Omega$	MEDICION INSTANTANEA
CABLE Y MOTOR	FASE S -TIERRA	1269 M $\Omega$	MEDICION INSTANTANEA
CABLE Y MOTOR	FASE T -TIERRA	1208 M $\Omega$	MEDICION INSTANTANEA
		3 G $\Omega$	MEDICION CONTINUA

##### BOMBA 3

CABLE Y MOTOR	FASE R -TIERRA	1777 M $\Omega$	MEDICION INSTANTANEA
CABLE Y MOTOR	FASE S -TIERRA	1528 M $\Omega$	MEDICION INSTANTANEA
CABLE Y MOTOR	FASE T -TIERRA	1408 M $\Omega$	MEDICION INSTANTANEA
		4 G $\Omega$	MEDICION CONTINUA

INSTRUMENTO UTILIZADO: MEGOHMETRO SMARTEC M12123 METREL  
DE 50 A 1000 VCC- TENSION APLICADA 500 VCC

Luego de realizadas las mediciones se procedió a reajustar todas las conexiones en los bornes de cajas de los motores de las bombas y en los bornes de salida de cada variador de velocidad instalado en el tablero de baja presión  
Estas mediciones se realizaron en presencia del representante técnico de la firma KSB Sr. Eduardo Chialva

#### **5.4 – DOCUMENTACIÓN TÉCNICA**

Por Pliego, la inspección de Aguas Cordobesas solicita toda la ingeniería de detalle, planos y cálculos que crea convenientes y necesarios, como también toda la información correspondiente a los materiales y equipos que se usados en esta obra.

Dentro de los 10 días hábiles luego de puesta en marcha de los dos sistemas de presión de la Estación Elevadora Guiñazú, la Contratista presentó la siguiente documentación, aprobada por la Inspección:

- Planos Conforme a Obra (1 original; 8 copias heliográficas y cd)
- Soporte digital de toda la documentación gráfica
- Copia de todos los Ensayos de suelos, Proctor, de Densidad de compactación, resistencia del hormigón, etc., solicitados por la Municipalidad de Córdoba para la recepción de las Obras
- Copia de todos los Ensayos de Bombas y tableros requeridos por Aguas Cordobesas para la recepción de la obra
- Orden de servicio del inspector de obra en donde consta la aprobación de las pruebas hidráulicas y la conclusión de todos los trabajos en forma correcta
- Resultado del Análisis Bacteriológico “Aprobado” por el Laboratorio Central de AACC.

Esta documentación es condición necesaria para la obtención de la Recepción Provisoria y la Aprobación del Certificado Final de Obra.

## **CAPÍTULO 6**

### **COMENTARIOS Y CONCLUSIONES**



## **6.1 – PROBLEMÁTICAS**

### **6.1.1 – OBRAS DE RED**

#### ***Pruebas hidráulicas***

Durante una prueba hidráulica pueden presentarse fallas. Es por ello que tanto mientras la cañería se llena como cuando ésta va tomando carga, es necesario que un equipo recorra la traza de la obra tratando de advertir posibles problemas. Debe proveerse un medio de comunicación adecuado entre este equipo y el equipo que opera válvulas, llaves y el equipo de bombeo, para que este último detenga la operación en caso de presentarse una falla.

Como se explicó en el Capítulo 4, la primera prueba realizada fue la de la obra N°57. Dada la corta distancia (750m) en un diámetro relativamente pequeño (110mm), el llenado de la cañería se hizo rápido (aproximadamente 1 hora) utilizando la red de agua preexistente. Es por ello que ante la primera falla, tanto el desagote de la cañería para realizar la reparación, como el posterior llenado de la misma, demoraron poco tiempo (poco más de una hora).

Las fallas se presentaron siempre en singularidades, siendo la primera de esta obra el hidrante colocado luego del empalme en el Nudo 1. La junta de goma del cabezal estaba defectuosa, por lo cual se debió reemplazar el mismo. El stock en obra permitió tener el nuevo cabezal en cuestión de minutos.

El vaciado de la cañería se realizó abriendo la válvula de desagüe sobre calle La Cabaña y utilizando una columna de hidrante en el punto de falla, y demoró aproximadamente media hora. En estos casos surge la necesidad de contar con una bomba sumergible que permita quitar el agua de las cámaras o los pozos, para poder trabajar cómodamente.

La segunda y última falla de la obra, detectada en la primera prueba, se presentó en la curva a 90° sobre la vereda del colegio IPEM de barrio Chachapoyas I. Este tipo de fallas se presenta en superficie por hundimientos o afloramiento de agua, lo que sucede al cabo de minutos cuando la cañería ha tomado presión si la tapada no es muy grande. El problema fue que el o'ring había sido mordido por la espiga del caño. Para solucionarlo, se excavó un pozo alrededor de la curva. Una vez quitada la misma y reemplazado el o'ring, ésta debe colocarse adecuadamente y debe anclarse adecuadamente. Los

anclajes en estos casos se dificultan debido al barro generado por la pérdida de agua. Para realizar un anclaje adecuado, debe quitarse el barro para encontrar suelo firme a donde apoyar el anclaje, de lo contrario éste podría desplazarse cuando la cañería toma presión en la prueba hidráulica siguiente, lo que generaría una nueva pérdida. Para revisar la solución, el pozo permanece abierto y la curva anclada provisoriamente con tacos (se utilizaron tacos de madera) hasta comprobar la ausencia de pérdidas en la próxima prueba.

Cabe destacar que los pozos y zanja abierta deben señalizarse adecuadamente. Para esto se utilizaron vallas, carteles y cinta de peligro, junto a los mismos bordos de suelo extraído, cuya altura hace visible la excavación desde una distancia considerable.

Una vez solucionados todos los inconvenientes generados por la primera prueba, la cañería fue llenada nuevamente repitiendo el mismo proceso.

Luego de que la prueba hidráulica es aprobada, la cañería se “desinfla” a través de válvulas de desagüe, hidrantes o llaves en conexiones. Posteriormente se prosiguió con la realización de los anclajes correspondientes retirando los provisorios; y a cerrar las excavaciones abiertas de acuerdo al procedimiento descrito en el Capítulo 4.

Por otro lado, las obras N°56 y N°58 de PVC DN200mm, de una longitud aproximada de 2000m cada una, presentaron mayores inconvenientes durante las pruebas hidráulicas. De más está decir que los tiempos de llenado, inflado y vaciado fueron mayores que los de la obra N°57.

Se encontraron pérdidas en curvas de PVC, curvas de hierro con base en hidrantes, y en cabezales de hidrantes. Afortunadamente no se presentaron pérdidas en las juntas entre caños. Las fallas por mordedura de o’rings en singularidades son más comunes.

Como se dijo en el Capítulo 4, es importante replantear las curvas en superficie antes de realizar la excavación, de manera que las mismas no se coloquen en ángulos forzados, ya que si esto sucede es muy probable que el o’ring quede demasiado apretado de un lado y suelto del otro lado de la curva, produciéndose luego pérdidas.

En cuanto al equipo de bombeo, en la obra N°58 se utilizó primeramente la misma hidrolavadora que se usó en la obra N°57, pero debido los mayores diámetro y longitud de la obra, sumado a las pérdidas que se produjeron, los tiempos de inflado de cañería fueron largos. Además, las pérdidas demoraron en ser detectadas en superficie, por lo

que se generó incertidumbre sobre el equipo de bombeo. Por ello luego de algunos intentos, se cambió el equipo a una bomba trifásica de 3HP, que permitió acelerar el inflado y la detección de pérdidas. El mismo se utilizó luego para la prueba de la obra N°56.

### ***Vandalismo***

Algunos vecinos del barrio Chachapoyas I presentaron comportamientos inadecuados durante el transcurso de las obras.

Si bien no hubo eventos de pérdida de herramientas ni de materiales, se presentaron faltantes de tapas de hierro fundido de cámaras de hidrante, de tapas tipo rejilla de cámaras de desagüe y en menor medida de tapas tipo brasero de válvulas, una vez colocadas.

Además hubo robo de gran cantidad de vallas cuando eventualmente se dejaron pozos o zanja abiertos de un día para otro. Las vallas en obra fueron repuestas dos veces hasta que luego de cierto número de unidades perdidas se adoptó como solución clavar palos de madera unidos con cinta de peligro como elementos de señalización.

Sin embargo, la mayoría de los vecinos aceptó la obra con buena disposición.

### ***Pinchaduras en neumáticos***

Se registraron gran cantidad de pinchaduras de neumáticos en equipos, sobretodo en la obra N°56, sobre la calle de tierra Camino a Santa Rosa en partes donde no existe un mantenimiento adecuado y regularmente se forman basurales a los costados del camino, por donde se mantuvo la traza de la obra.

Al contar con un sólo neumático auxiliar, más de un evento de pinchadura seguido retrasaba el avance considerablemente por demoras en gomerías. Afortunadamente, frente al empalme de dicha obra en barrio Villa Esquiú, existe una gomería a la que se acudió en varias oportunidades.

### ***Función del supervisor de obra en contacto con el personal***

Para un ingeniero junior sin experiencia previa, el contacto con el personal de la obra debe tomarse con precaución. Esta reflexión se plasma en la siguiente experiencia del autor:



“La función que tomé como supervisor de ésta primera obra, además de llevar el flujo de materiales, herramientas e insumos necesarios día a día, fue la de coordinar los trabajos y el equipo de operarios y maquinistas.

Durante la carrera de Ingeniería Civil se incorporan muchos conocimientos que luego deben ser aplicados al trabajo profesional. Se genera un criterio lógico y la capacidad para incorporar nuevos conocimientos en forma ordenada. Es este criterio el que uno utiliza cuando observa el método de trabajo en una obra, y el que sirve para detectar inconvenientes y posibles soluciones o mejoras.

Propongo enfrentar las primeras obras de una carrera con seriedad y humildad frente al personal, a los superiores y a la Inspección de obra, en fin, frente a toda persona que intervenga en la evolución de la obra. Este método me permitió observar procedimientos para corregirlos o aplicarlos en otra oportunidad y creo que es la forma en que se genera confianza en uno mismo y en los demás. Si por el contrario uno supone que ya ha visto suficiente al terminar los estudios y se enfrenta al personal de obra sin observar y aprender primero, es probable que sufra grandes inconvenientes en el proceso.

De todas formas los inconvenientes surgen entre personas como en cualquier grupo humano y uno debe aprender a solucionarlos para que la obra tenga camino.

Como autocrítica, ingresé a la obra de la manera que propongo sin problemas, pero luego de que perfeccioné a mi criterio el método de trabajo, por momentos exigí demasiada eficiencia en el equipo y tuve que resolver algunas fricciones para continuar de manera armónica. Creo que lo mejor, antes que ser autoritario es establecer la comunicación, intentando mantener firmeza y convencimiento en las indicaciones, de manera de generar aceptación y respeto por parte de la mano de obra”.

### **6.1.2 – E.E. GUIÑAZÚ BAJA PRESIÓN**

#### ***Demoras en la provisión de materiales e insumos***

Se presentaron demoras importantes debido al retraso en la provisión de equipos importados, tal como las electrobombas KSB, la válvula actuada y la válvula de alivio.

En el caso de las bombas, la importación de los sellos mecánicos impidió que la provisión de las mismas, que incluía el transporte desde la Ciudad de Buenos Aires, se diera en tiempo y forma, con una demora de más de un mes con respecto a la fecha prevista.



Esto implicó la necesidad de reajustar el plan de avance dando prioridad a otras tareas dentro de la obra mecánica hasta la llegada de los equipos. Dicho plan de avance puede consultarse en el Anexo.

### ***Pérdidas generadas por actos de vandalismo***

Desafortunadamente, los vecinos inmediatos del predio interrumpieron en las instalaciones en cuatro ocasiones generando pérdidas de herramientas y materiales, y ocasionando daños en aberturas.

En la primera ocasión rompieron la cerradura de la puerta de chapa reforzada del Depósito para robar herramientas, como una hormigonera, una amoladora, un prolongador eléctrico, dos palas, un nivel de mano, etc. Estas herramientas pertenecían al oficial albañil contratado para la ejecución de la Sala de Tableros y debieron ser repuestas por la contratista.

En la segunda interrupción se robaron un sanitario, una bacha y una puerta placa de madera, que ya estaban instalados en el baño del Depósito, dañando nuevamente la puerta de chapa. También estos materiales debieron ser repuestos.

La tercera vez se registró el robo de ladrillos cerámicos macizos que se encontraban acopiados en el predio y por último, la cuarta oportunidad se trata del robo de una escalera extensible de aluminio que pertenecía al personal de la empresa subcontratada para la ejecución de la obra mecánica.

En conclusión estas pérdidas generan además de los directos, otros gastos por retrasos en el avance, gestión de compra para la reposición, mano de obra ociosa durante el retraso, diferencia económica con los equipos robados ya depreciados, etc. Es por ello que en ciertas ocasiones se hace necesario considerar la contratación de personal de seguridad. En este caso, la magnitud de la obra y considerando las pérdidas registradas en contraste con el costo de dicha seguridad, ésta no se hubiese justificado de todas formas.

### ***Provisión de materiales e instalaciones en subcontratos***

Puntualmente en el caso de la subcontratación de la obra mecánica existía una ambigüedad en la orden de compra firmada, que apareció al final de dicha provisión de materiales y servicios, en el último certificado. En la última factura apareció un extra por la

instalación de algunos materiales que la Contratista *consideró* incluidos en la contratación, lo que aparentemente no era así.

Es importante por lo tanto detallar en forma adecuada las ordenes de compra diferenciando la provisión de materiales e insumos, de la instalación de los mismos, cuando se trata de obras de este tipo. Si el detallado no es lo suficientemente puntilloso, pueden surgir diferencias que confunden y desgastan relaciones. Sin embargo, en este caso se pudo llegar a un acuerdo y el problema no pasó a mayores.

### ***Ritmo de trabajo de personal subcontratado***

La forma de contratación por hora, de la cuadrilla de albañiles para la ejecución de la Sala de Tableros no resultó del todo eficiente ya que se generaron demoras consideradas innecesarias en los trabajos. Debido a esto se cambió la forma de contratación al ajuste alzado por ítems, también conocida como contratación “por tantos”, con lo cual mejoró la eficiencia en la producción.

## **6.2 – IMPORTANCIA DE LA PROGRAMACIÓN Y EL SEGUIMIENTO**

### ***Equipo de trabajo utilizado en las obras de red***

En una obra de este tipo, con un equipo de gente reducido de entre 6 y 10 personas, sin muchas divisiones de jerarquías, resultó útil armar parejas de trabajo entre operarios de personalidades compatibles. Esto surgió durante el avance de la obra luego de que fueron detectadas ciertas fricciones entre operarios de responsabilidad compartida, que producían demoras en el avance.

Al ir apareciendo las personalidades de los operarios, los subgrupos de trabajo se reformularon para hacerlo más armónico y eficiente, obteniéndose de esta forma mejores resultados.

### ***Administración de equipos en las obras de red***

Antes de comenzar la obra, los equipos recibieron sus mantenimientos preventivos de cada 250 horas, pero semanalmente éstos requieren otro tipo de mantenimiento y revisión. Por ejemplo, el engrase de las articulaciones y de cilindros hidráulicos debe



hacerse casi diariamente en equipos del tipo de los utilizados en las obras de red tratadas en este informe. Es por ello que regularmente debe revisarse el funcionamiento de la grasera manual utilizada y el nivel de grasa que ésta contiene. También debe considerarse la limpieza de los mismos, dependiendo el tipo de suelo con el que se trabaje.

Otro punto es la provisión de combustible, necesario diariamente cuando se ha planificado apertura y/o cierre de excavación. El método utilizado para ello fue el transporte diario en bidones desde el obrador de sede central de la Contratista, junto con el personal. Para esto era necesario que diariamente el encargado de dicho obrador preparara el pedido para el día siguiente. Dicho pedido debía hacerse por lo tanto también diariamente, lo cual exigió planificación y adecuada comunicación.

Los engrases y cargas de combustible, así como las horas trabajadas se registraron en planillas de parte diario entregadas a los operadores, a los que se les exigió su rendimiento semanal. Estos partes diarios permiten controlar los rendimientos de producción y de combustible, registrándose además fallas y observaciones de otro tipo que pudieran aparecer. La planilla de parte diario utilizada puede observarse en el Anexo.

En los casos en los que se presentó algún tipo de falla en los equipos, la misma fue transmitida al encargado de mantenimiento de la Contratista, quien se ocupa de evaluar la falla en conjunto con la supervisión de obra y el operador para determinar la solución. En esta obra se registraron observaciones menores en los equipos, que fueron solucionadas en la sede central al finalizar la obra por lo que no se registraron demoras debidas a equipos más allá de las producidas por pinchaduras en neumáticos.

### ***Gestión de materiales y herramientas en obra***

En cuanto a los materiales, si bien las necesidades se definen de antemano, existen imprevistos o situaciones indefinidas que requieren seguimiento en la provisión y el stock los mismos. Para ello se llevaron planillas de stock que permitieron actualizar semanalmente y en ocasiones diariamente, las necesidades de materiales.

En este sentido cobra importancia la planificación, ya que ante la inexistencia en stock de sede central de los materiales pedidos por la obra, éstos deben ser pedidos a proveedores que muchas veces presentan demoras, por lo cual se puede ver afectado el avance de la producción en obra.



Lo mismo ocurre con las herramientas, que deben ser revisadas regularmente para registrar su existencia y su estado. Esto permite considerar alguna previsión para casos de rotura o desperfectos en herramientas presentes en obra. Además, ciertos trabajos requieren herramientas que están fuera del stock de obra, por lo que los pedidos deben realizarse con tiempo suficiente.

Se registraron algunas demoras por desperfectos en materiales instalados en obra, como cabezales de hidrantes y curvas con base, que presentaron pérdidas durante el llenado de las cañerías. Algunas herramientas también presentaron fallas.

Es por ello que tanto materiales como herramientas deben ser revisados antes de depositarlos en obra, para reducir el margen de demora por imprevistos.

Una obra de esta magnitud no ameritaba una persona únicamente abocada a la gestión de materiales y herramientas en obra, por lo que estos trabajos estuvieron dentro de las funciones de la supervisión de obra. En obras grandes con alto flujo logístico, los posibles costos por una gestión ineficiente en obra, sin duda ameritan personal directamente abocado a esta tarea.

### ***Presencia y comunicación***

Si bien el grupo de trabajo en sí funcionó de forma adecuada, se comprobó el aumento en la producción con la supervisión de los mismos.

El supervisor de obra, al tener una visión global de los trabajos realizados y a realizar durante la ejecución de la misma, tiene la capacidad de detectar y corregir desviaciones y solucionar problemas en pos del avance de la obra. Por ello es importante la presencia física del supervisor de los trabajos, de lo contrario la comunicación puede fallar, como en el siguiente caso que presenta el autor:

“Cuando comencé a trabajar en obra, supervisaba una cuadrilla que se encargaba de la ejecución de cámaras de hormigón para hidrantes y válvulas de desagüe en una obra cercana a la obra N°57. Simultáneamente otra cuadrilla debía comenzar la ejecución del tuneo inicialmente previsto para los cruces de calles en la antigua traza de dicha obra en barrio Chachapoyas I. Por no poder estar en ambos lados al mismo tiempo, opté por abandonar una obra, explicando previamente a dos operarios por separado (como método de redundancia), la traza por la cual debían realizar los tres túneles de cruce, confiando



en que posteriormente podría supervisar su trabajo por celular. Así fue como durante toda la jornada supervisé en obra a la cuadrilla de ejecución de cámaras mientras que la cuadrilla de tuneleo de la obra N°57 me transmitía los avances telefónicamente, hasta el final del día cuando ya había completado el trabajo. Aparentemente todo había resultado según lo planeado, pero cuando regresé a dicha obra descubrí que los túneles estaban corridos de la traza a una distancia de un metro. Sin poder comprender la causa de la situación, entendí rápidamente la importancia que tiene la presencia de un supervisor capacitado en obra, ya que los eventuales costos por este tipo de errores lo justifican ampliamente.”

**ANEXO 1**  
**OBRAS DE RED**



### **A.1.1 – PLIEGOS PARTICULARES**



**PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – PROYECTO (18PAG)**







































**PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - MATERIALES (6PAG)**













## A.1.2 – PLAN DE AVANCE





### **A.1.3 – PLANOS CONFORME A OBRA**



PLANO OBRA N°56



PLANO OBRA N°57



PLANO OBRA N°58



#### **A.1.4 – ENSAYOS DE SUELO**















### **A.1.5 – PARTE DIARIO EQUIPOS Y VEHÍCULOS**





### **A.1.6 – PIEZAS DE USO FRECUENTE EN OBRAS DE RED**





























**ANEXO 2**  
**E.E. GUIÑAZÚ**



### **A.2.1 – PLIEGOS PARTICULARES**





































## A.2.2 – PLAN DE AVANCE









### **A.2.3 – PLANOS CONFORME A OBRA**



PLANO OC-1



PLANO OC-2



PLANO OM-1



PLANO OM-2



PLANO OM-3



PLANO OM-4



PLANO OE-1.1



PLANO OE-1.2



PLANO OE-2



PLANO OE-3



## **A.2.4 – CARACTERIZACIÓN DE LOS EQUIPOS DE IMPULSIÓN**







## **A.2.5 – CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA DEL SISTEMA**



## TABLA DE EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE CUENTAS





## DEMANDA BAJA



## DEMANDA ALTA



## RESUMEN SITUACIÓN ACTUAL Y FUTURA



## **BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES CONSULTADAS**

- Comisión Nacional Mexicana de Agua; Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Redes de Distribución, diciembre de 2007.
- Pliegos de Especificaciones Técnicas, Redes de Distribución de Agua Potable, Obras N°56, N°57 y N°58, agosto de 2011
- Pliegos de Condiciones Particulares, Estación Elevadora Guiñazú, agosto de 2011
- Planos Conforme a Obra, Redes de Distribución de Agua Potable, Obras N°56, N°57 y N°58, agosto de 2012
- Planos Conforme a Obra, Estación Elevadora Guiñazú, agosto de 2013
- Universidad Nacional de Córdoba, Cátedra de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Apuntes de Cátedra
- Información suministrada por la empresa Aguas Cordobesas S.A.
- [www.maps.google.com.ar](http://www.maps.google.com.ar)
- [www.aguascordobesas.com.ar](http://www.aguascordobesas.com.ar)
- [www2.cordoba.gov.ar](http://www2.cordoba.gov.ar)