

**PRÁCTICA EMPRESARIAL CON CIVILES MECÁNICOS ELÉCTRICOS
INGENIEROS SAS (CIMELEC ING SAS) PARA LA “CONSTRUCCIÓN DE LAS
PROLONGACIONES DE REDES LOCALES DE ACUEDUCTO,
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LOS BARRIOS INCLUIDOS
EN EL FALLO DE TUTELA 041-2006, DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD
BOLÍVAR EN LA ZONA 4 DEL ACUEDUCTO DE BOGOTÁ.**

JOSE FERNEY RODRIGUEZ MONTAÑO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2016

**PRÁCTICA EMPRESARIAL CON CIVILES MECÁNICOS ELÉCTRICOS
INGENIEROS SAS (CIMELEC ING SAS) PARA LA “CONSTRUCCIÓN DE LAS
PROLONGACIONES DE REDES LOCALES DE ACUEDUCTO,
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LOS BARRIOS INCLUIDOS
EN EL FALLO DE TUTELA 041-2006, DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD
BOLÍVAR EN LA ZONA 4 DEL ACUEDUCTO DE BOGOTÁ.**

JOSE FERNEY RODRIGUEZ MONTAÑO

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniera Civil**

Director

**Edgar Ricardo Oviedo Ocaña
Ingeniero Sanitario, MSc, PhD.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2016

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme siempre cumplir mis sueños, dándome todas las oportunidades que he necesitado, acompañándome en todo el camino de mi vida.

A mi familia especialmente a mis padres por apoyarme en todos mis proyectos, siendo mi guía en todo momento, este logro también pertenece a ellos.

A CIMELEC ING SAS por darme la oportunidad de ser parte de su equipo de proyectos, fue una gran experiencia para mi crecimiento profesional y personal.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. RESEÑA HISTARICA DE LA EMPRESA	15
1.1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	15
1.1.1. Misión.....	16
1.1.2. Visión.	16
2. METODOLOGÍA	17
2.1. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL....	17
2.1.1. Seguimiento al proyecto mediante recorridos a los frentes de obras.....	18
2.1.2. Instalación tubería.....	18
2.1.3. Excavaciones.....	18
2.1.4. Cimentación o cama del tubo.....	19
2.1.5. Pozos de inspección.....	20
2.1.6. Dimensiones Básicas.....	21
2.1.7. Rellenos y compactación	22
2.1.7.1. Estructuración de la bitácora diariamente.....	22
2.1.7.2. Elaboración de los informes semanales y mensuales.	23
2.1.7.3. Análisis y organización de las modificaciones realizadas a los planos de construcción.....	23
2.2. VERIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD	23
2.2.1. Descripción tubería.....	23

2.2.1.1. Características de la tubería PVC-Novafort	24
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	27
3.1. SUPERVISIÓN DEL AVANCE DE OBRA.....	27
3.2. RECORRIDO DE OBRA.....	27
3.2.1. Cama para tubo.	28
3.2.2. Cronograma de obra.....	29
3.3. CONTROL DE CALIDAD	30
3.3.1. Rellenos con material proveniente de la excavación.	30
3.3.2. Rellenos con recebo.	31
4. CONCLUSIONES	33
5. RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	35
BIBLIOGRAFÍA.....	37
ANEXOS	39

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Presenta la excavación, mejoramiento de cimentación y atraque de tubo.....	20
Figura 2 Pozo inspección construido en mampostería con diámetro 1.20 m y espesor 0.25 m.	21
Figura 3 Pozo inspección prefabricados en concreto con diámetro 1.20 m y espesor 0.12 m.	21
Figura 4 Corte longitudinal del tubo PVC-Novafort.	25
Figura 5 Toma de cilindros y construcción de placa superior	26
Figura 6 Excavación para pozo de inspección con presencia de roca.....	28
Figura 7 Excavación para tubería con presencia de roca en todo el tramo.	28
Figura 8 muestras un tramo en tubería de gres, el cual se realiza el cambio por tubería Novafort la cual quedara a una mayor profundidad que la existente.	29
Figura 9 Ladera en donde se construyó las redes de alcantarillado.	30
Figura 10 Toma densidades con densímetro nuclear a relleno con recebo.....	32

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Ancho máximo de excavación según NS-019-Version 2.3	19
Tabla 2 Tipo de cárcamo según NS-090 - Versión 3	31

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A Diseño mezclas concreto	39
Anexo B. Especificaciones Carcamo	41

RESUMEN

TITULO: PRÁCTICA EMPRESARIAL CON CIVILES MECÁNICOS ELÉCTRICOS INGENIEROS SAS (CIMELEC ING SAS) PARA LA “CONSTRUCCIÓN DE LAS PROLONGACIONES DE REDES LOCALES DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LOS BARRIOS INCLUIDOS EN EL FALLO DE TUTELA 041-2006, DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR EN LA ZONA 4 DEL ACUEDUCTO DE BOGOTÁ.”

AUTOR: JOSE FERNEY RODRIGUEZ MONTAÑO*

PALABRAS CLAVE: Alcantarillado, Obra, Tubería, pozo, tramo, suministro.

Los fenómenos de crecimiento poblacional y asentamientos subnormales, muestran la necesidad de realizar intervenciones para garantizar condiciones de agua y saneamiento a estas poblaciones. Acorde con la acción de Tutela 041-2006, se debe instalar infraestructura de acueducto y alcantarillado en la localidad de la ciudad Bolívar en la Zona 4. Para cumplir con este propósito, la empresa de Acueducto, Agua, Alcantarillado y Aseo de Bogotá contrató a la empresa Civiles Mecánicos Eléctricos Ingenieros SAS para la construcción de las redes de acueducto y alcantarillados sanitario y pluvial. En este documento, se presentan las actividades desarrolladas en la práctica empresarial en la empresa mencionada, durante la ejecución del proyecto referenciado.

El propósito de la práctica fue la supervisión del estado de avance de obra y revisar la calidad de las obras ejecutadas en el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial. La práctica permitió afianzar los conocimientos teóricos en la línea de recursos hídricos y saneamiento ambiental, así como en la gestión de proyecto, a través del trabajo de campo, la cual permite poner en práctica habilidades adquiridas en la academia.

En el presente documento se describen actividades que se realizaron para dar funcionamiento a un alcantarillado ya sea sanitario o fluvial, para una zona que se encontraba con problemas en este servicio o deterioro de las mismas. Para lo cual se realizaron excavaciones, mejoramiento a los cimientos o cama del tubo, instalación de tubería, pozos de inspección, estructuras de protección para la tubería entre otros.

* Trabajo de grado

* Facultad De Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela De Ingeniería Civil. Director. Edgar Ricardo Oviedo Ocaña

ABSTRACT.

TITLE: BUSINESS PRACTICE WITH CIVILES MECÁNICOS ELÉCTRICOS INGENIEROS SAS (CIMELEC ING SAS) FOR " CONSTRUCTION OF EXTENSIONS OF LOCAL WATER SUPPLY NETWORKS , SANITARY SEWER AND STORM OF DISTRICTS INCLUDED IN CUSTODY 041-2006 FAILURE OF THE TOWN OF CIUDAD BOLÍVAR IN AREA 4 ACUEDUCTO DE BOGOTÁ..*

AUTHOR: JOSE FERNEY RODRIGUEZ MONTAÑO**

KEYWORDS. Sewerage, doing, Pipe, pit, length, supply.

The phenomena of population growth and subnormal settlements show the need for interventions to ensure water and sanitation conditions of these populations. According to the tutela 041-2006 , install water and sewer infrastructure in the town of Ciudad Bolivar in Zone 4 . To fulfill this purpose, la empresa de Acueducto, Agua, Alcantarillado y Aseo de Bogotá hired the company Civiles Mecánicos Eléctricos Ingenieros SAS to build networks of water and sanitary and storm sewers . In this paper, the activities in the business practice in the company mentioned, during the execution of the referenced project are presented.

The purpose of the practice was monitoring the progress of work and review the quality of the works carried out in the system of sanitary and storm sewers. The practice allowed consolidate the theoretical knowledge in the line of water resources and sanitation, as well as project management, through fieldwork, which allows implement skills acquired at the academy.

This document activities conducted to give a sewer running either health or river, to an area that was with problems in this service or deterioration thereof are described. For which excavations, improvement to the foundation bed tube, pipe installation, manholes, protective structures for piping among others were performed.

* Degree work

** Faculty of Physical Engineering - Mechanical. School of Civil Engineering. Director. Edgar Ricardo Oviedo Ocaña

INTRODUCCIÓN

El saneamiento básico permite determinar las alternativas para la identificación y solución de los problemas de saneamiento en las comunidades, promoviendo un manejo adecuado de agua y alimento y una disposición correcta de los residuos sólidos y excretas. A pesar de los esfuerzos para mejorar la cobertura de estos sistemas de alcantarillado en las ciudades, aún se presentan inconvenientes en las zonas periféricas o urbano-marginales.

Las **redes de alcantarillado** pluvial evitan la inundación en caso de lluvia de locales, viviendas, fábricas. Además, desde el punto de vista sanitario, son las **encargadas de hacer desaparecer las aguas negras**, es decir, los desechos originados por la actividad de la población del lugar además de por la lluvia. En la composición de estas aguas se encuentran sólidos orgánicos disueltos y suspendidos que se pueden pudrir. También conllevan microorganismos y bacterias que aceleran el proceso de descomposición¹.

Según aumenta la población que habita en un espacio, también aumentan los desechos que son necesarios evacuar. Por esta razón, las redes de saneamiento **deben estar bien diseñadas** y resulta fundamental su **correcto mantenimiento**. La serie de conductos y tuberías subterráneas que componen los sistemas de alcantarillado se encargan de recolectar las aguas de desecho y transportarlas de forma segura y rápida a un lugar donde no afecte a la salubridad de su población.

¹ OVICAL. La importancia del alcantarillado. 2011. [en línea] [citado 10 de marzo de 2016] Disponible en: <http://www.ovical.es/articulos-de-interes/125-la-importancia-del-alcantarillado.html>

El **sistema de alcantarillado** resulta determinante para la correcta conducción de las aguas residuales. Sin él, se vería comprometida en multitud de ocasiones nuestra salud y bienestar. Por esta razón, debemos invertir en **cuidar y mantener nuestras redes de saneamiento** a fin de que sigan cumpliendo su función de manera efectiva.

La Empresa de acueducto, agua, alcantarillado y aseo de Bogotá ESP (**EAB**) en cabecera de la Zona 4, de acuerdo a la acción de tutela impuesta por la comunidad y las necesidades del sector, optó por realizar la construcción del alcantarillado Pluvial y Sanitario, junto con la prolongación de las redes de servicio del Sector ya existente. Este proyecto se localiza al sur de la ciudad de Bogotá en la localidad de Ciudad Bolívar, que de acuerdo con la zonificación de la **EAB** hace parte de la Zona 4.

En la práctica empresarial desarrollada se participó como auxiliar de ingeniería con Civiles Mecánicos Eléctricos Ingenieros SAS (CIMELEC ING SAS) en el contrato “construcción de las prolongaciones de redes locales de acueducto, alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios incluidos en el fallo de tutela 041-2006, de la localidad de ciudad bolívar en la zona 4 del acueducto de Bogotá”.

Esta práctica empresarial contempla la supervisión del avance de obra y control de calidad de las obras ejecutadas; en las cuales se presentan actividades como la instalación de tubería para alcantarillado sanitario y pluvial, en diámetros de 8” y 12” respectivamente; lo anterior conlleva a la construcción de pozos de inspección.. Para los barrios Santa Viviana, Caracolí y Tres Esquinas de la localidad de Ciudad Bolívar - Bogotá DC.

1. RESEÑA HISTORICA DE LA EMPRESA

Fundada el 15 de Marzo de 1971, **CIMELEC** Ingenieros SAS cuenta con más de 40 años de experiencia desarrollando proyectos para el sector público y privado, haciendo presencia en la mayor parte del territorio colombiano. Construyendo acueductos, alcantarillados sanitarios y de aguas lluvias, vías y puentes, obras de urbanismo, edificaciones, obras ambientales, instalaciones mecánicas, plataformas petroleras, distritos de riego, entre otras.

1.1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Desde 1971 en **CIMELEC** trabajamos con el compromiso firme y constante de preservar el Entorno Natural y Social como garantía para el futuro del planeta y quienes lo habitamos. Nuestra productividad está estrechamente ligada con el cumplimiento, siempre con el objetivo claro de generar proyectos sostenibles y responsables con el medio ambiente.

Este compromiso nos permite crear espacios ideales para la interacción de la vida humana y el medio ambiente, para esto aplicamos integralmente nuestros conocimientos en las diferentes ingenierías.

Nuestros clientes dan testimonio de nuestro gran conocimiento y capacidad para desarrollar sus proyectos sin afectar significativamente las condiciones ambientales, beneficiando a la comunidad, siempre acorde con las exigencias legales.

1.1.1. Misión. Nuestra misión es ser una Empresa líder en Colombia en el desarrollo de proyectos de infraestructura reconocida por su mejoramiento continuo, altos estándares de calidad, cumplimiento, cuidado al medio ambiente y respeto por las comunidades

1.1.2. Visión. Ser una empresa en el sector de la construcción que brinde soluciones integrales de ingeniería, respondiendo con la calidad y competitividad a las expectativas de sus clientes, en armonía con el medio ambiente, los empleados, las comunidades donde operamos y con una gran responsabilidad social empresarial

2. METODOLOGÍA

Supervisión del Estado de Avance de Obra

Una obra de construcción necesita una supervisión constante y permanente, el residente debe estar en condiciones de dirigir, controlar, administrar, gestionar y buscar soluciones a los problemas que se presenten. Para un ingeniero residente llegar a obtener estas buenas condiciones requiere experiencia y dedicación para adquirir y mejorar estas condiciones

2.1. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL.

La organización del tiempo en el que se realizó la práctica empresarial inició en un acople al proyecto, tiempo en el cual se adquirieron las responsabilidades de las actividades a realizar; como por ejemplo el análisis de planos, especificaciones técnicas, procedimientos constructivos e información de datos obtenidos en el seguimiento de las obras.

En el periodo de práctica se realizaron actividades relacionadas con la ingeniería civil entre las cuales se destacan:

- Seguimiento al proyecto mediante recorridos a los frentes de obras
- Estructuración de la bitácora diariamente.
- Elaboración de los informes semanales y mensuales en lo que compete a la parte técnica
- Análisis y organización de las modificaciones realizadas a los planos de construcción

2.1.1. Seguimiento al proyecto mediante recorridos a los frentes de obras.

Como en todo proyecto, se llevó un seguimiento estricto del avance en el que se encuentra la obra, teniéndose en cuenta las actividades realizadas y las que se están ejecutando; con esto se plantea la forma de realizar las próximas actividades garantizando el rendimiento y cumplimiento de las fechas requeridas para su finalización; por todo esto, durante la práctica se realizaron visitas periódicas a todos los frentes de las obra; con el fin de recopilar información y registros fotográficos, plasmándolos en informes semanales y mensuales de rendimientos y avance de obra, que faciliten a la empresa un control general de la obra.

Entre las actividades realizadas en los frentes de obra, a las cuales se realizó el seguimiento durante la práctica, se destaca la instalación de la tubería; a continuación se describe el proceso para esta actividad:

2.1.2. Instalación tubería. De acuerdo a lo establecido en el objeto del contrato el cual constaba en la instalación de tubería flexible de 6" de diámetro para la red domiciliaria, 8" de diámetro para redes de alcantarillado sanitario y 12" de diámetro para la red de alcantarillado pluvial. La instalación de la tubería consta con una serie de actividades tales como excavación, mejoramiento de la cimentación o cama del tubo, relleno con recebo o material proveniente de la excavación, compactación y construcción de pozos de inspección los tramos de tubería.

2.1.3. Excavaciones. Las zanjas se excavaron a lo largo de los alineamientos, según las secciones, pendientes y rasantes que se indiquen en los planos. En la tabla 1 presenta los anchos permisibles según el diámetro de la tubería.

Tabla 1 Ancho máximo de excavación según NS-019-Version 2.3

DIAMETRO DEL TUBO	ANCHO MÁXIMO PERMISIBLE DE EXCAVACION [mm]
Acometidas hasta 2" (50 mm)	350
3" (75 mm)	400
4" (100 mm)	400
6" (150 mm)	500
8" (200 mm)	550
10" (250 mm)	650
12" (300 mm)	700

Las excavaciones se realizaron por métodos manuales y mecánicos; el método dependía según el tipo de suelo y del sitio a intervenir.

Método manual; esta es realizada por trabajadores con herramientas como (picas y palas)

Método mecánico; esta es realizada por una maquina (retroexcavadora)

2.1.4. Cimentación o cama del tubo. La función primordial del encamado es la de ofrecer un apoyo firme, continuo y homogéneo en donde se pueda posar convenientemente la tubería retirando cualquier objeto extraño que pueda impedirlo.

Sí, se presenta el caso de un material poco consistente en el fondo de la zanja o la existencia de niveles freáticos altos, se recomienda un encamado en piedra y gravilla con suficiente espesor como para mejorar las condiciones del suelo y drenar el agua permitiendo el trabajo en seco. El encamado también permite absorber las irregularidades que quedan en el fondo de la zanja al realizar la excavación. En la figura 1 se puede observar, como queda el encamado.

La cama para la tubería en la zanja fue 10 cm de arena de peña; así lo exigía los planos de diseño entregados por parte de la empresa de acueducto de Bogotá.

Figura 1 Presenta la excavación, mejoramiento de cimentación y atraque de tubo.



2.1.5. Pozos de inspección. Estructura construida principalmente de ladrillo y concreto, diseñada para permitir la ventilación, el acceso y el mantenimiento de los colectores de alcantarillado.

Los pozos deben ser construidos cada vez que se presente cualquiera de las siguientes situaciones:

- Al inicio de un tramo (así no existan colectores que lleguen a él)
- Cada 80 - 120 m.
- Cambios de dirección
- Cambios de pendiente

- Intersección de tuberías
- Cambios en los diámetros de las tuberías
- Cambios en el material de las tuberías

2.1.6. Dimensiones Básicas.

- El diámetro interno de la parte Cilíndrica de los pozos de inspección debe ser siempre de 1.20 m.
- El muro de mampostería en la zona cilíndrica debe ser de un espesor en la pared de 0.25 m cuando la profundidad del pozo medida desde la rasante hasta la batea de la tubería más baja sea menor o igual a 4 m, y de 0.37 m para profundidades entre 4 m y menores o iguales a 7 m.
- Los cilindros prefabricados en concreto deben tener un espesor de 12cm; estos cilindros comercialmente se presentan con alturas de 0.25m, 0.50m y 1.00m².

Figura 2 Pozo inspección construido en mampostería con diámetro 1.20 m y espesor 0.25 m.



Figura 3 Pozo inspección prefabricados en concreto con diámetro 1.20 m y espesor 0.12 m.



² CONTRATOS. Sistema Electrónico de Contratación Pública; Pliegos de Contratación; [En Línea]: Disponible en: <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=15-4-3450785>

2.1.7. Rellenos y compactación. Después de tener todo un tramo del sistema de alcantarillado listo, los pozos de inspección, la cimentación y encamado; se procede a hacer el relleno de las zanjas y posteriormente la compactación.

El relleno se efectuará lo más rápidamente posible después de instalada la tubería, para proteger a ésta contra rocas que puedan caer en la zanja y eliminar la posibilidad de desplazamiento o de flotación en caso de que se produzca una inundación, evitando también la erosión del suelo que sirve de soporte a la tubería.

El suelo circundante a la tubería debe confinar convenientemente a la zona de relleno para proporcionar el soporte adecuado a la tubería, de tal manera que el trabajo conjunto de suelo y tubería le permita soportar las cargas de diseño.

2.1.7.1. Estructuración de la bitácora diariamente. La bitácora es una herramienta para el control de procesos constructivos, en el cual se anotan diariamente los sucesos relacionados con la ejecución de la obra.

La bitácora debe contar con una hoja de apertura donde deben anotarse los datos del contrato, nombre y cargo de los profesionales autorizados para intervenir en ella.

Además de eso todos los días deben anotarse por el contratista e interventor los siguientes aspectos:

- Estado del tiempo.
- Personal laborando.
- Estado del equipo.
- Suministro de materiales.
- Inicio de cada una de las fases de la obra.
- Condiciones de seguridad.

- Accidentes presentados en la obra.
- Ordenes de corrección a defectos de la obra.
- Modificación a planos.

2.1.7.2. Elaboración de los informes semanales y mensuales. En lo que compete a la parte técnica. Mediante las evidencias tomadas en los recorridos de obra y con las sugerencias descritas por la interventoría o por algún integrante del contratista en la bitácora de la obra se generan los informes semanales y mensuales del avance de obra.

2.1.7.3. Análisis y organización de las modificaciones realizadas a los planos de construcción. Los planos son medios de comunicación gráfica, con los cuales se indican las dimensiones, formas y requerimientos necesarios en las estructuras, por esto deben tener una revisión detallada durante su construcción, y al finalizar cada obra se hace necesario registrar en un plano el estado final de la obra construida ya que en algunas ocasiones al momento de la construcción surgen imprevistos que ocasionan que se realicen algunos cambios a lo planeado inicialmente. Los cambios que se presenten en los planos deben ser registrados y firmados en la bitácora de obra.

2.2. VERIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD

2.2.1. Descripción tubería. En general para las operaciones de colocación, instalación, unión, materiales de base y atraque; se deben observarse las instrucciones del fabricante respectivo.

Para la presente práctica se instala tubería PVC-Novafort, para cual el fabricante (GerFor SA) en charla de inducción recomienda que para dar garantía a la tubería esta debe estar a una profundidad mínima de 1.00 m medidos desde el lomo del

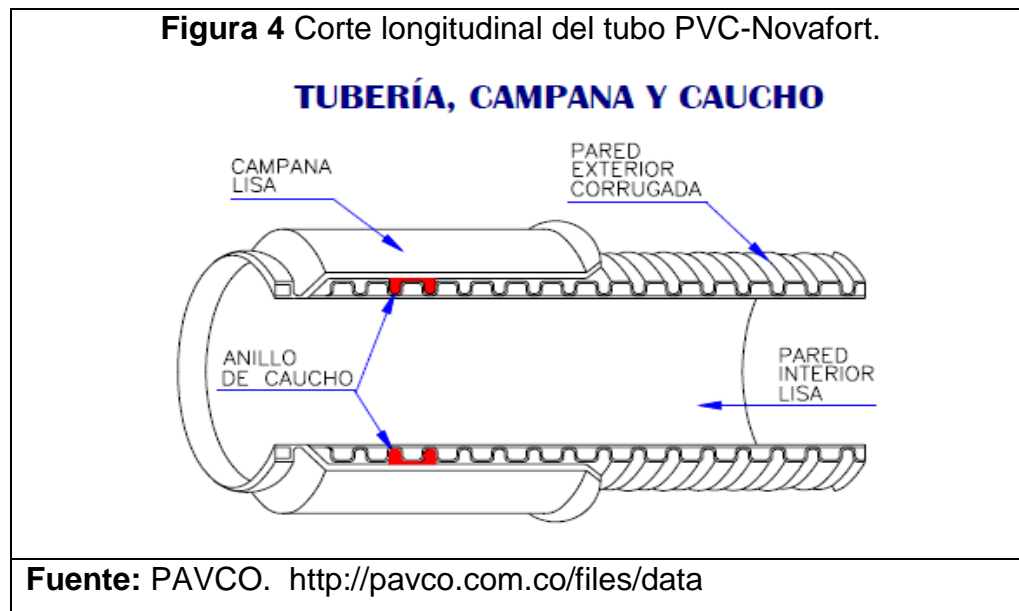
tubo hasta la rasante para zonas de tránsito vehicular, para zonas peatonales o zonas verdes se acepta hasta 0.80 m y a una profundidad máxima de 5.00 m; de no cumplirse lo anterior se deben construir estructuras de protección como por ejemplo cárcamos o en su efecto utilizar otro tipo de tubería que cumpla con las especificaciones hidráulicas.

Por otra parte recomienda que la primera capa de compactación fuera como mínimo de 35 cm de espesor por encima del lomo de tubo.

2.2.1.1. Características de la tubería PVC-Novafort: Esta tubería es la más usada en Colombia para la construcción de alcantarillados, por su alta calidad, economía, durabilidad, capacidad hidráulica, estabilidad estructural y fácil instalación.

NOVAFORT es una tubería de pared estructural, fabricada en un proceso de doble extrusión, pared interior lisa y exterior corrugada. Sistema de unión mecánico, campana espigo con hidrosello de caucho. Fabricada bajo la Normas Técnicas Colombianas, NTC 3722-1, tubos y accesorios de pared estructural para sistemas de drenaje subterráneo y alcantarillado.

Figura 4 Corte longitudinal del tubo PVC-Novafort.



- Para la instalación de la tubería se debe replantear exactamente la posición del eje de la tubería según el alineamiento y cotas mostrados en los planos de construcción. No se debe instalar la tubería con evidencia de lodo, agua, con niveles freáticos altos, mala nivelación.
- Los rellenos se realizaron con recebo y en algunos casos se hicieron con material proveniente de las excavaciones esto solo para las zonas verdes.
- CIMELEC ING SAS contó con el apoyo del laboratorio INPASUELC LTDA para el diseño de concretos con resistencias de 4000 psi y 5000 psi. El mismo laboratorio fue el encargado de la toma de las densidades con el densímetro nuclear y ensayo los cilindros tomados a los concretos hechos en obra. Las dosificaciones de los concretos utilizados se adjuntan en el Anexo A.
- **Concretos in-situ.** A los concretos hechos en obra se realizaron toma de cilindros, para lo cual se tomaron por cada mezcla 6 muestras. Las cuales se realizaron prueba a dos cilindros a los 7 días de tomada la muestra, a dos

cilindros a los 14 días de tomada la muestra, a un cilindro a los 28 días de tomada la muestra y se deja un cilindro como testigo. En figura 10 se muestra la construcción de una placa superior para pozo de inspección con una resistencia de concreto de 5000 psi y la toma de cilindro de prueba.

Figura 5 Toma de cilindros y construcción de placa superior



3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. SUPERVISIÓN DEL AVANCE DE OBRA

Es importante revisar que cada una de las tareas se ejecute en el lugar correcto y con la calidad indicada en las especificaciones del cliente o las del fabricante de los materiales.

3.2. RECORRIDO DE OBRA.

En los recorridos de obra se observó comúnmente rocas en las distintas excavaciones, ya fuesen para instalación de tubería o para pozos de inspección. Por tal motivo se le presentó y solicitó la autorización a la interventoría de cambiar algunos diseños como los que se mencionan a continuación:

- Se adicionan pozos intermedios con el fin de cambiar las pendientes y así tener menos profundidad de excavación, en suelos donde se evidenciaba roca.
- Se reubican pozos con el fin de encontrar un suelo más blando que la roca, también se reubicaron porque quedaban en predios privados.
- Se eliminan tramos de alcantarillado por que no se iba a beneficiar nadie con esta red.
- Se cambian las profundidades de excavaciones en los sectores que se tenía presencia e roca.

En figuras 6, se muestra la excavación para un pozo de inspección, encontrando en esta una gran sección de roca; lugar en el cual se realizó modificación al diseño con el fin de esquivar la roca. De igual manera sucede en la figura 7 con la

excavación para la tubería, donde se realizó ajustes a la profundidad de la excavación; es decir el diseño solicitaba excavar 1.50 m y finalmente se modificó quedando una excavación de 0.80 m de profundidad ya que este sector es sendero peatonal.

Figura 6 Excavación para pozo de inspección con presencia de roca.



Figura 7 Excavación para tubería con presencia de roca en todo el tramo.



3.2.1. Cama para tubo. En la excavación que se muestra en la figuras 8 se puede determinar la dificultad para instalar de la nueva tubería, tal motivo por que la tubería de gres se encontraba en funcionamiento y conducía suficientes aguas residuales, por otra parte la tubería novafort conto con una profundidad mayor a la que tenía la red de gres. Por esta razón se optó por hacer la cama del tubo en triturado 3/8" con el fin de ser utilizado como filtro mientras se hace la conexión de todas los predios involucradas en el tramo.

Figura 8 muestras un tramo en tubería de gres, el cual se realiza el cambio por tubería Novafort la cual quedara a una mayor profundidad que la existente.



3.2.2. Cronograma de obra. Durante el tiempo de la práctica se elaboraron 13 informes semanales técnico en los cuales pude observar un atraso en el cronograma de obra. Tal atraso se generó por las difíciles condiciones del terreno y estas condiciones conllevan a realizar trabajos extras para las actividades constructivas como por ejemplo realizar trasiego de a los materiales de hasta 100 m por pendientes mayores al 50%. La figura 9 muestra los tramos de alcantarillado construidos.

Figura 9 Ladera en donde se construyó las redes de alcantarillado.



3.3. CONTROL DE CALIDAD

La empresa como contratista debía llevar diferentes formatos en donde se verifica la calidad de los procesos y el material entregado en la obra. Se llevaba el avance diario de la obra en donde se especifica los ensayos realizados durante el día y las inspecciones.

3.3.1. Rellenos con material proveniente de la excavación. En esta clase de rellenos, el material se extenderá en capas horizontales menores de 30 centímetros de espesor y se procederá a compactarlas. Antes de compactar cada capa, se procederá a retirar los granos mayores de 10 centímetros y a desmenuzar los terrones orgánicos que pueda haber en los materiales, utilizando rastrillo u otro equipo similar; en caso de que no sea posible la destrucción de estos grumos, deberán retirarse del relleno. Una vez que se compruebe que el

contenido de humedad y las condiciones del material de una capa son satisfactorios, se procederá a la compactación con el equipo, hasta obtener una densidad entre el 95% y el 100% de la máxima densidad seca obtenida en el ensayo Proctor Standard.

3.3.2. Rellenos con recebo. El material se extendió en capas horizontales de 20 centímetros de espesor compactado. Una vez se compruebe que el contenido de humedad y los materiales de una capa son satisfactorios, se procederá a la compactación con un equipo apropiado, hasta obtener una densidad relativa mínima del 85%.

3.3.3. Estructuras de protección a la tubería instalada. Cuando la distancia entre la rasante final de la vía y el lomo de la tubería es menor de la distancia mínima requerida por el fabricante o el cliente, se debe construir o realizar alguna alternativa de protección y/o prevención.

Para los casos presentados en el tiempo de la práctica se optó por la construcción del siguiente tipo de cárcamo. En la tabla 2 se especifica el alcance del tipo de cárcamo utilizado.

Tabla 2 Tipo de cárcamo según NS-090 - Versión 3

Tipo de cárcamo	Material	Uso	Observaciones
Cárcamo tipo placa de protección para diferentes diámetros de tubería.	Concreto reforzado	Aplicado para profundidades no menores de 0.5m.	Cárcamo con placa superior; se utiliza para diámetros de tubería desde 8" hasta 36", su dimensionamiento y especificación del material se muestran en el anexo B.

Figura 10 Toma densidades con densímetro nuclear a relleno con recebo



4. CONCLUSIONES

- Se puede concluir que los diseños iniciales no se siguieron a cabalidad, debido a que se presentaron imprevistos tales como, interferencias de redes de acueducto, gas y telecomunicación en los lineamientos de los diseños. Por otra parte la presencia de roca en las excavaciones y las difíciles condiciones topográficas de algunos tramos fueron los factores considerables que generaron retrasos en los cronogramas de avance de obra.
- Los trabajos de instalación de tubería para alcantarillado realizados en los barrios incluidos en el fallo 041-2006 permitieron que se canalizara las aguas residuales de los habitantes del sector, los cuales eran depositadas a la ladera y eran las causantes de procesos de remoción en masa; así mismo se mejoraron las condiciones de salubridad.
- Ser participante de la ejecución del contrato en mención deja grades conocimientos, pues en el desarrollo de las actividades se integraron varias ramas de la ingeniería como: suelos y acueductos, esto hace que la ingeniería civil me agrade cada días más debido a su gran campo de desarrollo.

5. RECOMENDACIONES

- Trabajar siempre con una salida para las aguas (descole) mientras que las excavaciones se encuentre abiertas ya sea por causa de aguas residuales de tuberías antiguas y/o por la escorrentía que se presente durante la lluvia.
- Para el empalme de la tubería se debe limpiar con un trapo limpio y seco la parte interior de la campana y el caucho. Se debe hacer lo mismo con la parte exterior del tubo a ser insertada, por otra parte deben retirarse rocas y material punzante que puedan afectar la tubería.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. Acuerdo N° 11 de 2010. Zpor el cual se adopta un nuevo marco estatutario para la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP. [en Línea] [citado 12 de marzo de 2016] Disponible en: <http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/html/resources/empresa/Pel/Macro21-06172013.pdf>

[2] CONTRATOS. Sistema Electrónico de Contratación Pública; Pliegos de Contratación; [en Línea] [citado 16 de marzo de 2016] Disponible en: <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=15-4-3450785>

[3] MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO - Dirección de Servicios Públicos Domiciliarios. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, Santafé de Bogotá, 2000. (RAS-2000).

[4] EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ - E.S.P. Cámara de inspección prefabricada para alcantarillado. Bogotá: EAAB - E.S.P. (NP-074)

[5] EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ - E.S.P. Accesorios para acueducto. Bogotá: EAAB - E.S.P. (NP-011)

[6] EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ - E.S.P. Criterios para la Documento controlado, su reproducción está sujeta a previo

permiso por escrito de la Empresa evaluación de la conformidad de los productos que adquiere la EAAB-ESP. Bogotá: EAAB - E.S.P. (NS-100)

[7] COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. Manual de Agua Potable, Alcantarillado Y Saneamiento Alcantarillado Pluvial. Diciembre de 2007 [en línea] {citado 20 de abril de 2016} Disponible en: <ftp://ftp.cna.gob.mx/Mapas/libros%20pdf%202007/Alcantarillado%20Pluvial.pdf>

[8] OVICAL. La importancia del alcantarillado. 2011. [en línea] [citado 10 de marzo de 2016] Disponible en: <http://www.ovical.es/articulos-de-interes/125-la-importancia-del-alcantarillado.html>

BIBLIOGRAFÍA

ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. Acuerdo N° 11 de 2010. Zpor el cual se adopta un nuevo marco estatutario para la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP. [en Línea] [citado 12 de marzo de 2016] Disponible en: <http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/html/resources/empresa/Pel/Macro21-06172013.pdf>

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. Manual de Agua Potable, Alcantarillado Y Saneamiento Alcantarillado Pluvial. Diciembre de 2007 [en línea] {citado 20 de abril de 2016} Disponible en: <ftp://ftp.cna.gob.mx/Mapas/libros%20pdf%202007/Alcantarillado%20Pluvial.pdf>

CONTRATOS. Sistema Electrónico de Contratación Pública; Pliegos de Contratación; [en Línea] [citado 16 de marzo de 2016] Disponible en: <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=15-4-3450785>

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ - E.S.P. Accesorios para acueducto. Bogotá: EAAB - E.S.P. (NP-011)

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ - E.S.P. Cámara de inspección prefabricada para alcantarillado. Bogotá: EAAB - E.S.P. (NP-074)

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ - E.S.P. Criterios para la Documento controlado, su reproducción está sujeta a previo

permiso por escrito de la Empresa evaluación de la conformidad de los productos que adquiere la EAAB-ESP. Bogotá: EAAB - E.S.P. (NS-100)

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO - Dirección de Servicios Públicos Domiciliarios. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, Santafé de Bogotá, 2000. (RAS-2000).

OVICAL. La importancia del alcantarillado. 2011. [en línea] [citado 10 de marzo de 2016] Disponible en: <http://www.ovical.es/articulos-de-interes/125-la-importancia-del-alcantarillado.html>

ANEXOS

Anexo A Diseño mezclas concreto

	DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO HIDRAULICO	CODIGO: PEP-144 VIGENCIA: 17-01-2013 VERSION: 01
COMPañIA: CIMELEC INGENIEROS S.A.S ATENCIÓN: ING. TITO GUARNIZO MATERIAL: ARENA Y GRAVA CANTERA: CEMEX OBRA: LINEA 18' KBA 88 (SUBA)	ENTREGA DE RESULTADO FECHA DE ENTRADA ORDEN DE TRABAJO FECHA DE ENSAYO CODIGO DE OBRA	EP-INF-03-400 JUNIO 28 DE 2013 EP-OT-149-03-400 JULIO 4 DE 2013 LP-0013
MATERIALES A UTILIZAR 1.- Cemento CEMEX 2.- Arena: CEMEX 3.- Grava CEMEX 4.- AGUA: ACUEDUCTO BOGOTA		
METODO DE DISEÑO Debido a la característica de los materiales, se conviene utilizar la curva FULLER - metodo II.		
DATOS DE LOS MATERIALES		
CEMENTO		
1.- Peso específico en Kg/m ³		2992
2.- Peso unitario suelto en Kg/m ³		1199
GRAVA		
1.- Tamaño máximo en (pulg.)		1"
2.- Tamaño máximo nominal en (pulg.)		3/4"
3.- Forma		Semi angular
4.- Peso específico en Kg/m ³		2591
5.- Peso unitario suelto en Kg/m ³		1353
6.- % de Gravas		42,1
ARENA		
1.- Modulo de finura		3,001
2.- Peso específico en Kg/m ³		2536
3.- Peso unitario suelto en Kg/m ³		1448
4.- % de Arenas		57,9
AGUA		
1.- Peso específico en Kg/m ³		1000
1.- f'c 280	Asentamiento en cm.	7,6
CANTIDADES DE DISEÑO DE LOS MATERIALES EN PESO ASI:		
A.- Cemento en Kg/m ³		485
B.- Arena en Kg/m ³		882
C.- Grava en Kg/m ³		641
D.- Agua en Lts/m ³		243
RELACION EN VOLUMEN SUELTO DE LOS MATERIALES		
CEMENTO	ARENA	GRAVA
1	1,5	1,2
PROPORCIONES EN VOLUMEN SUELTO DE LOS MATERIALES SECOS.		
Cemento en (m ³ /m ³)		0,4045
Arena en (m ³ /m ³)		0,5091
Grava en (m ³ /m ³)		0,4740





INPASUELC LTDA.
INGENIERIA PAVIMENTOS SUELOS CONCRETOS

**DISEÑO DE MEZCLAS PARA
CONCRETO HIDRAULICO**

CODIGO: PEP-144
VIGENCIA: 17-01-2013
VERSION: 01

COMPañIA: CIMELEC INGENIEROS S.A.S
ATENCION: ING. TITO GUARNIZO
MATERIAL: ARENA Y GRAVA
CANTERA: CEMEX
OBRA: LINEA 16" KRA 99 (SUBA)

ENTREGA DE RESULTADO INP-INF-013-406
FECHA DE ENTRADA JUNIO 28 DE 2016
ORDEN DE TRABAJO INP-OT/LAB-013-403
FECHA DE ENSAYO JULIO 4 DE 2016
CODIGO DE OBRA LP_0013

MATERIALES A UTILIZAR

- 1.- Cemento CEMEX
- 2.- Arena: CEMEX
- 3.- Grava CEMEX
- 4.- AGUA: ACUEDUCTO BOGOTA

METODO DE DISEÑO

Debido a la característica de los materiales, se conviene utilizar la curva FULLER - metodo II.

DATOS DE LOS MATERIALES

CEMENTO

- | | |
|---|------|
| 1.- Peso especifico en Kg/m ³ | 2992 |
| 2.- Peso unitario suelto en Kg/m ³ | 1199 |

GRAVA

- | | |
|---|--------------|
| 1.- Tamaño máximo en (pulg.) | 1" |
| 2.- Tamaño máximo nominal en (pulg.) | 3/4" |
| 3.- Forma | Semi angular |
| 4.- Peso especifico en Kg/m ³ | 2422 |
| 5.- Peso unitario suelto en Kg/m ³ | 1319 |
| 6.- % de Gravas | 42,1 |

ARENA

- | | |
|---|-------|
| 1.- Modulo de finura | 2,677 |
| 2.- Peso especifico en Kg/m ³ | 2597 |
| 3.- Peso unitario suelto en Kg/m ³ | 1501 |
| 4.- % de Arenas | 57,9 |

AGUA

- | | |
|--|------|
| 1.- Peso especifico en Kg/m ³ | 1000 |
| 1.- f'c <u>210</u> Asentamiento en cm. | 7,6 |

CANTIDADES DE DISEÑO DE LOS MATERIALES EN PESO ASI:

- | | |
|----------------------------------|------|
| A.- Cemento en Kg/m ³ | 375 |
| B.- Arena en Kg/m ³ | 1004 |
| C.- Grava en Kg/m ³ | 730 |
| D.- Agua en Lts/m ³ | 100 |

RELACION EN VOLUMEN SUELTO DE LOS MATERIALES

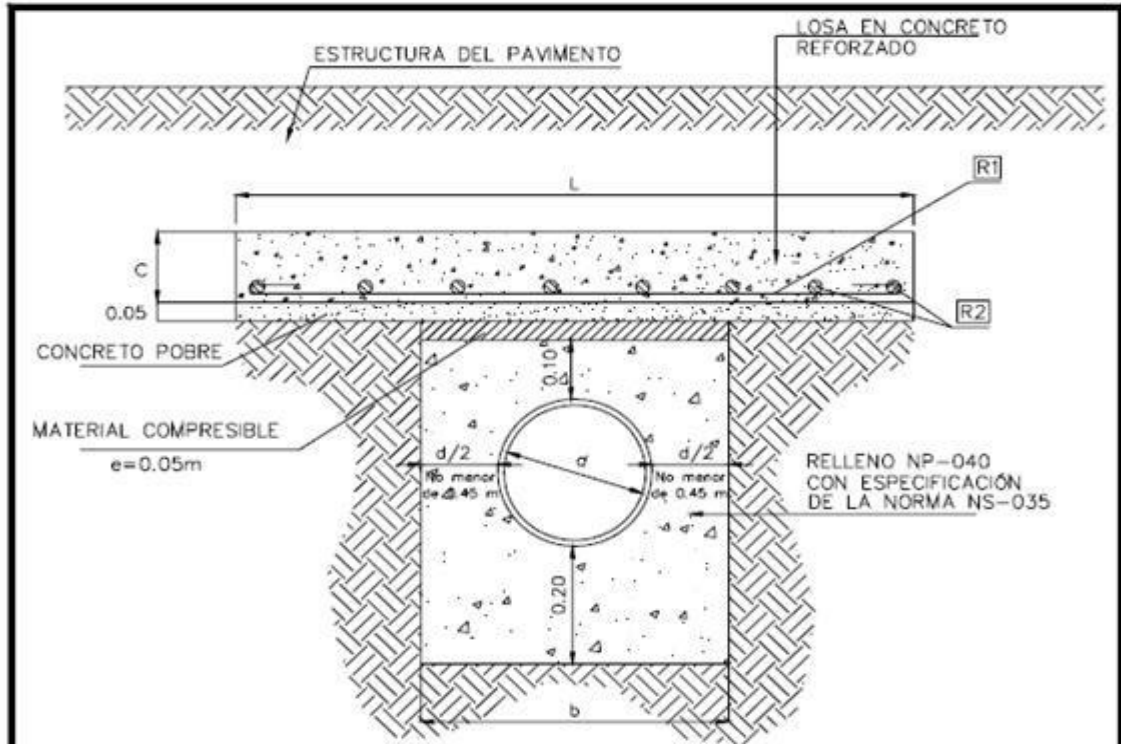
CEMENTO	ARENA	GRAVA
1	2,1	1,8

PROPORCIONES EN VOLUMEN SUELTO DE LOS MATERIALES SECOS.

- | | |
|--|--------|
| Cemento en (m ³ /m ³) | 0,3128 |
| Arena en (m ³ /m ³) | 0,6687 |
| Grava en (m ³ /m ³) | 0,5535 |



Anexo B. Especificaciones Carcamo



NOTAS

1. Calidad de los materiales

- Concreto $f'c = 28 \text{ Mpa}$
- Concreto Baja Resistencia $f'c = 14 \text{ Mpa}$
- Acero de refuerzo $f_y = 240 \text{ Mpa}$ para $\phi \geq 3/8"$

2. Esfuerzos Admisibles en el terreno: 5 Ton/m^2

3. El recubrimiento de refuerzo es de 0.05m .

DIMENSIONES POR CADA TIPO DE DIÁMETRO DE TUBERÍA

DIÁMETRO EXTERIOR (d)		b	L	c
(")	(mm)	(m)	(m)	(m)
8	250	0,50	1,10	0,12
10	300	0,60	1,10	0,12
12	350	0,70	1,10	0,12
16	500	1,00	1,50	0,12
18	550	1,10	1,50	0,12
20	600	1,20	1,60	0,12
24	750	1,50	1,90	0,12
27	850	1,70	2,10	0,12
30	950	1,90	2,30	0,12
32	1050	2,10	2,50	0,12
36	1150	2,30	2,70	0,12

CANTIDAD DE HIERROS Aprox.

TIPO	Diámetro (")											
	8	10	12	16	18	20	24	27	30	32	36	
R1	4 ϕ 3/8"	4 ϕ 3/8"	4 ϕ 3/8"	4 ϕ 3/8"	4 ϕ 3/8"	4 ϕ 3/8"	4 ϕ 3/8"	4 ϕ 3/8"	4 ϕ 3/8"	4 ϕ 3/8"	4 ϕ 3/8"	
R2	4 ϕ 3/8"	4 ϕ 3/8"	5 ϕ 3/8"	5 ϕ 3/8"	5 ϕ 3/8"	5 ϕ 3/8"	6 ϕ 3/8"	7 ϕ 3/8"	7 ϕ 3/8"	8 ϕ 3/8"	9 ϕ 3/8"	



NORMALIZACIÓN TÉCNICA

PROTECCIÓN DE TUBERÍAS
ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO
CONTIENE:
ESQUEMA TÍPICO DE PLACA
DE PROTECCIÓN PARA DIFERENTES
DIÁMETROS DE TUBERÍA

FECHA: FEB/2006

ESCALA: SIN

ESTADO: VIGENTE

VERSIÓN: 2

RESPONSABLE: ACUEDUCTO

ARCHIVO: NS-090-3v.2

FIGURA No: