

**APOYO TECNICO Y ADMINISTRATIVO EN LA CONTRUCCIÓN DEL
COLECTOR Y MEJORAMIENTO DEL ACUEDUCTO DE LA AVENIDA LAS
AMERICAS ENTRE AVENIDA BOYACA Y AVENIDA SANTANDER**

JESÚS ESTEBAN CHAMORRO ENRIQUEZ

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2015**

**APOYO TECNICO Y ADMINISTRATIVO EN LA CONTRUCCIÓN DEL
COLECTOR Y MEJORAMIENTO DEL ACUEDUCTO DE LA AVENIDA LAS
AMERICAS ENTRE AVENIDA BOYACA Y AVENIDA SANTANDER**

JESÚS ESTEBAN CHAMORRO ENRIQUEZ

TRABAJO DE GRADO, PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

DIRECTOR:

ING. GUILLERMO JAVIER VILLOTA VIVEROS

CODIRECTOR:

ING. NATALIA CRISTINA HERNANDEZ GUERRA

Representante Legal Consorcio Santamaría

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2015**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1º del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”.

Artículo 13º del Acuerdo Número 005 del 26 de enero del 2010.

NOTA DE ACEPTACIÓN

COMENTARIOS

FIRMA JURADO 1

FIRMA JURADO 2

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios, a mi Señor Jesús y a Nuestra Señora La Virgen María, doy infinitas gracias por todas las bendiciones que he recibido a lo largo de toda mi vida; a mis padres Guillermo y Rosa por todo su amor y su apoyo a cada instante.

Quiero también agradecer a mi hija María Isabel, por enseñarme el verdadero significado del amor; a mis hermanos Lizbeth, Jorge, Guillermo y Luis Carlos por todos sus buenos consejos y su apoyo incondicional; a Ginna, por darme el regalo más hermoso que tengo en mi vida; y a toda mi familia en general por estar siempre y en todo momento a mi lado.

Al Ingeniero Guillermo Javier Villota, por aceptar ser el Director de mi pasantía institucional, por toda su colaboración durante el tiempo de mi práctica, así como también a la ingeniera Natalia Hernández por permitirme realizarla en el Consorcio Santamaría.

Agradezco a la Universidad de Nariño, por la formación de Ingeniero Civil que me brindaron durante mi etapa estudiantil.

A mis amigos Héctor, Álvaro, Fabio y Mauricio, por su amistad incondicional durante todo el tiempo que pasé como estudiante en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nariño.

Al equipo técnico y administrativo que estuvo a cargo mientras se ejecutó la obra, el Ingeniero Carlos Valencia, la ingeniera Elizabeth Martínez, el maestro Gilberto Gualguan, Héctor López, Adriana Cerón y demás trabajadores y profesionales, mil gracias por todo.

RESUMEN

FACULTAD: INGENIERÍA

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CIVIL

TITULO: APOYO TECNICO Y ADMINISTRATIVO EN LA CONSTRUCCION DEL COLECTOR Y MEJORAMIENTO DEL ACUEDUCTO DE LA AVENIDA LAS AMERICAS ENTRE AVENIDA BOYACA Y AVENIDA SANTANDER

AUTOR: JESÚS ESTEBAN CHAMORRO ENRIQUEZ

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:

EN EL ACTUAL INFORME SE REALIZARA UNA DESCRIPCION DETALLADA DE TODAS LAS ACTIVIDADES EJECUTADAS EN EL PROYECTO DENOMINADO "APOYO TECNICO Y ADMINISTRATIVO EN LA CONSTRUCCION DEL COLECTOR Y MEJORAMIENTO DEL ACUEDUCTO DE LA AVENIDA AMERICAS ENTRE AVENIDA BOYACA Y AVENIDA SANTANDER" DURANTE EL TIEMPO DE QUE DURO LA PASANTIA, EL CUAL BASICAMENTE SE DIVIDE EN DOS ETAPAS FUNDAMENTALES, LA PRIMERA DE ELLAS CONSISTE EN LA CUANTIFICACION DE CANTIDADES DE OBRA PARA LA REALIZACION DE UNA PRACTA Y POSTERIORMENTE RESUMIR TODOS LOS DATOS OBTENIDOS EN UNA ACTA PARCIAL DE PAGO, DICHA ACTA ES LA QUE SE UTILIZA PARA REALIZAR LOS PAGOS POR PARTE DE LA EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE PASTO EMPOPASTO AL CONTRATISTA, EN ESTE CASO EL CONSORCIO SANTAMARIA, COMPLEMENTARIAMENTE ENCONTRAMOS LA SEGUNDA ETAPA DEL PROYECTO DONDE VAMOS A REALIZAR LA DESCRIPCION DE TODOS LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS UTILIZADOS EN LA EJECUCION DE LA OBRA ASI COMO TAMBIEN SE MOSTRARA LOS DIFERENTES DISEÑOS Y PLANOS, Y ALGUNAS DE LAS MODIFICACIONES A LOS MISMOS MIENTRAS SE ESTABA REALIZANDO LA OBRA.

ABSTRACT

ABILITY: ENGINEERING

DEPARTMENT: CIVIL ENGINEERING

TITLE: TECHNICAL AND ADMINISTRATIVE SUPPORT FOR THE CONSTRUCTION OF COLLECTOR AND IMPROVEMENT OF THE AMERICAS AQUEDUCT AVENUE BETWEEN AVENUE BOYACA AND SANTANDER

AUTHOR: JESÚS ESTEBAN CHAMORRO ENRIQUEZ

REPORT DESCRIPTION:

IN THE PRESENT REPORT IS MADE A DETAILED DESCRIPTION OF ALL ACTIVITIES UNDERTAKEN IN THE PROJECT "TECHNICAL AND ADMINISTRATIVE SUPPORT COLLECTOR IN CONSTRUCTION AND IMPROVEMENT OF THE AMERICAS AQUEDUCT AVENUE BETWEEN AVENUE BOYACA AND SANTANDER" WHICH BASICALLY IS DIVIDED INTO TWO KEY STAGES, THE FIRST OF THEM IS TO AMOUNTS QUANTIFYING WORK FOR MAKING AN ALL PRACTA AND THEN RESUME ON DATA ON A RECORD OF PARTIAL PAYMENT, THIS ACT IS USED TO MAKE PAYMENTS BY THE WATERWORKS COMPANY GRASS EMPASTO CONTRACTOR IN THIS CASE THE CONSORTIUM SANTAMARIA, COMPLEMENTARY FIND THE STAGE WHERE THE PROJECT WILL MAKE ALL THE DESCRIPTION OF CONSTRUCTIVE PROCESSES USED IN THE EXECUTION OF THE WORK AS WELL PROVE THE DIFFERENT DESIGNS PLANNING, AND SOME OF THE CHANGES TO THE SAME AS IT WAS DOING THE WORK.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	14
1. METODOLOGIA	16
2. CONSTRUCCION DEL ALCANTARILLADO SEPARADO.....	17
2.1 ALCANTARILLADO EXISTENTE	17
2.2 LOCALIZACION TOPOGRAFICA, NIVELACION Y CONTRANIVELACION	18
2.3 DEMOLICION DE PLACA PAVIMENTO RIGIDO Y ASFALTICO	19
2.4 EXCAVACIONES	22
2.4.1 Excavación manual en material común h<2m.....	22
2.4.2 Excavación con retroexcavadora alcance brazo hasta 5m.	24
2.5 RETIRO DE SOBRANTES MEDIDO EN BANCO INCLUYE ESCOMBRERA	26
2.6 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC ESTRUCTURADA	27
2.7 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA SANITARIA GRP.....	29
2.8 SILLA YEE ESTRUCTURADA	32
2.9 CAMARA DE INSPECCION ESPECIAL EN CONCRETO REFORZADO 3000PSI ..	33
2.10 CONSTRUCCION DE PILOTES PRE EXCAVADOS EN CONCRETO	36
2.11 CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE CIMENTACIÓN EN CONCRETO REFORZAD	38
2.12 ENTIBADO CON MARCO METALICO Y TABLONES EN MADERA.	41
2.13 SUMINISTRO E INSTALACIÓN GEOTEXTIL NT1600	44
2.14 RELLENO CON RECEBO GRANULAR PARA ATRAQUE Y RECUBRIMIENTO	46
2.15 BOMBEO DE AGUAS NIVEL FREATICO Y DE ESCORRENTIA.	47
2.16 RECEBO CEMENTO RELACION 1:10 PARA CAPA DE RODADURA	49
2.17 PLANO DEFINITIVO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO	50
3. CONSTRUCCION DE LAS NUEVAS REDES DE ACUEDUCTO.....	53
3.1 SISTEMA DE ACUEDUCTO EXISTENTE.....	53
3.2 APIQUE EXPLORATORIO SOBRE VIA O ANDÉN	54
3.3 SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PR 200 BIORENTADA PVC PRESION ..	55
3.4 SUMINISTRO E INSTALACION DE VAVULAS Y ACCESORIOS EN HD.....	58
3.5 CONSTRUCCION DE CAJA VALVULA EN CONCRETO REFORZADO.....	60
3.6 CONSTRUCCION Y REPOSICION DE ACOMETIDAS DOMICILIARIAS.....	61
3.7 PLANO DEFINITIVO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	63

4.	CONCLUSIONES.....	65
5.	RECOMENDACIONES.....	66
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1, Sistema de alcantarillado existente.....	18
Figura 2, Localización topográfica nivelación y contra nivelación.....	19
Figura 3, Demolición de placa de concreto e=20cm con compresor	20
Figura 4, Demolición de pavimento asfaltico e=10cm con pajarita	21
Figura 5, Excavación manual en material común H<2m	23
Figura 6, Excavación con retroexcavadora	25
Figura 7, Retiro de material producto de la excavación	27
Figura 8, Instalación de tubería PVC novafort estructurada de 12” y 6”	29
Figura 9, Instalación de tubería GRP de 800 mm.	31
Figura 10, Instalación silla yee.....	32
Figura 11, Plano para instalación de silla yee	33
Figura 12, Plano estructura de separación.	34
Figura 13, Cámara de inspección 15CS del Colector principal sanitario.	36
Figura 14, Perforadora piloteadora longitud máxima de excavación 30 ml.	37
Figura 15, Demolición de pilotes de la losa de cimentación.	39
Figura 16, Estructura de acero viga y losa de cimentación.	40
Figura 17, Losa de cimentación en concreto reforzado de 3000 psi.	40
Figura 18, Plano estructural Losa de cimentación y pilotes de concreto	41
Figura 19, Esquema para construcción de entibado con marco metálico.....	42
Figura 20, Entibado con marco metálico y palos rollizos en madera.	43
Figura 21, Hincado de palos rollizos sobre el terreno cada 60 cm.	44
Figura 22, Instalación de geotextil no tejido.	45
Figura 23, Extendido y compactación de recebo granular para relleno	46
Figura 24, Relleno de excavación con recebo granular compactado	47
Figura 25, Bombeo de agua de nivel freático en la excavación.	48
Figura 26, Reposición de la capa de rodadura de acometidas domiciliarias.	49
Figura 27, Plano definitivo sistema de alcantarillado Avenida Las Américas	50
Figura 28, Descripción de los sistemas principales de la Avenida Las Américas. .	51
Figura 29, Descripción de los sistemas existentes de acueducto	53
Figura 30, Tubería de acueducto existente de asbesto cemento de 4”	54
Figura 31, Instalación de tubería de 14, 12 y 4 pulgadas.	57
Figura 32, Instalación de válvulas y accesorios en hierro dúctil.	59
Figura 33, Atraque y fundición en concreto de accesorios en hierro dúctil.	59
Figura 34, Acero y fundición de concreto de 3000 psi de una caja válvula.	61
Figura 35, Esquema de instalación de acometida domiciliaria de acueducto.	62
Figura 36, Instalación de acometidas domiciliarias en tubería principal de 6”	62
Figura 37, Plano definitivo acueducto.	63
Figura 38, Redes principales del sistema de acueducto.	64

LISTA DE TABLAS

TABLA 1,	Demoliciones ejecutadas, periodo agosto de 2014-febrero de 2015...	21
TABLA 2,	Ancho mínimo de excavación para tuberías según su diámetro.	24
TABLA 3,	Excavaciones ejecutadas periodo agosto de 2014 – febrero de 2015	26
TABLA 4,	Cantidades de desalojo ejecutadas agosto de 2014-febrero de 2015.	27
TABLA 5,	Tubería PVC novafort instalada agosto de 2014 - febrero de 2015.....	29
TABLA 6,	Tubería GRP instalada agosto de 2014 - febrero de 2015.....	31
TABLA 7,	Cantidad total de silla yee instaladas.....	33
TABLA 8,	Cantidad de concreto reforzado de cámaras de inspección.....	35
TABLA 9,	Cantidad de concreto de pilotes construidos en el mes de agosto.....	38
TABLA 10,	Losa de cimentación.....	41
TABLA 11,	Entibado especial con marco metálico y palos rollizos.....	44
TABLA 12,	Cantidades de geotextil instalado	45
TABLA 13,	Cantidad de recebo para relleno calculado en metros cúbicos	47
TABLA 14,	Bombeo de agua de nivel freático y escorrentía medido en horas	48
TABLA 15,	Cantidad de recebo cemento para capa de rodadura	50
TABLA 16,	Formato ejemplo para la elaboración de una pre acta de obra.	52
TABLA 17,	Apiques exploratorios realizados durante el mes de agosto de 2014..	55
TABLA 18,	Presión estimada máxima para tuberías de acueducto PVC	56
TABLA 19,	Tubería biaxial PVC instalada.....	58
TABLA 20,	Accesorios y válvulas en hierro dúctil instaladas	60
TABLA 21,	Cajas válvulas construidas entre agosto de 2014 - febrero de 2015. ..	61
TABLA 22,	Acometidas domiciliarias de acueducto instaladas	63

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1 – ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
- ANEXO 2 – ESPECIFICACIONES TECNICAS
- ANEXO 3 - MANUALES PAVCO
- ANEXO 4 – PLANOS ESTRUCTURALES
- ANEXO 5 – PLANOS HIDROSANITARIOS
- ANEXO 6 –PREACTAS PARCIALES DE OBRA

GLOSARIO

Apuntalar: proceso en el cual se asegura temporalmente la estabilidad de un elemento determinado ya sea con guaduas, tacos metálicos u otros elementos.

Formaletear: proceso en el cual un grupo de gente rodea un determinado elemento con el fin de instalar un material por lo general madera, que lo cubra para poder realizar la fundición adecuada.

Entibación: proceso en el cual se asegura una zanja con elementos como tablas y guaduas para evitar el desmoronamiento de la tierra.

Flejes: elementos fabricados con hierro de $\frac{1}{4}$ " o $\frac{3}{8}$ " hechos con el fin de amarrar las varillas longitudinales del elemento estructural y soportar efectos de cualquier posible fuerza cortante.

INTRODUCCION

En los últimos años en la ciudad de San Juan De Pasto se ha ejecutado proyectos de obra civil de gran magnitud que han contribuido notablemente al desarrollo de la ciudad, para que esto sea posible es necesario la participación de las Entidades Públicas de la capital de Nariño, dos de las más importantes son la Empresa de Obras Sanitarias de Pasto EMPOPASTO y el Sistema Estratégico de Transporte Publico de Pasto AVANTE, las cuales han venido trabajando conjuntamente en los mismos proyectos en las principales vías de la ciudad.

La ejecución de este proyecto en particular ha generado alrededor de 100 empleos directos entre el personal calificado y no calificado que está involucrado dentro de la obra y más de 200 empleos indirectos teniendo en cuenta los distribuidores de materiales, herramienta y equipo para la realización del proyecto.

Es indispensable describir los grandes beneficios que tendrá la ciudad al terminar la ejecución de este proyecto, principalmente el contar con un alcantarillado separado el cual en un futuro se puede tener en cuenta para la construcción de una planta de tratamiento de agua residual, y la instalación de tubería de primera calidad para las redes de acueducto.

La finalización de este proyecto conducirá a la iniciación de las obras de pavimentación de esta avenida principal, lo cual generará grandes beneficios a toda la comunidad en general de la ciudad de San Juan de Pasto.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Contribuir con un apoyo administrativo y técnico en la construcción del colector y mejoramiento del acueducto de la Avenida Las Américas entre la Avenida Boyacá y la Avenida Santander en la ciudad de San Juan de Pasto.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Contribuir en la elaboración de actas de obra (cuantificación de cantidades de obra y análisis de precios unitarios) para la construcción del colector y mejoramiento del acueducto de la Avenida Las Américas entre Avenida Boyacá y Avenida Santander en la ciudad de Pasto.
- Apoyar técnicamente en la construcción del colector y mejoramiento del acueducto de la avenida Las Américas entre Avenida Boyacá y Avenida Santander en la Ciudad de Pasto, lo que conlleva a la verificación y cumplimiento de diseños hidráulicos y sanitarios directamente con los planos aprobados, durante el tiempo que dure la pasantía.
- Capacitar al personal no calificado que labora en la obra y que lo solicite a cuanto a interpretación de planos y explicaciones técnicas, durante el tiempo que dure la pasantía.

1. METODOLOGIA

Para la realización del presente informe se tuvo en cuenta en primer lugar una parte administrativa dentro de la cual se realizó una descripción de cómo se calculó las cantidades de obra del proyecto y la forma como se realizan las pre actas con estas cantidades, complementario a esto se realizó una caracterización detallada de todos los procesos constructivos que se emplearon dentro de la obra, también el cumplimiento de los diseños del proyecto y los cambios o modificaciones a los mismos.

Para poder describir cada una de las actividades realizadas se dividió todo el trabajo en dos partes fundamentales las cuales son la construcción del colector o alcantarillado separado y la instalación de las nuevas redes de acueducto, cada una de estas etapas se compone de diferentes capítulos los cuales se detallan a continuación:

CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO SEPARADO

- Demoliciones, tipo de superficie, espesor, herramienta y equipo utilizado
- Construcción alcantarillado, localización topográfica, excavación manual y con máquina, instalación de tubería GRP y PVC para alcantarillado.
- Construcción estructuras hidráulicas, construcción de cajas y cámaras de inspección, construcción de pilotes y losa de cimentación y entibado especial con marco metálico para grandes profundidades.
- Manejo de aguas, bombeo de nivel freático y escorrentía producto de la excavación.
- Plan de manejo ambiental, cerramiento del lugar donde se ejecuta la obra y señalización de todo el sector.

CONSTRUCCION DE LAS NUEVAS REDES DE ACUEDUCTO

- Preliminares, demoliciones y apiques exploratorio para localizar la tubería existente.
- Suministro e instalación de tubería a presión, cimentación para tubería e instalación de tubería PVC presión.
- Suministro e instalación de válvulas y accesorios, instalación de válvulas y accesorios en HD (hierro dúctil) y PVC.
- Construcción y reposición de acometidas domiciliarias, instalación de accesorios y manguera PF para la construcción de las acometidas de agua potable.

2. CONSTRUCCION DEL ALCANTARILLADO SEPARADO

Para realizar la descripción de cómo se realizaron las actividades de obra de la construcción del alcantarillado separada hay que tener en cuenta algunos parámetros que sirven como referencia para la ubicación de los diferentes sistemas. Siempre se tomó como guía de referencia que el proyecto inicia en la Avenida Boyacá puesto que desde aquí se conducen todas las aguas hasta el descole final que va al Rio Pasto, dicho esto se tuvo en cuenta que el alcantarillado existente va por el costado izquierdo de la Avenida Las Américas ya que inicia también en la Avenida Boyacá y el colector nuevo va en el costado derecho, sin embargo, también se construyó simultáneamente un colector auxiliar de las acometidas domiciliarias del lado izquierdo el cual se denominó colector norte y está en esta calzada de la avenida Américas junto al sistema existente.

También es necesario resaltar que el proyecto tenía un plazo total de ejecución quince (15) meses, y la pasantía institucional se realizó durante siete (7) meses que corresponde a los meses desde agosto de 2014 hasta febrero de 2015.

2.1 ALCANTARILLADO EXISTENTE

El sistema de alcantarillado que funcionaba se ubicaba en la calzada izquierda de la avenida Las Américas tomando como punto de referencia la Avenida Boyacá y estaba compuesto por una tubería de concreto de 40" que iba desde la calle 12 (Avenida Boyacá) hasta la calle 16 donde se conecta a un box culbert que iba hasta la calle 22 y se estima que tiene una vida de alrededor de 70 a 80 años, también se encontraba dentro del sistema cámaras o pozos de inspección tanto en el tramo de la tubería de concreto así como también en el box culbert, y por último se encontró las cajas de inspección y la tubería de las acometidas de los predios de esta avenida conectados a la tubería de concreto y al box culbert, esta tubería de las acometidas domiciliarias tiene un diámetro de 6" y también era de concreto.

A pesar que el sistema nuevo de alcantarillado separado se va a construir en la calzada derecha de la Avenida Las Américas, es necesario tener en cuenta el sistema de alcantarillado existente porque este se puede utilizar para el manejo de aguas durante la ejecución del nuevo proyecto y en un punto determinado este se une al alcantarillado nuevo para reunir todas las aguas las cuales van directamente al Rio Pasto a través de la tubería principal de aguas lluvias. A continuación se indica el sistema de alcantarillado existente en la figura 1:

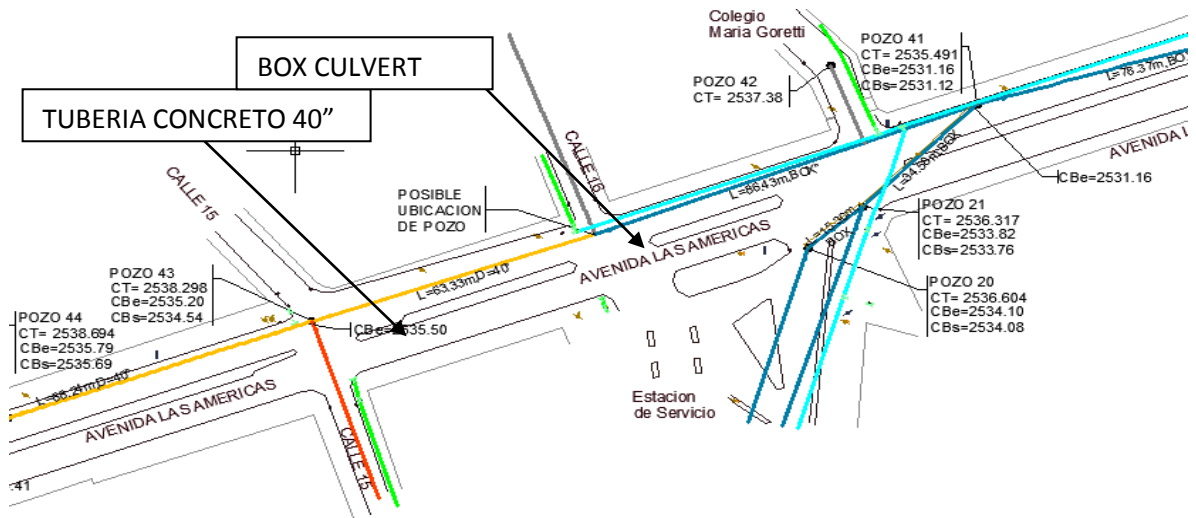


Figura 1, Sistema de alcantarillado existente.

2.2 LOCALIZACION TOPOGRAFICA, NIVELACION Y CONTRANIVELACION DEL PROYECTO

Para este tipo de proyectos es indispensable la participación de un equipo de topografía permanente el cual se conformó de un topógrafo y dos auxiliares de topografía, el trabajo de ellos básicamente es realizar la localización de cada uno de los elementos del alcantarillado así como son la ubicación de las cámaras de inspección, las estructuras de separación, la ubicación y pendiente de la tubería. Debido a la magnitud de la obra se presentaron muchas modificaciones a los planos iniciales para la ejecución del proyecto, cada uno de estos cambios el equipo de topografía tuvo que plasmarlos en el plano record que ellos elaboraron a medida que se desarrolló cada una de las actividades de la obra. En la figura 2, se observa la localización de la tubería GRP del colector pluvial.



Figura 2, Localización topográfica nivelación y contra nivelación

Para realizar esta actividad el equipo de topografía cuenta con una estación topográfica, un prisma y una mira. Estas herramientas les permiten calcular las carteras topográficas las cuales se usan para calcular las alturas de excavación, realizar los alineamientos y designar las pendientes de la tubería.

A pesar que en el presupuesto y las especificaciones técnicas de obra la localización y replanteo se debe pagar por metro lineal, para este proyecto el contratista incorporó un equipo de topografía permanente para realizar los cambios y modificaciones que se presentan y realizar un plano record final para presentarlo a EMPOPASTO.

2.3 DEMOLICION DE PLACA PAVIMENTO RIGIDO Y ASFALTICO

Durante el desarrollo de la obra se encontraron diferente espesores de las losas de concreto rígido y asfáltico, en los andenes se encontró un espesor de placa de 10 cm y en la superficie de rodadura entre 20 y 25 cm, para realizar esta actividad se utilizó el mismo procedimiento, únicamente cambia el costo debido a que las placas con menor espesor se demuelen en un tiempo más corto y por esta razón es menor su valor.

Para realizar la instalación de la tubería principal del colector separado fue necesario hacer la demolición de la calzada derecha de la Avenida Las Américas casi en su totalidad iniciando con un ancho de demolición de 5,3 metros en la calle 17 hasta la calle 15 donde se presenta una reducción a 4,2 metros en el ancho,

debido a que también se reduce el diámetro de la tubería GRP de 2000mm a 1500mm, esta placa de pavimento se caracterizó por su espesor de 20cm y estaba construida en concreto rígido, en total se realizó la demolición de alrededor de 1500 m², lo que representa un 75 % del total ejecutado de esta actividad, el 25 % corresponde a otras demoliciones ubicadas en las intersecciones de las calles con la Avenida Las Américas y en las acometidas domiciliarias en algunos sectores del proyecto, cada una de estas actividades se midió y se cuantificó. En la figura 3, se observa la demolición de una placa de concreto hidráulico.



Figura 3, Demolición de placa de concreto e=20cm con compresor

En la calzada izquierda de la avenida principal del proyecto se construyó conjuntamente un colector auxiliar denominado colector norte para recoger las aguas residuales de los predios de este costado de la carrera, para realizar la instalación de esta tubería se realizó la demolición de la placa de pavimento la cual fue construida en pavimento asfáltico con placa de espesor promedio 10cm, en total se realizó la demolición de 900 m² aproximadamente para este colector que va desde la calle 22 (Avenida Santander) hasta la calle 15 y representa más o menos un 60% del total ejecutado de este tipo de demolición, el 40 % restante se ejecutó en las instalaciones de tubería y construcción de cámaras realizadas en la calle 22 la cual se encontró que estaba pavimentada con asfalto.



Figura 4, Demolición de pavimento asfáltico e=10cm con pajarita

En la figura 4, se observa la demolición de una placa de concreto asfáltico con una retroexcavadora tipo pajarita la cual tiene adaptado un martillo hidráulico. Por último, cabe resaltar que las instalaciones de las acometidas domiciliarias se realizaron en los andenes cuyo espesor es de 10 cm.

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	UND
1.DEMOLICIONES				
1.1.1	3.1.2	Demol.en Cto Rígido e=0.20m Con Compr.Incl.Corte	2085,1	m2
1.1.2	3.1.2	Demol.en Cto Rígido e=0.25m Con Compr.Incl.Corte	5,6	m2
1.1.3	3.1.1	Demol. Pavimento Asfáltico e=0.05-0.10m con Compr. incl.corte	1518,7	m2
1.1.4	3,3	Demol.de Pav.Cto Rígido e=0.10m con Compr. Incl. Corte	109,4	m2
1.1.5	3.2	Demol.de Sardinell de Confinamiento h=0.45m	73,5	ml

TABLA 1, Demoliciones ejecutadas, periodo agosto de 2014 – febrero de 2015

Para ejecutar esta actividad se cuenta con una cortadora, un compresor o una pajarita con martillo y una cuadrilla conformada por un oficial, un operador de maquinaria y un ayudante de obra, en primer lugar se realizó el corte de la placa con la cortadora, posteriormente se demolió la placa con el martillo del compresor o de la pajarita y para finalizar con el ayudante de obra se realizó la extracción de la placa para ser desalojada.

Para realizar la cuantificación de esta actividad se tiene en cuenta el espesor de la placa en particular de acuerdo al presupuesto puede ser de 10, 20 o 25 cm y se toma el ancho y la longitud total de demolición. En la tabla 1, se observa la cantidad de demolición de placa de concreto y sardinell ejecutada entre agosto de 2014 – febrero de 2015.

2.4 EXCAVACIONES

2.4.1 Excavación manual en material común $h < 2$ m . Esta es una de las actividades más frecuentes que se realizan en este tipo de obras, posteriormente a la demolición de la placa de pavimento o andén, y dependiendo el ancho de la zanja se realizó dos tipos de excavaciones, una es a mano y la otra a máquina, para las zanjas de cuyo ancho es menor a 1 m generalmente se realiza excavaciones a mano, este tipo de excavaciones se usa para la instalación de tuberías de un diámetro pequeño que pueden ser utilizadas para colectores auxiliares y también para acometidas domiciliarias.

Frecuentemente durante toda la obra se observó este tipo de excavación, la cual se encontró principalmente en las acometidas domiciliarias de todos los predios junto con sus cajas de inspección, todas estas excavaciones se realizaron a mano por muchos factores, entre los principales se encuentra que los anchos de excavación eran pequeños porque el diámetro de la tubería no superaron las 6", las acometidas y las cajas de inspección se construyeron en los andenes y se hace imposible el acceso de maquinaria pesada. El ancho de excavación promedio que se utilizó en las acometidas domiciliarias fue de 0.7 metros.

También, se realizó este tipo de excavaciones en las intersecciones de la Avenida con las calles debido a que en estas zonas se construyeron estructuras de separación también conocidos como aliviaderos que a pesar de que su excavación era relativamente grande no permitía el acceso de maquinaria en estos puntos y fue necesario realizar las excavaciones a mano. En la figura 5, se observa la excavación a mano para la instalación de una acometida domiciliaria sanitaria.



Figura 5, Excavación manual en material común $H < 2\text{m}$

Para realizar esta actividad se cuenta con una cuadrilla de trabajo conformada por el maestro y dos ayudantes de obra, también se utilizan herramienta menor como picos y palas. La altura de excavación la suministra el topógrafo quien ya ha nivelado el terreno, el ancho de excavación depende del diámetro de la tubería y la longitud se calculó con el abscisado del terreno.

La excavación se midió en metros cúbicos de acuerdo al presupuesto y a las especificaciones técnicas de la obra.

En la tabla número 2, se observa los anchos mínimos de excavación para tuberías de acueducto y alcantarillado según su diámetro.

Diámetro (mm)	Profundidad de excavación					
	de 0 a 2 m		de 2 a 4 m		de 4 a 5 m	
	Anchos de zanja (m)					
	s/entib.	c/entib.	s/entib.	c/entib.	s/entib.	c/entib.
100	0,50	0,60	0,65	0,75	0,75	0,95
150	0,60	0,70	0,70	0,80	0,80	1,00
200	0,65	0,75	0,75	0,85	0,85	1,05
250	0,70	0,80	0,80	0,90	0,90	1,10
300	0,80	0,90	0,90	1,00	1,00	1,20
400	0,90	1,00	1,00	1,10	1,10	1,30
450	0,95	1,05	1,05	1,15	1,15	1,35
500	1,00	1,10	1,10	1,20	1,20	1,40
550	1,10	1,20	1,20	1,30	1,30	1,50
600	1,15	1,25	1,25	1,40	1,35	1,60
700	1,25	1,35	1,35	1,50	1,45	1,70
800	1,35	1,45	1,45	1,60	1,55	1,80
900	1,50	1,60	1,60	1,75	1,70	1,95
1 000	1,60	1,70	1,70	1,85	1,80	2,05
1 100	1,80	1,90	1,90	2,05	2,00	2,25

TABLA 2, Ancho mínimo de excavación para tuberías de acueducto y alcantarillado según su diámetro.

2.4.2 Excavación con retroexcavadora alcance brazo hasta 5 m . A diferencia de la excavación a mano, la excavación a máquina se realizó cuando se trataba de anchos de excavación mucho mayores y profundidades más altas, este tipo de excavación se utilizó para la instalación de la tubería principal para el alcantarillado pluvial y sanitario y para los colectores auxiliares que se encuentran en los extremos izquierdo y derecho de la avenida, debido a que el diámetro de tubería es bastante grande.

Debido a la magnitud del proyecto se hace indispensable la utilización de maquinaria pesada durante todo el transcurso de la obra, una de las actividades principales donde es necesaria la utilización de una retroexcavadora es la excavación para la instalación de la tubería principal del colector separado.

A partir del mes de Agosto del año 2014, se inició la excavación principal desde la calle 17, esta excavación inició con un ancho de 5,3 metros y alcanzó profundidades mayores a los 5 metros. En total durante los meses de agosto de 2014 a febrero de 2015 se alcanzó a realizar alrededor de 370 metros de

excavación que corresponde al tramo entre la calle 17 y la calle 13 y se calculó un volumen de 8500 metros cúbicos aproximadamente, se consideró la excavación principal ya que representó más del 50% de la excavación realizada a máquina y es donde se instala el sistema principal del alcantarillado.

Simultáneamente se realizó la excavación de los colectores auxiliares los cuales van en los extremos izquierdo y derecho de la avenida, estas excavaciones también se realizaron con máquina, por una parte se realizó la excavación para el colector norte el cual recoge las aguas residuales de los predios ubicados juntos a la calzada izquierda de la Avenida Las Américas, el volumen total que se calcula en la excavación para el colector norte es de alrededor de 2200 metros cúbicos e inició desde la calle 22 (avenida Santander) hasta la calle 15 con una longitud total de 620 metros. También se realizó la excavación para la instalación de la tubería de colector auxiliar sur que se ubica junto a la calzada derecha de la avenida de la cual se calculó un volumen aproximado de 1950 metros cúbicos. En la figura 6, se indica la excavación a máquina realizada por una retroexcavadora Caterpillar 320D.



Figura 6, Excavación con retroexcavadora

Durante la ejecución de esta actividad se usó dos tipos de máquinas, la primera de ellas una retroexcavadora Caterpillar 320D para las excavaciones principales, debido a que el ancho del balde que puede recoger hasta un metro cubico, también se utilizó una retroexcavadora pajarita Case la cual tiene un balde más pequeño y se utiliza en las excavaciones de anchos menores.

Después de realizar la demolición y desalojo de la placa de pavimento se utilizó una retroexcavadora o una pajarita la cual realizó la excavación a la profundidad suministrada por el equipo de topografía el ancho de excavación depende del diámetro de tubería.

La medida para la excavación a máquina es en metros cúbicos y se mide con las cotas y abscisas suministradas por el equipo de topografía. A continuación se indica el volumen total de excavación a mano y con retroexcavadora:

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	UND
EXCAVACIONES				
2.2.1	5	Excavación manual en material Común h<=2m, para zanjas	1679,3	m3
2.2.3	5	Excavación con Retro. Incl. Corte y Cargue, alcance brazo hasta 5m 0 - 3 metros	10814,2	m3
1A	5	Excavación con Retro. Incl. Corte y Cargue, alcance brazo hasta 5m 3 - 5 metros	2231,0	m3
2A	5	Excavación con Retro. Incl. Corte y Cargue, alcance brazo hasta 5m 5 - 7 metros	421,4	m3

TABLA 3, Excavaciones ejecutadas periodo agosto de 2014 – febrero de 2015

2.5 RETIRO DE SOBANTES MEDIDO EN BANCO INCLUYE ESCOMBRERA

En esta obra en particular todo el material producto de la excavación se desaló debido a su baja calidad dado que no se pudo usar nuevamente para el relleno, y fue reemplazado con recebo en la mayoría de los casos, todo el material desalojado fue conducido a una escombrera que cuenta con un permiso ambiental obligatorio otorgado por la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO.

Dentro de esta actividad se contempló todos los procedimientos que impliquen el retiro de sobrantes y desalojo de material dentro de los cuales se encontró la demolición de placa de cualquier tipo de pavimento, los apiques exploratorios, y las excavaciones en general.

Debido a que el retiro de material es medido en banco no se tuvo en cuenta el porcentaje de expansión y las cantidades del volumen se calcularon a partir de las medidas tomadas directamente en la obra.

La principal actividad que representó alrededor de un 90 % del total del desalojo es la excavación realizada para la instalación de las tuberías y la construcción de las cajas y cámaras de inspección de los sistemas de alcantarillado, y la excavación para la instalación de las redes de acueducto. En la figura 7, se observa el cargue del material del desalojo por medio de la retroexcavadora a la volqueta.



Figura 7, Retiro de material producto de la excavación

Para realizar el desalojo del material se contó con una retroexcavadora en las excavaciones grandes para cargar las volquetas cuya capacidad varía entre los 7 y los 14 metros cúbicos, y para las excavaciones pequeñas se realiza el cargue de las volquetas con un mini cargador.

El desalojo se mide en metros cúbicos y se calculó con las mismas medidas de la de otras actividades como la excavación, las demoliciones y los apiques exploratorios. En la tabla 4, se observa la cantidad de desalojo entre agosto de 2014 y febrero de 2015.

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	UND
DESALOJO				
2.5.6	14	Retiro de Sobrantes Medido en Banco Incluye Escombrera.	16014,7	m3

TABLA 4, Cantidades de desalojo ejecutadas durante agosto de 2014 – febrero de 2015

2.6 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC ESTRUCTURADA

La tubería NOVAFORT de pared estructurada usada frecuentemente en proyectos de alcantarillado posee unas excelentes características como su hermeticidad, flexibilidad, resistencia a la corrosión, abrasión y al impacto. Es por estas razones que es una de las más usadas a nivel mundial para los sistemas de drenaje y alcantarillado.

La instalación de tubería es una de las actividades más importantes del proyecto puesto que todas las aguas recolectadas se transportan a través de estos conductos, la tubería PVC novafort estructurada se utilizó en particular para construir los colectores auxiliares de los sistemas de alcantarillado sanitario y las acometidas domiciliarias de los predios de la Avenida, en la ejecución del proyecto se utilizó tubería de diámetro de 12" y 14" para los colectores auxiliares y de 6" para las acometidas domiciliarias.

Tubería PVC estructurada de 6" (160 mm)

Generalmente, se utilizó este diámetro de tubería para las conexiones de las acometidas domiciliarias de todos los predios de la Avenida Las Américas, en total durante los meses de Agosto de 2014 hasta Febrero de 2015 se realizó la instalación de más de 250 metros lineales de tubería PVC novafort de 6" que corresponden a las acometidas en el tramo que inicia en la calle 17 hasta la calle 13 en el colector auxiliar sur y las acometidas entre las calles 22 y 17 del colector auxiliar norte, junto con la tubería el sistema de las acometidas domiciliarias inicia con una caja de inspección ubicada frente a cada inmueble de la Avenida y termina con la instalación de una silla yee en la tubería principal del colector correspondiente.

Tubería PVC estructurada de 12" (315 mm)

La tubería novafort de 12" es la más usada en el proyecto ya que de esta se componen los colectores auxiliares sur y norte casi en su totalidad, en la obra se instalaron 964 metros lineales durante el tiempo que duro la pasantía en el periodo que corresponde a los meses desde Agosto de 2014 hasta Febrero de 2015, en el colector Norte se instaló 356 metros y en el colector Sur 608 metros.

Tubería PVC estructurada de 14" (355 mm)

En la parte final del colector Sur desde la calle 18 hasta la calle 20 se instaló en un tramo del sistema tubería novafort de 14" debido al incremento en el caudal de las aguas sanitarias, en total se instaló 126 metros lineales de este tipo de tubería. A continuación en la figura 8, se observa la instalación de la tubería del colector Sur:



Figura 8, Instalación de tubería PVC novafort estructurada de 12” y 6”

La tubería para alcantarillado PVC novafort estructurada se instaló de acuerdo a las cotas suministradas por el equipo de topografía, posteriormente a su ubicación se alinea la tubería, esta cuenta con un hidrosello de caucho en el espigo el cual se debe lubricar al igual que la campana del otro tubo y se empuja hasta que el espigo quede ajustado con el hidrosello de la campana del primer tubo.

La tubería se mide por metro lineal instalado y dependiendo el tamaño del diámetro incrementa su valor. En la tabla 5, se cuantifica la cantidad de tubería que se instaló en el tiempo que duro la pasantía:

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	UND
INST. TUBERIA				
2.3.1	7.1	Suministro e Instalación Tubería Sanitaria PVC Estructurada 160mm Ø= 6"	272,9	ml
2.3.2	7.1	Suministro e Instalación Tubería Sanitaria PVC Estructurada 315mm Ø= 12"	964,7	ml
2.3.3	7.1	Suministro e Instalación Tubería Sanitaria PVC Estructurada 355mm Ø= 14"	126,5	ml

TABLA 5, Tubería PVC novafort instalada agosto de 2014 - febrero de 2015

2.7 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA SANITARIA GRP

Desde que llegó a Colombia hace poco menos de 20 años, la tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio GRP se ha vuelto muy popular en los grandes proyectos de alcantarillado por sus excelentes características como su bajo peso, la facilidad de instalación y su resistencia en comparación a la tubería de concreto o los box Culberts que componen los alcantarillados antiguos.

Para este proyecto se utilizó tubería GPR para la construcción de todo el alcantarillado separado, tanto el pluvial como el sanitario y se manejaron diámetros que van desde los 500 mm hasta los 2200 mm.

Colector principal pluvial

El colector principal de la Avenida Las Américas que recoge las aguas provenientes de las precipitaciones fue diseñado con un área tributaria de 511,399 hectáreas suministrada por la empresa EMPOPASTO, esta área se ubica en los terrenos juntos al suroccidente de San Juan de Pasto y en el centro de la ciudad, este sistema inicia en la avenida Boyacá y termina en la Avenida Santander dirigiendo todo su caudal al río Pasto.

Este sistema inicia con tubería GRP con un diámetro de 1300 mm y va incrementando su tamaño hasta terminar con un diámetro de 2200 mm, durante el tiempo que duró la práctica se instaló gran parte de la tubería que conforma este colector, entre las más importantes se encuentra el tramo entre las calle 17 y la calle 13 en el cual se instaló 47 metros lineales de tubería de 2000 mm, 236 metros de tubería de 1500 mm y 60 metros de tubería cuyo diámetro es de 1400 mm.

También, se realizó la instalación de tubería de diámetro de 2200 mm ubicada entre la calle 20 y la calle 22 que corresponde al tramo final del alcantarillado.

Colector principal sanitario

Este colector fue diseñado para recolectar todas las aguas residuales de los predios ubicados en la calzada derecha de la Avenida Américas, así como también las aguas provenientes de todas las intersecciones de este costado de la carrera principal.

El colector sanitario inicia en la intersección entre la calle 12 y la Avenida Las Américas con tubería PVC novafort estructurada cuyo diámetro fue de 315 mm, seguidamente presenta un incremento en su diámetro a partir de la intersección de la carrera con la avenida Julián Bucheli cambiando a tubería GRP de 500 mm, y terminó en la avenida Santander también con tubería GRP de diámetro 800 mm.

Durante el periodo que corresponde a los meses entre Agosto de 2014 y Febrero de 2015 se instaló un tramo de tubería GRP de 500 mm de 60 metros lineales ubicada entre la calle 16 y la intersección con la Avenida Julián Bucheli, en la avenida principal, también se instaló alrededor de 87 metros lineales de tubería GRP de 800 mm ubicada entre la intersección de la avenida Julián Bucheli y la calle 18. En la figura 9, se observa cómo se instaló la tubería de 800 mm del colector principal sanitario.



Figura 9, Instalación de tubería GRP de 800 mm.

La tubería GRP se instaló con la ayuda de una retroexcavadora la cual transportó la tubería al lugar de la excavación y la ubicó donde se encuentra la cimentación de acuerdo a los planos del proyecto, después de instalar el primer tubo el cual lleva una unión en uno de sus bordes se procede a alinear el siguiente tubo y debe tener lubricado el espigo que se va a introducir en la unión que está en el primer tubo, la unión tiene doble sello de caucho elastomérico que aseguran la completa hermeticidad de la tubería.

La Tubería GRP se mide por metro lineal instalado y su valor aumenta a medida que incrementa el diámetro.

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	UND
INST. TUBERIA				
2.3.5	7.1	Suministro e Instalación Tubería Sanitaria GRP 500 mm Incluye Acople.	60,8	ml
2.3.6	7.1	Suministro e Instalación Tubería Sanitaria GRP 800 mm Incluye Acople.	87,0	ml
2.3.7	7.1	Suministro Transporte e Instalación Tubería GRP DN1300, PN6.	14,0	ml
2.3.8	7.1	Suministro Transporte e Instalación Tubería GRP DN1400, PN6.	60,4	ml
2.3.9	7.1	Suministro Transporte e Instalación Tubería GRP DN1500, PN6.	236,8	ml
2.3.10	7.1	Suministro Transporte e Instalación Tubería GRP DN2000, PN6.	51,6	ml
2.3.11	7.1	Suministro Transporte e Instalación Tubería GRP DN2200, PN6.	113,2	ml

TABLA 6, Tubería GRP instalada agosto de 2014 - febrero de 2015

En la tabla 6, se calculó la cantidad de tubería GRP instalada dependiendo el tamaño de su diámetro.

2.8 SILLA YEE ESTRUCTURADA

Para realizar la conexión entre la tubería de 6" de las acometidas domiciliarias y los colectores auxiliares del alcantarillado es necesario emplear un accesorio denominado silla yee, este accesorio se instala sobre la tubería de 12" de los colectores y se conecta con la tubería de las acometidas.

Durante la ejecución de la obra se logró instalar un total de 46 sillas entre los colectores sur y norte del alcantarillado de la Avenida Las Américas, en el colector sur se instaló 28 sillas en el tramo entre las calle 16 y la calle 13, mientras que en el colector norte se instalaron 18 sillas entre las calle 18 y la calle 20. En la figura 10, se observa una silla yee instalada en el colector Sur y su correspondiente fundición en concreto para atraque.



Figura 10, Instalación silla yee

Para realizar la instalación de la silla yee primero que todo se debe ubicar el punto en la tubería donde se va a instalar la silla, generalmente, se localiza a 45° del lugar donde se ubica la caja de inspección, después de haber señalado el punto de ubicación se realiza un corte en el tubo y se pega la silla al tubo con un sellador elástico (sikaflex es una buena opción), y se amarra con alambre galvanizado calibre 12, posteriormente, se formaletea un dado alrededor de la silla y se funde con concreto.

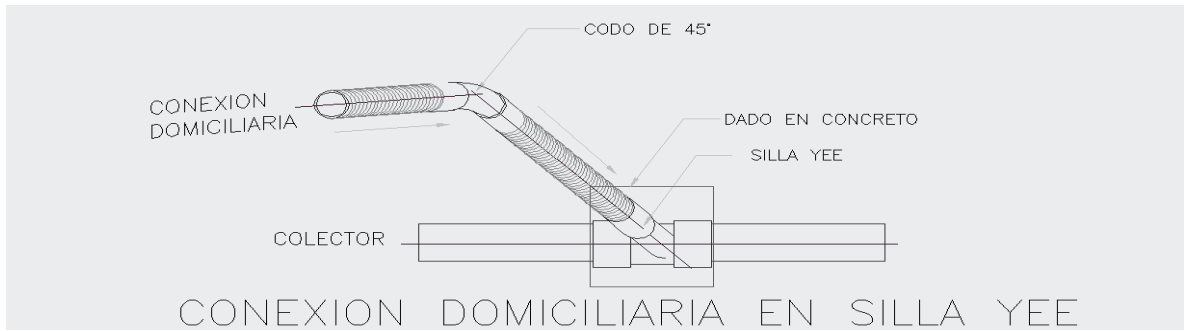


Figura 11, Plano para instalación de silla yee

En la figura 11, se observa el esquema de instalación de una silla yee. De acuerdo al presupuesto la silla yee se mide por unidad instalada. A continuación en la tabla 7, se cuantificó la cantidad de silla yee instalada:

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	UND
INST. SILLA YEE				
2.3.12	7.1	Silla Yee Estructurada 315 x 160 mm., (12" x 6").	46	un

TABLA 7, Cantidad total de silla yee instaladas.

2.9 CAMARA DE INSPECCION ESPECIAL EN CONCRETO REFORZADO 3000PSI PREMEZCLADO PARA COLECTOR PLUVIAL Y SANITARIO

La construcción de cámaras de inspección especiales en concreto reforzado fue una de las actividades más importantes y significativas dentro de este proyecto, a diferencia de los pequeños sistemas de alcantarillado en esta obra fue necesario realizar la construcción de las cámaras de inspección en concreto debido a los grandes diámetros de las tuberías tanto del colector principal pluvial así como también del colector principal sanitario.

Durante el tiempo que duró la pasantía en total se construyó 24 estructuras de concreto de 3000 psi reforzado, diez de ellas corresponden a cámaras del alcantarillado principal pluvial, también diez de ellas se construyeron en el alcantarillado principal sanitario y cuatro estructuras de separación también conocidos como aliviaderos en las intersección de las calles 20, 19, 18 y 14 con la Avenida Las Américas.

Estructura de separación (Aliviadero).

Es una estructura diseñada hidráulicamente con el fin de separar los caudales sanitarios de los pluviales para posteriormente conducirlos a sistemas separados, generalmente se construyen en las intersecciones debido a que en estos puntos se recolectan las aguas residuales de los alcantarillados secundarios de estas calles. A continuación en la figura 12, se presenta un plano como ejemplo de una estructura de separación:

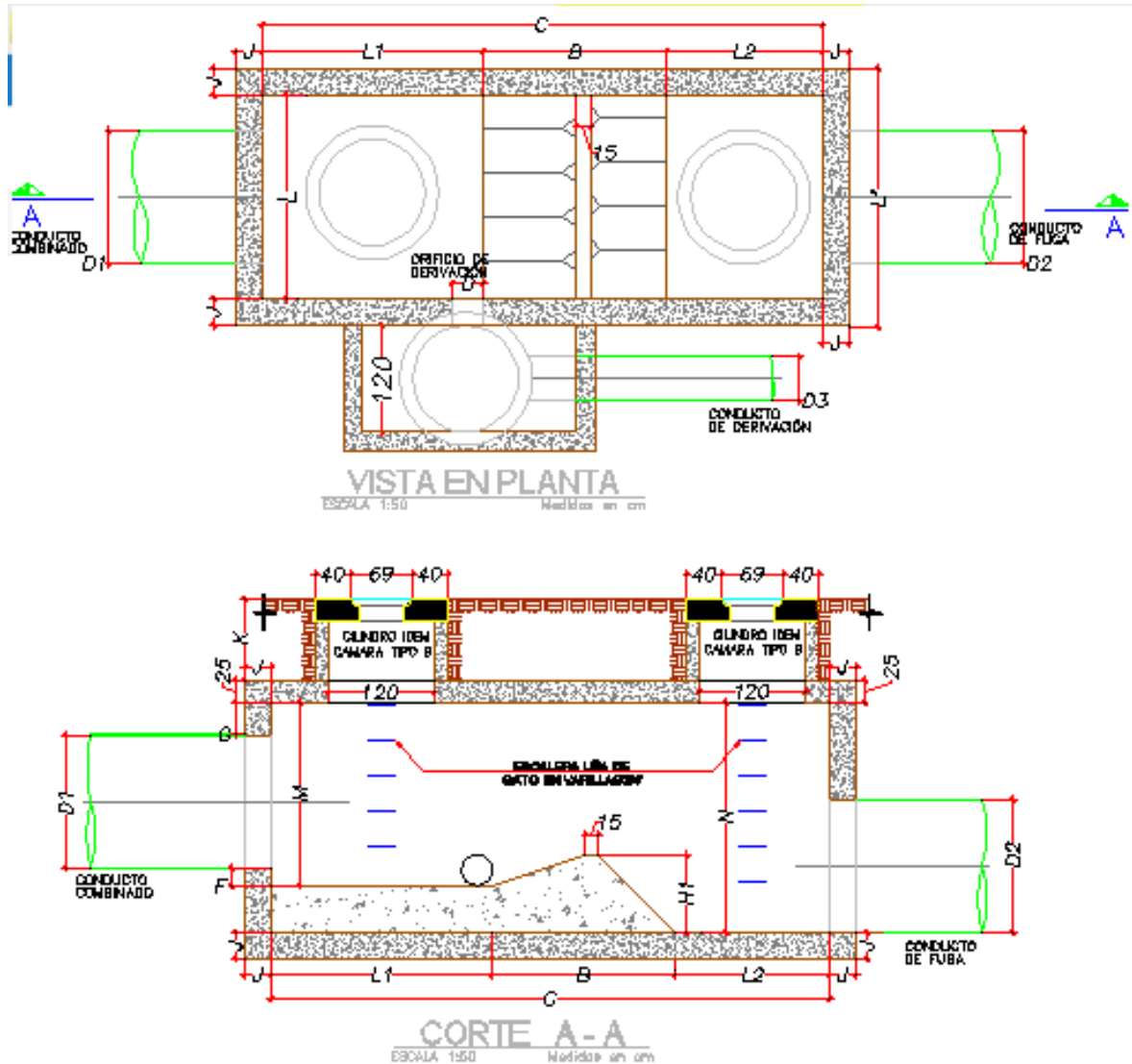


Figura 12, Plano estructura de separación.

Dentro de este análisis de precio unitario se debe tener en cuenta tres actividades fundamentales que se desarrollaron en la construcción de este tipo de estructuras, las cuales se van a describir a continuación:

Formaleta.

La formaleta se construyó con tablas ordinarias y debía tener las medidas especificadas dentro de los planos de las cámaras de concreto reforzado, debía ser sólida, adecuadamente ajustada, arriostrada y amarrada correctamente para evitar la pérdida de concreto en la fundición y la deformación de la estructura hidráulica, a la formaleta en las paredes internas se le aplicó un desmoldante para evitar que el concreto se pegue a la madera y para facilitar el retiro de la misma.

Acero de refuerzo.

El acero de refuerzo se armó de acuerdo a las especificaciones técnicas de los planos estructurales de las cámaras de concreto reforzado, generalmente en este tipo de cámaras las paredes de las cámaras estaban compuestas por dos parrillas armadas con acero N°4 cada 20 cm en el sentido vertical y N°3 cada 30 cm en el sentido horizontal. Las varillas de acero eran corrugadas y tenían una resistencia de 60000 psi.

Concreto premezclado.

En todas las estructuras hidráulicas que corresponden a los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario y a las estructuras de separación se utilizó concreto premezclado con una resistencia de 3000 psi garantizado por la empresa distribuidora, en este caso CONGRESUR.

En la tabla 8, se indica la cantidad de concreto que se usó en la construcción de las cámaras de inspección:

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	UND
2.4.1	8,9 y 15	Camara de inspeccion especial en Ccto reforzado 3000PSI premezclado para colector pluvial y sanitario	358	M3

TABLA 8, Cantidad de concreto reforzado de cámaras de inspección periodo agosto de 2014 - febrero de 2015



Figura 13, Cámara de inspección 15CS del Colector principal sanitario.

En la figura 13, se observa el armado de la formaleta y posteriormente la estructura de concreto reforzado de la cámara 15CS.

2.10 CONSTRUCCION DE PILOTES PRE EXCAVADOS EN CONCRETO REFORZADO

De acuerdo al estudio de suelos que se realizó previo a la construcción del colector separado de la Avenida Las Américas entre Avenida Boyacá y Avenida Santander, se clasificó el terreno donde se construirá la cimentación de la tubería principal del colector pluvial en tres tipos, complejidad baja, media y alta. Se estableció que en los lugares donde el terreno tiene complejidad media y baja no tendría ningún inconveniente en instalar la tubería únicamente sobre el terreno después de la nivelación correspondiente. La única dificultad se encontró en los lugares donde el terreno tiene una complejidad alta y corresponde a la Avenida Las Américas entre la calle 18 y la Avenida Boyacá.

En el sector clasificado con complejidad alta se dispuso realizar un diseño que contempla la construcción de pilotes pre excavados reforzados cuyo diámetro era de 60 cm y su longitud variaba dependiendo la ubicación en la obra de acuerdo a las especificaciones del equipo de topografía.

Esta actividad tuvo inicio en el mes de marzo de 2014 y en el mes de agosto de 2014 terminó con la construcción de 44 pilotes entre la Avenida Boyacá y la calle 14. La construcción de estos pilotes tienen como fin soportar una losa de concreto reforzado que fue utilizada como cimentación para la tubería del colector principal pluvial que está construido de acuerdo a su diseño con tubería GRP cuyos diámetros iban desde 1300 mm hasta 2200 mm. En la figura 14, se encuentra una piloteadora cuya profundidad de perforación alcanza los 30 metros lineales.



Figura 14, Perforadora piloteadora longitud máxima de excavación 30 ml.

Esta fue una de las actividades más singulares de este proyecto debido a que no es usual el uso de pilotes de concreto reforzado como cimentación de tubería en la construcción de alcantarillados, sin embargo esta fue una más representativas en cuanto al análisis económico de la obra puesto que en el presupuesto su valor representó alrededor del 12% del valor total del contrato.

Para realizar la construcción de un pilote fue necesario la utilización de una máquina perforadora piloteadora la cual se encargó de realizar la excavación a la profundidad indicada de acuerdo al análisis realizado en el estudio de suelos, en este caso se realizaron excavaciones que van desde los 7 hasta los 13 metros lineales. El diámetro de los pilotes construidos para soportar la losa de cimentación fue de 60 cm.

Simultáneamente a la excavación se realizó el armado del acero que refuerza el pilote de concreto, según el diseño estructural de los pilotes se armó un espiral de diámetro 50 cm con acero N° 3 y se amarra 15 varillas de acero N° 6 para los pilotes cuya longitud supera los 8 metros lineales y 10 varillas de acero N° 6 para los pilotes con longitud menor a 8 metros, en el sentido vertical. Cuando se terminó la excavación se introdujo la armadura de acero y se alineó con el eje del pilote.

Por último, se ejecutó la fundición del pilote con concreto de 3000 psi mezclado en obra, la longitud de los pilotes para este tramo de la obra variaba entre 3 y 8 metros lineales.

Al igual que la losa de cimentación o las cámaras especiales en concreto reforzado los pilotes también se midieron según el volumen de concreto, sin

embargo su costo no fue igual debido a que el nivel de complejidad en el momento de su construcción fue mucho más alto que el de otras actividades, a continuación se indica en la tabla 9, el total del volumen de concreto de los pilotes que se construyeron durante el mes de Agosto.

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto	M3
2.4.5	8,9 Y 11	Construcción de pilotes pre excavados en concreto reforzado	163,6	M3

TABLA 9, Cantidad de concreto reforzado de pilotes construidos en el mes de agosto

2.11 CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE CIMENTACIÓN EN CONCRETO REFORZADO DE 3000 PSI SOBRE PILOTES

Para la instalación de la tubería del colector separado de la Avenida Las Américas se construyó una losa de cimentación de concreto reforzado de 3000 psi que posee la resistencia suficiente para soportar el peso de los tubos sin provocar ningún asentamiento en el suelo que pueda cambiar la pendiente del sistema de alcantarillado.

La construcción de la losa inició únicamente cuando se terminó de construir los pilotes que forman parte de la cimentación, posterior a la revisión y aprobación de la calidad de los pilotes inició la excavación cuyo fin es la construcción de la losa de cimentación.

La excavación se realizó de acuerdo a las especificaciones suministradas por el topógrafo respecto a las cotas de la tubería del sistema de alcantarillado, al terminar la excavación se observa que los pilotes se encuentran con diferentes alturas debido al grado de complejidad tan alto que implica construirlos, es por esta razón que antes de iniciar la construcción de la losa de cimentación fue necesario demoler los pilotes hasta que queden todos al mismo nivel de altura. En la figura 15, se observa la demolición de las cabezas de los pilotes para nivelarlos con la losa de cimentación.



Figura 15, Demolición de pilotes de la losa de cimentación.

Al terminar la demolición de las cabezas de los pilotes se dejó el acero vertical que sobresalía 60 cm por encima de la altura de la cota de excavación para posteriormente amarrarlo con el acero de la losa de cimentación, antes de iniciar la construcción de la losa fue necesario instalar geotextil y piedra filtro para manejar el agua proveniente del nivel freático y la escorrentía del sitio (esto se explicará con más detalle en un capítulo posterior del informe).

Después de terminar todas las anteriores actividades se inició la construcción de la losa de cimentación, en primer lugar se armó el acero de la viga que amarra a los pilotes de la cimentación, esta viga tenía un ancho de 60 cm y un peralte de 50 cm según el plano estructural estaba conformada por 5 varillas N° 5 a lo largo en la parte superior y 4 varillas N° 5 en la parte inferior amarradas con flejes cada 10 cm con varillas N° 3.

Posteriormente, se armó el acero de la losa de cimentación, el cual se conforma por dos parrillas, la parrilla inferior posee varillas N° 4 cada 15 cm en el sentido vertical y varillas N° 3 cada 20 cm en el sentido horizontal, y la parrilla superior posee varillas N°5 cada 15 cm en el sentido vertical y varillas N° 3 cada 20 cm en el sentido horizontal con un espesor de la losa de 25 cm. En la figura 16, se indica la viga de amarre de los pilotes y el acero de las dos parrillas que conformaron la losa de cimentación.



Figura 16, Estructura de acero viga y losa de cimentación.

Terminada la estructura de acero de la losa de cimentación se instaló la formaleta y se inició la fundición con concreto de 3000 psi, a diferencia de otras estructuras el concreto que se usa para la losa se fabricó en el sitio de la obra y se tomó los ensayos correspondientes de la calidad del material.



Figura 17, Losa de cimentación en concreto reforzado de 3000 psi.

Tal como se había mencionado antes la losa de cimentación se construyó desde la calle 18 hasta la Avenida Boyacá en la Avenida Las Américas, sin embargo la construcción de la losa inició entre la calle 17 y la calle 16, en un principio la losa se construyó con un ancho de 3,1 metros para soportar tubería GRP cuyo diámetro es de 1500 mm hasta la calle 15 con un total de 130 metros lineales de losa, a partir de la cámara ubicada en la intersección entre la calle 15 y la Avenida Américas se realizó una reducción en el ancho de la losa dejándolo en 1,5 metros, y se construyó un total de 157 metros lineales hasta la calle 13, durante el periodo comprendido entre los meses de Agosto de 2014 y Febrero de 2015.

A continuación, se presenta la tabla 10, con el volumen total en metros cúbicos de la losa de cimentación en concreto reforzado que se construyó durante el periodo comprendido entre agosto de 2014 y febrero de 2015.

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	M3
2.4.6	8,9 Y 12	Construcción de losa de cimentación en concreto reforzado de 3000PSI sobre pilotes	255,3	M3

TABLA 10, Volumen total correspondiente a la construcción de losa de cimentación durante el periodo comprendido entre agosto de 2014 y febrero de 2015

Por último, se indica en la figura 18, uno de los diseños estructurales que se usaron como guía para la construcción de los pilotes y la losa de cimentación de concreto reforzado.

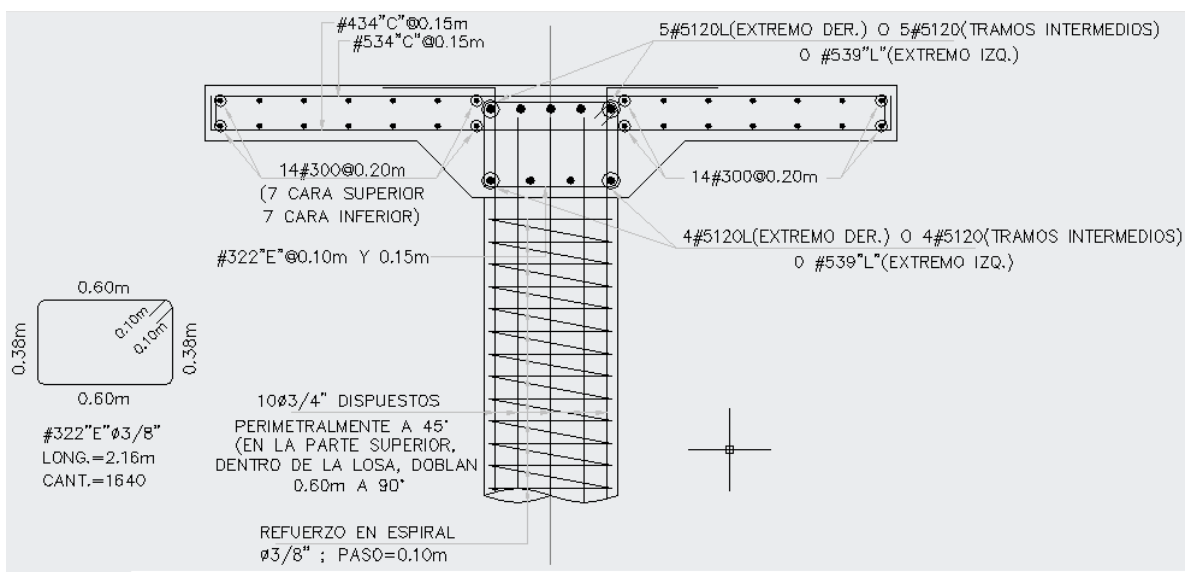


Figura 18, Plano estructural Losa de cimentación y pilotes de concreto reforzado.

2.12 ENTIBADO CON MARCO METALICO Y TABLONES EN MADERA.

Una de las actividades más importantes del proyecto fue el entibado con marco metálico, este tenía que garantizar la estabilidad de los taludes que se forman posteriores a la excavación que se realizó para la construcción de los colectores principales del sistema de alcantarillado, con la instalación del entibado en la excavación se debía asegurar que ninguna de las propiedades aledañas a la obra

sufriera algún daño por la inestabilidad que se puede producir por la baja calidad del suelo, así como también debía garantizar la seguridad del personal que se encuentra trabajando en el interior de la excavación.

En capítulos anteriores del presente informe se mencionó que de acuerdo al estudio de suelos se clasificó el terreno donde se ejecutó la obra en tres tipos; complejidad alta, media y baja, y se concluyó que en las zonas donde se clasificó el suelo con una complejidad alta debería instalarse entibado especial con marco metálico debido a la baja calidad del suelo.

Antes de realizar la descripción correspondiente de este tipo de entibado es necesario mencionar el cambio que se realizó al diseño original debido a la complejidad que implicaba su construcción. El diseño original consistía en la instalación de dos marcos metálicos uno en la parte superior de la excavación y otro en la parte inferior y la instalación de tablonces en madera con una longitud de 4 metros hincados verticalmente en el borde de la excavación para proteger los taludes como se observa en la figura 19.

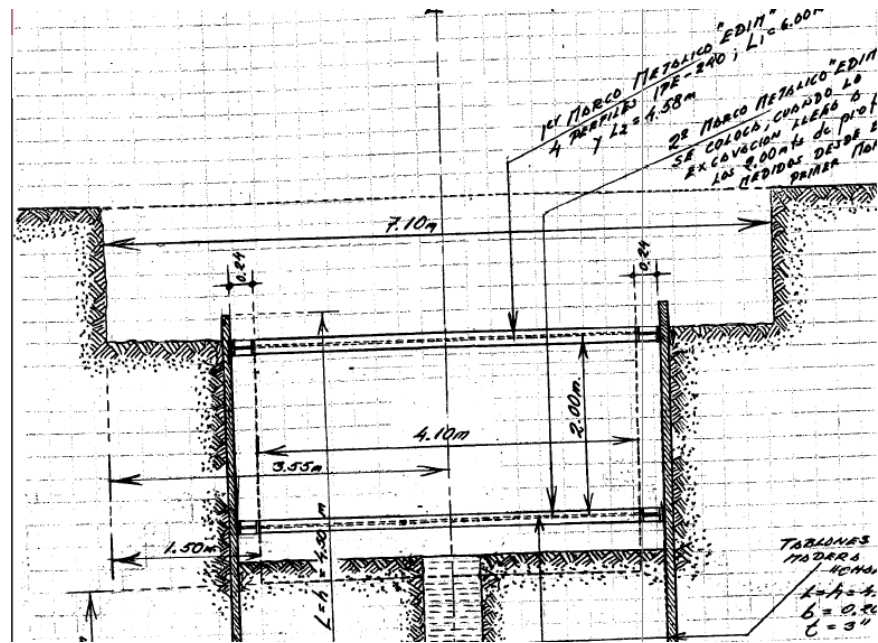


Figura 19, Esquema para construcción de entibado especial con marco metálico.

La primera modificación que se realizó al diseño original del entibado fue la ausencia del segundo marco metálico, la razón por la que se tuvo que prescindir de este elemento fue la complejidad que implicaba la instalación de la tubería GRP del colector pluvial principal con un marco en medio de la excavación, también se realizó el cambio de los tablonces por que el suelo en algunos sitios estaba muy rígido y no se podía hincar tablonces de madera rectangulares, para sustituir este elemento se usó palos rollizos de madera con diámetro de 15 cm los cuales se

enterraron 1,5 metros por debajo de la excavación para evitar los deslizamientos de los taludes.



Figura 20, Entibado con marco metálico y palos rollizos en madera.

Este tipo de entibado especial se utilizó en la obra en los lugares donde según el estudio geotécnico se clasificó con complejidad alta debido a la pobre calidad del suelo en las mismas zonas donde se construyó la losa de concreto reforzado sobre pilotes pre excavados, también fue necesario la instalación del entibado especial con marco metálico debido a que la excavación era bastante grande y tenía que estar abierta por un tiempo no tan corto debido a que la construcción de la losa y la instalación de la tubería de los colectores principales tardaba un periodo prolongado.

El entibado con marco metálico a diferencia de otros tipo de entibado se instaló antes de realizar la excavación, este procedimiento inicia con la hincada de los palos rollizos, para ejecutar esta actividad se empleó una retroexcavadora y un tubo de metal de longitud mayor a 5 metros, este tubo se amarra al brazo de la retroexcavadora y esta lo entierra en los puntos donde posteriormente se enterraron los palos rollizos los cuales van hincados 1,5 metros por debajo de la altura de la excavación, en promedio la altura de los palos rollizos oscilaba entre los 5 y los 5,5 metros. En la figura 21, se observa como la retroexcavadora enterraba los palos rollizos de 15 cm de diámetro.



Figura 21, Hincado de palos rollizos sobre el terreno cada 60 cm.

Al terminar de enterrar los palos rollizos sobre el terreno a lo largo de un tramo se instaló los marcos metálicos los cuales estaban construidos con perfiles en I con un largo de 6 metros y un ancho variable de acuerdo al ancho de excavación, los perfiles se conectaban con una platina en las esquinas atornillada con pernos. Los marcos metálicos se amarraban en las esquinas y en el centro con alambre de amarre a los palos rollizos, al terminar esta actividad se pudo iniciar con la excavación.

Durante el periodo comprendido entre agosto de 2014 y febrero de 2015 se instaló entibado entre la calle 17 y la calle 13, el entibado se midió por metro cuadrado y se tuvo en cuenta los dos lados de la excavación, a continuación se indica la tabla 11, con la cantidad total de entibado:

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	UND
2.4.7	10	Entibado con marco metálico y tablonés en madera	2828,5	M2

TABLA 11, Entibado especial con marco metálico y palos rollizos total medido en metros cuadrados durante el periodo entre agosto de 2014 - febrero de 2015.

2.13 SUMINISTRO E INSTALACIÓN GEOTEXTIL NT1600

Para realizar la construcción de la losa de cimentación en concreto reforzado sobre pilotes fue necesario la construcción de una base en piedra filtro cubierta por geotextil no tejido cuyas funciones principales fueron impedir que se mezcle el concreto de la losa con la capa del suelo en el fondo de la excavación y permitir el paso del agua producto del nivel freático y la escorrentía.

El geotextil consistía de un filamento continuo de poliéster mecánicamente unido por perforaciones de agujas según las especificaciones técnicas del proyecto. Previo a la construcción de la losa de cimentación en concreto reforzado se realizó la instalación del geotextil no tejido sobre la superficie que se encuentra en el fondo de la excavación, posterior a la primera capa de geotextil se formó una cimentación con piedra filtro y se cubre con la segunda capa la cual se nivela para iniciar con el armado del acero de la losa de cimentación.

En la figura 22, se indica cómo se realizó la instalación del geotextil en la excavación:



Figura 22, Instalación de geotextil no tejido.

Entre los meses de agosto de 2014 y febrero de 2015 se instalaron más de 4000 metros cuadrados de geotextil en la excavación principal como se muestra en la tabla 12, entre las calles 17 y 13 de la avenida Américas donde posteriormente se instaló la tubería del colector principal pluvial y el colector sanitario.

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	UND
2.5.3		Suministro e Instalación Geotextil NT 1600.	4351,0	M2

TABLA 12, Cantidades de geotextil instalado entre agosto de 2014 - febrero de 2015

2.14 RELLENO CON RECEBO GRANULAR PARA ATRAQUE Y RECUBRIMIENTO DE LAS TUBERIAS

Debido a la pobre calidad del material extraído producto de la excavación y a que no se contaba con un lugar para almacenar este material, fue necesario reemplazarlo con un material de mejor calidad, generalmente, para el atraque de las tuberías se utiliza base granular, sin embargo, debido a la magnitud de volumen requerido se hacía antieconómico usar este tipo de material en la excavación y se decidió reemplazar el material desalojado por recebo granular con características mucho mejores que las del material de sitio.

Durante la ejecución del proyecto se usó siempre recebo granular para rellenar cualquier tipo de excavación principalmente las que correspondían a los colectores pluvial y sanitario. Se puede clasificar en dos tipos de relleno dependiendo el ancho de la excavación y el equipo utilizado para extender y compactar el material de relleno.

Para excavaciones de gran magnitud con un ancho mayor a 1,5 metros y profundidades de hasta 5 metros se necesitó maquinaria como retroexcavadora o mini cargador para transportar y extender el material dentro de la excavación, y un vibro compactador mecánico para compactar el material en capas no mayores a 30 centímetros. En la figura 23, se observa como un mini cargador extiende el material y un vibro compactador lo compacta.



Figura 23, Extendido y compactación de recebo granular para relleno de excavaciones de gran magnitud

A diferencia de las excavaciones de gran magnitud, las excavaciones pequeñas para realizar instalaciones de tuberías de colectores auxiliares o acometidas sanitarias domiciliarias se rellenaron con equipos pequeños como apisonadores mecánicos en capas de 20 centímetros como se muestra en la figura 24, con recebo granular y se transportó el material con carretas metálicas (boogies).



Figura 24, Relleno de excavación con recebo granular compactado con apisonador mecánico (saltarín).

Entre las calle 17 y la calle 13 de la Avenida Las Américas se usaron más de 8000 metros cúbicos de recebo granular para rellenar las excavaciones donde se realizó la instalación de diferentes tipos de tuberías que corresponden a los sistemas de alcantarillado principales pluvial y sanitario y sistemas secundarios como colectores auxiliares y acometidas sanitarias de edificaciones. A continuación, en la tabla 13, se indica la cantidad exacta de recebo que se usó durante el tiempo que duro la pasantía.

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	UND
2.5.4	6	Relleno con Recebo Granular Para Atraque y Recubrimiento de las Tuberías.	8582,4	M3

TABLA 13, Cantidad de recebo para relleno calculado en metros cúbicos

2.15 BOMBEO DE AGUAS NIVEL FREATICO Y DE ESCORRENTIA.

Esta fue una de las actividades que se realizó constantemente dentro de la ejecución de la obra para permitir el desarrollo normal de las actividades principales del proyecto.

Debido a que el nivel freático dentro de la excavación principal se encontraba a 4 metros de profundidad y las excavaciones en ocasiones superaban los 5 metros era necesario extraer el agua rápidamente del fondo donde se realizó la construcción de la losa de cimentación sobre pilotes para realizar la instalación de la tubería de los colectores principales.

Otro factor muy importante era el agua que se acumulaba por la escorrentía, durante el tiempo que duro la pasantía entre los meses de agosto de 2014 hasta febrero de 2015 se presentaron lluvias fuertes sobre todo en los meses finales del año 2014 como noviembre y diciembre.

Para realizar esta actividad se usó una motobomba cuyo diámetro es de 3 pulgadas con un motor a gasolina cuya capacidad de succión promedio es de 36 metros cúbicos por hora. En la obra, generalmente, se usaron entre 2 y 3 motobombas en diferentes puntos de la excavación.



Figura 25, Bombeo de agua de nivel freático en la excavación.

Para realizar la extracción del agua que se encontró debajo de la superficie que quedo después de la excavación se enterró un tubo perforado y se bombeo tal y como se ve en la figura 25.

El bombeo de aguas del nivel freático y escorrentía se midió por horas trabajadas por las motobombas, durante el tiempo que duró la pasantía fueron usadas motobombas alcanzando alrededor de 3000 horas como se indica en la tabla14:

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	UND
3,1	17	Bombeo Aguas Nivel Freático y de Escorrentía de la Excavación con Motobomba Ø=	2907,0	HORA

TABLA 14, Bombeo de agua de nivel freático y escorrentía medido en horas

2.16 RECEBO CEMENTO RELACION 1:10 PARA CAPA DE RODADURA Y CAMA DE TUBERIA

Para realizar la reposición de la capa de rodadura que se demolió cuando se efectuó las excavaciones para instalar la tubería de los colectores principales del sistema de alcantarillado y las tuberías de sistemas auxiliares y acometidas domiciliarias en una primera instancia se decidió hacerlo con concreto hidráulico de 4000 psi cuyo espesor era de 20 cm y/o una mezcla asfáltica compactada mecánicamente con espesor de 10 cm. Sin embargo, la empresa Sistema Estratégico de Transporte Público de Pasto AVANTE formuló un proyecto que contemplaba la construcción de una nueva pavimentación que cubría toda la Avenida Las Américas desde la Avenida Santander (calle 22) hasta la Avenida Boyacá (calle 12) y por esta razón se decidió cambiar la reposición de la capa de rodadura a una mezcla de recebo y cemento que proporcione una rigidez temporal a la superficie de la vía hasta que se construya las dos calzadas nuevas de la Avenida Las Américas.

El cemento unido al recebo granular generó un material consistente capaz de mantener la superficie de la vía regular permitiendo el libre tránsito vehicular, en este proyecto en particular se usó una mezcla 1:10 lo que quiere decir que por 10 unidades de recebo se utilizaría 1 unidad de cemento, esta mezcla se realizó con una mezcladora mecánica de concreto. En la figura 26, se indica el procedimiento que se usó para realizar la reposición de la capa de rodadura.



Figura 26, Reposición de la capa de rodadura de acometidas domiciliarias con recebo cemento espesor 10 cm.

La capa de rodadura con recebo cemento tiene un espesor de 10 centímetros pero la unidad de medida que se usó para esta actividad es el metro cubico de material,

entre la calle 17 y la calle 13 de la Avenida Las Américas se usaron más de 400 metros cúbicos para reponer la superficie tanto de la calzada como también de los andenes. En la tabla 15, se indica la cantidad de recebo cemento que se usó en la reposición de la capa de rodadura.

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	UND
5A		Recebo Cemento Relación 1:10 Para Capa de Rodadura y Cama Tubería	417,6	M3

TABLA 15, Cantidad de recebo cemento para capa de rodadura medido en metros cúbicos

2.17 PLANO DEFINITIVO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO AVENIDA LAS AMERICAS

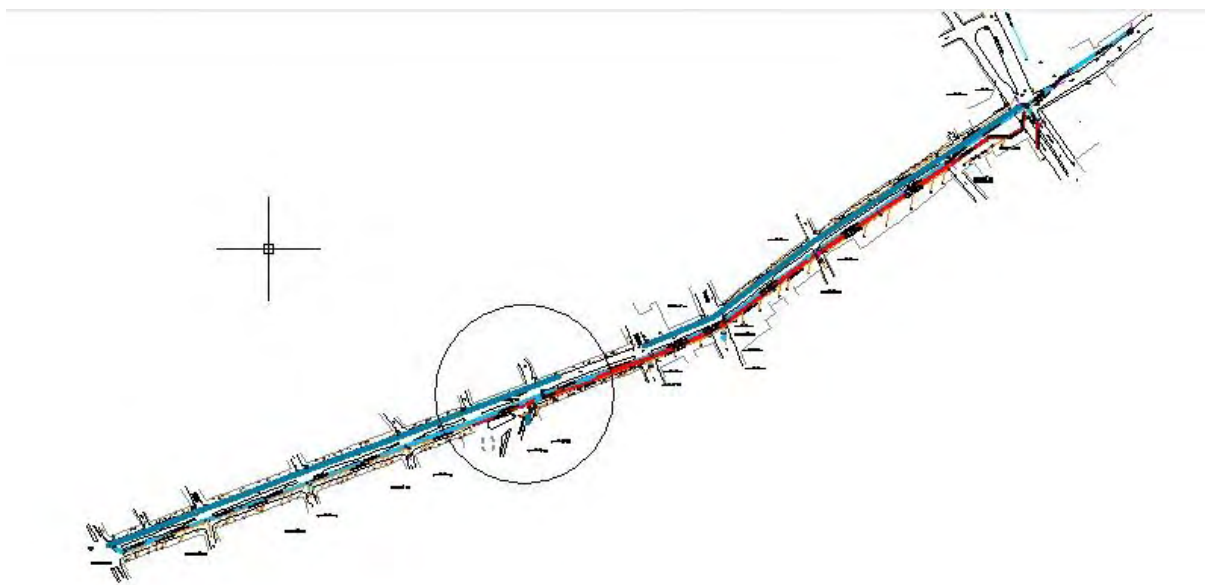


Figura 27, Plano definitivo sistema de alcantarillado Avenida Las Américas entre calle 22 y calle 12.

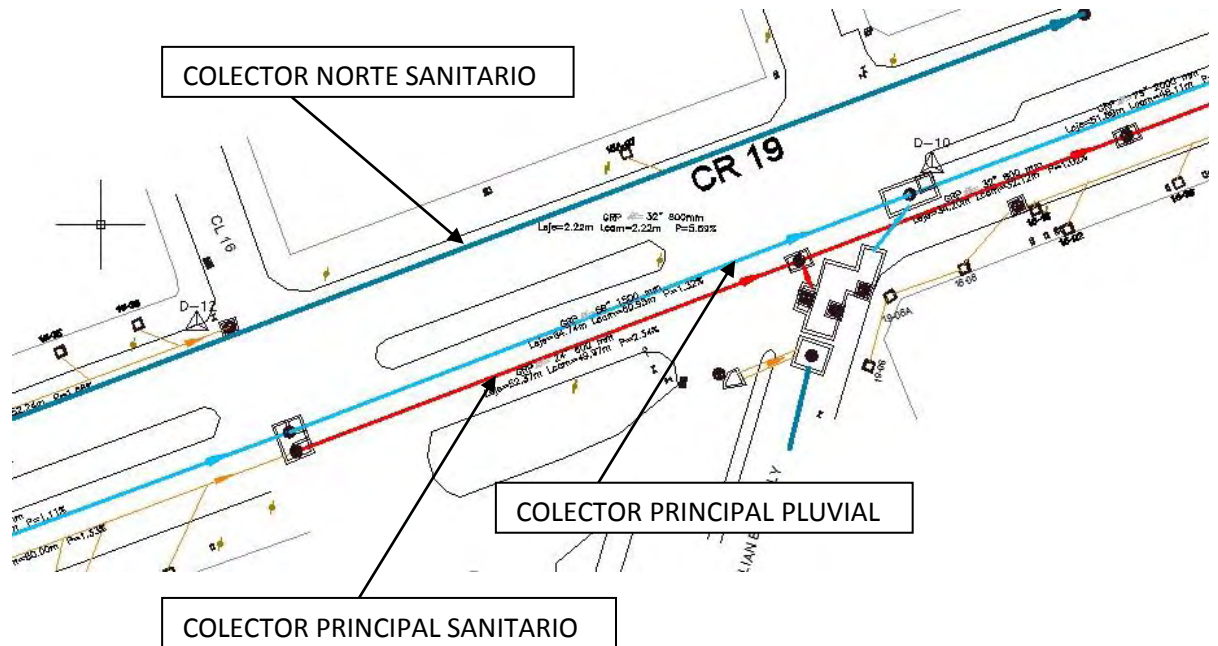


Figura 28, Descripción de los sistemas principales de alcantarillado de la Avenida Las Américas.

Terminando con todas las actividades más importantes dentro de los procesos de construcción del nuevo sistema de alcantarillado separado de la Avenida Américas se presenta dos planos en la figura 28 y la figura 29, los cuales indican básicamente las principales redes que se componen de los colectores Pluvial principal, sanitario principal y sanitario auxiliar norte.

A continuación, se presenta en la tabla 16, un modelo de cómo se realizó la pre acta de las cantidades de obra para generar las actas parciales de pago del contratista:

ITEMS	2.2.3, 1A,2A,2.2.1	5,000	Exc con retroexcavadora incluye corte y cargue, alcance brazo hasta 5 m,(0 - 3) m - (3 - 5) m - (5 - 7) m de profundidad. Y excavación manual											
			Diámetro Tubería	Abscisa	Longitud	Altura	Altura Promedio	Ancho	Ancho Promedio	Volumen Total	Volumen 0 - 3 Mts.	Volumen 3 - 5 Mts.	Volumen 5 - 7 Mts.	Excavación en Roca
COLECTOR SANITARIO NORTE INSTALACIÓN TUBERÍA 315 MM CARRERA 19 ENTRE CALLE 19 Y CALLE 18														
315														
	0,00		2,90		1,14									
315		2,28		2,90		1,14	7,54	7,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	2,28		2,90		1,14									
315														
Pozo 10A Norte	3,08	1,60	3,10	3,10	2,00	2,00	9,92	9,60	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	
	3,88		2,71		1,14									
315		1,12		2,69		1,14	3,43	0,00	0,00	0,00	3,43	0,00	0,00	
	5,00		2,67		1,14									
315		5,00		2,65		1,14	15,08	0,00	0,00	0,00	15,08	0,00	0,00	
	10,00		2,62		1,14									
315		5,00		2,63		1,14	14,96	0,00	0,00	0,00	14,96	0,00	0,00	
	15,00		2,63		1,14									

TABLA 16, Formato ejemplo para la elaboración de una pre acta de obra.

Para la elaboración de una pre acta de obra se debe tener en cuenta parámetros muy importantes para facilitar la revisión de la interventoría de obra y de la supervisión de la entidad contratante.

En primer lugar se debe tomar uno o varios ítems del contrato con su número correspondiente, en este caso se usó “Excavación con retroexcavadora incluye corte y cargue, alcance brazo hasta 5 m, (0 - 3) m - (3 - 5) m - (5 - 7) m de profundidad. Y excavación manual”, a continuación se debe describir el lugar exacto de la obra donde se ejecutó la actividad, en el ejemplo se tomó “COLECTOR SANITARIO NORTE INSTALACIÓN TUBERÍA 315 MM CARRERA 19 ENTRE CALLE 19 Y CALLE 18”. En este caso como la excavación se mide en metros cúbicos se debe escribir tres unidades de medida que son la longitud obtenido por el abscisado de la topografía, la profundidad obtenida por la nivelación topográfica y el ancho que se toma dependiendo el diámetro de la tubería que se va a instalar dentro de la excavación. Así se obtiene diferentes valores que corresponden al mismo ítem y se suman dando como resultado la cantidad final que se ve reflejada en el acta parcial o final de pago.

3. CONSTRUCCION DE LAS NUEVAS REDES DE ACUEDUCTO

3.1 SISTEMA DE ACUEDUCTO EXISTENTE

El sistema de acueducto existente de la Avenida Las Américas tal y como se muestra en la figura 29, se componía de dos líneas de tubería, la primera red de acueducto se encontraba en la calzada izquierda de la Avenida junto al andén de los locales comerciales y las casas del sector y está construida con tubería de asbesto cemento de 4 pulgadas desde la calle 12 hasta la calle 17 y en tubería de asbesto cemento de 3 pulgadas desde la calle 17 hasta la calle 22, conectadas a esta tubería se encontraban todas las acometidas domiciliarias de los inmuebles con manguera pf de ½ pulgada. Por otra parte en la calzada derecha de la Avenida se encontraba otra línea de acueducto de 8 pulgadas en asbesto cemento desde la calle 12 hasta la calle 19 y en 10 pulgadas desde la calle 19 hasta la calle 22, a esta también se conectaban todas las acometidas domiciliarias con manguera Pf de todos los predios.

Es de vital importancia resaltar que estas redes del acueducto existente se encontraban en mal estado y habían sido reparadas en innumerables ocasiones con tubería y accesorios PVC y HD (hierro dúctil).

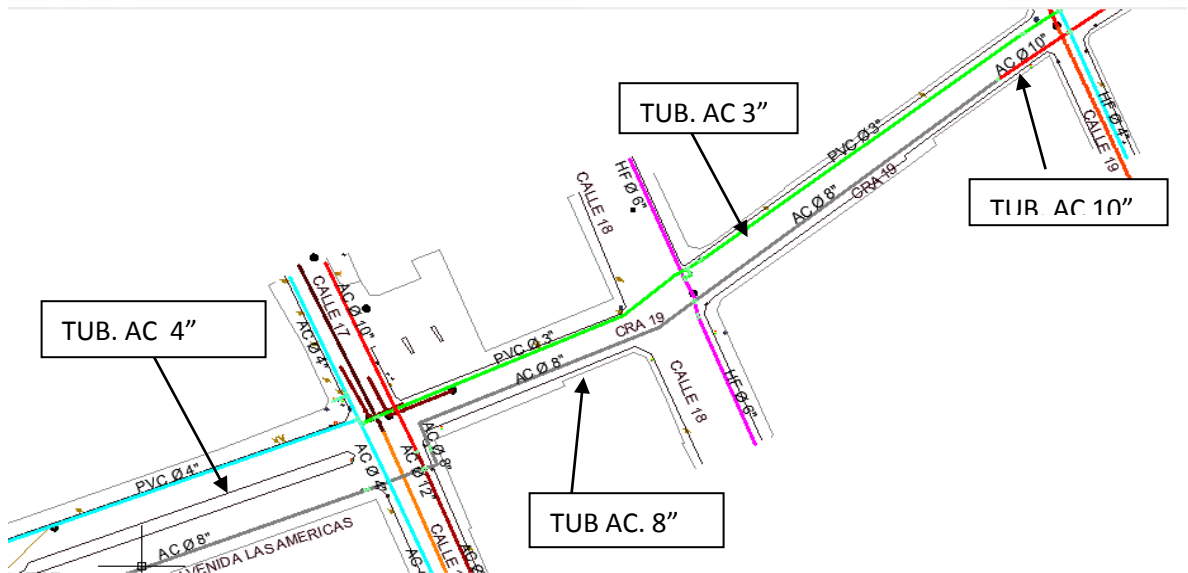


Figura 29, Descripción de los sistemas existentes de acueducto Avenida Las Américas

Nota: Antes de iniciar con la descripción de las actividades que se realizaron en la construcción del sistema de acueducto de la Avenida Las Américas, es necesario aclarar que muchas de las actividades que se realizaron son muy semejantes o iguales a las que se describieron en la construcción del alcantarillado que se encuentran en los capítulos preliminares como localización y replanteo, demoliciones y actividades complementarias como excavaciones y rellenos, y es por esta razón que se van a omitir en esta etapa del documento.

3.2 APIQUE EXPLORATORIO SOBRE VIA O ANDÉN

Una de las actividades preliminares más importantes que se contempló antes de iniciar con la construcción de las nuevas redes de acueducto es la realización de apiques exploratorios ya sea que se ubiquen dentro del andén peatonal o en la vía.

Los apiques exploratorios se realizaron principalmente por dos razones muy importantes, la primera es porque se debe ubicar las redes de acueducto existentes y las instalaciones de otro tipo de sistemas como por ejemplo el cableado de voz y datos, y la segunda y más importante es porque se debe verificar que los alineamientos propuestos dentro del diseño del acueducto sean viables en la construcción del mismo y no se presenten problemas en el momento de la instalación de la tubería. En la figura 30, se observa la tubería existente de 4" en asbesto cemento.



Figura 30, Tubería de acueducto existente de asbesto cemento de 4"

Durante la ejecución del proyecto se realizó un total de 27 apiques exploratorios, sin embargo, solo 6 de ellos se realizaron en el periodo comprendido entre agosto de 2014 y febrero de 2015, la cantidad de apiques exploratorios depende

únicamente del criterio del interventor el cual decide y ordena al contratista la cantidad de apiques que se deben realizar y la ubicación.

Posterior a la ubicación del apique se debe marcar un cuadro de medidas 70 cm de ancho por 70 cm de largo, y se inicia con la demolición de la placa de la vía o del andén y continua la excavación a una profundidad igual a la cota batea de la tubería del acueducto existente.

Los apiques exploratorios se miden por unidad, a continuación en la tabla 17, se muestra la cantidad de apiques exploratorios que se realizaron el mes de Agosto de 2014:

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto	UND
1.3	1.3	Apique exploratorio sobre via 0.7x0.7m, 1.0<h<2m	6,0	UND

TABLA 17, Apiques exploratorios realizados durante el mes de agosto de 2014

3.3 SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PR 200 BIORENTADA PVC PRESION

Para la construcción de las nuevas redes de acueducto de la Avenida Las Américas se usó tubería PVC biaxial (biorentada) la cual debe cumplir con las normas NTC 832, 2295; ASTM D-2241; AWWA C-105, por esta razón se suministró toda la tubería con la marca PAVCO, la cual cumple con todas las normas estipuladas y cuenta con el certificado de calidad ICONTEC.

Ventajas de la tubería PCV biaxial PR 200 RDE 37

Al ser orientadas las moléculas, la tubería biaxial puede resistir mayor tensión que las tuberías convencionales como la PVC-U, teniendo un incremento casi del 50%, y por esta razón posee un RDE mayor lo que hace que la tubería sea más liviana y fácil de instalar.

Su resistencia hidrostática es de 200 psi la cual es comparable con una tubería PVC-U cuyo RDE tiene un valor de 21 mientras que el RDE de la tubería biaxial es de 37.

Puesto que la estructura de la tubería está conformada por láminas en capas posee una mayor resistencia a la fractura frágil y puede absorber sobre presiones causadas por el golpe de ariete.

Durante el transporte y la instalación de la tubería es común que reciba golpes por cualquier elemento externo el cual puede generar daños y es por esta razón que la

tubería biaxial es mucho más resistente que las tradicionales absorbiendo los golpes y evitando que se generen daños en la estructura de la tubería. La estructura de láminas evita que se propaguen las fracturas en la tubería.

Cuenta con un sistema de espigo con hidrosello instalado desde la fábrica para evitar desplazamientos y garantizar la correcta instalación de las tuberías.

Este tipo de tubería no se degrada ni se deteriora por la acción de macro o microorganismos debido a que el poli – vinilo de cloruro no sirve como nutriente a estos organismos.

Sus paredes internas lisas ofrecen baja resistencia al flujo lo que permite mayores capacidades hidráulicas.

De acuerdo a los ensayos de aplastamiento la tubería biaxial puede deflectarse un 40% de su diámetro externo antes de presentar fracturas en su superficie. A continuación, en la tabla 18, se indica las presiones en psi que soporta la tubería biaxial en comparación a una PVC-U.

Descripción	PVC U	BIAXIAL® DE PAVCO PVCU 1135(4" A 20")
LTHS	3.830 a 4.800 psi	6.810 a 7.920 psi
HDB	4.000 psi	7.100 psi
SF	2	2
HDS	2.000 psi	3.550 psi
PR	200 psi, RDE 21 160 psi, RDE 26	200 psi, RDE 37 160 psi, RDE 46

TABLA 18, Presión estimada máxima para tuberías de acueducto PVC (tomada del manual BIAXIAL de PAVCO)

Para realizar la construcción de las redes de acueducto en la Avenida Las Américas se utilizó tubería y accesorios PVC BIAXIAL y accesorios en hierro dúctil (HD). La tubería de acueducto que se instaló de acuerdo a los diseños entregados por EMPOPASTO tenía varios diámetros que iban desde las 4 pulgadas hasta las 14 pulgadas de diámetro.

La instalación de la tubería fue desde la calle 22 donde se realizó el empalme a la tubería existente e inició con un diámetro de 14 pulgadas, se realizó la instalación de 79 metros lineales de tubería entre las calles 19 y la calle 22.

En el lado derecho de la Avenida Las Américas tomando como punto de partida la calle 12 y de acuerdo al diseño en el periodo que duro la pasantía se instalaron casi 300 metros lineales de tubería de 8" entre la calle 16 y la calle 12ª. También, en este sector del proyecto se instaló dos líneas de tubería, una principal de 12" y una secundaria de 4" que van desde la calle 17 hasta la calle 21 instalando más de 400 metros lineales de cada tipo de tubería.

Por otra parte, en el plano del acueducto se contemplaba la instalación de una línea de 6" en el lado izquierdo de la vía, en el cual se instaló más de 350 metros lineales entre las calle 12 y la calle 15 y un pequeño tramo en la calle 21, en la figura 31, se observa dos líneas de tubería biaxial de 4 y 12 pulgadas.



Figura 31, Instalación de tubería de 14, 12 y 4 pulgadas.

Previo a la instalación de la tubería fue necesario limpiar los extremos de la tubería tanto en su interior como en su exterior, posteriormente se debe lubricar el hidrosello que se encuentra pegado al espigo de uno de los tubos y la campana del otro tubo, por último se realizó la instalación de la tubería en la excavación luego de tener el alineamiento y los niveles definitivos de la cota batea de la tubería. La unidad de medida de la tubería es por metro lineal y dependiendo el diámetro varia el costo del análisis del precio unitario, a continuación se indica en la tabla 19, la cantidad de tubería instalada en el periodo comprendido entre agosto de 2014 y febrero de 2015:

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	UND
3.1	TUBERIA REDES PRINCIPALES			
3.1.1	3.1.1	Suministro e instalación tubería PR200 biorientada PVC Presión Ø=14"U.M.	79,0	ml
3.1.2	3.1.2	Suministro e instalación tubería PR200 biorientada PVC Presión Ø=12"U.M.	405,0	ml
3.1.4	3.1.4	Suministro e instalación tubería PR200 biorientada PVC Presión Ø=8"U.M.	293,0	ml
3.1.5	3.1.5	Suministro e instalación tubería PR200 biorientada PVC Presión Ø=6"U.M.	355,0	ml
3.1.6	3.1.6	Suministro e instalación tubería PR200 biorientada PVC Presión Ø=4"U.M.	431,0	ml

TABLA 19, Tubería biaxial PVC instalada entre agosto de 2014 y febrero de 2015.

3.4 SUMINISTRO E INSTALACION DE VAVULAS Y ACCESORIOS EN HIERRO DUCTIL

Dentro de las redes del sistema nuevo de acueducto de la Avenida Las Américas y aparte de la tubería y accesorios de PVC, también se usó accesorios y válvulas en hierro dúctil debido a las ventajas de operación e instalación que presenta este material.

Generalmente, en los nodos de las redes de distribución es necesaria la utilización de este tipo de accesorios, puesto que son más resistentes que los accesorios en PVC y soportan mayores sobre presiones causadas por el efecto de golpe de ariete.

Dentro de los accesorios que se emplearon en la construcción de estas redes de acueducto se encuentran codos, tees y juntas powermax (uniones) como se observa en la figura 32, de diferentes diámetros, también se usaron válvulas de compuerta para separar por tramos las redes del sistema para que en caso de presentarse un daño solo se cierre un sector del acueducto en la Avenida Las Américas.



Figura 32, Instalación de válvulas y accesorios en hierro dúctil.

Para realizar una correcta instalación de los accesorios en hierro dúctil se debe tener en cuenta algunos parámetros importantes para que el sistema tenga un óptimo funcionamiento, en primer lugar se tuvo que limpiar tanto la tubería y los accesorios PVC como los accesorios en Hierro dúctil. Todo tipo de unión se realiza con juntas powermax como se observa en la figura 33, este tipo de junta tiene en su exterior unos pernos los cuales se ajustan en el sentido horizontal haciendo presión sobre un empaque plástico que se encuentra en el interior el cual genera la resistencia adecuada sobre los accesorios y la tubería evitando que se presente fugas o daños en el sistema de acueducto. Después de realizar la instalación se debe atracar los accesorios con acero de $\frac{1}{2}$ " y alambre galvanizado, por último se funde con concreto de 3000 psi como se indica en la figura 33.



Figura 33, Atraque y fundición en concreto de accesorios en hierro dúctil.

Durante el tiempo que duró la pasantía se instalaron un total de doce codos, siete tees, nueve válvulas de compuerta y setenta y uno juntas powemax (uniones), todo este tipo de accesorios se mide por unidad dentro del presupuesto y las actas

parciales de pago, a continuación se indica en la tabla 20, la cantidad y el tipo de accesorios que se instalaron:

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	UND
4.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS EN HD			
4.1.1	4.1.1	Sumin.e Instal.Codo HD 22.1/2"x14" Extremo liso	3,0	UND
4.1.5	4.1.5	Sumin.e Instal.Codo HD 22.1/2"x6" Extremo liso	5,0	UND
4.1.7	4.1.7	Sumin.e Instal.Codo HD 90"x4" Extremo liso	2,0	UND
4.1.9	4.1.9	Sumin.e Instal.Codo HD 22.1/2"x4" Extremo liso	2,0	UND
4.1.16	4.1.16	Suministro e instalaciòn Tee HD 4"x4" Extremo liso	3,0	UND
4.1.18	4.1.18	Suministro e instalaciòn Tee reducida HD 12"x6" Extremo liso	1,0	UND
4.1.19	4.1.19	Suministro e instalaciòn Tee reducida HD 12"x4" Extremo liso	2,0	UND
4.1.25	4.1.25	Suministro e instalaciòn Tee reducida HD 6"x3" Extremo liso	1,0	UND
4.1.34	4.1.34	Valvula de compuerta elastica Extremo Liso Vastago no Ascendente HD Ø=14"SRM	1,0	UND
4.1.35	4.1.35	Valvula de compuerta elastica Extremo Liso Vastago no Ascendente HD Ø=12"SRM	2,0	UND
4.1.38	4.1.38	Valvula de compuerta elastica Extremo Liso Vastago no Ascendente HD Ø=6"SRM	1,0	UND
4.1.39	4.1.39	Valvula de compuerta elastica Extremo Liso Vastago no Ascendente HD Ø=4"SRM	4,0	UND
4.1.40	4.1.40	Valvula de compuerta elastica Extremo Liso Vastago no Ascendente HD Ø=3"SRM	1,0	UND
4.1.42	4.1.42	Suministro e Instalaciòn Junta Powermax 3506 o similar Ø=14"	11,0	UND
4.1.43	4.1.43	Suministro e Instalaciòn Junta Powermax 3506 o similar Ø=12"	15,0	UND
4.1.46	4.1.46	Suministro e Instalaciòn Junta Powermax 3506 o similar Ø=6"	12,0	UND
4.1.47	4.1.47	Suministro e Instalaciòn Junta Powermax 3506 o similar Ø=4"	29,0	UND
4.1.48	4.1.48	Suministro e Instalaciòn Junta Powermax 3506 o similar Ø=3"	4,0	UND

TABLA 20, Accesorios y válvulas en hierro dúctil instaladas entre agosto de 2014 y febrero de 2015.

3.5 CONSTRUCCION DE CAJA VALVULA EN CONCRETO REFORZADO

Siempre que se instala una válvula dentro de las redes del sistema de acueducto en alguno de los nodos es necesario realizar la construcción de una caja válvula para poder realizar la operación de esta en caso de presentarse un daño en el sistema o para poder realizar la instalación de tubería y accesorios nuevos cuando es necesario reemplazar los que contiene el sistema existente.

Este tipo de caja se construyó en concreto reforzado y se empleó un proceso similar al de las cámaras de inspección en concreto del sistema de alcantarillado solo que estas tienen unas dimensiones mucho más pequeñas y el tipo de tapa es diferente, sin embargo, dentro del sistema no se realizó la construcción de la tapa debido a que la empresa encargada de pavimentar la vía tiene que realizar el realce de las cajas a nivel de la calzada.

Dentro de la caja la válvula va fundida en el piso también con concreto, se formaletea los muros con madera ordinaria y se funde con concreto de 3000 psi, las dimensiones de la caja son 70 cm de ancho por 70 cm de largo libre en su interior y altura entre 1 y 2 metros. En la figura 34, se observa la armadura de acero y las paredes de concreto de una caja válvula.



Figura 34, Acero y fundición de concreto de 3000 psi de una caja válvula.

Dentro del sistema de acueducto se instalaron 19 cajas válvula durante el tiempo que duro la pasantía como se muestra en la tabla 21.

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	UND
4.3	CONSTRUCCION CAJA VALVULA			
4.3.1	4.3.1	Constr.caja válvula en Ccto refor. .7mx.7m hint=1.3m emuro=.10m Incl.tapa	18,0	UND
4.3.2	4.3.2	Constr.caja válvula en Ccto refor. .7mx.7m hint=1.5m emuro=.10m Incl.tapa	1,0	UND

TABLA 21, Cajas válvulas construidas entre agosto de 2014 - febrero de 2015.

3.6 CONSTRUCCION Y REPOSICION DE ACOMETIDAS DOMICILIARIAS

La reposición de las redes de distribución del sistema de acueducto se realizó con el fin de mejorar las condiciones de vida de los usuarios en este sector de la ciudad, por esta razón se realizó por último la instalación de las nuevas acometidas domiciliarias con materiales de mucha calidad.

La instalación de las acometidas domiciliarias se realizó directamente a la tubería de agua potable por medio de un collar de derivación, accesorios y tubería pf, en

el siguiente esquema en la figura 35, se explica detalladamente como se realiza su instalación:

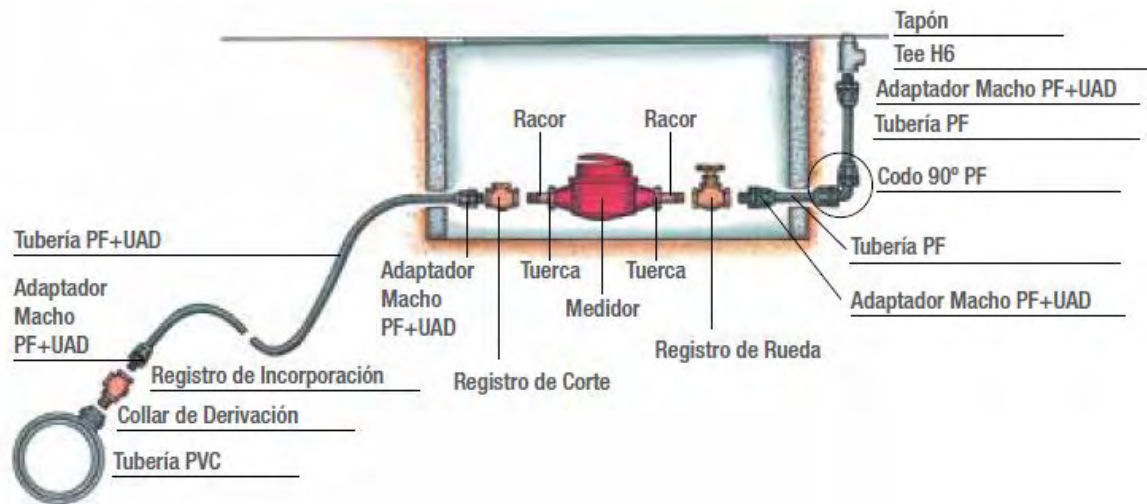


Figura 35, Esquema de instalación de acometida domiciliar de acueducto.

Dependiendo del diámetro de la tubería se realizó la instalación de las acometidas domiciliarias y se clasificó diferente dentro del presupuesto de obra, entre mayor es el diámetro de la tubería principal es mayor el costo de instalación.



Figura 36, Instalación de acometidas domiciliarias en tubería principal de 6”.

En la figura 36, se observa las acometidas domiciliarias de agua potable conectadas a una tubería de 4 pulgadas.

Dentro del unitario de la acometida domiciliar y se incluye todos los elementos y se mide por unidad instalada, en total se instalaron 64 acometidas domiciliarias entre agosto de 2014 y febrero de 2015 a tuberías principales de diferentes diámetros como se especifica en la tabla 22.

ÍTEM	ESPECIFICACION TECNICA	DESCRIPCIÓN	Ejecutado Agosto-Febrero	UND
5	CONSTRUCCION Y REPOSICION DE ACOMETIDAS DOMICILIARIAS			
5.1	5.1	Acometida domiciliaria de acueduc. $\varnothing=1/2"$ desde red central de $\varnothing=4"$ promedio mangu.pf+uad 2.45m piso	5,0	UND
5.4	5.4	Acometida domiciliaria de acueduc. $\varnothing=1/2"$ desde red central de $\varnothing=6"$ promedio manguera pf+uad3.35m piso	33,0	UND
5.5	5.5	Acometida domiciliaria de acueduc. $\varnothing=3/4"$ desde red central de $\varnothing=6"$ promedio manguera pf+uad3.40m piso	1,0	UND
5.8	5.8	Acometida domiciliaria de acueduc. $\varnothing=1/2"$ desde red central de $\varnothing=8"$ promedio tubería RDE21 1.50m piso	25,0	UND

TABLA 22, Acometidas domiciliarias de acueducto instaladas entre agosto de 2014 - febrero de 2015.

3.7 PLANO DEFINITIVO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

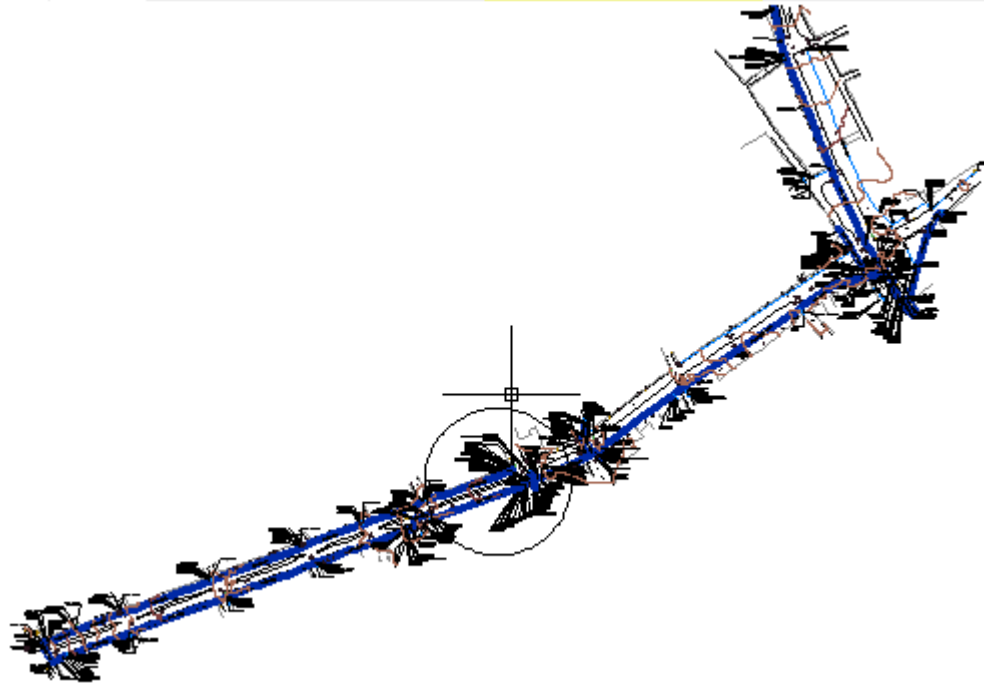


Figura 37, Plano definitivo acueducto.

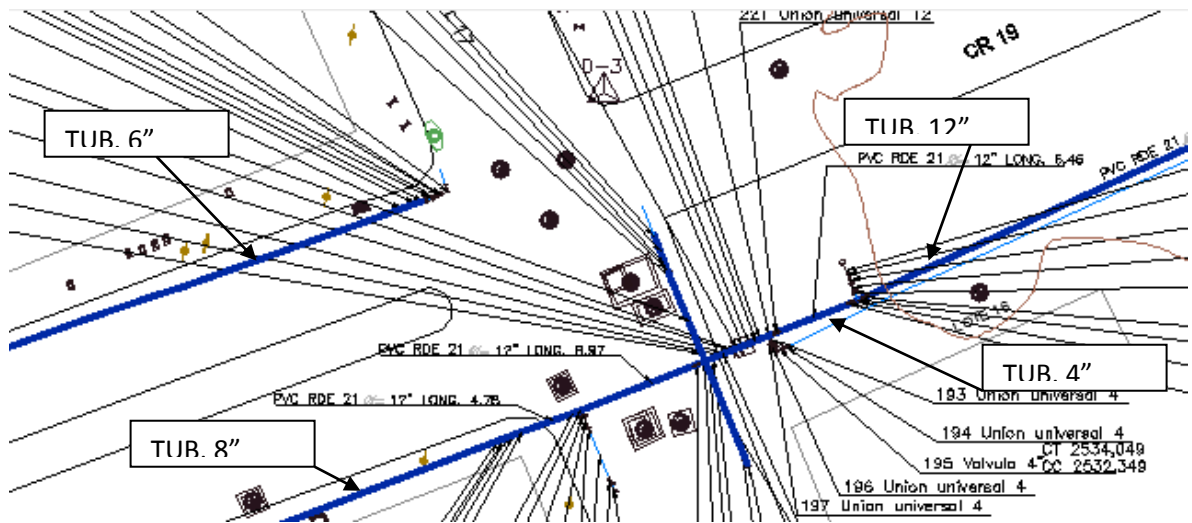


Figura 38, Redes principales del sistema de acueducto.

En las figuras 37 y 38, se observa detalladamente las redes del sistema de acueducto tanto en el lado izquierdo la cual se compone por tubería biaxial de 6" así como también en el lado derecho con una tubería biaxial de 8" que luego se transforma en dos líneas de 12" y 4".

4. CONCLUSIONES

Con la correcta instalación de la tubería GRP y PVC que componen el sistema de alcantarillado separado de la Avenida Las Américas, así como también, la tubería biaxial de presión del nuevo sistema de acueducto se garantiza una vida útil de al menos 30 años antes de que se presente cualquier tipo de imprevisto.

La correcta elaboración de las preactas y actas de obra se basan en ser lo más explícito posible tanto en cantidades ejecutadas como en los lugares donde se localizan todas estas cantidades las cuales se miden conjuntamente entre el contratista de obra y el interventor.

Siempre que se inicie cualquier tipo de proyecto de ingeniería civil tanto el ingeniero constructor como el interventor deben realizar una programación de obra real y un balance del presupuesto los cuales serán muy útiles en el transcurso de la obra y permitirán que se reduzca el número de imprevistos que se puedan presentar debido a clima, disponibilidad de equipo y material entre otros.

Con la experiencia adquirida dentro de la práctica el ingeniero civil debe tener criterio y tomar una postura de líder para que el personal de obra ejecute las actividades como corresponde en planos, especificaciones técnicas y procesos constructivos.

5. RECOMENDACIONES

Realizar pruebas hidráulicas a la tubería de presión de agua potable y también, a la tubería de los colectores de aguas sanitarias y pluviales para verificar que hayan sido correctamente instaladas, al terminar la construcción de los sistemas de acueducto y alcantarillado.

Afiliar a todo el personal de la obra y entregar la dotación adecuada de acuerdo a las normas que corresponde a los implementos de protección, seguridad industrial y salud ocupacional, antes de iniciar con la ejecución del proyecto.

Llevar un control de la resistencia del concreto utilizado en las diferentes fundiciones dentro de obra, para así corroborar que se estos elementos estructurales desarrollen la resistencia prevista en el diseño.

Guiar al personal no calificado que forma parte de la obra para que realice las actividades como corresponde de acuerdo a especificaciones y planos para evitar que se presenten fallos en los procesos constructivos lo cual generaría mayores costos y pérdidas para el contratista.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS – 2000.
- REGLAMENTO COLOMBIANO DE. CONSTRUCCIÓN **SISMO RESISTENTE. NSR-10**. Bogotá D.C.
- ACUEDUCTOS, SALAZAR CANO ROBERTO
- ALCANTARILLADOS, SALAZAR CANO ROBERTO
- EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE PASTO EMPOPASTO
 - Especificaciones técnicas acueducto Américas
 - Especificaciones técnicas colector Américas.
- PAVCO www.pavco.com.co
 - Manual biaxial
 - Manual unión platino
 - Manual GRP