

**SEGUIMIENTO A LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE OBRAS DE
ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PROGRAMADAS POR LA EMPRESA DE
OBRAS SANITARIAS DE LA PROVINCIA DE OBANDO EMPOOBANDO DEL
MUNICIPIO DE IPIALES - NARIÑO**

AURA MARIA CONTRERAS RUIZ

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2007**

**SEGUIMIENTO A LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE OBRAS DE
ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PROGRAMADAS POR LA EMPRESA DE
OBRAS SANITARIAS DE LA PROVINCIA DE OBANDO EMPOOBANDO DEL
MUNICIPIO DE IPIALES - NARIÑO**

AURA MARIA CONTRERAS RUIZ

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniera Civil**

Director

**Ing. HUGO ARMANDO HIDROBO
Asesor de Acueducto y Alcantarillado
EMPOOBANDO E.S.P.**

Codirector

**Ing. FERNANDO DELGADO ARTURO
Docente Universidad de Nariño**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2007**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el proyecto de grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”.

Artículo primero del acuerdo No. 324 de Octubre 11 de 1966, emanada del honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño”

Nota de Aceptación:

Firma del presidente del Jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Mayo de 2007

DEDICATORIA

A mi mamá por todo su apoyo, a mi
Familia por su confianza, a mis
Profesores por aportar y enriquecer
Mis conocimientos y a mis amigos
Por sus consejos y compañía.

SUMARIO

Este documento contiene la descripción de los procesos constructivos de proyectos de acueducto y alcantarillado, ejecutados por el departamento de proyectos de la empresa "Empoobando E.S.P."; los cuales consisten en la renovación e instalación de tubería de acueducto en PV, sus accesorios, acometidas y válvulas; en la renovación e instalación de tubería de cemento o concreto simple y la construcción de estructuras como cámaras de inspección y sumideros para el sistema de alcantarillado.

La descripción se obtuvo mediante un seguimiento diario de la consecución de cada uno de los proyectos en los que se participó, los cuales se llevaron a cabo en diferentes sectores de la ciudad de Ipiales - Nariño, como son los barrios Obrero Gremial y San Vicente II, donde se realizó la construcción de sumideros y el terminado de cámaras; en el barrio el Marquillo se realizó la adecuación de los sistemas de acueducto y alcantarillado, para la posterior pavimentación de las vías, en el barrio Fundadores se realizó el cambio y renovación de las redes de acueducto y alcantarillado; en el barrio Rincón de Santa Cecilia se cambió la tubería y las cámaras de inspección, se construyó sumideros y se adecuó el sistema de acueducto; se trabajó también en una de las calles de entrada al corregimiento San Juan, donde se cambio la tubería tanto de acueducto como de alcantarillado; y por ultimo se trabajó en la ejecución del proyecto, realizado en el barrio Camilo Torres donde se instalo tubería en PVC para entregar agua potable al barrio, se cambio e instalo tubería de alcantarillado y se construyó cámaras de inspección.

Además en este trabajo se encuentran las cantidades de obras de las actividades que se ejecutaron en cada proyecto, los materiales con los cuales se realizó cada etapa de la obra, y la maquinaria y el personal utilizado para llevar a cabo cada proyecto.

SUMMARY

This document contains the description of the constructive processes of projects of aqueduct and sewage system, executed by the Project's Department of the Company "Empoobando E.S.P."; which consist of the renovation and installation of PVC pipe of aqueduct, their accessories, attacks and valves; in the renovation and installation of simple concrete pipe and the construction of structures like cameras of inspection and drains for the sewer system.

The description was obtained by means of a daily pursuit of the attainment of each one of the projects in which it was participated, which were carried out in different sectors from the city of Ipiales - Nariño, as they are the districts Obrero Gremial and San Vicente II, where was made the construction of drains and the finished of cameras; in the district the Marquillo was made the adjustment of the aqueduct systems and sewage system, for the later paving of the routes, in the district Fundadores was made the change and renovation of the networks of aqueduct and sewage system; in the district Rincon de Santa Cecilia the pipe changed and the inspection cameras, were constructed drains and the aqueduct system was adapted; one also worked in one of the streets of the San Juan town, where change the pipe of aqueduct and the sewage system; and finally one worked in the execution of the project, made in the district Camilo Torres where installed pipe in PVC to give potable water to the district, change and installation sewage system pipe and it was constructed inspection cameras.

Besides, in this work are the amounts of works of the activities that were executed in each project, the materials with which each stage of the work was made, and the machinery and the used personnel leg to carry out each project.

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|-------------|
| INTRODUCCIÓN | 12 |
| 1. METODOLOGÍA | 14 |
| 2. CRONOGRAMA | 16 |
| 3. FUNDAMENTO TEÓRICO | 18 |
| 3.1 SISTEMA DE ACUEDUCTO | 18 |
| 3.1.1 Conceptos del sistema de acueducto. | 18 |
| 3.1.2 Requerimientos de las redes de acueducto. | 19 |
| 3.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO | 21 |
| 3.2.1 Conceptos del sistema de alcantarillado. | 21 |
| 3.2.2 Requerimientos básicos de las redes de colectores. | 22 |
| 3.2.3 Requerimientos básicos de estructuras complementarias. | 25 |
| 3.2.3.1 Estructuras de conexión. | 25 |
| 3.2.3.2 Sumideros. | 26 |
| 4. DESARROLLO DE LOS PROYECTOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO | 28 |
| 4.1. OBRAS FINALES PARA PAVIMENTACION SECTOR BARRIOS OBRERO GREMIAL Y SAN VICENTE II | 30 |
| 4.1.1 Descripción de la etapa del proyecto. | 30 |
| 4.1.2 Desarrollo del proyecto. | 31 |
| 4.1.2.1 Terminado del cono de reducción de la cámara. | 31 |
| 4.1.2.2 Construcción de sumideros. | 31 |
| 4.2. ADECUACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO SECTOR BARRIO EL MARQUILLO | 33 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.1 Datos generales. | 33 |
| 4.2.2 Descripción del proyecto. | 33 |
| 4.2.3 Desarrollo del proyecto. | 34 |
| 4.2.3.1 Excavación para tubería de acueducto. | 34 |
| 4.2.3.2 Instalación de tubería PVC unión Z. | 34 |
| 4.2.3.3 Conexión de acometidas domiciliarias. | 35 |
| 4.2.3.4 Excavación a mano e instalación de tubería de desagüe. | 36 |
| 4.2.3.5 Localización y replanteo topográfico. | 36 |
| 4.2.3.6 Excavación. | 37 |
| 4.2.3.7 Colocación e instalación de tubería de cemento. | 38 |
| 4.2.3.8 Cámara de Inicio. | 38 |
| 4.2.3.9 Relleno y compactación. | 38 |
| 4.2.3.10 Terminado de cámaras. | 39 |
| 4.2.3.11 Construcción de sumideros. | 39 |
| 4.3. REPOSICIÓN Y AMPLIACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y LCANTARILLADO SECTOR BARRIO FUNDADORES | 41 |
| 4.3.1 Datos generales. | 42 |
| 4.3.2 Descripción del proyecto. | 42 |
| 4.3.3 Desarrollo del proyecto. | 43 |
| 4.3.3.1 Excavación para acueducto. | 43 |
| 4.3.3.2 Instalación de tubería, accesorios y válvulas. | 43 |
| 4.3.3.3 Acometidas domiciliarias. | 44 |
| 4.3.3.4 Relleno y compactación con material de préstamo. | 45 |
| 4.3.3.5 Desalojo de material sobrante. | 45 |
| 4.3.3.6 localización y replanteo topográfico. | 45 |

| | |
|---|-----------|
| 4.3.3.7 Excavaciones para alcantarillado. | 46 |
| 4.3.3.8 Instalación de tubería de cemento. | 47 |
| 4.3.3.9 Construcción de cámaras de inspección. | 47 |
| 4.3.3.10 Acometidas domiciliarias. | 48 |
| 4.3.3.11 Excavación a mano e instalación de tubería de desagüe. | 48 |
| 4.3.3.12 Terminado de cámaras. | 49 |
| 4.3.3.13 Construcción de sumideros. | 49 |
| 4.4. ADECUACION DE LA RED DE ACUEDUCTO Y REPOSICIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO SECTOR BARRIO SANTA CECILIA | 52 |
| 4.4.1 Datos generales. | 52 |
| 4.4.2 Descripción del proyecto. | 52 |
| 4.4.3 Desarrollo del proyecto. | 53 |
| 4.4.3.1 Excavación, profundización e Instalación de tubería de acueducto. | 53 |
| 4.4.3.2 Instalación de hidrante y válvula purga. | 53 |
| 4.4.3.3 Localización y replanteo topográfico. | 55 |
| 4.4.3.4 Excavaciones para alcantarillado. | 55 |
| 4.4.3.5 Instalación de tubería de cemento. | 56 |
| 4.4.3.6 Acometidas domiciliarias. | 57 |
| 4.4.3.7 Construcción de cámaras de inspección. | 57 |
| 4.4.3.8 Relleno y compactación con material de préstamo. | 58 |
| 4.4.3.9 Retiro de sobrantes. | 58 |
| 4.4.3.10 Desagüe de sumideros. | 58 |
| 4.4.3.11 Construcción de sumideros. | 59 |
| 4.5. ADECUACION DE LA RED DE ACUEDUCTO Y REPOSICIÓN | |

| | |
|---|-----------|
| Y AMPLIACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO SECTOR BARRIO SANTA CECILIA | 60 |
| 4.5.1 Datos generales. | 61 |
| 4.5.2 Descripción del proyecto. | 61 |
| 4.5.3 Desarrollo del proyecto. | 61 |
| 4.5.3.1 Localización y replanteo. | 62 |
| 4.5.3.2 Excavaciones para alcantarillado. | 62 |
| 4.5.3.3 Instalación de tubería de cemento. | 62 |
| 4.5.3.4 Acometidas domiciliarias. | 63 |
| 4.5.3.5 Construcción de cámaras de inspección. | 63 |
| 4.5.3.6 Excavaciones para acueducto. | 64 |
| 4.5.3.7 Instalación de tubería y accesorios. | 64 |
| 4.5.3.8 Acometidas domiciliarias. | 64 |
| 4.5.3.9 Relleno y compactación con material del lugar. | 64 |
| 4.6. ADECUACION, REPOSICIÓN Y AMPLIACIÓN DE LAS REDES DE CUEDUCTO Y ALCANTARILLADO SECTOR BARRIO CAMILO TORRES | 66 |
| 4.6.1 Datos generales. | 66 |
| 4.6.2 Descripción del proyecto. | 66 |
| 4.6.3 Desarrollo del proyecto. | 67 |
| 4.6.3.1 Localización y replanteo topográfico. | 67 |
| 4.6.3.2 Excavaciones de alcantarillado. | 67 |
| 4.6.3.3 Instalación de tubería de cemento. | 68 |
| 4.6.3.4 Construcción de cámaras de inspección. | 69 |
| 4.6.3.5 Acometidas domiciliarias. | 69 |
| 4.6.3.6 Relleno y compactación con material de préstamo. | 70 |

| | |
|--|-----------|
| 4.6.3.7 Excavaciones para acueducto. | 71 |
| 4.6.3.8 Instalación de tubería PVC. | 71 |
| 4.6.3.9 Domiciliarias de Acueducto. | 72 |
| 4.6.3.10 Relleno de excavación. | 72 |
| 4.6.3.11 Excavaciones para alcantarillado. | 73 |
| 4.6.3.12 Instalación de tubería de cemento. | 74 |
| 5. CONCLUSIONES | 76 |
| 6. RECOMENDACIONES | 77 |
| BIBLIOGRAFÍA | 78 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1.- Actividades y cantidades de obra barrios Obrero Gremial y San Vicente II. | 33 |
| Tabla 2.- Actividades y cantidades de obra barrio El Marquillo. | 41 |
| Tabla 3.- Actividades y cantidades de obra barrio Fundadores. | 50 |
| Tabla 4.- Actividades y cantidades de obra barrio Rincón de Santa Cecilia. | 59 |
| Tabla 5.- Actividades y cantidades de obra sector corregimiento San Juan. | 65 |
| Tabla 6.- Actividades y cantidades de obra sector barrio Camilo Torres. | 74 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 1.- Esquema de pozos de inspección. | 25 |
| Figura 2.- Esquema sumideros. | 26 |
| Figura 3.- Terminado de cámara. | 31 |
| Figura 4.- Formaleta de sumidero. | 32 |
| Figura 5.- Vibrado de concreto. | 32 |
| Figura 6.- Fundición de sumidero en concreto. | 32 |
| Figura 7.- Instalación de rejilla. | 32 |
| Figura 8.- Excavación y tubería de acueducto. | 35 |
| Figura 9.- Unión rápida y lubricante. | 35 |
| Figura 10.- Unión de tubería antigua. | 35 |
| Figura 11.- Llave de incorporación macho. | 36 |
| Figura 12.- Galápago y llave. | 36 |
| Figura 13.- Levantamiento topográfico. | 36 |
| Figura 14.- Excavación a maquina. | 37 |
| Figura 15.- Excavación a maquina. | 37 |
| Figura 16.- Excavación a mano. | 37 |
| Figura 17.- Excavación a mano. | 37 |
| Figura 18.- Instalación de tubería. | 38 |
| Figura 19.- Instalación de tubería. | 38 |
| Figura 20.- Relleno y compactación. | 39 |
| Figura 21.- Excavación y ubicación de cámaras. | 39 |
| Figura 22.- Terminado de cámara. | 39 |
| Figura 23.- Construcción de sumideros. | 40 |
| Figura 24.- Trazado para excavación | 43 |
| Figura 25.- Excavación a mano. | 43 |
| Figura 26.- Instalación y unión de tubería. | 44 |
| Figura 27.- Tee en los cruces. | 44 |
| Figura 28.- Empate con tubería existente. | 44 |
| Figura 29.- Instalación de válvula. | 44 |
| Figura 30.- Instalación de galápago. | 45 |
| Figura 31.- Acometida hasta el medidor. | 45 |
| Figura 32.- Relleno y compactación. | 45 |
| Figura 33.- Desalojo de material. | 45 |
| Figura 34.- Trazado de alineamiento | 46 |
| Figura 35.- Destrucción de la red antigua. | 46 |
| Figura 36.- Excavación a maquina. | 46 |
| Figura 37.- Excavación a mano. | 46 |
| Figura 38.- Tubería colocada. | 47 |
| Figura 39.- Instalación de tubería. | 47 |
| Figura 40.- Base de concreto. | 47 |
| Figura 41.- Eje de cámara y pegue de ladrillo. | 47 |
| Figura 42.- Acometida desde andén. | 48 |
| Figura 43.- Conexión con colector central. | 48 |

| | |
|--|----|
| Figura 44.- Excavación y tubería instalada para desagüe de sumideros. | 48 |
| Figura 45.- Ubicación de cámara. | 49 |
| Figura 46.- Remate de cámara. | 49 |
| Figura 47.- Excavación y formaleta de sumidero. | 49 |
| Figura 48.- Fundición de sumidero. | 49 |
| Figura 49.- Sumidero con rejilla. | 50 |
| Figura 50.- Profundización de tubería. | 54 |
| Figura 51.- Galápago con adaptador PF. | 54 |
| Figura 52.- Empate e instalación de válvula. | 54 |
| Figura 53.- Tubería para cerrar el circuito. | 54 |
| Figura 54.- Instalación de hidrante. | 54 |
| Figura 55.- Levantamiento altimétrico. | 55 |
| Figura 56.- Levantamiento planimétrico. | 55 |
| Figura 57.- Excavación a maquina. | 56 |
| Figura 58.- Excavación a mano. | 56 |
| Figura 59.- Instalación de tubería de cemento. | 56 |
| Figura 60.- Tubería instalada. | 56 |
| Figura 61.- Conexión de acometida con la red de alcantarillado. | 57 |
| Figura 62.- Esmaltado de cámara y cañuela. | 57 |
| Figura 63.- Cámara terminada. | 57 |
| Figura 64.- Relleno y compactación de excavación. | 58 |
| Figura 65.- Desagüe de sumideros. | 59 |
| Figura 66.- Excavación y adecuación de piso de excavación. | 62 |
| Figura 67.- Excavación a mano para acometidas. | 63 |
| Figura 68.- Construcción de cámara. | 63 |
| Figura 69.- Instalación de válvula. | 64 |
| Figura 70.- Instalación de tubería. | 64 |
| Figura 71.- Galápago, llave y manguera PF. | 65 |
| Figura 72.- Relleno y compactación. | 65 |
| Figura 73.- Excavación de zanja. | 68 |
| Figura 74.- Medida de profundidad. | 68 |
| Figura 75.- Excavación para domiciliaria. | 68 |
| Figura 76.- Tubería provisional. | 69 |
| Figura 77.- Tubería instalada. | 69 |
| Figura 78.- Cámara con cono de reducción. | 69 |
| Figura 79.- Cámara para cruce. | 69 |
| Figura 80.- Suministro de tubería. | 70 |
| Figura 81.- Instalación de tubería de 6". | 70 |
| Figura 82.- Apisonamiento inicial. | 71 |
| Figura 83.- Compactación mecánica. | 71 |
| Figura 84.- Tubería y codo en PVC. | 72 |
| Figura 85.- instalación de tubería y tee. | 72 |
| Figura 86.- Excavación y conexión de domiciliarias de acueducto. | 72 |
| Figura 87.- Relleno y compactación | 73 |
| Figura 88.- Compactación mecánica. | 73 |
| Figura 89.- Zanja apuntalada para evitar derrumbes. | 73 |
| Figura 90.- Colocación de tubería. | 74 |
| Figura 91.- Colector instalado. | 74 |

INTRODUCCION

El agua es un elemento necesario para el ser humano, por eso se debe contar con fuentes que proporcionen este líquido con todas sus propiedades y bondades para que sea posible consumirse.

La existencia de un servicio de acueducto que entregue agua potable a todos los habitantes de una comunidad, debe ser indispensable y primordial; de la misma manera es esencial evacuar y recolectar las aguas que han sido usadas en las diferentes labores cotidianas de las personas, por medio de sistemas de tubería de alcantarillado, los cuales deben funcionar en las mejores condiciones, para el bienestar y seguridad de los usuarios.

Es por eso que los municipios deben proyectar redes de acueducto y alcantarillado en lugares donde sean requeridas y también deben evaluar los sistemas existentes; para así adelantar obras de instalación, reposición, adecuación y ampliación de los sistemas que se encuentren en malas condiciones, que ya hayan cumplido con su periodo de funcionamiento o que sea necesaria su construcción, esta labor es desarrollada por profesionales idóneos los cuales diseñan y ponen en marcha estos proyectos.

La alcaldía municipal de Ipiales ha adelantado proyectos de reposición y ampliación de los sistemas de acueducto y alcantarillado, los cuales son ejecutados por la oficina de proyectos de la empresa de obras sanitarias de la exprovincia de obando EMPOOBANDO, y en la cual se ha brindado la posibilidad de realizar un trabajo práctico a los estudiantes que se encuentran en camino de obtener el título de ingeniero civil, trabajo que enriquece el desempeño del profesional en cada obra que este participando.

La Universidad de Nariño con la ayuda de la Facultad de Ingeniería y el programa de ingeniería civil, permite la realización de proyectos prácticos con los cuales se logra la formación integral del ingeniero, entregando a la sociedad y para beneficio de ella, profesionales con experiencia y con responsabilidad para ejercer trabajos que le sean designados.

Este trabajo de grado en la modalidad de pasantía, es un proyecto práctico, que se basa en la residencia de obra de proyectos de acueducto y alcantarillado, que realiza la alcaldía municipal de Ipiales, y por lo tanto permite el aprendizaje de los métodos de construcción, la operación y el mantenimiento de los elementos que conforman los sistemas que entregan agua potable y que reciben y evacuan aguas residuales y lluvias en las diferentes localidades de la ciudad.

La residencia de obra se realizó en los proyectos que se ejecutaron en los

siguientes sectores: barrios Obrero Gremial y San Vicente II, barrio Marquillo, barrio Fundadores, barrio Rincón de Santa Cecilia, corregimiento San Juan y barrio Camilo Torres. En este trabajo se describe detalladamente cada obra, al igual que cada una de las actividades realizadas en ella.

En la consecución de cada uno de estos proyectos se apoyo al equipo de trabajo del departamento de proyectos de la Empresa, por medio de la supervisión, el control y el registro de cada una de las diferentes etapas ejecutadas; de igual manera, se conoció los aspectos técnicos de las obras; se logró hacer un seguimiento de los procesos constructivos, el manejo administrativo de personal, de equipos y de materiales y también se complementó y comparó con los procedimientos y técnicas enseñados en el programa de Ingeniería Civil de la Universidad de Nariño.

Se debe tener en cuenta que cada uno de los proyectos de cambio o adecuación de redes, se llevan a cabo debido a los trabajos de pavimentación de vías que se desarrollan en los barrios expuestos anteriormente.

1. METODOLOGIA

Se hizo una revisión general de planos del proyecto a realizar: En el comienzo de cada obra se revisó los planos de la zona, previamente realizado el levantamiento topográfico, y se registró el estado de las redes existentes, al igual que todos los aspectos que son importantes en la ejecución del proyecto, como por ejemplo la ubicación de las válvulas, la profundidad y ubicación de la tubería de acueducto, la pendiente, profundidad y el sentido de desagüe de los colectores principales de la red de alcantarillado.

Se apoyó en la toma de decisiones cuando se hicieron cambios del proyecto en obra y se comunicó los aspectos relevantes al ingeniero encargado. Mediante una constante comunicación con los ingenieros que participaron en cada proyecto se logro coordinar los pasos y procedimientos que se efectuaron en el trabajo.

Control: Se llevó un control diario, registrando todos los aspectos importantes de la obra en ejecución en una bitácora, que fue exclusiva para cada proyecto; y para la cual se realizó lo siguiente:

Se conoció cada uno de los aspectos técnicos constructivos de las diferentes obras a ejecutarse: En la elaboración de cada una de las obras del sistema de acueducto y alcantarillado, se examinó la instalación de tubería, la construcción de cámaras y de sumideros, la conexión de accesorios y acometidas , el proceso de excavación y compactación, al igual que el estado de los materiales que se utilizo; actividad realizada con la orientación de los ingenieros que me asesoraron y al previo conocimiento de las técnicas de construcción e instalación que adquirí en la universidad.

Se verificó las cantidades de obra en campo: Se cuantificó en la obra el volumen de excavación y compactación, los materiales utilizados, el número de acometidas domiciliarias de acueducto y alcantarillado que se realizaron, y las demás cantidades que hicieron parte del proyecto.

Organización y manejo de personal: Contando con la mano de obra de la empresa, se realizó un registro de los maestros y ayudantes que se encontraron en obra al igual que se verificó su buen desempeño laboral.

Verificación del buen funcionamiento de los equipos y la maquinaria: Con la ayuda de los operadores se revisó y fiscalizó el estado de las maquinas y su buen funcionamiento.

Este control en obra se realizó con el fin de dar cumplimiento a lo programado en

el diseño y en el presupuesto. De igual forma ayudo a lograr un trabajo de buena calidad, para dar conformidad y seguridad a la comunidad.

Se contó con la asesoría de las siguientes personas: Ing. Hugo Hidrovo asesor de Acueducto y alcantarillado, Ing. Ana Alicia Tibanta subgerente de Proyectos, Ing. Victor H. Buesaco asesor de control y reducción de Pérdidas; y el personal de la obra que pertenecen al Departamento de proyectos y a la empresa EMPOOBANDO.

2. CRONOGRAMA

| ACTIVIDAD | Mes | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | |
|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Semana | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Inducción en el Departamento de Proyectos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Barrios OBRERO GREMIAL Y SAN VICENTE II: Adecuación de cámaras inspección, excavación y fundición de sumideros, colocación de rejillas y tapas de cámaras de inspección. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presentación del anteproyecto a Comité Curricular. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Barrio EL MARQUILLO: instalación 150 mts de tubería de acueducto, y de acometidas domiciliarias; adecuación de cámaras inspección, cambio de 55mts de tubería de alcantarillado, conexiones domiciliarias excavación y fundición de sumideros, colocación de rejillas y tapas de cámaras. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Barrio LOS FUNDADORES: Cambio de las redes de acueducto y alcantarillado, instalación de acometidas domiciliarias, excavación y fundición de sumideros. colocación de rejillas y tapas de cámaras. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presentación del primer informe bimensual. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Barrio SANTA CECILIA: Cambio de red de alcantarillado y acometidas domiciliarias, adecuación de la red de acueducto y de acometidas domiciliarias, excavación y fundición de sumideros. Colocación de rejillas y tapas de cámaras. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Corregimiento SAN JUAN: Cambio de las redes locales de acueducto y alcantarillado, | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3. FUNDAMENTO TEORICO

Para dar un conocimiento global del tema aquí tratado, se da a conocer los conceptos más relevantes y que se deben tener en cuenta para la ejecución, de obras de acueducto y alcantarillado; de la misma manera es importante conocer los requerimientos básicos que se deben cumplir para llevar a cabo la implementación de redes de acueducto y redes locales de alcantarillado y sus estructuras como cámaras de inspección y sumideros.

3.1 SISTEMA DE ACUEDUCTO

A continuación, se muestra los conceptos básicos y requerimientos tenidos en cuenta en el diseño y construcción de las redes de acueducto para los diferentes proyectos que se registran en este trabajo de grado.

3.1.1 Conceptos del sistema de acueducto.¹

Red de distribución: Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua potable desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.

Agua potable: Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos es apta y aceptable para el consumo humano y cumple con las normas de calidad de agua.

Tubería: Ducto de sección circular para el transporte de agua.

Accesorios: Elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tees etc.

Válvulas de sectorización: Son dispositivos que cierran el paso del agua en las tuberías de distribución, con el fin de sectorizar la red. Usualmente, son válvulas de compuerta con vástago fijo o válvulas mariposa con mecanismo de reducción de velocidad de cierre para evitar golpe de ariete.

Hidrante: Elemento conectado a la red de distribución que permite la conexión de mangueras especiales utilizadas en la extinción de incendios.

Acometida: Derivación de la red local de acueducto que llega hasta el registro de rueda en el punto de empate con la instalación interna del inmueble.

Capacidad hidráulica: Caudal máximo que puede manejar un componente o una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación.

Usuario: Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio.

Vida útil: Tiempo estimado para la duración de un equipo o componente de un sistema sin que sea necesaria la sustitución del mismo; en este tiempo solo se requieren labores de mantenimiento para su adecuado funcionamiento.

3.1.2 Requerimientos de las redes de acueducto¹: Las redes de distribución, secundarias y terciarias son el conjunto de tuberías destinadas al suministro en ruta del agua potable a las viviendas y demás establecimientos municipales públicos y privados.

Los sistemas de distribución de agua potable deben cumplir con los siguientes requisitos principales:

- Suministrar agua potable a todos los usuarios en la cantidad y calidad necesarias.
- Proveer suficiente agua para combatir incendios en cualquier punto del sistema.
- Proveer agua para otros tipos de uso, tales como fuentes, servicios públicos etc.

Diámetros mínimos: En los municipios de los niveles de complejidad bajo, medio, medio alto, se considera que las redes de distribución secundaria comprenden los diámetros entre 38 mm (1,5 pulgadas) a 100 mm (4 pulgadas); y las tuberías matrices, los diámetros de 150 mm (6 pulgadas) en adelante y sobre éstas deben garantizarse las presiones mínimas para que el sistema opere adecuadamente.

Presiones mínimas en la red: La presión mínima en la red depende del nivel de complejidad del sistema, para niveles de complejidad bajo y medio es de 98.1 (kPa) o 10 (m.c.a) y para medio alto y alto es de 147.2 (kPa) o 15 (m.c.a). Las presiones mínimas establecidas aquí, deben tenerse cuando por la red de distribución esté circulando el caudal de diseño.

Presiones máximas en la red: El valor de la presión máxima tenida en cuenta para el diseño de las redes menores de distribución, para todos los niveles de complejidad del sistema, debe ser de 588.6 kPa (60 mca).

Materiales para las tuberías de la red de distribución: En la selección de los materiales para las tuberías deben tenerse en cuenta, factores como atoxicidad, resistencia contra la corrosión y agresividad del suelo; resistencia esfuerzos mecánicos producidos por las cargas, tanto externas como internas; características de comportamiento hidráulico del proyecto (presiones normales de trabajo, presiones estáticas, golpe de ariete); condiciones de instalación adecuadas al terreno del municipio, condiciones económicas y vida útil de acuerdo con el diseño del proyecto.

Para la construcción de una red de distribución de agua potable pueden utilizarse los siguientes materiales: acero con revestimiento anticorrosivo interno y externo (A); asbesto cemento (AC); concreto con o sin cilindro de acero (CCP), hierro dúctil (HD), hierro fundido (HF); polivinilo de cloruro (PVC); poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP); polietileno de alta densidad (PEAD); polietileno de baja densidad (PEBD).

El material de las tuberías debe elegirse de acuerdo con las características que satisfagan la necesidad del proyecto. Las características de los materiales de tuberías encontradas en los proyectos de este trabajo se muestran a continuación.

Características del material Asbesto Cemento (AC)

- Diámetros comerciales: 50 a 700 mm (2 a 28 pulgadas)
- No sujeta a corrosión electrolítica
- Se acartona, en suelos con alto contenido de CO₂
- Buena estabilidad estructural
- Frágil
- Relativamente liviana
- En suelos ácidos (pH inferior a 4) necesita revestimiento epoxico externo.

Características del material Polivinilo de cloruro (PVC)

- Diámetros comerciales: 12.5 mm a 900 mm (0.5 a 36 pulgadas)
- Inerte a la corrosión
- Liviana y de fácil manejo.
- Buena resistencia a cargas externas
- Temperatura máxima de trabajo 50 °C
- Baja resistencia a la flexión
- Fácil de perforar para incorporar acometidas
- Se degrada cuando esta expuesta a los rayos solares

Distancias mínimas con otras redes: las distancias mínimas que deben existir entre los tubos que conforman la red de distribución de agua potable y los ductos de otras redes de servicio públicos como las tuberías de alcantarillados combinados dependen del nivel de complejidad del sistema, por lo general la distancia es de 1 m horizontal y 0.3 m vertical, la distancia vertical se entiende como la distancia entre la cota de batea de la tubería de acueducto y la cota clave de la tubería de alcantarillado.

Ubicación: Las tuberías de acueducto no pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de alcantarillado, y su cota de batea debe estar por encima de la cota clave del alcantarillado. En general, las tuberías de acueducto deben colocarse hacia uno de los costados de las vías, preferiblemente los costados norte y este, opuesto a aquel donde se coloquen las tuberías de alcantarillado sanitario.

En el caso que por falta física de espacio o por un obstáculo insalvable, sea imposible cumplir con las distancias mínimas anteriormente relacionadas, la tubería de acueducto deberá ser revestida exteriormente con una protección a todo lo largo de la zona de interferencia, que garantice su estanqueidad ante la posibilidad de contaminación por presiones negativas.

Profundidad mínima de tubería: La profundidad mínima a la cual deben colocarse las tuberías de la red de distribución no debe ser menor que 1.0 m medidos desde la clave de la tubería hasta la superficie del terreno.

Para los casos críticos de construcción donde sea necesario colocar la clave de la tubería entre 0.60 m y 1.0m de profundidad debe hacerse un análisis estructural teniendo en cuenta las cargas exteriores debidas al peso de tierras, cargas vivas, impacto y otras que puedan presentarse durante el proceso de construcción. Se exceptúan las zonas en donde se garantice que no habrá flujo vehicular, previa aprobación por parte de la oficina de planeación del municipio o de la empresa prestadora del servicio de agua potable.

Profundidad máxima de tubería: La profundidad de las tuberías que conforman la red de distribución, en términos generales, no debe exceder de 1.50 m; los casos especiales deben consultarse con la oficina de planeación del municipio o con la Entidad prestadora del servicio de acueducto.

3.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO

A continuación se muestra los conceptos básicos y requerimientos tenidos en cuenta en el diseño y construcción del sistema de alcantarillado combinado y estructuras complementarias.

3.2.1 Conceptos del sistema de alcantarillado.¹

Alcantarillado: Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales o de las aguas lluvias.

Alcantarillado de aguas combinadas: Sistema convencional compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias. Este sistema puede tener ventajas en lo que a costos se refiere. Sin embargo, esto no debe ser analizado considerando el sistema de recolección y evacuación independientemente, sino en conjunto con los requerimientos de tratamiento de las aguas residuales diluidas, para cumplir con la legislación vigente sobre vertimientos a cuerpos de agua receptores.

Aguas residuales: Desecho líquido provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas o industrias.

Aguas lluvias: Aguas provenientes de la precipitación pluvial.

Red local de alcantarillado: Conjunto de tuberías y canales que conforman el sistema de evacuación de las aguas residuales, pluviales o combinadas de una comunidad, y al cual desembocan las acometidas del alcantarillado de los inmuebles.

Tubo ó tubería: Conducto prefabricado, o construido en sitio, de concreto, concreto reforzado, plástico, poliuretano de alta densidad, asbesto-cemento, hierro fundido, gres vitrificado, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio, u otro

material cuya tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular.

Cota de batea: Nivel del punto más bajo de la sección transversal interna de una tubería o colector.

Cota de clave: Nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería o colector.

Cañuela: Parte interior inferior de una estructura de conexión o pozo de inspección, cuya forma orienta el flujo.

Tramo: Colector o conducto comprendido entre dos estructuras de conexión.

Tramos iniciales: Tramos de colectores domiciliarios que dan comienzo al sistema de alcantarillado.

Conexión domiciliaria: Tubería que transporta las aguas residuales y/o las aguas lluvias desde la caja domiciliar hasta un colector central. Generalmente son de 150 mm de diámetro para vivienda unifamiliar.

Estructura de conexión o estructura-pozo: Estructura construida para la unión de uno o más colectores, con el fin de permitir cambios de alineamiento horizontal y vertical en el sistema de alcantarillado, entre otros propósitos.

Pozo o cámara de inspección: Estructura de ladrillo o concreto, de forma usualmente cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma tronco-cónica, y con tapa removible para permitir la ventilación, el acceso y el mantenimiento de los colectores.

Población servida: Número de habitantes que son servidos por un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

Sumidero: Estructura diseñada y construida para cumplir con el propósito de captar las aguas de escorrentía que corren por las cunetas de las calzadas de las vías para entregarlas a las estructuras de conexión o pozos de inspección de los alcantarillados combinados o de lluvias.

3.2.2 Requerimientos básicos de las redes de colectores. ¹

Ubicación: En general, los colectores deben localizarse siguiendo el lineamiento de las calles. Sin embargo, si la topografía o el costo de construcción lo ameritan, pueden ubicarse por los andenes o dentro de las manzanas. En particular, esto último es válido para los alcantarillados condominiales. Los colectores de aguas residuales o lluvias no pueden estar ubicados en la misma zanja de una tubería de acueducto y su cota clave siempre debe estar por debajo de la cota batea de la tubería de acueducto. Los colectores de sistemas combinados deben ubicarse en el eje de la calzada.

Distancias mínimas a otras redes: Las distancias mínimas libres entre los colectores que conforman la red de recolección y evacuación de aguas residuales o lluvias y las tuberías de otras redes de servicios públicos son 1 m horizontal y 0.3 m vertical. En los planos del proyecto debe indicarse la posición relativa de las redes de acueducto, alcantarillado, energía y comunicaciones.

Pendiente mínima de colectores: El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquel que permita tener condiciones de auto limpieza y de control de gases, la pendiente debe garantizar velocidades en el conducto mayor de 0.45m/s.

Pendiente máxima: El valor de la pendiente máxima admisible es aquel para el cual se tenga una velocidad máxima real de 5 m/s.

Profundidad hidráulica máxima: Para permitir aireación adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe estar entre 70 y 85% del diámetro real de éste.

Profundidad mínima a la cota clave: Los colectores de redes de recolección y evacuación de aguas residuales deben estar a una profundidad adecuada para permitir el drenaje por gravedad de las descargas domiciliarias sin sótano, aceptando una pendiente mínima de éstas de 2%. Además, el cubrimiento mínimo del colector debe evitar la ruptura de éste, ocasionada por cargas vivas que pueda experimentar. Los valores mínimos permisibles de cubrimiento de los colectores son 0.75 m para vías peatonales y 1.2 m para vías vehiculares.

Profundidad máxima a la cota clave: En general la máxima profundidad de los colectores es del orden de 5 m, aunque puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales de los materiales y colectores durante (y después de) su construcción.

Diámetro interno real mínimo: El diámetro interno real mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado sanitario convencional es 200 mm (8 plg) con el fin de evitar obstrucciones de los conductos por objetos relativamente grandes introducidos al sistema.

Materiales: los materiales deben escogerse teniendo en cuenta las características de las aguas residuales, las cargas externas actuantes (incluida la amenaza sísmica), las condiciones del suelo, las condiciones de nivel freático, las condiciones de abrasión, corrosión, generación de sulfuros, etc., buscando siempre la mayor estanqueidad posible. Esto debe ser tenido en cuenta para los colectores, sus uniones, las estructuras de conexión y todos los demás componentes que conformen el sistema, involucrando consideraciones de costo-eficiencia.

En general las tuberías son prefabricadas mediante procesos industriales

¹REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. RAS 2000. Bogotá: 2000.

perfectamente establecidos. Éstas pueden ser de los siguientes materiales: arcilla vitrificada (gres), concreto simple, concreto reforzado, asbesto cemento, hierro fundido, hierro dúctil, PVC, polietileno, polietileno de alta densidad, plástico reforzado con fibra de vidrio, resina termoestable reforzada (fibra de vidrio), mortero plástico reforzado y acero. En ningún caso se permiten tuberías de arcilla cocida. Las tuberías y demás elementos fabricados con nuevos materiales deben cumplir con las normas de calidad correspondientes y se demuestre ante la DSPD y la Junta Técnica Asesora del reglamento su funcionalidad y aplicabilidad.

Tubería de concreto o cemento:² Se fabrican en moldes metálicos por vibrocompresión, centrifugación y vibración.

Estas tuberías pueden llevar o no armaduras, para la fabricación se utiliza una mezcla de cemento Pórtland, arena, gravilla y agua. Para su construcción se debe dar cumplimiento con la norma Icontec 1022 y 1320 para tuberías en concreto simple.

Generalmente se utiliza una junta de espigo y campana para unión de mortero. El mayor enemigo de las tuberías es el ataque corrosivo de las aguas, no solamente de las residuales sino también de las freáticas circundantes en el subsuelo donde esta la tubería.

Características de la tubería de concreto o cemento:

- Calidad única uniforme.
- Mayor eficiencia hidráulica, n entre 0.009 y 0.13.
- Mayor resistencia y mínima permeabilidad.
- Mayor vida útil. Su resistencia aumenta gradualmente con los años.
- Mejores características geométricas.
- Menores costos de transportes con longitud de tubos hasta los 2 mts que se adaptan en las plataformas de los camiones.
- Menor consumo de energía en su fabricación.

Unión de colectores: La unión o conexión de dos o más tramos de colectores debe hacerse con estructuras hidráulicas, denominadas estructuras de conexión. Usualmente, estas estructuras son pozos de unión o conexión o estructuras-pozo. Estas estructuras están comunicadas con la superficie mediante pozos de inspección, los cuales permiten el acceso para la revisión y mantenimiento de la red. El término pozo de inspección usualmente hace referencia al conjunto estructura de conexión-pozo de inspección.

² SALAZAR CANO, Roberto. Alcantarillados. San Juan de Pasto: Facultad de Ingeniería-Universidad de Nariño, 2000. 104p.

3.2.3 Requerimientos básicos de estructuras complementarias.³

3.2.3.1 Estructuras de conexión: Usualmente, estas estructuras son pozos de unión o conexión o estructuras-pozo. Estas estructuras están comunicadas con la superficie mediante pozos de inspección.

Descripción de la estructura-pozo: la estructura-pozo es cilíndrica en su parte inferior y de cono truncado en su parte superior. Sus dimensiones deben ser suficientemente amplias para que el personal de operación y mantenimiento pueda ingresar y maniobrar en su interior. Para esto debe ser provista una escalera de acceso con pasos de hierro y los elementos mínimos de seguridad industrial para los operarios. La cañuela o piso de la estructura es una plataforma en la cual se hacen canales que prolongan los conductos y encauzan sus flujos, cuando esto se requiera. La parte superior remata en una protección de su desembocadura a la superficie donde se coloca la correspondiente tapa. Deben hacerse consideraciones sobre la ventilación de los pozos. En la figura 1 se puede mirar un ejemplo de esta estructura.

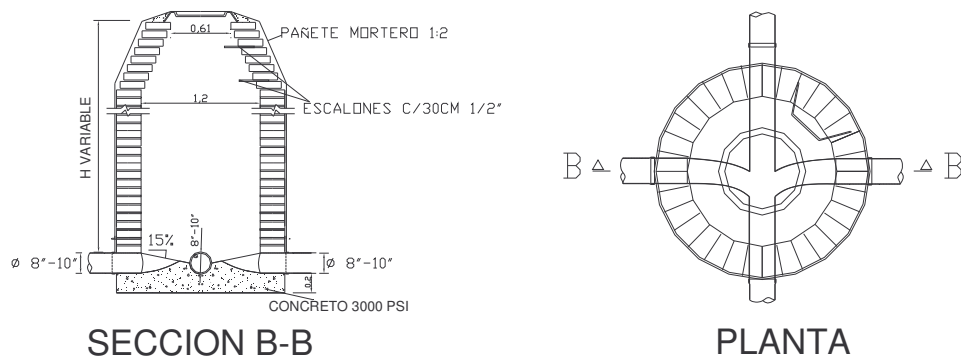


Figura 1.- Esquema de pozos de inspección.

Consideraciones para su proyección:³ En general, deben disponerse estructuras de conexión de colectores en los siguientes casos:

1. Arranques de colectores.
2. Cambios de dirección de colectores.
3. Cambios de diámetro de colectores.
4. Cambios de pendiente de colectores.
5. Cambios de sección de colectores.
6. Intersección de colectores.
7. Entre tramos rectos de colectores de determinada longitud.
8. Curvas de colectores.

Diámetro: En los pozos comunes el diámetro interior es generalmente de 1,20 m . Para casos especiales, el diámetro debe estar 1,5 a 2 m , dependiendo de las dimensiones de los colectores afluentes. Para pozos comunes construidos para

colectores con diámetros menores que 0,6 m, su diámetro interior debe ser de 1,2 m para permitir el manejo de varillas y demás elementos de limpieza. Para pozos especiales construidos para colectores hasta de 1,1 m de diámetro, su diámetro interior es 1,5 m. De igual manera, para colectores de 1,20 m o más de diámetro, el diámetro interior del pozo debe ser 2 m, con el fin de permitir el empleo de equipos de limpieza. En estos casos, el pozo puede colocarse desplazado del eje del colector principal para mejorar la accesibilidad.

Diámetro de acceso: El diámetro del orificio de entrada es generalmente 0,6 m. Sin embargo, si la altura del pozo es menor que 1,8 m, el cuerpo del cilindro puede ser extendido hasta la superficie, donde debe disponerse de una losa como acceso.

Profundidad: La profundidad mínima de los pozos de inspección debe ser 1 m sobre la cota clave del colector afluente más superficial.

3.2.3.2 Sumideros:³ Son estructuras para la captación de la escorrentía superficial, que pueden ser diseñadas en forma lateral o transversal al sentido del flujo, y se localizan en las vías vehiculares o peatonales del proyecto.

En la figura 2 se puede describir los sumideros, este tipo de sumideros se utilizo para los proyectos desarrollados en este trabajo.

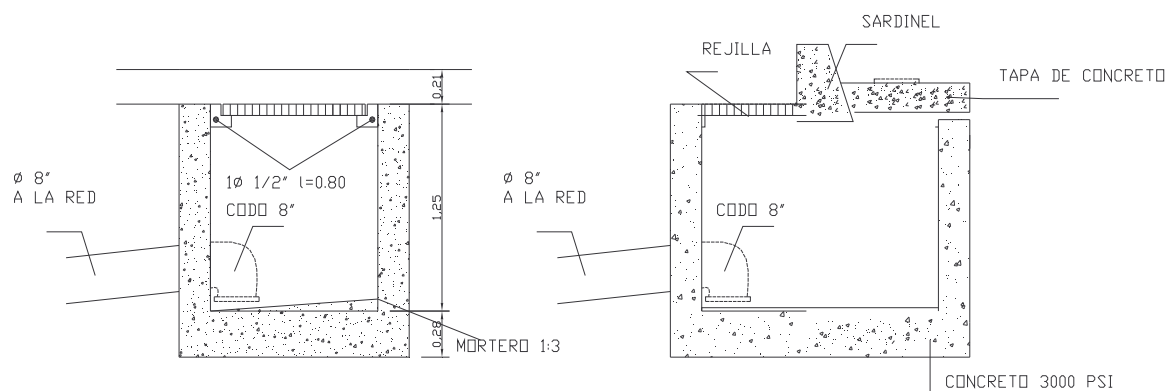


Figura 2.- Esquema sumideros.

Tipos de sumideros: Los sumideros pueden ser de varios tipos y su selección está determinada por las características topográficas, el grado de eficiencia del sumidero, la importancia de la vía y la posibilidad de acumulación y arrastre de sedimentos en el sector. Los principales tipos de sumideros son:

1. De ventana: consiste en una abertura en la acera a manera de ventana lateral que permite la captación de agua que fluye por la cuneta. La ventana puede estar deprimida con respecto a la cuneta, lo cual permite mayor captación de escorrentía. Tiene la ventaja de que por su ubicación no interfiere con el tránsito,

pero su mayor inconveniente radica en que captan fácilmente sedimentos y desperdicios. Esto último puede mitigarse con la colocación de rejillas en la ventana. Su eficiencia hidráulica disminuye si no existe depresión en la cuneta o si se encuentra localizado en cunetas con pendiente longitudinal pronunciada. Su longitud mínima es de 1,5 m, la depresión transversal debe tener un ancho entre 0,3 a 0,6 m con una pendiente hasta de 8%. No es recomendable su uso en calles con pendientes longitudinales mayores al 3%.

2. De rejillas en cunetas: consiste en una caja donde penetran las aguas de escorrentía, cubierta con una rejilla, preferiblemente con barras en sentido paralelo al flujo, aunque pueden colocarse de manera diagonal para favorecer el tránsito de bicicletas, a menos que la separación de las barras paralelas al flujo sea de menos de 2,5 cm. Su mayor ventaja radica en su mayor capacidad de captación en pendientes longitudinales pronunciadas de las calles. Sin embargo, tiene la desventaja de que pueden captar desperdicios que reducen el área útil de la rejilla.

3. Mixtos: consiste en una combinación de los dos tipos anteriores que pretende mejorar la eficiencia del sumidero de ventana y reducir la ocupación de la calzada del sumidero de rejillas. Su uso es recomendable en sitios donde en principio es preferible uno de ventana pero donde su eficiencia de captación es menor al 70%.

4. De rejillas en calzada: consiste en una caja transversal a la vía y a todo lo ancho de ésta, cubierta con rejillas. Su mayor inconveniente es el daño frecuente por el peso de los vehículos y la captación de desperdicios que reducen su área de captación de flujo.

Consideraciones para su proyección:³ En general la ubicación y espaciamiento entre sumideros están definidos por la magnitud del caudal de escorrentía pluvial que se concentre en un punto determinado y de las situaciones de inconveniencia para peatones y tráfico vehicular que este caudal pueda generar. Algunos criterios para su ubicación son los siguientes:

1. Puntos bajos y depresiones de las calzadas.
2. Reducción de pendiente longitudinal de las calles.
3. Antes de puentes y terraplenes.
4. Preferiblemente antes de los cruces de calles y pasos peatonales.
5. En todos los sitios donde el diseñador lo considere necesario, con justificación correspondiente.

Se deben analizar los planos topográficos y de pendientes longitudinales de las calles para ubicar preliminarmente un determinado número de sumideros, el cual podrá ser aumentado o reducido mediante el cálculo de caudales que justifiquen la decisión.

³ REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. RAS 2000. Bogotá: 2000.

4. DESARROLLO DE LOS PROYECTOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

En cada una de las obras de acueducto y alcantarillado se realizó un seguimiento de las actividades ejecutadas, la descripción de cada proyecto, los procedimientos constructivos, las cantidades totales de de cada actividad y la mano de obra requerida se registran en los siguientes capítulos.

En la primera semana de ejecución de la pasantía se realizó una presentación del personal de trabajo de los proyectos, de igual forma fueron asignadas las tareas que se debe realizar en el transcurso del trabajo. El Ingeniero Hugo Hidrobo, Directo de éste trabajo de grado, fue el encargado de realizar ésta inducción.

En cada proyecto se describe el orden de ejecución de la obra, empezando por el replanteo y trazado topográfico, seguido por la excavación a la profundidad y ubicación dada por el diseño, luego se continua con la instalación de tubería, la conexión de accesorios para el caso del sistema de acueducto y la construcción de obras complementarias como cámaras de inspección y sumideros para el sistema de alcantarillado; se termina con el relleno, compactación y desalojo o limpieza de sobrantes; por supuesto en cada proyecto se sigue el mismo procedimiento, pero cabe resaltar cada obra se trata como única y que la forma en que se realice cada actividad puede diferir de un proyecto a otro.

La localización de redes y el levantamiento topográfico en cada sector donde se llevó a cabo las obras, permitió conocer las necesidades de los sistemas y los parámetros que limitan el diseño de las redes. Estos parámetros son puntos donde se une la red cambiada con la red existente de la ciudad, para el sistema de alcantarillado se tomo como referencia la profundidad de la cámara a la cual desembocará la red, y para el sistema de acueducto se ubicó el punto donde se hizo el empate con la tubería que proveerá agua a la red.

Se inspeccionó y se solicitaron los materiales necesarios para llevar a cabo cada trabajo. Algunos de estos se almacenaron en viviendas del sector, previa solicitud de permiso y colaboración de los habitantes, también allí se almacenaron las herramientas de trabajo del personal de las obras. La tubería de cemento para alcantarillado se dispuso en el sitio de trabajo y en la cantidad necesaria para la obra; la arena y el triturado llegaron en volquetas y se colocaron igualmente en el lugar de la obra.

Se contó con el recurso humano necesario para la realización de la obra en el tiempo señalado, y para que se efectúe un trabajo eficiente y ágil. En cada proyecto se contó con la participación del los ingenieros de la empresa, el gerente y los trabajadores que agrupados en cuadrillas realizaron cada actividad según la

experiencia que tengan, el tamaño de las cuadrillas varió según la complejidad de cada ítem, como por ejemplo en la excavación a mano participó todo el personal, en la instalación de tubería de 2 a 4 personas; 2 para tubería de acueducto y 4 para tubería de alcantarillado y en la construcción de cámaras participaron 3 personas. La empresa cuenta con mano de obra de planta; por lo tanto, el trabajo se pagó por jornal, y no por la cantidad de actividad realizada.

Debido a que en las obras se realizaron excavaciones y trabajos potencialmente riesgosos, se pensó en la seguridad del personal que laboró en ellos, de esta manera, se solicitaron elementos de protección a la empresa, la cual entregó guantes de caucho, guantes de carnaza, tapabocas y cascos, pero estos últimos no eran usados por los trabajadores por negligencia o por que les generaba incomodidad para laborar. Por esta razón se tuvo cuidado en la realización de cada actividad del proyecto, como por ejemplo se efectuó una limpieza de la superficie de la excavación, para seguridad de los que se encontraban instalando tubería.

La empresa cuenta con una excavadora tipo pajarita y un compactador mecánico o saltarín, los cuales fueron necesarios para la realización de los proyectos, por lo tanto no fue necesario alquilar el servicio de otra maquinaria. Las maquinas son accionadas por los operadores y ellos son los encargados de velar el buen desempeño y avance de la actividad. Se tuvo en cuenta su rendimiento para medir su agilidad en la realización de cada obra.

La herramienta menor, varia según la actividad, como pico y pala para excavar o palustre para pegar ladrillo.

Siempre se señaló cada sector donde se adelantaron los proyectos, para seguridad de los moradores y también se informó de los trabajos a adelantarse a la comunidad con el fin de evitar malos entendidos o para guiar a las personas que buscan una explicación de los aspectos del proyecto.

En todos los proyectos se utilizó tubería de cemento para alcantarillado y tubería PVC para acueducto, esta tubería y los demás materiales se transportaron desde la empresa hasta el sitio de trabajo por medio de camiones; los tubos de cemento o concreto simple son fabricados en la empresa y los demás materiales son suministrados a la empresa por proveedores.

En una primera etapa las cámaras de inspección no se terminaron, únicamente se construyeron hasta una parte del cono de reducción, estas se taparon, y se señaló el lugar donde quedaron; esto facilitó el trabajo de extendido y conformación de la base de pavimento, luego se las encontró y se las terminó. Los sumideros se ubicaron en los puntos bajos de la vía para que capten las aguas lluvias, y antes de los cruces de calle, son sumideros que tienen la rejilla en la calzada.

Si el material extraído de la excavación presenta buenas características de compactación se hace el relleno de la zanja con material del lugar, de lo contrario se solicita material de préstamo para rellenar. La compactación se realizó de la siguiente manera:

Compactación manual: Con el fin de apretar y asegurar la tubería, se rellenó y apisonó, manualmente, 15 cm por encima y por los lados de ella.

Compactación mecánica: 50 cm por encima de la cota clave de la tubería se rellena y compacta con apisonador mecánico (saltarín) en capas sucesivas de 40 cm. aproximadamente. Cabe aclarar que no se realizó ningún ensayo de humedad y densidad, en el relleno y compactación, se recomendó la realización de estos ensayos, pero en respuesta el departamento de proyectos de la empresa argumento que no se tuvieron en cuenta en el presupuesto, pues se tiene la confianza en la experiencia en campo que tiene el ingeniero de la correcta realización del relleno y compactación.

Estas obras de reposición, ampliación y adecuaron de los sistemas, se hicieron debido a los proyectos de pavimentación que adelantó la Alcaldía Municipal de Ipiales.

En los capítulos siguientes se expone la realización de cada proyecto donde se detalla cada actividad y una serie de figuras que muestran la realización de los diferentes procesos de construcción.

4.1. OBRAS FINALES PARA PAVIMENTACION BARRIOS OBRERO GREMIAL Y SAN VICENTE II

En las figuras siguientes se presenta el lugar donde se llevo a cabo las obras, al igual que la vía pavimentada donde se observa los sumideros instalados.



4.1.1 Descripción de la etapa del proyecto. Esta pasantía comenzó en una etapa de culminación del proyecto, etapa que consistió en la adecuación del sistema de alcantarillado para la posterior pavimentación, las obras finales fueron: la construcción de sumideros para recolectar las aguas lluvias junto con la

instalación de rejillas; el terminado del cono de reducción de cámaras para alcanzar el nivel del pavimento y la colocación de tapas de cámaras y de sumideros, actividades realizadas después de instalar las nuevas redes de acueducto y alcantarillado, y cuando ya estaba conformada la base de pavimento.

4.1.2 Desarrollo del proyecto. Las obras finales se efectúan antes, durante y después de los trabajos de pavimentación, cuando la secretaria de infraestructura del municipio conformó la base de pavimento. Se realizaron las siguientes actividades

4.1.2.1 Terminado del cono de reducción de la cámara: Se procedió a ubicar las cámaras excavando la capa de recebo, guiándose en la previa indicación del lugar donde ellas se encontraban; se terminó de pegar unas filas de ladrillo hasta completar la altura, llegando a un diámetro en la corona de 0.6 m (figura 3), posteriormente se colocó un aro que sirve de molde para el hoyo de acceso a la cámara ya terminada. Esta actividad se realizó con una cuadrilla de 1 maestro y 5 ayudantes; se utiliza únicamente herramienta menor.



Figura 3.- Terminado de cámara.

4.1.2.2 Construcción de sumideros: Los sumideros se ubicaron en los puntos más bajos de la vía. Se realizó la excavación de hoyos para la construcción de cajones de concreto como se ve en las figuras 4,5 y 6; previamente se instaló tubería de cemento 8", que sirve como desagüe de estos a la cámara. Este trabajo se desarrollo con dos cuadrillas de 1 maestro y 5 ayudantes, para realizar la fundición de concreto se utilizaron una mezcladora y un vibrador.



Figura 4.- Formaleta de sumidero.



Figura 5.- Vibrado de concreto.



Figura 6.- Fundición de sumidero en concreto

Las actividades anteriores se ejecutaron en un periodo de dos semanas, y posteriormente se realizaron los acabados de los sumideros, instalando en cada uno de ellos un codo para evitar malos olores, una rejilla para la retención de sólidos (Figura 7) y tapas para las cámaras de inspección.



Figura 7.- Instalación de rejilla.

Con este proyecto se conoció el personal que labora en la empresa; y también se obtuvo una noción general de cómo se llevan a cabo los proyectos del municipio, debido a que este se encontraba en su etapa de culminación, se realizaron únicamente las actividades que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1.- Actividades y cantidades de obra barrios Obrero Gremial y San Vicente II

| DESCRIPCIÓN | UND | CANTIDAD |
|---|-----|----------|
| Excavación manual para sumideros | M3 | 84.5 |
| Excavación manual para ubicación de cámaras | M3 | 2.83 |
| Remate de cámaras | UND | 12 |
| Construcción de sumideros. | UND | 27 |
| Limpieza, colocación de codos, rejillas y tapas de sumideros. | UND | 27 |

4.2. ADECUACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO BARRIO EL MARQUILLO

Las figuras muestran una de las calles del barrio antes y después de la pavimentación.



4.2.1 Datos generales

Plazo de ejecución: 3 SEMANAS
 Costo del proyecto: \$45, 500,305
 Responsable: EMPOOBANDO E.S.P.

4.2.2 Descripción del proyecto. El proyecto se ejecuto en las carreras 21, 21 A y 22 entre calles 1 y 2 y las calles 1, 1 A y 2, entre carreras 21 y 22, sector perteneciente al barrio El Marquillo ubicado en el casco urbano de la ciudad de Ipiales. Donde se realizó un levantamiento topográfico y una ubicación de redes,

actividad que evalúa y muestra la necesidad de la zona en cuanto al servicio de acueducto y alcantarillado. Debido a los requerimientos de los sistemas y al proyecto de pavimentación de vías, se desarrollo los siguientes trabajos:

Para el sistema de acueducto: Debido a que en la esquina de la carrera 1 A y calle 21 A, no existía tubería y los usuarios tomaban agua a una gran distancia desde donde estaba el tubo de acueducto, se realizo la Instalación de 150 m de tubería de acueducto en PVC unión Z de 3 pulgadas de diámetro; y sus respectivas conexiones domiciliarias; también se conecto acometidas donde los usuarios solicitaban matricula y donde fue necesario cambiar las que estaban en mal estado como por ejemplo donde se encontraban mangueras PF cortadas. Los materiales utilizados para tomar agua de la red son: manguera PF de 1/2", llaves de incorporación macho y hembra y collar de derivación.

Para el sistema de alcantarillado: En la calle 22 se cambió la tubería y el sentido de flujo de solucione el problema que presentaban las acometidas de alcantarillado en las viviendas, pues por la falta de profundidad de la tubería el agua se regresaba hasta la cajilla de desagüe; el cambio se hizo instalando tubería de cemento de 10" y conectando a él acometidas domiciliarias en tubería de cemento de 6", se construyó una cámara de inicio de la red, para poder inspeccionar este tramo instalado. En las otras calles se terminó 16 cámaras de inspección que se encontraban tapadas por la base de pavimento; se construyó 18 sumideros de aguas lluvias en concreto de 0.90 m x 1.20 m de sección y rejilla de 1.00 m x 0.45 m; además se instalo tubería de 8" para su desagüe; el proyecto terminó con la instalación de codos, rejillas y tapas en los sumideros de aguas lluvias.

La mano de obra de este proyecto fue desarrollada por el personal operativo de la empresa.

4.2.3 Desarrollo del proyecto: El trabajo inició con la instalación de un tramo de la red de acueducto y la instalación de acometidas domiciliarias, paralelamente se realizo la excavación y colocación de tubería de desagüe de sumideros, posteriormente se cambio un tramo de la red local de alcantarillado. Y por último cuando estuvo conformada la base de pavimento, se terminaron las cámaras y se construyó los sumideros.

4.2.3.1 Excavación para tubería de acueducto: Determinado el tramo de tubería que hacia falta en el sector, se procedió a buscar las puntas de la tubería existente para empatar la nueva y se excavó una zanja para su instalación. (Figura 8)

4.2.3.2 Instalación de tubería PVC unión Z: Se proyectaron 150 m tubería, llevando a la obra tubos de PVC de 6 m de longitud de 3" de diámetro y RDE 32.5, se procedió a instalar cada tubo por medio de la lubricación y unión Z (Figura 8); se realizaron los empates con la red existente por medio de unión rápida (Figura

9); se verificó su funcionalidad inspeccionado su buena instalación, y se arreglo daños en la red existente ya que en algunas zonas se presentaban fugas de agua, arreglo realizado con el corte y nueva unión de tubería (Figura 10). Para facilidad y seguridad de los técnicos, estos trabajos se efectuaron suspendiendo el servicio de acueducto en el sector.



Figura 8.- Excavación y tubería de acueducto.



Figura 9.- Unión rápida y lubricante.



Figura 10.- Unión de tubería antigua.

4.2.3.3 Conexión de acometidas domiciliarias: Al tramo nuevo de tubería se le conectaron acometidas domiciliarias con galápago, manguera PF y llaves de incorporación macho y hembra (Figuras 11 y 12), con el fin de entregar agua potable de manera mas cómoda a las viviendas de la zona beneficiada; de igual manera se realizaron reposiciones de acometidas que se encuentren en mal estado ya que se encontraban mangueras cortadas, o el collar y las laves ya no funcionaban satisfactoriamente, se realizaron conexiones nuevas para los lotes o en viviendas donde se solicitó nuevas matriculas.



Figura 11.- Llave de incorporación macho.



Figura 12.- Galápago y llave.

4.2.3.4 Excavación a mano e instalación de tubería de desagüe: Conociendo los puntos donde se ubicaron los sumideros, se excavó una zanja (Figuras 16 y 17), para que se conecte la tubería hasta la cámara, esta se dispone diagonalmente partiendo desde los puntos de ubicación de sumideros. Dependiendo de la distancia de conexión, se suministra por cada desagüe de 5 a 7 tubos de cemento de 8" y se los instala revisando que se hagan bien las juntas y que el conducto este bien alineado. Se rellena, compacta y se señala el lugar donde queda la boca del tubo para la posterior construcción del sumidero

4.2.3.5 Localización y replanteo topográfico: para el cambio del tramo de tubería de alcantarillado fue necesario realizar el trazado del alineamiento por donde se realizara la excavación. El replanteo topográfico (Figura 13) sirve para diseñar los cortes de terreno de la excavación, con estos cortes se logra preparar el piso y la pendiente del ducto de alcantarillado. Antes de comenzar la excavación se señala la zona para información y para seguridad de los habitantes.



Figura 13.- Levantamiento topográfico.

4.2.3.6 Excavación: Se realizó excavación a máquina con una retroexcavadora tipo pajarita (Figuras 14 y 15), cuyo ancho de zanja es de 0.8 m y cuya profundidad promedio es de 1.5 m. Se verifica que se efectúe el corte de terreno entregado del diseño. Actividad realizada por el operador de la máquina y dos ayudantes. También se realizó la excavación a máquina para las acometidas domiciliarias de este tramo, los usuarios colaboraron con la excavación a mano de las conexiones domiciliarias de nuevas matriculas.

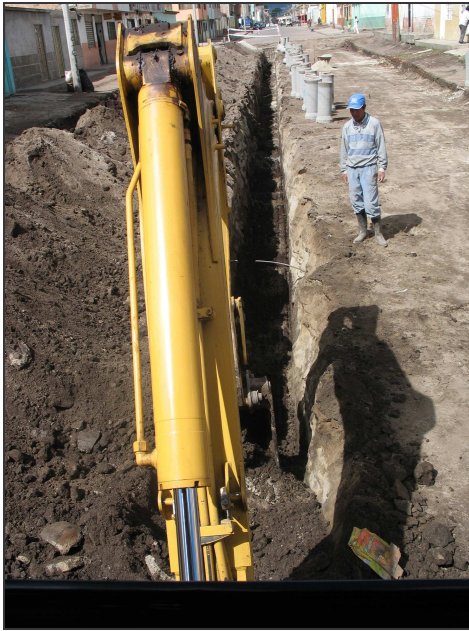


Figura 14.- Excavación a máquina.



Figura 15.- Excavación a máquina.



Figura 16.- Excavación a mano.



Figura 17.- Excavación a mano.

4.2.3.7 Colocación e instalación de tubería de cemento: Se transportaron desde la empresa hasta el sector 65 tubos de 10" de diámetro, cemento y arena para hacer la mezcla de mortero, materiales con los cuales se realizó la instalación de tubería (Figuras 18 y 19). Previamente se revisó la pendiente del piso de la excavación, la cual seguirá el ducto de alcantarillado, por medio del uso de una manguera llena de agua con la cual se pasa nivel.

Después, se procedió a conectar la tubería de las acometidas desde la cajilla de las casas hasta la tubería colectora, esta tubería se dispone diagonalmente y con una pendiente que logre evacuar correctamente las aguas.



Figura 18.- Instalación de tubería.



Figura 19.- Instalación de tubería.

4.2.3.8 Cámara de Inicio: Para mantenimiento del tramo inicial que se instaló, se construyó una cámara de inicio en ladrillo común, acomodado en tizón formando un círculo de 1.2 m de diámetro y con una profundidad de 1.5 m, se realizó el cono de reducción y se la tapo con tablonces para el relleno de excavación. Construcción realizada por 1 maestro y un ayudante.

4.2.3.9 Relleno y compactación: Se relleno las zanjas con material del lugar, con la ayuda de la retroexcavadora que lo llevo hasta la zanja. La compactación se realizó mecánicamente con saltarín. (Figura 20)



Figura 20.- Relleno y compactación.

4.2.3.10 Terminado de cámaras: Se excavó la capa de recebo, cuando ya se encontraba conformada la base de pavimento, para ubicar las cámaras ya construidas, se las terminó pegando ladrillo hasta el nivel de pavimento (Figuras 21y 22), luego se les colocó el aro y la tapa de alcantarilla, actividad realizada por una cuadrilla de 1 maestro y 3 ayudantes.



Figura 21.- Excavación y ubicación de cámaras.



Figura 22.- Terminado de cámara.

4.2.3.11 Construcción de sumideros: En el lugar donde se proyectó la construcción de los sumideros y donde se encontraba la boca del tubo de desagüe, se excavó un hoyo, con sección de 1.2 m * 1.5 m a una profundidad que varía entre 1.6 m y 2 m, y se fundió concreto para formar las paredes de un cajón

(Figura 23); por ultimo se realizaron los acabados colocando la rejilla y el codo para evitar los malos olores.

Los sumideros se construyeron por una cuadrilla de 1 maestro y 5 ayudantes se utilizo mezcladora y vibrador.



Figura 23.- Construcción de sumideros.

La obra se llevo a cabo en el plazo de ejecución establecido; los trabajos se realizaron satisfaciendo las necesidades de la zona y con lo estipulado en el diseño. El tramo de tubería de acueducto que se instaló, brindó un beneficio para los usuarios del sector pues antes no contaban con el servicio de acueducto permanente debido a la mala instalación que tenían las acometidas.

En este proyecto se conoció algunos accesorios que se utilizan para conectar o unir tubería de forma rápida, sobre todo cuando se presenta algún daño causado por la excavación o el mal estado de la tubería, uno de estos elementos es la unión rápida, que conjuntamente con el lubricante permite realizar la reparación de la tubería.

El nuevo tramo de la red de alcantarillado entregó comodidad y tranquilidad a los habitantes de la calle 22 del barrio, ya que se dio solución al inconveniente que tenía, cuando las aguas se regresaban a las casas sobre todo en épocas de intensas lluvias, hecho que hacia que el caudal en la tubería sea máximo.

En la tabla siguiente se muestran el total de las cantidades de cada actividad realizada en el proyecto.

Tabla 2.- Actividades y cantidades de obra barrio El Marquillo

| | DESCRIPCION | UND | CANTIDAD |
|----|--|------------|----------------------------------|
| 1 | Replanteo topográfico y localización de redes de Acueducto | MI | 150 |
| 2 | Excavación manual para instalación de tubería de Acueducto | M3 | 90 |
| 3 | Suministro e instalación de tubería PVC de 3" y RDE 32.5 y 2 codos para cerrar circuito. | ML | 150 (25 tubos) |
| 4 | Conexión de acometidas de Acueducto | UND | 21 (nuevas) 11 (reposiciones) |
| 5 | Excavación manual para tubería de desagüe de 18 sumideros. | M3 | 64.8 (3.6 m3 por tubería) |
| 6 | Instalación y pega de tubería de cemento de 8" para 18 sumideros. | ML | 126 (7 tubos por sum.) |
| 7 | Excavación a maquina para colector principal de alcantarillado | M3 | 77.6 |
| 8 | Instalación y pega de tubería de cemento de 10" de diámetro. | ML | 53.9 (64 tubos) |
| 9 | Excavación manual para 32 acometidas de alcantarillado | M3 | 112 (3.5 m3 por acometida) |
| 10 | Instalación y pegue de tubería de cemento de 6" para 32 acometidas domiciliarias | ML | 224 (7 tubos por cometida) |
| 11 | Construcción de cámara de inicio H=1.5mts. | M3 | 1 |
| 12 | Relleno y compactación | M3 | 350.5 |
| 13 | Limpieza y remoción de sobrantes | M3 | 274.31 |
| 14 | Excavación a mano de la capa de recebo para la ubicación de cámaras | M3 | 2.83 (0,23 m3 por cámara) |
| 15 | Pegue de ladrillo y terminado de cámara. | GLB | 16 |
| 16 | Excavación manual para construcción de sumideros | M3 | 84.5 (3.10 m3 por sumidero) |
| 17 | Armado de formaletas, fundición de sumideros en concreto, desencofrado. | GLB | 18 |
| 18 | Limpieza, colocación de codos, rejillas y tapas de sumideros. | GLB | 18 |

4.3. REPOSICIÓN Y AMPLIACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y LCANTARILLADO BARRIO LOS FUNDADORES.

A continuación se muestra una perspectiva del lugar donde se llevó a cabo el proyecto. En las figuras se observa la excavación para la posterior instalación de tubería tanto de acueducto como de alcantarillado.



4.3.1 Datos generales.

Plazo de ejecución: 1 MES Y 2 SEMANAS
Costo del proyecto: \$88, 275,6292
Responsable: EMPOOBANDO E.S.P.

4.3.2 Descripción del proyecto. Proyecto realizado en la carrera 6A entre calles 24 B y 25 y las calles 24 C, 24 D y 24 E, entre carreras 6 y 6A, sector perteneciente al Barrio Fundadores del casco Urbano de la Ciudad de Ipiales.

Efectuado un previo análisis del estado de las redes existentes y debido a los proyectos de pavimentación del barrio, se concluyó en la necesidad de cambiar las redes de acueducto y alcantarillado, al igual que sus acometidas domiciliarias, pues las redes existentes tenían un periodo de funcionamiento de aproximadamente 40 años y además su capacidad hidráulica era insuficiente, como por ejemplo el diámetro de la tubería de alcantarillado era de 8" siendo pequeño para la cantidad de agua a evacuar. Lo anterior muestra que es indispensable llevar a cabo el proyecto de cambio y ampliación de la tubería y los elementos que hacen parte de los sistemas de acueducto y alcantarillado.

Para el sistema de acueducto: En el sector se instaló una red menor en tubería PVC unión Z de 3" de diámetro y RDE 32.5, la cual tiene una longitud de aproximadamente 500 m, esta red provee agua a todas las viviendas del barrio por medio de acometidas domiciliarias que se realizan con manguera PF de 1/2", llaves de incorporación macho y hembra y collar de derivación, instalación que se realiza hasta el medidor. En la red se colocó 3 tees para los cruces de calles 5 válvulas para sectorizar el sistema y se realizaron 5 empates con la tubería existente que entregaba agua al sector por medio de uniones rápidas y codos.

Para el sistema de alcantarillado: En la calle 24 C: se colocó e instaló 120 m de tubería de cemento de 12" para la red local de alcantarillado y tubería de cemento de 6" para sus acometidas, en el resto de las calles se instalaron 400 m de tubería de cemento de 10" y acometidas domiciliarias en tubería de cemento de 6". De igual manera, a lo largo del proyecto se construyeron 11 cámaras de inspección

con alturas que variaban entre los 1.5 y 3 metros, también se construyeron 20 sumideros de aguas lluvias en concreto de 0.90 m x 1.20 m de sección y rejilla de 1.00 m x 0.45 m. Estos trabajos fueron realizados por el personal operativo de la empresa.

4.3.3 Desarrollo del proyecto. El proyecto inició con la excavación e instalación de la red de tubería de acueducto y sus acometidas, después se localizó y cambió la tubería de alcantarillado, sus cámaras de inspección y las acometidas domiciliarias; terminado estos trabajos, se empató la tubería de acueducto y se instalaron las válvulas; se terminaron las cámaras de inspección y se construyeron los sumideros.

4.3.3.1 Excavación para acueducto: Primero se realizó el trazado del alineamiento ubicado a 1mt del andén (Figura 24), luego se excavó una zanja a mano (Figura 25), de 1 metro de profundidad por 0.6 m de ancho a lo largo de todas las calles del barrio con el fin de permitir la instalación de la tubería, actividad que se realizó con 15 trabajadores y utilizando herramienta menor.



Figura 24.- Trazado para excavación.



Figura 25.- Excavación a mano.

4.3.3.2 Instalación de tubería, accesorios y válvulas: Se llevaron a la obra desde la empresa, 80 tubos de PVC de 6 m de longitud, los cuales se colocaron a lo largo del proyecto; se colocó una tee en cada cruce de calle y tubería (Figuras 26 y 27); los empates con la tubería que abastece de agua al sector se realizaron por medio de codos de 22.5 o 45 grados y uniones rápidas(Figura 28), en cada empate se colocó una válvula que sierra y abre el paso de agua a la red (Figura 29). Actividades realizadas por 3 técnicos de la empresa.



Figura 26.- Instalación y unión de tubería. **Figura 27.-**Tee en los cruces.



Figura 28.- Empate con tubería existente. **Figura 29.-** instalación de válvula.

4.3.3.3 Acometidas domiciliarias: A cada vivienda se le conectó el acueducto con galápago, llave de incorporación macho y manguera PF. La instalación se realizó tomando agua del tubo principal por medio de un galápago y una perforación en la tubería, se conecta la manguera PF por medio de una llave de incorporación (Figura 30). y se la dejó temporalmente bajo el andén, hasta cuando se lo demolió, para así terminar la conexión hasta el medidor (Figura 31). Actividades realizadas por 4 técnicos de la empresa, se aprovecha la excavación de las acometidas de alcantarillado, y en algunos casos se excava pequeños tramos para realizar la instalación.



Figura 30.- Instalación de galápago. **Figura 31.-** Acometida hasta el medidor.

4.3.3.4 Relleno y compactación con material de préstamo: Una vez instalada la tubería se procede con el relleno de la excavación, con material de préstamo, debido a que el extraído de la zanja era arenoso y no proporcionaba buenas características de compactación. (Figura 32).

Primero se realiza una compactación manual con pisón de una capa de 50 cm por encima de la tubería; luego se procede a compactar con apisonador mecánico (saltarín) en capas sucesivas de 40 cm. Aproximadamente hasta llenar la zanja.



Figura 32.- Relleno y compactación.



Figura 33.- Desalojo de material.

4.3.3.5 Desalojo de material sobrante: Cuando el relleno de las zanjas estuvo completo se continuó con el desalojo del material sobrante de excavación, actividad realizada con la retroexcavadora y con volquetas que llevaron el material hasta el sitio donde se permitía botar escombros (Figura 33).

4.3.3.6 Localización y replanteo topográfico: Se procedió a trazar un alineamiento con un abscisado de 5 m para la excavación (Figura 34), este coincide con el eje de la vía y con la red de alcantarillado antiguo. Con el

levantamiento altimétrico se diseñó el corte de excavación para instalar tubería con la pendiente de diseño.

4.3.3.7 Excavaciones para alcantarillado: Se realizó la excavación a máquina con una retroexcavadora tipo pajarita (Figura 36), con la cual se logra un ancho de zanja de 0.9 m y una profundidad promedio de 2 m, la excavación comenzó en la calle 24 C y continúa en el resto de las calles. En el transcurso de esta actividad se fue demoliendo y sacando la tubería y las cámaras viejas del sector (Figura 35). Un trabajador se encargó de dar los cortes de material al operador de la máquina y otro se encargó de adecuar el piso de la excavación para colocar la tubería. La excavación manual fue necesaria para la instalación de tubería de acometidas (Figura 37). Actividad realizada por 7 parejas de trabajadores.



Figura 34.- Trazado de alineamiento. **Figura 35.-** Destrucción de la red antigua.



Figura 36.- Excavación a maquina.

Figura 37.- Excavación a mano.

4.3.3.8 Instalación de tubería de cemento: Antes de iniciar la instalación se revisó el piso de la excavación y se comprobó su pendiente utilizando una manguera de nivel; se pidió la cantidad de materiales necesarios para el trabajo, se bajó la tubería a la zanja para realizar la instalación por medio de la unión campana espigo con mortero de pega (Figuras 38 y 39),; se verificó el correcto alineamiento de la red, así como también la instalación hecha.



Figura 38.- Tubería colocada.



Figura 39.- Instalación de tubería.

4.3.3.9 Construcción de cámaras de inspección: se ubicaron 11 cámaras en puntos de la red, donde cambió la pendiente, donde cambió la dirección de la tubería, o donde inicie esta; se adecuó el piso para fundir una base de concreto circular de 2 m de diámetro y 10 cm de espesor (Figura 40), se colocó un eje el cual ayudó a disponer filas de ladrillo en forma circular (Figura 41), cuando estuvo terminada, se repelló y se le dio un esmaltado hasta la cota clave del tubo mas alto; se verificó que la cámara se encuentre bien construida y que se le realice limpieza. Actividad realizada por 1 maestro y 2 ayudantes.



Figura 40.- Base de concreto.



Figura 41.- Eje de cámara y pegue de ladrillo.

4.3.3.10 Acometidas domiciliarias: se realizó la conexión de alcantarillado a cada vivienda hasta colector central con tubería de cemento de 6" (Figuras 42 y 43), la excavación se realizó a mano desde el andén de la vivienda hasta la red, asegurando que esta tenga pendiente y se disponga diagonalmente. Cada acometida es realizada por una pareja de trabajadores.

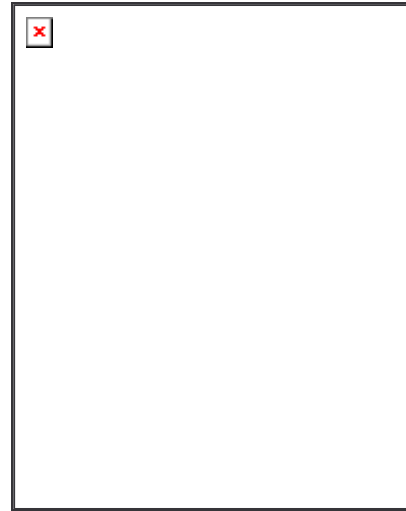


Figura 42.- Acometida desde andén. **Figura 43.-** Conexión con colector central.

4.3.3.11 Excavación a mano e instalación de tubería de desagüe: Se instaló tubería de cemento de 8", para conectar un desagüe del sumidero hasta la cámara (Figura 44), en algunos casos donde la tubería estuvo muy superficial fue necesario atracarla con concreto, para evitar que se dañe con las cargas ejercidas por los trabajos de pavimentación. Se señaló el lugar donde quedo ubicada la boca del tubo para encontrarlo fácilmente después.



Figura 44.- Excavación y tubería instalada para desagüe de sumideros.

4.3.3.12 Terminado de cámaras: Cuando estuvo conformada la base de pavimento, se ubicó las cámaras construidas previamente, se excavó la base y se terminó de pegar de 3 a 4 hileras de ladrillo hasta llegar a la superficie (Figuras 45 y 46), cuando se construyó la placa de pavimento se colocó un aro en el que encajó la tapa de alcantarilla, creando así el acceso al pozo. Esta actividad fue realizada por dos parejas de trabajadores, en cada cámara trabajo una pareja.



Figura 45.- Ubicación de cámara.



Figura 46.- Remate de cámara.

4.3.3.13 Construcción de sumideros: Los sumideros se ubicaron antes de llegar a la esquina de la calle, ya que así recolectan las aguas lluvias de manera más eficiente y también se ubico otros en los puntos bajos de la calle. Se buscó la boca del tubo de desagüe previamente instalado y se excavó hasta llegar 60 cm por debajo de la batea del tubo, se continuó excavando un cubo con medidas de (1.2 * 1.5) mts de sección. Se construyó la formaleta (Figura 47), se hizo las paredes del cajón, se dio vibrado para evitar hormigueos y homogenizar el concreto vaciado (Figura 48), y por ultimo se desencofró. En total se construyeron 20 sumideros por 1 maestro y 5 ayudantes, con la ayuda de mezcladora y vibrador, en un periodo de dos semanas.



Figura 47.- Excavación y formaleta de sumidero.



Figura 48.- Fundición de sumidero.

El proyecto culminó con la limpieza de sumideros a los cuales se les colocó un codo para evitar malos olores y se les instaló rejilla (Figura 49) y tapa, paralelamente a la pavimentación se colocó aros en las cámaras para taparlas posteriormente; y se instaló tapas válvulas en el acceso a ellas.



Figura 49.- Sumidero con rejilla.

En esta obra se conocieron nuevos elementos de acueducto como son los adaptadores PVC de ½" macho y hembra; uniones rápidas de manguera y tapones, elementos que agilizaron y evitaron inconvenientes en el trabajo.

Debido a que solo se pavimento las vías del barrio, se evito romper el pavimento de una calle que no estaba considerada en el proyecto, pues allí se encontraban las cámaras a las cuales desemboca la red local de alcantarillado del barrio, por esta razón y debido a que el terreno del sector es plano, se limito la pendiente del colector; y se logro que trabaje recolectando y evacuando correctamente las aguas domésticas.

Por medio de un registro diario de las actividades realizadas se logro obtener las cantidades de obra totales del proyecto, las cuales se muestran a continuación.

Tabla 3.- Actividades y cantidades de obra barrio Fundadores

| | DESCRIPCION | UND | CANTIDAD |
|---|--|-----|----------------|
| 1 | Replanteo topográfico y localización de redes de Acueducto | MI | 502 |
| 2 | Excavación manual H=1m Para instalación de tubería de Acueducto | M3 | 301.2 |
| 3 | Suministro e instalación de tubería PVC de 3" y RDE 32.5 y tees para los cruces. | MI | 480 (5 tee) |
| 4 | Empates con tubería que provee agua al sector instalación de válvulas | GLB | 5 |
| 5 | Conexión de acometidas de Acueducto. | UND | 82 |

| | | | |
|----|---|-----|--------------------------------|
| 6 | Relleno y compactación de la excavación. | M3 | 425.19 |
| 7 | Retiro de sobrantes. | M3 | 170.07 |
| 8 | Replanteo topográfico | ML | 502 |
| 9 | Excavación a maquina para colector central de alcantarillado | M3 | 605.1 |
| 10 | Instalación y pegue de tubería de cemento de 12" | ML | 102.87 (121 tubos) |
| 11 | Instalación y pegue de tubería de cemento de 10" | ML | 369.92 (435 tubos) |
| 12 | Construcción de cámaras de inspección | UND | 11 |
| 13 | Excavación manual para 82 acometidas de alcantarillado | M3 | 413.3 (5 m3 por acometida) |
| 14 | Instalación y pegue de tubería de 6" para 82 acometidas domiciliarias | ML | 574 (7 tubos por acometida) |
| 15 | Relleno y compactación de la excavación. | M3 | 702.1 |
| 16 | Excavación manual para tubería de desagüe de 20 sumideros. | M3 | 64.8 (3.6 m3 por tubería) |
| 17 | Instalación y pega de tubería de cemento de 8" para 20 sumideros. | UND | 126 (7 tubos por sumidero) |
| 18 | Excavación a mano de la capa de recebo para la ubicación de cámaras | M3 | 2.53 (0,23 m3 por cámara) |
| 19 | Pegue de ladrillo y terminado de cámara. | GLB | 11 |
| 20 | Excavación manual para construcción de sumideros | M3 | 62 (3.10 m3 por Sumidero) |
| 21 | Armado de formaletas, fundición de sumideros en concreto, desencofrado. | GLB | 20 |
| 22 | Excavación manual para sumideros | M3 | 62 |
| 23 | Excavación manual capa de recebo | M3 | 2.53 (0,23 m3 por cámara) |
| 24 | Remate de cámaras | UND | 11 |
| 25 | Construcción de sumideros. | UND | 20 |
| 26 | Limpieza, colocación de codos, rejillas y tapas de sumideros. | UND | 20 |

4.4 ADECUACION DE LA RED DE ACUEDUCTO Y REPOSICIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO BARRIO RINCON DE SANTA CECILIA.

En las figuras se observa las calles del barrio donde se llevaron a cabo las obras.



4.4.1 Datos generales.

Plazo de ejecución: 1 MES Y 2 SEMANAS
Costo del proyecto: \$86,137,222
Responsable: EMPOOBANDO E.S.P.

4.4.2 Descripción del proyecto. Proyecto realizado en las carreras 6A y 6B entre calles 24A y 24B y las calles 24 A, 24 B, 24 B bis, entre carreras 6A y 6B, sector perteneciente al Barrio Rincón de Santa Cecilia del casco Urbano de la Ciudad de Ipiales. Teniendo en cuenta los años de servicio de la tubería, y atendiendo las necesidades de la comunidad se procedió a cambiar la red de alcantarillado en el mismo lugar donde se encuentra la antigua pero modificando algunas pendientes, para mejorar el desempeño de la red. Se inspeccionó la red de acueducto, la cual indicó que estaba hecha en PVC y que se encontraba en buenas condiciones, pero algunos tramos necesitaban profundizarse. Por lo tanto, se adelantaron las siguientes labores:

Se profundizó tramos de la red de tubería de acueducto en PVC de 3" de diámetro RDE 32.5; se instaló un hidrante y 3 válvulas, una para sectorizar el sistema, otra para el hidrante y otra que sirve de purga donde existe tapón; en cuanto a la red de alcantarillado, se instaló la red local, las cámaras de inspección, las acometidas domiciliarias; se instaló tubería para desagüe y se construyó sumideros en el sector. Para la ejecución de este proyecto se tuvo en cuenta los parámetros de diseño del pavimento dados por la Secretaría de Infraestructuras. Las especificaciones técnicas del proyecto, se describen a continuación:

Acueducto: Profundización de dos tramos de la red que se encontraban superficiales, instalación de tubería PVC de 3 pulgadas de diámetro a lo largo de la calle 6 B bis (separador en U) para cerrar un circuito; además, en las acometidas domiciliarias de acueducto se cambió el adaptador del collar de derivación por llaves de incorporación macho; se instaló un hidrante para el barrio, con su respectiva válvula de cierre, se instaló una válvula para abrir o cerrar el servicio al barrio, y una válvula purga para un punto de la red donde existía tapón.

Alcantarillado: Carrera 6 A: cambio y ampliación de red principal en tubería de cemento de 12" y reposición de acometidas domiciliarias en tubería de cemento de 6". Calles 24 B, 24 A, Carrera 6B y calle 24 B bis (separador en "U"): reposición de red principal en tubería de cemento de 10" y reposición de acometidas domiciliarias en tubería de cemento de 6". De igual manera, a lo largo del proyecto se realizó la reposición de 16 cámaras de inspección con alturas que variaban entre los 1 y 3 metros y la construcción de 20 sumideros de aguas lluvias en concreto de 0.90 m x 1.20 m de sección y rejilla de 1.00 m x 0.45 m.

En cuanto a la mano de obra este proyecto se desarrolló con personal de operativo de la empresa.

4.4.3 Desarrollo del proyecto. El proyecto empezó con la adecuación de la red de acueducto mediante la profundización de un tramo de tubería, y mediante la instalación de tubería PVC; después se desarrolló el cambio de toda la red de alcantarillado; se profundiza otro tramo de acueducto y se instaló las válvulas y el hidrante.

4.4.3.1 Excavación, profundización e Instalación de tubería de acueducto:

Se instalaron 60 m de tubería en PVC de 3" de diámetro y RDE 32.5 para cerrar un circuito de la calle en "U" para mejorar su funcionamiento (Figura 53), previamente realizada la excavación a 1 m de profundidad y 0.6 m de ancho. Se profundizaron dos tramos de tubería (Figura 50). En cada una de las acometidas domiciliarias se encontró que del galápago se conectaba la manguera PF con un adaptador PVC macho (Figura 51) y se vio conveniente cambiarlo por una llave de incorporación macho para dar más seguridad y dar más eficiencia a la conexión. Para la red se instaló una válvula de cierre de paso, después de realizar el empate con la red existente (Figura 52).

4.4.3.2 Instalación de hidrante y válvula purga: El hidrante se colocó en el parque del barrio, y su conexión se realizó por medio de tubería y accesorios como una tee para tomar agua de la red y codo para permitir la llegada del agua al hidrante. Como se muestra en la figura 54. La válvula purga se instaló con el fin de evitar la acumulación de sólidos en la punta de la tubería.



Figura 50.- Profundización de tubería.



Figura 51.- Galápago con adaptador PF.



Figura 52.- Empate e instalación de Válvula.



Figura 53.- Tubería para cerrar el circuito.



Figura 54.- Instalación de hidrante.

4.4.3.3 Localización y replanteo topográfico: Se identificaron las redes de otros servicios para evitar dañarlas con la excavación. Se trazó el alineamiento con abscisas de 5 m para la excavación. Se entregó y verificó el corte de material. En las figuras 55 y 56 se observan los equipos utilizados para realizar el levantamiento y replanteo topográfico.



Figura 55.- Levantamiento altimétrico.



Figura 56.- Levantamiento planimétrico.

4.4.3.4 Excavaciones para alcantarillado: Se realizó la excavación a máquina con una retroexcavadora tipo pajarita (Figura 57), con la cual se logra un ancho de zanja de 0.9 m y con una profundidad promedio de 2 m, o la especificada en el diseño, la excavación comenzó en la calle 6 A y continuó en las siguientes. Como la tubería se instaló en la excavación.

La excavación manual fue necesaria para la instalación de tubería de acometidas y de desagüe de sumideros (Figura 58). Actividad realizada con 5 parejas de trabajadores.



Figura 57.- Excavación a maquina.



Figura 58.- Excavación a mano.

4.4.3.5 Instalación de tubería de cemento: En este sector se cambiaron 83 mts de tubería de 12" y 460 mts en tubería de 10", la tubería se instaló y se unió con mortero (Figura 59), se revisó que esta mezcla se encuentre en buenas proporciones para que no carezca de cemento pues así se asegura la junta de la tubería, se verificó la instalación cerciorándose de su buen funcionamiento y estanqueidad, se realizó el relleno y el apisonamiento por los lados de la tubería para apretarla e impedir un posible movimiento de esta (Figura 60), actividades realizadas por una cuadrilla de 1 maestro y 3 ayudantes.



Figura 59.- Instalación de tubería de cemento. **Figura 60.-** Tubería instalada.

4.4.3.6 Acometidas domiciliarias: A cada vivienda se conectó tubería de cemento de 6" de diámetro(Figura 61), para evacuar las aguas servidas, en esta actividad se verificó que el conducto tenga suficiente pendiente y que se disponga

de forma diagonal al flujo; la excavación y la instalación de tubería la realizó una pareja de trabajadores.

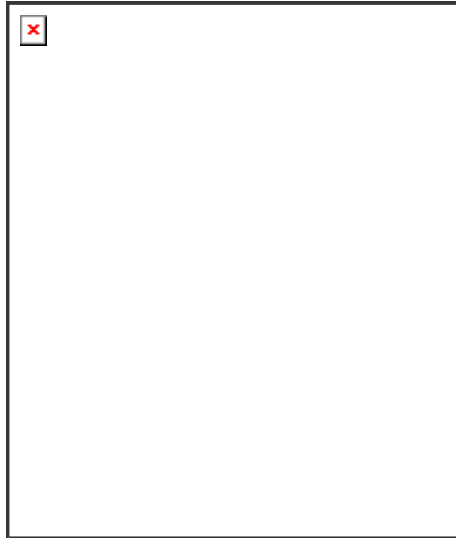


Figura 61.- Conexión de acometida con la red de alcantarillado.

4.4.3.7 Construcción de cámaras de inspección: Se construyeron 15 cámaras de inspección con alturas promedio de 2 m, las cámaras se ubicaron en el cambio de dirección del colector, en tramos de inicio y donde se cambió la pendiente, se proyectó una cámara especialmente para el desagüe de sumideros. Los diámetros de las cámaras fueron de 1.20 m, se colocó peldaños cada 0.3 m en varilla de 1/2", se repelló y esmaltó (Figura 62) el pozo hasta una altura por encima de la cota clave del tubo más alto (siempre tubo de llegada a la cámara), se usó ladrillo tolete común, se verificó que la cámara se encuentre bien construida y que se le realice limpieza, cuando estuvo terminada se la tapó con tablones para proseguir con el relleno y compactación de las zanjas (Figura 63). Actividad realizada por 1 maestro y 2 ayudantes.



Figura 62.- Esmaltado de cámara y cañuela. **Figura 63.-** Cámara terminada.

4.4.3.8 Relleno y compactación con material de préstamo: Se rellenó la excavación con material traído de otro lugar, ya que tenía mejores propiedades de compactación; el del sitio no poseía buenas características de humedad y por eso no se lo utilizó. Se hizo una compactación manual por encima de la cota clave de la tubería y por los lados de ella, cuidando de no golpearla o dañarla; y una compactación mecánica que inicia a 50 cm. por encima de la cota clave de la tubería; se rellena y compacta con apisonador mecánico (saltarín) en capas sucesivas de 40 cm aproximadamente (Figura 64).

4.4.3.9 Retiro de sobrantes: Terminado el relleno se retira material sobrante de la excavación con la ayuda de un cargador y volquetas, máquinas prestadas por la secretaria de infraestructura del municipio.



Figura 64.- Relleno y compactación de excavación.

4.4.3.10 Desagüe de sumideros: Se instaló tubería de cemento de 8", para conectar el desagüe del sumidero hasta la cámara (Figura 65), teniendo en cuenta los parámetros de diseño del pavimento, dados por la Secretaría de Infraestructuras con los cuales se conoció la altura que se cortará y el nivel al que va a quedar la superficie del pavimento, pese a esto se presentó casos donde la tubería quedó muy superficial y fue necesario atracarla con concreto.

4.4.3.11 Construcción de sumideros: Después de conformada la base de pavimento, se procedió a excavar y construir sumideros en los puntos donde especifique el diseño de la vía, después se continuó con sus acabados realizando la instalación de rejillas y codos y se colocó las tapas cuando estuvo pavimentado el andén.



Figura 65.- Desagüe de sumideros.

El proyecto desarrollado se efectuó en el tiempo proyectado, el cambio de la red de alcantarillado ayudo a que el sistema funcione en mejores condiciones, con el rediseño de la red se logro ganar la pendiente necesaria en algunos tramos, la profundización de la tubería de acueducto, permitió que el tubo se encuentre mas protegido y seguro; la red de acueducto suministra agua potable a todos los usuarios en la cantidad y calidad necesarias, cuenta con un caudal adicional para combatir incendios por medio de un hidrante instalado en la zona verde del barrio, y provee agua para servicios públicos, debido a que existe una acometida para el polideportivo del sector.

Con el seguimiento diario de las actividades que se realizó y la totalización de las cantidades de obra efectuadas se obtuvo.

Tabla 4.- Actividades y cantidades de obra barrio Rincón de Santa Cecilia

| | DESCRIPCION | UND | CANTIDAD |
|---|--|------------|---------------------|
| 1 | Replanteo topográfico y localización de redes de Acueducto | MI | 60 |
| 2 | Excavación manual H=1m Para instalación de tubería de Acueducto | M3 | 36 |
| 3 | Suministro e instalación de tubería PVC de 3" y RDE 32.5 y tees para los cruces. | MI | 60 (10 unidades) |
| 4 | Instalación de accesorios, hidrante y válvulas | GLB | 1 |
| 5 | Conexión de acometidas de Acueducto. | UND | 80 |
| 6 | Relleno y compactación de la excavación. | M3 | 156.96 |
| 7 | Retiro de sobrantes. | M3 | 62.784 |
| 8 | Replanteo topográfico | ML | 543.9 |
| 9 | Excavación a maquina para colector central de alcantarillado | M3 | 510.9 |

| | | | |
|----|---|-----|--------------------------------|
| 10 | Instalación y pegue de tubería de cemento de 12" | ML | 82.48 (97 tubos) |
| 11 | Instalación y pegue de tubería de cemento de 10" | ML | 461.42 (543 tubos) |
| 12 | Construcción de cámaras de inspección | UND | 15 |
| 13 | Excavación manual para 80 acometidas de alcantarillado | M3 | 403.2 (5 m3 por acometida) |
| 14 | Instalación y pegue de tubería de 6" para 80 acometidas domiciliarias | ML | 560 (7 tubos por acometida) |
| 15 | Relleno y compactación de la excavación. | M3 | 607.9 |
| 16 | Excavación manual para tubería de desagüe de 20 sumideros. | M3 | 35 (1.75 m3 por tubería) |
| 17 | Instalación y pega de tubería de cemento de 8" para 20 sumideros. | UND | 120 (6 tubos por sumidero) |
| 18 | Excavación a mano de la capa de recebo para la ubicación de cámaras | M3 | 2.53 (0,23 m3 por cámara) |
| 19 | Pegue de ladrillo y terminado de cámara. | GLB | 16 |
| 20 | Excavación manual para construcción de sumideros | M3 | 62 (3.10 m3 por sumidero) |
| 21 | Construcción de sumideros | UND | 20 |
| 22 | Armado de formaletas, fundición de sumideros en concreto, desencofrado. | GLB | 20 |

4.5. REPOSICIÓN Y AMPLIACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO CALLE DE ENTRADA AL CORREJIMIENTO SAN JUAN

En las imágenes se presenta el sitio de la obra y la correcta señalización para información de los habitantes del sector.



4.5.1 Datos generales.

Plazo de ejecución: 2 SEMANAS
Costo del proyecto: \$14,242,260
Responsable: EMPOOBANDO E.S.P.

4.5.2 Descripción del proyecto. Proyecto ejecutado en una de las calles de entrada a San Juan, corregimiento de Ipiales ubicado en el kilómetro 12 de la vía panamericana.

Fue necesario cambiar la tubería de acueducto por que la que la existía era de Asbesto Cemento, material que se encontró viejo y presentaba fugas, la red de alcantarillado se cambió para remplazar y ampliar la red que existía.

Acueducto: Se instaló un tramo de la red de acueducto en tuberías PVC de 3 pulgadas de diámetro a lo largo de la vía y un tramo de tubería PVC de 2" en el cruce de la calle; además se instaló acometidas domiciliarias para las viviendas y lotes del sector, y una válvula de cierre de paso de 3" de diámetro.

Alcantarillado: Se trabajó en la reposición e instalación de 81.7 m de tubería de cemento de 10" y 20.9 m en tubería de cemento de 8"; se conectó acometidas domiciliarias en tubería de cemento de 6", y de igual manera a lo largo del proyecto se construyó 3 cámaras de inspección, dos con altura de 1,5 m y una con 2,20 metros.

Trabajos desarrollados con personal operativo de la empresa.

5.5.3 Desarrollo del proyecto: Primero se inicia con el cambio de la red de alcantarillado y luego se continúa con la red de acueducto; se realizó una rigurosa señalización en el sector, por el gran tráfico vehicular que existía en la zona, ya que la calle se conecta con la vía panamericana. Se ejecutó el proyecto de la siguiente manera:

4.5.3.1 Localización y replanteo: Se trazó el alineamiento para la excavación y se midió la profundidad de la cámara, a la cual se conectó la nueva tubería, dato que sirvió en el diseño de la red.

4.5.3.2 Excavaciones para alcantarillado: Se realizó la excavación a máquina con una retroexcavadora tipo pajarita con la cual se obtuvo un ancho de zanja de 0.9 m y una profundidad promedio de 1.5 m, la excavación comenzó en la parte de arriba de la vía y descendió hasta completar 100 m de longitud (Figura 66).

Se hizo excavación manual para la instalación de tubería de acometidas. Se contó con la colaboración de los habitantes del sector que realizaban la excavación para la conexión de las acometidas de sus viviendas. (Figura 67)



Figura 66.- Excavación y adecuación de piso de excavación.

4.5.3.3 Instalación de tubería de cemento: Debido a que la obra dista mucho de la empresa, previamente se solicitó el suministro de todos los materiales que sean necesarios para la ejecución del proyecto. Se prosiguió en el cambio y la instalación de tubería de la red local de alcantarillado, verificando que se realice una adecuada unión con mortero de pega de los tubos, las acometidas domiciliarias fueron hechas con tubería de cemento de 6", teniendo cuidado que estas tengan suficiente pendiente para su buen funcionamiento. Trabajo realizado por 1 maestro y 2 ayudantes.

4.5.3.4 Acometidas domiciliarias: La conexión de alcantarillado de cada vivienda a la red, se efectuó con tubería de cemento de 6", la excavación manual se realizó desde la cajilla de la vivienda hasta la tubería de la red, con cuidado de que tenga pendiente y se disponga diagonalmente. Cada acometida es realizada por una pareja de trabajadores que instala y une la campana y espigo de la tubería con mortero.



Figura 67.- Excavación a mano para acometidas.

4.5.3.5 Construcción de cámaras de inspección: se ubicaron 3 cámaras en puntos de la red, donde cambió la pendiente, donde cambió el diámetro y donde inició el tramo de la red; se adecuó el piso para fundir una base de concreto circular de 2 mts de diámetro y 10 cm de espesor, se colocó un eje el cual ayudó a disponer filas de ladrillo común, en forma circular (Figura 68), cuando estuvo terminada, se la repelló y se le dio un esmaltado hasta la cota clave del tubo mas alto, se utilizó varilla de 1/2" para hacer los escalones; se verificó que la cámara se encuentre bien construida y que se le realice limpieza. Actividad realizada por 1 maestro y 2 ayudantes.



Figura 68.- Construcción de cámara.

4.5.3.6 Excavaciones para acueducto: Se realizó la excavación a mano con herramienta menor y con 8 trabajadores, cumpliendo una profundidad de 1.1 m y un alineamiento a lo largo de la calle; el ancho de la excavación es de 0.6 m.

4.5.3.7 Instalación de tubería y accesorios: Se instaló 95 m de tubería en PVC de 3" y 12 m en tubería de 2", se realizó los empates con la tubería existente en el sector, se instaló 1 válvula de cierre de paso (Figuras 69 y 70) y una tee en el cruce de calle.



Figura 69.- Instalación de válvula.



Figura 70.- Instalación de tubería.

4.5.3.8 Acometidas domiciliarias: En cada vivienda se realizó la instalación del servicio de acueducto con galápago, llave de incorporación macho y manguera PF (Figura 71). Actividades realizadas por 2 técnicos de la empresa.

4.5.3.9 Relleno y compactación con material del lugar: Después de instalada la tubería, se rellenaron las dos excavaciones, con material del lugar, debido a que este presentó buenas características de compactación, la primera capa se compacta manualmente y después se realiza la compactación mecánica por capas sucesivas de material, revisando que no se presenten fallos y que el piso no se acolchone (Figura 72).



Figura 71.- Galápagu, llave y manguera PF. **Figura 72.-** Relleno y compactación.

El proyecto desarrollado fuera del casco urbano de la ciudad de Ipiales, beneficio a 15 viviendas del sector San Juan, permitiendo que los habitantes tengan un servicio de agua potable suficiente para los quehaceres diarios. El alcantarillado implementado funciona con un buen desempeño, el sistema permite la inspección y el mantenimiento de la red por medio de las cámaras construidas.

Las cantidades totales de obra que se realizaron en este sector fueron.

Tabla 5.- Actividades y cantidades de obra sector corregimiento San Juan

| | DESCRIPCION | UND | CANTIDAD |
|----|---|-----|---------------------|
| 1 | Replanteo topográfico y localización de redes de Acueducto | MI | 95 |
| 2 | Excavación manual H=1m Para instalación de tubería de Acueducto | M3 | 54 |
| 3 | Suministro e instalación de tubería PVC de 3" y RDE 32.5 y tee para el cruce. | MI | 90 (15 unidades) |
| 4 | Suministro e instalación de tubería PVC de 2" y RDE 32.5 | MI | 12 (2 unidades) |
| 5 | Instalación de accesorios y válvulas | GLB | 1 |
| 6 | Conexión de acometidas de Acueducto. | UND | 12 |
| 7 | Relleno y compactación de la excavación. | M3 | 70.2 |
| 8 | Retiro de sobrantes. | M3 | 28.08 |
| 9 | Replanteo topográfico | ML | 102.6 |
| 10 | Excavación a maquina para colector central de alcantarillado | M3 | 92.6 |
| 11 | Instalación y pegue de tubería de cemento de 10" | ML | 81.7 (97 tubos) |
| 12 | Instalación y pegue de tubería de cemento de 8" | ML | 20.9 (543 tubos) |

| | | | |
|----|---|-----|------------------------------|
| 13 | Construcción de cámaras de inspección | UND | 3 |
| 14 | Excavación manual para 12 acometidas de alcantarillado | M3 | 54 (5 m3 por acometida) |
| 15 | Instalación y pegue de tubería de 6" para 12 acometidas domiciliarias | ML | 91 (7 tub. Por Acometida) |
| 16 | Relleno y compactación de la excavación. | M3 | 146.6 |

4.6. ADECUACION, REPOSICIÓN Y AMPLIACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO BARRIO CAMILO TORRES

En las figuras se muestra las calles donde se llevaron a cabo las obras de acueducto y alcantarillado, las cuales se observan que están sin pavimentar.



4.6.1 Datos generales.

Plazo de ejecución: 2 MESES
 Costo del proyecto: \$94,219,084.63
 Responsable: EMPOOBANDO E.S.P.

4.6.2 Descripción del proyecto. Proyecto ejecutado en la calle 3 este entre carreras 2 y 2 D y la carrera 2D entre calles 3 este y 4 D, sector perteneciente al Barrio Camilo Torres del casco urbano de la ciudad de Ipiales. La pasantía culminó con este proyecto en el cual se realizó el cambio y la ampliación de 780 m del colector local de alcantarillado, y la instalación de la red principal de acueducto de estas calles, trabajos adelantados para prestar un mejor servicio a la comunidad. La red de acueducto debe dotar agua a una urbanización que se planeará construir, de la misma manera se debe tener en cuenta que se conectara al servicio de alcantarillado.

Acueducto: Sabiendo que el sistema de acueducto del sector necesita un cambio de tubería, ya que la existente es de asbesto cemento y ha cumplido su periodo de

uso encontrándose así en malas condiciones; se procede a la instalación de aproximadamente 500 m de tubería de acueducto en PVC de 4 pulgadas de diámetro RDE 32.5 a lo largo de la calle de entrada al barrio y de 200 mts de tubería en PVC de 3 pulgadas de diámetro RDE 32.5, en las calles secundarias del barrio; se instala también accesorios como tees en los cruces de calles, y codos donde sea necesario girar la tubería. Además se instalaron acometidas domiciliarias con manguera PF de ½", llaves de incorporación macho y hembra, y collar de derivación.

Alcantarillado: Calles 3 este: reposición de la red local en tubería de cemento de 14" (110 mts) y 16" (120 mts), y reposición de acometidas domiciliarias en tubería de cemento de 6"; Carrera 2 D instalación del colector de alcantarillado en tubería de 16 (140 mts) y 24" (140 mts)

De igual manera, a lo largo del proyecto se realizó la reposición de 15 cámaras de inspección entre alturas que variaban entre los 2,5 y 3,5 metros de altura.

Trabajo realizado por personal operativo de la empresa.

5.6.3 Desarrollo del proyecto. El proyecto inició con la implementación de la red local de alcantarillado y acometidas domiciliarias en la calle 3 Este, después se instaló la tubería de acueducto, y por último se instaló el colector de alcantarillado en la calle 2D.

4.2.3.1 Localización y replanteo topográfico: Se trazo el alineamiento, para realizar la excavación con un absisado cada 5 m.

4.6.3.2 Excavaciones de alcantarillado: La excavación se realizó con una excavadora tipo pajarita, la actividad empezó en la calle 3 Este o calle de entrada al barrio con un ancho de zanja de 1 mt y con una profundidad promedio de 3 m (Figura 73), se chequeo el corte de zanja por medio de la medición de la profundidad a un absisado cada 5 m (Figura 74); se excavó también para las conexiones domiciliabas (Figura 75). Esta actividad fue realizada por el operador de la maquina y dos ayudantes. También se realizaron excavaciones en los cruces de calle existentes y calles proyectadas para la nueva urbanización.



Figura 73.- Excavación de zanja.



Figura 74.- Medida de profundidad.



Figura 75.- Excavación para domiciliaria.

4.6.3.3 Instalación de tubería de cemento: En la calle (3 Este) entrada al barrio, se instaló un tramo de tubería de 14" y otro tramo en tubería de 16", como la tubería de alcantarillado instalada todavía no estaba en funcionamiento, se adecuó un tramo de la red antigua que se dañó por la excavación para que lleve las aguas servidas hasta su evacuación a una cámara. La adecuación se realiza con tubería PVC sanitaria. (Figura 76)



Figura 76.- Tubería provisional.



Figura 77.- Tubería instalada.

4.6.3.4 Construcción de cámaras de inspección: Se construyeron 15 cámaras de inspección con alturas entre los 2 y 3 m, en sitios donde se cambió de diámetro o donde existió un cruce de calle. Las cámaras fueron construidas con cono de reducción con diámetros de 1.20 m, con peldaños cada 0.3 m en varilla de 1/2" (Figuras 78 y 79), estas se repellaron y esmaltaron hasta una altura por encima de la cota clave del tubo más alto o el de llegada a la cámara; se usó ladrillo tolete común. Se verificó que la cámara se encuentre bien construida y que se le realice limpieza. Actividad realizada por 1 maestro y 2 ayudantes.



Figura 78.- Cámara con cono de reducción.



Figura 79.- Cámara para cruce.

4.6.3.5 Acometidas domiciliarias: Se conectó tubería de cemento de 6" de diámetro (Figuras 80 y 81), para desaguar las aguas residuales de las viviendas de este sector, se revisó la unión y la correcta colocación de la tubería.



Figura 80.- suministro de tubería.



Figura 81.- Instalación de tubería de 6".

4.6.3.6 Relleno y compactación con material de préstamo: Las intensas lluvias presentadas, generaron el humedecimiento excesivo del material del lugar; por lo tanto fue necesario rellenar parte de la excavación con material obtenido del corte de terreno de otro lugar, y la otra parte de la excavación se relleno con material del lugar que se encontró apropiado para compactar.

Se realizó una compactación manual por encima y por los lados de la tubería (Figura 82), después a 50 cm de la cota clave de la tubería se realizó la compactación en capas sucesivas con saltarín (Figura 83), actividad realizada por el operador del compactador, con la ayuda de la retroexcavadora que movió el material hasta la zanja.



Figura 82.- Apisonamiento inicial.



Figura 83.- Compactación mecánica.

4.6.3.7 Excavaciones para acueducto: Para la colocación de tubería de acueducto se realizó la excavación a maquina de zanjas a profundidad de 1 mt, y con un ancho de 0.9 m a lo largo de las calles donde se instaló la red, la actividad se realizó con cuidado de no dañar otras redes que se cruzan, para las acometidas domiciliarias se realizó, excavación a mano aunque en unos casos se pudo aprovechar la zanja de las domiciliarias de alcantarillado.

4.6.3.8 Instalación de tubería PVC: La tubería se instaló a lo largo de la excavación, con el diámetro indicado en el diseño, en los cruces de calle se instaló tee (Figura 85) y se dispuso reducciones donde se cambiaba de diámetro de 4 "a 3", se colocó un codo de 90 grados en el giro de la tubería (Figura 84). Para el codo y tee se plantó un anclaje o un soporte para evitar posibles movimientos y desprendimientos de la tubería.



Figura 84.- Tubería y codo en PVC.



Figura 85.- Instalación de tubería y tee

4.6.3.9 Domiciliarias de Acueducto: Se instaló acometidas domiciliarias con manguera PF, collar de derivación y llaves de incorporación macho y hembra, la manguera se deja bajo andén (Figura 86), para luego terminar la conexión cuando se haga la demolición de andenes.



Figura 86.- Excavación y conexión de domiciliarias de acueducto.

4.6.3.10 Relleno de excavación: Se utilizó el material proveniente de la excavación para rellenar la zanja (Figura 87), la compactación se realizó mecánicamente con la ayuda de un saltarín (Figura 88); el trabajo fue realizado por el operador del compactador, el personal y la retroexcavadora que ayudaban a empujar el material hasta la zanja.



Figura 87.- Relleno y compactación



Figura 88.- Compactación mecánica.

4.6.3.11 Excavaciones para alcantarillado: Se realizó una excavación con un ancho de zanja de 1.5 m y a una profundidad promedio de 2.7 m. La zanja es mas ancha debido a que se implantó tubería de gran diámetro.

Como la excavación estuvo inestable por presentarse un estrato de relleno perteneciente a la zanja de la tubería de alcantarillado antigua y por que se presentaron continuas lluvias, fue necesario apuntalar la zanja como se muestra en la figura 89; con el fin de evitar derrumbes, posibles accidentes y daños en la tubería ya instalada. La excavación se realizo por el eje de la vía y a un lado de la zanja de la tubería existente.



Figura 89.- Zanja apuntalada para evitar derrumbes.

5.6.3.12 Instalación de tubería de cemento: Para la creación del colector de alcantarillado se instaló tubería con diámetros de 16” y de 24”, el diámetro se incrementa a medida que el colector llega a su punto de evacuación (Figuras 90 y 91). Como la tubería es de diámetro mas grande que el instalado en los anteriores proyectos el rendimiento de trabajo es menor, la cuadrilla que realizó este trabajo estaba conformada por 5 personas, se utilizó herramienta menor. Se revisó la unión y la correcta disposición del los tubos instalados.



Figura 90.- Suministro de tubería.



Figura 91.- Colector instalado.

La construcción de un colector de aguas residuales permite la recolección de toda el agua servida proveniente de las viviendas del barrio. La ampliación de la red local de alcantarillado proporciona una mejor funcionalidad que el sistema antiguo, debido a que esta tiene mayor capacidad hidráulica y soporta mejor el caudal combinado de aguas residuales y pluviales. El cambio de tubería de asbesto cemento por tubería PVC, mejora el desempeño de la red de acueducto, ya que este material tiene mejores características de durabilidad y resistencia a la presión a las que se expone.

A continuación se muestra el total de las actividades realizadas en este proyecto.

Tabla 6.- Actividades y cantidades de obra sector barrio Camilo Torres

| | DESCRIPCION | UND | CANTIDAD |
|---|--|-----|----------|
| 1 | Replanteo topográfico y localización de redes de Acueducto | MI | 775.26 |
| 2 | Excavación a maquina H=1m Para instalación de tubería de Acueducto | M3 | 767.51 |

| | | | |
|----|---|-----|--------------------------------|
| 3 | Suministro e instalación de tubería pvc 4" rde 32.5 | MI | 558.96 (93 unidades) |
| 4 | Suministro e instalación de tubería pvc 3" rde 32.5 | MI | 216.3 (36 unidades) |
| 5 | Suministro e instalación de tubería pvc 2" rde 32.5 | MI | 12 (2 unidades) |
| 6 | Suministro e instalación de tee. | UND | 17 |
| 7 | Suministro e instalación de codos y uniones rápidas. | UND | 1 |
| 9 | Conexión de acometidas de Acueducto. | UND | 15 |
| 10 | Relleno y compactación de la excavación. | M3 | 770.27 |
| 11 | Retiro de sobrantes. | M3 | 308.10 |
| 12 | Replanteo topográfico | ML | 519.43 |
| 13 | Excavación a maquina para colector central de alcantarillado | M3 | 1809.68 |
| 14 | Instalación y pegue de tubería de cemento de 24" | ML | 138.9 (97 tubos) |
| 15 | Instalación y pegue de tubería de cemento de 16" | ML | 269.98 (543 tubos) |
| 16 | Instalación y pegue de tubería de cemento de 14" | ML | 110.55 (543 tubos) |
| 17 | Construcción de cámaras de inspección | UND | 15 |
| 18 | Excavación a maquina para 15 acometidas de alcantarillado | M3 | 27.6 (12 m3 por acometida) |
| 19 | Instalación y pegue de tubería de 6" para 15 acometidas domiciliarias | ML | 105 (7 tubos por acometida) |
| 20 | Relleno y compactación de la excavación. | M3 | 1286.10 |
| 21 | Retiro de sobrantes. | M3 | 514.4 |

5. CONCLUSIONES

Es importante revisar las características del proyecto, tanto en los planos y como en la zona donde se llevarán a cabo las obras, con el fin de realizar un trabajo en campo que permita satisfacer las necesidades del sector y resuelva las situaciones que generan inconvenientes o imprevistos para el proyecto, antes de la ejecución de cada actividad hay que tomar precauciones en cuanto a suministro de materiales necesarios para un correcto desarrollo de la obra, como la cantidad de tubos a instalar diariamente, ladrillos para cámara, cemento, herramientas para los trabajadores, y también revisar que la maquinaria y los equipos funcionen correctamente sin que les falte combustible o fallen por mantenimiento.

El control por medio de la permanencia en obra, durante el avance de cada actividad y el seguimiento en la ejecución de cada ítem presupuestado constituyen la mejor forma de desarrollar una adecuada residencia de obra, proporcionando al proyecto eficiencia tanto en tiempo, como en economía y calidad.

La renovación de los sistemas tanto de alcantarillado como de acueducto, permite mejorar las condiciones de prestación de servicios públicos necesarios para la comunidad, por lo tanto es un beneficio para los usuarios, en las diferentes zonas donde se llevo a cabo estas obras.

La práctica realizada en el periodo de pasantía, con el trabajo de campo y cada una de las obras desarrolladas, han sido de gran utilidad para mi formación profesional, complementando la formación académica adquirida en la Facultad de Ingeniería.

6. RECOMENDACIONES

Implementar y exigir el uso de elementos de seguridad para los trabajadores ya que con ellos se preserva la integridad física y el bienestar del personal y de los operarios de maquinaria presentes en las obras.

Realizar ensayos de compactación a los rellenos de zanjas es indispensable, a pesar de conocer las características de los materiales de la zona, de esta forma se efectúa un trabajo mas seguro y se garantiza que el terreno se encuentre firme para continuar con la conformación de base y la pavimentación de la vía.

Contratar mano de obra en cada proyecto, que brinde más agilidad y calidad en cada actividad perteneciente a las obras de acueducto y alcantarillado; ya que el personal operativo de la empresa tiene un rendimiento bajo debido a que le ponen menos interés al trabajo que están realizando.

8. BIBLIOGRFÍA

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. RAS 2000. Bogotá: 2000.

SALAZAR CANO, Roberto. *Alcantarillados.* San Juan de Pasto: Facultad de Ingeniería-Universidad de Nariño, 2000. 104p.