

**APOYO TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO A PROYECTOS QUE SE
DESARROLLAN EN LAS AREAS RURALES Y SUB-URBANAS POR LA
SECRETARÍA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA ALCALDÍA DE PASTO EN EL
SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO**

GABRIEL MAURICIO SANTACRUZ MADRID

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2012**

**APOYO TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO A PROYECTOS QUE SE
DESARROLLAN EN LAS AREAS RURALES Y SUB-URBANAS POR LA
SECRETARÍA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA ALCALDÍA DE PASTO EN EL
SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO**

GABRIEL MAURICIO SANTACRUZ MADRID

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de
ingeniero civil**

**Director
Ing. Luis Eduardo Burbano
Codirector
Ing. José Alfredo Jiménez Córdoba**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2012**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

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

Artículo 1^{ro} del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

San juan de pasto, Octubre de 2012

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a dios por brindarme la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera universitaria como lo es la ingeniería civil. A mi padre y a mi madre por brindarme la vida y el apoyo constante durante todo este proceso de formación profesional.

A mis abuelos por brindarme un lugar donde poder residir. A mis tíos por ser mis amigos y apoyos incondicionales. A mis profesores por transmitir y compartir conmigo gran variedad de experiencias y conocimientos en cuanto a la ingeniería civil compete y a mis compañeros porque fueron de gran ayuda en el logro de esta importante meta.

RESUMEN

Este trabajo contiene un informe final acerca de proyectos de agua potable y saneamiento básico realizados durante el periodo de pasantía en la secretaría de gestión ambiental de la alcaldía de Pasto en el año 2011.

Se desarrollaron en total siete proyectos; tres de seguimiento al proceso de contratación en optimización de acueducto, uno de seguimiento al proceso de contratación en alcantarillado, tres de revisión de estudios y diseños para la ejecución de proyectos priorizados financiados por el B.I.D (Banco interamericano de desarrollo), en convenio con Empopasto y la secretaría de gestión ambiental y uno de estudios preliminares y diseño de acueducto.

ABSTRACT

This paper contains a draft final report on water and sanitation made during the period of internship in environmental management secretary of the mayor of the city of Pasto 2011.

They developed a total of seven projects, three tracking the recruitment process optimization aqueduct, one tracking the recruitment process sewer, reviewing three studies and designs for the implementation of priority projects financed by the IDB (Inter-American development), in agreement with EMPOPASTO and environmental management secretary and one preliminary study and design of aqueduct.

CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN.....	17
1. SELECCIONAR LA MEJOR OFERTA PARA CONTRATAR LA OPTIMIZACION DEL ACUEDUCTO VEREDAL DE LA MERCED DE ARANDA CORREGIMIENTO MORASURCO MUNICIPIO DE PASTO....	21
1.1 ASPECTOS GENERALES.....	21
1.2 EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	21
1.2.1 Localización y replanteo.	21
1.2.2 Construcción de la bocatoma..	22
1.2.3 Construcción desarenador.....	22
1.2.4 Instalación tubería de conducción.	23
1.3 LABORES DESARROLLADAS POR EL PASANTE.....	24
1.4 OBSERVACIONES.	25
2. SELECCIONAR LA MEJOR OFERTA PARA CONTRATAR LA EJECUCIÓN DE LA OBRA DE OPTIMIZACIÓN DEL ACUEDUCTO DE BELLAVISTA, CORREGIMIENTO DE CATAMBUCO DEL MUNICIPIO DE PASTO.....	26
2.1 ASPECTOS GENERALES.....	26
2.2 EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	26
2.2.1 Localización y replanteo.....	26
2.2.2 Captación por medio de filtros..	26
2.2.3 Construcción desarenador.	28
2.2.4 instalación tubería de conducción..	30

2.2.5	Construcción tanque de almacenamiento.....	30
2.2.6	Instalación red de distribución..	32
2.3	LABORES DESARROLLADAS POR EL PASANTE.....	33
3.	SELECCIONAR LA MEJOR OFERTA PARA CONTRATAR LA EJECUCIÓN DE LA OBRA CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO VEREDAL CANCHALA ALTO CORREGIMIENTO DE MOCONDINO DEL MUNICIPIO DE PASTO	34
3.1	ASPECTOS GENERALES.....	34
3.2	EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	34
3.2.1	Porcentaje de avance de obra.....	34
3.3	LABORES DESARROLLADAS POR EL PASANTE.....	35
3.4	OBSERVACIONES.	35
4.	SELECCIONAR LA MEJOR OFERTA PARA CONTRATAR LA REPOSICION DE LA TUBERIA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE BUSAQUILLO CENTRO.....	37
4.1	ASPECTOS GENERALES.....	37
4.2	EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	37
4.2.1	Construcción de cámaras.).....	38
4.2.2	Instalación tubería pvc estructurada D=10".....	38
4.2.3	Construcción acometidas domiciliarias.	39
4.3	LABORES DESARROLLADAS POR EL PASANTE.....	40
4.4	OBSERVACIONES.	40
5.	ELABORACIÓN ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO ACUEDUCTO DEL BARRIO ROSAL DE ORIENTE COMUNA 3 DEL MUNICIPIO DE PASTO.....	42

5.1	ASPECTOS GENERALES.....	42
5.2	DISEÑO DEL PROYECTO.....	42
5.2.1	Diseño de la bocatoma.....	44
5.2.2	Diseño de la línea de aducción.....	49
5.2.3	Diseño del desarenador.	51
5.3	LABORES DESARROLLADAS POR EL PASANTE.....	58
6.	CONSTRUCCIÓN Y/O MEJORAMIENTO DEL ACUEDUCTO BARRIO VILLA NUEVA.....	59
6.1	ASPECTOS GENERALES.....	59
6.2	DISEÑOS Y REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.....	59
6.2.1	Tanque de almacenamiento	59
6.2.2	Diseño de la conducción barrio Villanueva	62
6.3	LABORES DESARROLLADAS POR EL PASANTE.....	64
7.	CONSTRUCCIÓN ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR CUJACAL.....	65
7.1	PROYECCIONES DE LA POBLACIÓN	65
7.2	PARAMETROS DE DISEÑO ALCANTARILLADO SANITARIO	66
7.3	LABORES DESARROLLADAS POR EL PASANTE.....	72
8.	CONCLUSIONES.....	73
9.	RECOMENDACIONES	74
	BIBLIOGRAFÍA.....	75
	ANEXOS.....	76

LISTA DE GRAFICAS

Gráfico 1.	Consumos por cada hora sin acumular (%)	60
Gráfico 2.	Consumos acumulados tanque Rosal de Oriente	60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Población futura localidad Rosal de oriente	42
Tabla 2.	Asignación del nivel de complejidad	42
Tabla 3.	Modificación al artículo 67 de la Ras-2000	43
Tabla 4.	Consumo – usos del agua localidad Rosal de Oriente	44
Tabla 5.	Número de hazen	51
Tabla 6.	Perdidas por longitud equivalente.	57
Tabla 7.	Datos de diseño tanque Villanueva	59
Tabla 8.	Cálculo de volumen de tanque Villanueva	61
Tabla 9.	Volumen total tanque Villanueva	61
Tabla 10.	Medidas del tanque Villanueva	61
Tabla 11.	Pérdidas de energía por accesorios Villanueva.....	63
Tabla 12.	Poblacionn futura Cujacal	65
Tabla 13.	Medidas del tanque Villanueva	66
Tabla 14.	Aporte industrial alcantarillado Cujacal	67
Tabla 15.	Aporte por conexiones erradas alcantarillado Cujacal	68
Tabla 16.	Aporte por conexiones erradas alcantarillado Cujacal	68
Tabla 17.	Profundidad mínima colectores Cujacal	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Formaleteo muros laterales bocatoma la Merced.	22
Figura 2.	Vista general acabados bocatoma la Merced	22
Figura 3.	Formaleta muros del desarenador la Merced.	23
Figura 4.	Terminado del desarenador la Merced.....	23
Figura 5.	Tubería de conducción la Merced.	24
Figura 6.	Construcción Captación por filtros vereda Bellavista	27
Figura 7.	Excavación y fundición placa de piso.	28
Figura 8.	Amarrado, figurado de refuerzo y colocación de formaleta.	29
Figura 9.	Fundición de muros	29
Figura 10.	Acabados desarenador e instalación de accesorios.	29
Figura 11.	Tubería de conducción.....	30
Figura 12.	Excavación y fundición de placa de piso.....	30
Figura 13.	Armado del refuerzo y colocación de formaleta del tanque	31
Figura 14.	Fundición de los muros tanque de almacenamiento	31
Figura 15.	Colocación de accesorios y acabado del tanque Bellavista.	32
Figura 16.	Instalación red de distribución.....	33
Figura 17.	Fundición base cámaras de inspección.	38
Figura 18.	Construcción cámaras de inspección.....	38
Figura 19.	Instalación tubería estructurada pvc 10".	39
Figura 20.	Relleno y compactación.	39
Figura 21.	Construcción acometida domiciliaria.	40

Figura 22. Dimensiones de la rejilla acueducto Rosal de Oriente.	47
Figura 23. Planta desarenador Rosal de Oriente	58

LISTA DE ANEXOS

Anexo A.	Planos, diseños e información complementaria en medio magnético adjunto acueducto la Merced.....	76
Anexo B.	Planos, diseños e información complementaria en medio magnético adjunto acueducto Bellavista	76
Anexo C.	Planos, diseños e información complementaria en medio magnético adjunto acueducto Canchala Alto.....	76
Anexo D.	Planos, diseños e información complementaria en medio magnético adjunto acueducto Rosal de Oriente.....	76
Anexo E.	Planos, diseños e información complementaria en medio magnético adjunto acueducto Villanueva.....	76
Anexo F.	Planos, diseños e información complementaria en medio magnético adjunto alcantarillado Cujacal..	76

GLOSARIO

ACOMETIDA DE ALCANTARILLADO: Derivación que parte de la caja de inspección domiciliaria y llega hasta la red secundaria de alcantarillado o al colector. (Actualizado Decreto 229/02).

ADUCCIÓN: hace referencia al sistema que transporta agua sin tratamiento el cual se puede hacer a flujo libre o presión.

ANTICIPO: parte del valor económico de un contrato que corresponde por lo general a un valor menor al 50%.

INTERVENTORÍA: proceso de supervisión y control que deben realizar las entidades territoriales sobre aquellas competencias y funciones que les otorga la normatividad vigente con el fin de verificar durante la ejecución el avance y cumplimiento de las obligaciones contraídas.

PRE-INVERSIÓN: fase preliminar para la ejecución de un proyecto que permite, mediante la elaboración de estudios demostrar las bondades técnicas, económicas, institucionales y sociales de este, en caso de llevarse a cabo.

PURGA: son válvulas colocadas en los puntos bajos de la red, cuya función es eliminar partículas que ingresan en la tubería.

RED DE DISTRIBUCIÓN DE ACUEDUCTO: Es el conjunto de tuberías, accesorios, estructuras y equipos que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta las acometidas domiciliarias.

RAS 2000: Reglamento técnico del sector de saneamiento y agua potable el cual señala los requisitos y parámetros que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos operativos que se utilicen en la prestación de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo y sus actividades complementarias.

RDE: relación diámetro/ espesor para tuberías comerciales de acueducto pvc, su relación se refiere a su presión de servicio y diámetro de tubería.

VÁLVULA: Se define como el aparato mecánico con el cual se puede permitir o no permitir el paso de un fluido, mediante una pieza movable que abre y cierra.

VENTOSA: son válvulas colocadas en los puntos altos de la red, cuya función es eliminar o remover el aire que ingresa en la tubería.

INTRODUCCIÓN

“El acceso al agua potable y saneamiento en Colombia y la calidad de estos servicios ha aumentado significativamente durante la última década. Sin embargo, aún quedan desafíos importantes, incluso una cobertura insuficiente de los servicios, especialmente en zonas rurales y una calidad inadecuada de los servicios de agua y saneamiento. En comparación con algunos otros países de América Latina, el sector está caracterizado por altos niveles de inversiones y de recuperación de costos, la existencia de algunas grandes empresas públicas eficientes y una fuerte y estable participación del sector privado local”¹.

La Secretaria de Gestión y Saneamiento Ambiental, es uno de los entes que se encarga de coordinar las tareas de diseño, construcción, pre-inversión, inversión, y la verificación de proyectos que se desarrolla dentro del marco del Contrato de consultoría suscrito con la Empresa de Servicios Públicos de Pasto. EMPOPASTO S.A. ESP, dando así prioridad a los sectores más necesitados del municipio.

“En los últimos años se han venido desarrollando con celeridad proyectos de recursos hidráulicos, en el sector de agua potable y saneamiento básico. Esto es fundamental dado que contribuye en forma determinante en la calidad de vida de la población, por causa del mejoramiento de las condiciones de salubridad y el desarrollo económico de las regiones. En este contexto, el sector es variable fundamental para el crecimiento económico territorial, al generar condiciones para la expansión de la actividad urbana, comercial e industrial en las ciudades”²

Los proyectos contenidos en el plan de desarrollo “QUEREMOS MÁS, PODEMOS MÁS 2008 – 2011”; se evaluaron dentro de los marcos técnicos y legales establecidos por el gobierno, cada proyecto presenta todos los ítems necesarios para su ejecución y contratación por parte del municipio. Las decisiones que se tomaron, establecieron las pautas de viabilidad de cada uno de los proyectos, los cuales se contratarán y ejecutarán en el periodo 2009 - 2011.

La fundamentación para la evaluación, contratación y ejecución de los proyectos se basa en el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000 y LEY 80.

¹ Arboleda, Luis Fernando (2006). *Breve descripción del sector acueducto y alcantarillado en Colombia*.

² DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION, Agua Potable y Saneamiento Básico

TEMA

TÍTULO DEL PROYECTO

“APOYO TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO A PROYECTOS QUE SE DESARROLLAN EN LAS AREAS RURALES Y SUB-URBANAS POR LA SECRETARÍA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA ALCALDIA DE PASTO EN EL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO”.

ALCANCE Y DELIMITACIÓN

El desarrollo del Trabajo de Grado en la modalidad Pasantía se realiza en la zona rural y sub-urbana del Municipio del Pasto Nariño, donde se ejecutan 7 diferentes proyectos que son dirigidos y coordinados por la Secretaría de Gestión ambiental.

MODALIDAD

La modalidad del trabajo de grado es la de PASANTÍA, la cual se realizará durante seis (6) meses, contados a partir de la fecha de aprobación por parte del Comité Curricular del Programa de Ingeniería Civil.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La secretaria de Gestión ambiental de la alcaldía de Pasto y convenios Empopasto - B.I.D - alcaldía de Pasto no cuentan con el personal suficiente y necesario para adelantar de manera oportuna estudios y diseños de diferentes proyectos que son necesarios para satisfacer las necesidades de la comunidad en el área suburbana y rural del municipio de Pasto.

Una vez se tiene los estudios, diseños y planos de los proyectos se hace necesario entrar en la etapa de contratación y construcción de los mismos, que también requiere de profesionales aptos para que en conjunto con la alcaldía municipal de pasto y la secretaria de gestión ambiental se lleve a cabo la realización de los objetivos propuestos.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En lo que compete a este trabajo de grado modalidad pasantía se llevara a cabo la asistencia técnica en lo concerniente a la ingeniería civil a los siguientes proyectos así:

Con alcaldía de Pasto secretaria de gestión ambiental:

- Optimización del acueducto veredal de La Merced De Aranda corregimiento Morasurco del municipio de Pasto
- Optimización del acueducto de Bellavista, corregimiento de Catambuco del municipio de Pasto
- Construcción del acueducto veredal Canchala Alto.
- Construcción alcantarillado Buesaquillo;
- Acueducto Rosal de Oriente primera etapa (bocatoma, desarenador, aducción y conducción)

Con la alcaldía de Pasto en conjunto Empopasto y el B.I.D:

- Construcción y/o mejoramiento del acueducto barrio Villa Nueva
- Construcción alcantarillado sanitario sector Cujacal

La solución del problema se llevara a cabo haciendo un proceso metodológico que consiste en hacer un diagnóstico, evaluación, ejecución y supervisión de los proyectos presentados para realizar los ajustes correspondientes estipulados por el gobierno. Estos ajustes tendrán los debidos soportes técnicos y legales utilizando una metodología que se basará en las normas correspondientes (RAS 2000, NSR-00, LEY 80, y decretos municipales), con el fin de suministrar, controlar y disponer a las comunidades beneficiarias de los beneficios de agua potable y saneamiento básico.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar el apoyo técnico en lo que compete a la ingeniería civil a proyectos de agua potable que se desarrollan en las áreas rurales y suburbanas del municipio de Pasto, a cargo de la secretaria de gestión ambiental de la alcaldía de Pasto y Empopasto-BID-alcaldía de Pasto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el apoyo técnico en lo que a la ingeniería civil compete a proyectos que se encuentren en la etapa de inversión o pre- inversión de recursos.
- Rediseñar elementos del proyecto construcción y/o mejoramiento del acueducto barrio Villa Nueva.(Empopasto-B.I.D.)

- Elaborar estudios, diseños, planos y memorias del proyecto primera etapa acueducto Rosal de Oriente.
- Actualizar planos y presupuesto de los proyectos construcción y/o mejoramiento del acueducto barrio Villa Nueva y alcantarillado sanitario sector Cujacal.

JUSTIFICACIÓN

La deficiencia de la disponibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento básico y el mal estado de las estructuras hidráulicas de los acueductos de la población del área rural y sub-urbana del municipio de Pasto, departamento de Nariño es un problema que sigue creciendo cada día más.

Dentro de la problemática del “agua potable y saneamiento Básico” de las comunidades, es de vital importancia el suministro de agua potable y recolección de aguas residuales. Cualquier población por pequeña que sea debe contar como mínimo con los servicios de acueducto y alcantarillado.

En el momento existen sectores a los cuales les hace falta un sistema de acueducto que les suministre agua potable. Esta situación ha llevado a sus habitantes a hacer uso de fuentes de muy baja calidad (hasta el punto de conectar a sequias), acarreando consigo múltiples consecuencias, entre ellas las enfermedades intestinales, virales, entre otras. Lo cual trae como consecuencia la disminución de la calidad de vida de las personas.

La secretaria de gestión ambiental de la alcaldía del municipio de Pasto se ve en la necesidad de adelantar procesos de contratación, proyectos y soluciones que mitiguen las necesidades de la comunidad en cuanto a falta de agua potable, en vista que la universidad de Nariño con su facultad de ingeniería civil cuenta con el personal egresado con las capacidades para contribuir a llevar a cabo los objetivos propuestos por la secretaria de gestión ambiental del municipio de Pasto.

1. SELECCIONAR LA MEJOR OFERTA PARA CONTRATAR LA OPTIMIZACION DEL ACUEDUCTO VEREDAL DE LA MERCED DE ARANDA CORREGIMIENTO MORASURCO MUNICIPIO DE PASTO.

1.1 ASPECTOS GENERALES

Ubicación geográfica. El corregimiento de Morasurco limita al norte: con los municipios de Chachagüí y Buesaco. Al sur: con el área urbana del municipio, línea del perímetro al medio. Al oriente: con el corregimiento de Buesaquillo y al occidente: Con los corregimientos de Genoy y Mapachico.

Población beneficiada con el proyecto. La población actual que se beneficiara con la ejecución del proyecto, es de 252 habitantes, sin tener en cuenta población flotante ni futura, discriminada un 60 % entre población adulta y juvenil, 25% niños y un 15% mayores de edad.

1.2 EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto en referencia se contrata en el año 2011, bajo modalidad de contratación de menor cuantía, cuyo presupuesto estimado es de \$8.355.809 pesos, conforme a lo establecido en el decreto 2474 de 2008. En cuanto a la selección del posible oferente, se realizara conforme al procedimiento establecido en el artículo 9 del decreto 2025 de 2009, de la contratación de menor cuantía.

Como parte del seguimiento a las diferentes etapas del proyecto se brindó el apoyo técnico desde la etapa de pre-inversión hasta la etapa de ejecución. Para la información general del contrato y el presupuesto del proyecto. (véase anexo A)

Apoyo técnico a la interventoría del proyecto. Las labores de interventoría comenzaron el mismo día en el que se suscribe el acta de inicio de obra. Se acordó hacer comités de obra con el contratista de obra por lo menos dos veces al mes, con el fin de determinar en ellos la factibilidad de hacer cambios a nivel del proyecto y protocolizar a nivel administrativo las actas necesarias.

1.2.1 Localización y replanteo. En la primera semana una vez fue dado el inicio de obra se hizo el recorrido del trazado del diseño, haciendo referencia a los puntos importantes como lo son bocatoma y desarenador, no se observaron problemas de cotas con respecto a la ubicación de la bocatoma y el desarenador.

1.2.2 Construcción de la bocatoma. Se inició con los trabajos de demolición de estructura de bocatoma existente, para luego ubicar la bocatoma en la cota 2597.22, lo cual se hizo teniendo en cuenta el plano topográfico del proyecto.

En lo concerniente a la construcción, la estructura es una bocatoma con rejilla de fondo hecha en hierro y marco en ángulo de dimensiones 0.48*0.15 m, se incluyeron aletas en concreto ciclópeo 1:3:4, el cuerpo de la bocatoma en concreto de 3000 psi y esmaltado interior (véase figura 1).

Figura 1. Formaleteo muros laterales bocatoma la Merced.



Internamente se incluyen los elementos necesarios para el buen funcionamiento de la misma, a saber:

- Válvula de pozuelo de 3"
- Coladera de 2"
- Codo pvc sanitario de 3 "(véase figura 2).

Figura 2. Vista general acabados bocatoma la Merced



1.2.3 Construcción desarenador. Se inició con la demolición de la estructura existente, para luego ubicar el elemento en la cota 2596.70 m.s.n.m., de medidas 0.87m x 2.50m x 0.77m.

Se preparó el suelo perfilando y nivelando, posteriormente haciendo un mejoramiento en concreto ciclópeo 1:3:4. Seguidamente se procedió a elaborar la formaleta para la fundición de las paredes del desarenador (véase figura 3).

Figura 3. Formaleta muros del desarenador la Merced.



Interiormente el desarenador es repellado y esmaltado en su totalidad.

Para garantizar el buen funcionamiento de la estructura el desarenador quedó provisto de:

- 12 metros tubería pvc de entrada 2 “ rde 21
- 6 metros tubería pvc sanitaria 3” destinada para lavado
- 2 válvulas de corte 2 “
- 1 válvula de desalojo de lodos de 4 “
- 1 tapa metálica (véase figura 4).

Figura 4. Terminado del desarenador la Merced



1.2.4 Instalación tubería de conducción. Apoyado con la topografía del proyecto se procedió a localizar el trazado de la línea de conducción. La parte de excavaciones fue realizada por parte de la comunidad de la localidad de la Merced.

Una vez chequeado cotas y niveles se procede a instalar 43.5 metros lineales de tubería 2" pvc rde 21. (véase figura 5).

Figura 5. Tubería de conducción la Merced.



Ítems no previstos. En este capítulo se ejecutaron los siguientes ítems:

- Demolición bocatoma y desarenador en concreto ciclópeo en mampostería
- Cajilla en concreto 40 x 50 (2und)
- Suministro e instalación válvula de corte de 2" (2und)
- Excavación en conglomerado conducción (25 m3)
- Relleno conducción (23 m3)
- Transporte de material (glb)

Porcentaje de avance de obra. Se realizaron las respectivas modificaciones a las cantidades de obra originalmente contratadas pero sin aumento en valor en el contrato original. El porcentaje de obra ejecutado equivale al 100 %.

1.3 Labores desarrolladas por el pasante.

- Apoyo técnico en etapa contractual (desde el montaje de la documentación en el portal único de contratación, inscripción de oferentes, sorteo de oferentes y visita de obra) del proyecto para la adjudicación de este, con el acompañamiento de la Secretaria de gestión Ambiental.
- Apoyo a los labores de interventoría, con la revisión de planos, memorias, diseños y detalles constructivos.
- Apoyo técnico en la supervisión de ejecución de la obra de acuerdo en el cronograma estipulado para la misma.
- Apoyo en la elaboración y revisión diaria de bitácora.
- Apoyo a la interventoría en la programación y realización de comités de obra.

- Apoyo a la interventoría en cuanto a al control de la calidad de los materiales y laboratorios.
- Apoyo a la interventoría en cuanto a cuantificación de cantidades de obra y a la elaboración de Actas (inicio, suspensión, reinicio, pago final, liquidación).
- Apoyo a la interventoría en la revisión de documentación (pólizas y garantías del contrato, paz y salvo, impuestos, Sena, Icbf, fic, parafiscales) del contratista para que los pago se realicen a tiempo.

1.4 Observaciones.

- Como es habitual en los contratos de ejecución de obra se presentan modificaciones en las cantidades de obra a ejecutar, siendo de más en unos casos y de menos en otros. Para el contrato en mención se tubo cantidades de más en bocatoma y desarenador, que se compensaron con cantidades de menos ejecutadas en conducción. De la misma manera en cantidades de menos ejecutadas en conducción se compenso con obra de más en ítems no previstos.
- Con la ejecución del contrato se logró poner en marcha el acueducto Veredal del sector la merced con la cobertura esperada, cumpliendo con la expectativa esperada por parte de la comunidad.
- A pesar que en el transcurso de la ejecución del proyecto, se suscribió un acta de suspensión con motivos justificados, por parte del contratista y aprobado por la secretaria de gestión ambiental, se cumplió con el plazo del contrato.
- El cumplimiento de la vida útil, perduración y eficiencia de las obras ejecutadas en la optimización del acueducto verdal de la Merced del corregimiento de Morasurco, dependerá de las labores de mantenimiento y buen manejo de los elementos del sistema por parte fontaneros, la junta del acueducto y la comunidad en general.

2. SELECCIONAR LA MEJOR OFERTA PARA CONTRATAR LA EJECUCIÓN DE LA OBRA DE OPTIMIZACIÓN DEL ACUEDUCTO DE BELLAVISTA, CORREGIMIENTO DE CATAMBUCO DEL MUNICIPIO DE PASTO

2.1 ASPECTOS GENERALES.

El proyecto en un breve resumen depende de la construcción de una bocatoma, desarenador, conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución. La optimización del acueducto atenderá la deficiencia de agua en el sector de Bellavista. Este proyecto se viabilizó a partir de los requisitos funcionales (especificaciones del estudio de conveniencia y oportunidad, información existente del S.G.A y socialización con la comunidad) para llegar a cumplir con los requerimientos de rendimiento, a partir de los cuales se desea generar escenarios de manejo ambiental, desarrollo sostenible, salud, y otros beneficios.

Ubicación geográfica. El corregimiento de Catambuco limita norte: Con los corregimientos de Gualmatán, Jongovito, Jamondino, Mocondino, La Laguna y perímetro urbano. Al sur: Con los corregimientos de Santa Bárbara y El Socorro. Al oriente: Con el corregimiento de El Encano. Al occidente: Con el municipio de Tangua y el corregimiento de Gualmatán.

Población beneficiada. Los datos de población se obtienen de la junta administrativa de acueducto, son 70 viviendas en total 420 habitantes.

2.2 EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto en referencia se contrata en el año 2011, bajo modalidad de selección abreviada de menor cuantía, cuyo presupuesto estimado es de \$159.756.558.17 pesos, conforme a lo establecido en el decreto 2474 de 2008. En cuanto a la selección del posible oferente, se realizara conforme al procedimiento establecido en el artículo 9 del decreto 2025 de 2009, de la contratación de menor cuantía. Para la información general del contrato, proceso de contratación y presupuesto. (véase anexo B)

2.2.1 Localización y replanteo. En la primera semana una vez dado el inicio de obra se hizo el recorrido del trazado del diseño, haciendo referencia a los puntos importantes como lo son bocatoma, desarenador, tanque de almacenamiento y desarenador, no se observaron problemas de cotas.

2.2.2 Captación por medio de filtros. Para la construcción de las captaciones, se hizo por medio de filtros llamados Geodren Circular, que consiste en una tela que se llama Geotextel NT3000 que envuelve la tubería corrugada perforada y una malla llamada Geomalla.

Se coloca el Geodren Circular y se lo cubre en los lados con triturado.

Se determinó drenar la misma área construyendo filtros de la siguiente manera:

➤ **Filtro No. 1:** construcción en rajón mediano con tubería PVC perforada diámetro 4".

Dimensiones del filtro

Ancho: 1,0 m

Profundidad: 1,2 m (cortes verticales sistema rectangular)

Longitud: 151,39 m

➤ **Filtro No. 2:** construcción en rajón con tubería PVC perforada diámetro 4".

Dimensiones del filtro

Ancho: 1,0 m

Profundidad: 1,20 m (cortes verticales sistema rectangular)

Longitud: 139,04 m

➤ **Filtro No. 3:** construcción en con tubería PVC perforada diámetro 4".

Dimensiones del filtro

Ancho: 0,50 m

Profundidad: 0,60 m (cortes verticales sistema rectangular)

Longitud: 184,89 m

➤ **Filtro No. 4:** construcción en rajón con tubería PVC perforada diámetro 4".

Dimensiones del filtro

Ancho: 1,0 m

Profundidad: 1,0 m (cortes verticales sistema rectangular)

Longitud: 101,88 m

Llega a caja construcción muro en tizón dimensiones 1,00 * 1,00 * 1,00 con tapa en concreto reforzado sale en tubería PVC y continua en tubería PVC hasta llegar al desarenador diámetro 1" y longitud de 322,38 m (véase figura 6).

Figura 6. Construcción Captación por filtros vereda bellavista



2.2.3 Construcción desarenador. Se inició con la demolición de la estructura existente, para luego ubicar el elemento en la cota 3250 m.s.n.m., de medidas 2.30 x 4.24 x 1.30m.

Se preparó el suelo perfilando y nivelando, posteriormente haciendo un mejoramiento en concreto ciclópeo 1:3:4. (véase figura 7).

Teniendo figurado el hierro para la parrilla a ubicarse en la placa de piso del desarenador , inicialmente se funde un concreto de 5 cm de espesor, para seguidamente colarla sobre ese concreto, se completo la fundicion hasta lograr 25 cms de espesor, con pendientes de 8.3% y 4.2 % en el fondo del desarenador que garantiza la profundidad util de altura de lodos.

Figura 7. Excavación y fundición placa de piso.



Después se figura y dispone el refuerzo vertical de todo e desarenador, se arma formaletas de madera para las paredes del desarenador, listo eso se fundió monolíticamente las paredes encofradas con concreto de 3000 psi. Empleando para ello la mezcladora de concreto para tener una mezcla más homogénea y vibrador de concreto para eliminación de vacíos y aire en la mezcla de concreto. Se esperó 8 días para fraguado, se hizo el desencofrado de las formaletas de las paredes, se procedió a formaletear la tapa del desarenador, figurando y

disponiendo el hierro de ½" formando una retícula de 25cm x 25cm. (véase figura 8).

Figura 8. Amarrado, figurado de refuerzo y colocación de formaleta.



Se fundió la tapa del desarenador hasta alcanzar un espesor de 12 cm. Interiormente el desarenador es repellado y esmaltado en su totalidad. (véase figura 9).

Para garantizar el buen funcionamiento de la estructura el desarenador queda provisto de:

- 4 Conos de ventilación en lámina y tubo de 4 plg.
- 12 metros tubería pvc sanitaria 4" destinada para lavado
- 2 Válvulas de corte 2 "
- 1 Válvula compuerta 4"
- 5 Tapa metálica cal18 y ángulo 2/16 x21/2 de 1 x1
- Bypass en tubería PVC 3" rde 32.5 longitud 10 metros. (véase figura 10).

Figura 9. Fundición de muros



Figura 10. Acabados desarenador e instalación de accesorios.



2.2.4 instalación tubería de conducción. Apoyado con la topografía del proyecto se procedió a localizar el trazado de la línea de conducción. La parte de excavaciones fue realizada por parte de la comunidad de la localidad de Bella Vista.

Una vez chequeado cotas y niveles se procede a instalar 5.5 metros lineales de tubería 3" pvc rde 32.5. (véase figura 11).

Figura 11. Tubería de conducción.



2.2.5 Construcción tanque de almacenamiento. Se inició con la localización del tanque y principalmente con las cotas de planos topográficos del proyecto así:

- Cota superior del tanque 3240 m.s.n.m
- Cota inferior del tanque 3237.80 m.s.n.m

Se realizaron las excavaciones hasta la llegar a la cota 3237.50 que permitió realizar el mejoramiento de piso en concreto ciclópeo de 2500 psi y espesor de 30 cm. (véase figura 12).

Figura 12. Excavación y fundición de placa de piso.



Al siguiente día después de fundir el concreto ciclópeo de 2500 psi se empieza con el amarrado y figurado del hierro de todo el tanque de almacenamiento, este mismo día se funde 5 cm de concreto de 3000 para posterior colocación de la parrilla en hierro de $\frac{1}{2}$ plg y retícula de 25cm x 25 cm, se continua con la fundición de losa de piso hasta alcanzar los 25 cm de espesor. (véase figura 13).

Figura 13. Armado del refuerzo y colocación de formaleta del tanque



Una vez se fundió la losa de piso se funde adicionalmente 50 centímetros de altura de muros formaleteados, debido a que en una jornada de trabajo no se alcanzaría a fundir la totalidad de muros del tanque de almacenamiento, es por eso que se procedió a la instalación de la cinta pvc tipo V15, cuya función es impermeabilizar la dilatación.

Figura 14. Fundición de los muros tanque de almacenamiento



Se continuó con el formaleteo faltante (2 metros) de muros, una vez apuntalado, aplomado y nivelado, se procedió a la fundición de los muros con concreto de

3000 psi hasta alcanzar la cota 3239.88 m.s.n.m. Para esta actividad se empleó una mezcladora de concreto 1.5 bultos y vibrador de concreto. (véase figura 15)

Figura 15. Colocación de accesorios y acabado del tanque Bellavista.



Después de ocho días de fraguado se procedió al desencofrado de la formaleta y se continuó con el armado de formaleta de la tapa superior del tanque de espesor de 12 cm. Seguidamente se figura el refuerzo longitudinal y transversal de lo correspondiente a la tapa y viga estructural de losa superior.

Finalmente se procede con el ítem de repello, esmaltado e impermeabilizado en la parte interior del tanque, ubicación de los accesorios y fundición de la tapa del tanque de almacenamiento.

Para garantizar el buen funcionamiento de la estructura queda provisto de:

- 4 Conos de ventilación en lámina y tubo de 4 plg.
- 12 metros tubería pvc sanitaria 4" destinada para lavado
- 2 Válvula compuerta 4"
- 1 Tapa metálica cal18 y ángulo 2/16 x21/2 de 1 x1
- Bypass en tubería PVC 3" rde 32.5 longitud 10 metros.

2.2.6 Instalación red de distribución. Comprende una longitud instalada de 2821 metros lineales en diámetros en 2" rde 26 y 3" rde 32.5, y acometidas en ¾" rde 21.

La red principal tiene una longitud de 2546.67 metros donde 1483 de 3" rde 32.5 y 1063.67 de 2" rde 26, que va desde la abscisa k0 +000 hasta k2+546.67

El ramal 1 tiene una longitud de 274.33 metros en tubería de 2" rde 26.

Las acometidas suman un total de 564 metros de ¾" rde 21.

El proceso constructivo se empezó con excavaciones manuales a un ancho de zanja de 30 cm y una profundidad mínima de 60 cm, y se procedió a la instalación

de la tubería haciendo pruebas cada 400 metros y se comprobó el chequeo de la presión de trabajo. y comprobación de que no existe fugas en las uniones (véase figura 16).

Figura 16. Instalación red de distribución.



Para garantizar el buen funcionamiento de la red de distribución esta queda provista de:

- 3 Válvulas ventosa $\frac{1}{2}$ en los puntos más altos de la tubería
- 2 Válvulas de purga 1" en los puntos más bajos de la tubería
- Cámara de concreto de quiebre de presión de 1 x1 x1.2 metros en concreto de 3000 psi.
- 5 cajas en concreto de 3000 psi de 60 x 60 x 60 centímetros para protección de válvulas.

2.3 LABORES DESARROLLADAS POR EL PASANTE.

- Apoyo técnico en etapa contractual
- Apoyo a los labores de interventoría, con la revisión de planos, memorias, diseños y detalles constructivos.
- Apoyo técnico en la supervisión de ejecución de la obra de acuerdo en el cronograma estipulado para la misma.
- Apoyo en la elaboración y revisión diaria de bitácora.

3. SELECCIONAR LA MEJOR OFERTA PARA CONTRATAR LA EJECUCIÓN DE LA OBRA CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO VEREDAL CANCHALA ALTO CORREGIMIENTO DE MOCONDINO DEL MUNICIPIO DE PASTO

3.1 ASPECTOS GENERALES.

El proyecto en un breve resumen depende de la construcción de una captación con vertedero triangular, aducción, desarenador, conducción, tanque de almacenamiento, acometidas domiciliarias y red de distribución. La optimización del acueducto atenderá la deficiencia de agua en el sector de Canchala Alto.

Ubicación geográfica. El corregimiento de Mocondino limita al norte: con los corregimientos de San Fernando y Buesaquillo, al sur: con los corregimientos de Jamondino y Catambuco, al oriente: con los corregimientos de San Fernando y La Laguna, occidente: con el corregimiento de Jamondino y parte urbana de Pasto perímetro de por medio.

Poblacion beneficiada. El total de personas beneficiadas en el proyecto será un total de 285 personas.

3.2 EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto en referencia se contrata en el año 2011, bajo modalidad de selección abreviada de menor cuantía, cuyo presupuesto estimado es de \$145.807.168.59 pesos, conforme a lo establecido en el decreto 2474 de 2008. En cuanto a la selección del posible oferente, se realizara conforme al procedimiento establecido en el artículo 9 del decreto 2025 de 2009, de la contratación de menor cuantía. Para información general del contrato y presupuesto. (véase anexo C)

Localización y replanteo. Una vez firmada el acta de inicio el día 28 de octubre de 2011 en días posteriores y hasta mediados del mes de noviembre se hizo el recorrido del trazado del diseño, haciendo referencia a los puntos importantes como lo son bocatoma, desarenador, tanque de almacenamiento, desarenador y red de distribución.

3.2.1 Porcentaje de avance de obra. Hasta el día 22 de noviembre de 2011 se tiene localizado y replanteado todo el proyecto, se han adelantado trabajos de algunas excavaciones y acopio de materiales por parte del contratista. El día 23 de noviembre se suscribe Acta de suspensión por oposición de las juntas de acueducto de los sectores Mocondino, Puerres y Canchala centro, argumentando que ellos se ven perjudicados en sus sectores en época de verano, es decir que en ese periodo estarían sin servicio de agua. El día 29 de noviembre se lleva a cabo una reunión en las instalaciones de la I.E. de Mocondino en presencia de la

Personería municipal, Empopasto, Defensoría del pueblo, Secretaria De desarrollo comunitario, Secretaria de gestión ambiental, Corponariño, el señor Oswaldo Jojoa (corregidor de Mocondino) y el Ing. contratista Andrés Ricardo Mora, donde la comunidad solicita que no se lleve a cabo el proyecto.

Balance de ejecución. El contrato se encuentra suspendido desde el día 23 de noviembre de 2011. Pues hubo menos de un (1) mes de ejecución de obra

3.3 Labores desarrolladas por el pasante.

- Apoyo técnico en etapa contractual (desde el montaje de la documentación en el portal único de contratación, inscripción de oferentes, sorteo de oferentes y visita de obra del proyecto para la adjudicación de este, con el acompañamiento de la Secretaria de gestión Ambiental.
- Apoyo a los labores de interventoría, con la revisión de planos, memorias, diseños y detalles constructivos.
- Apoyo a la interventoría en la programación y realización de reuniones.
- Apoyo a la interventoría en cuanto a la elaboración de Actas (inicio, suspensión,).

3.4 Observaciones.

- La comunidad juega un papel trascendental en la ejecución de los proyectos, pues como se puede ver en este caso a pesar de haberse concertado variados aspectos en este proceso hubo uno que no se tuvo en cuenta. Es así como la administración municipal se ve obligada a suspender los trabajos y acarrear con una situación muy incómoda con el contratista y con parte de la comunidad que se beneficiaba con el proyecto.
- Desafortunadamente hasta el momento con la suspensión de la ejecución del proyecto no se logra poner en marcha el acueducto de la vereda Canchala alto, y así dejando de cumplir con la expectativa esperada por parte de esta necesitada comunidad.
- A pesar que el proyecto inicio su etapa de ejecución en el tiempo previsto, hubo la necesidad de suscribir un acta de suspensión indefinidamente que a este tiempo ha causado traumatismos tanto a la administración municipal como al Contratista.

➤ La etapa de pre inversión, Consultoría, estudios y diseños juega un papel muy importante a la hora de ejecutar los proyectos, pues existen muchos casos en los que es posible detectar falencias e inviabilidades.

4. SELECCIONAR LA MEJOR OFERTA PARA CONTRATAR LA REPOSICION DE LA TUBERIA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE BUSAQUILLO CENTRO

4.1 ASPECTOS GENERALES

Teniendo en cuenta que al momento el alcantarillado existente ya cumplió su vida útil y que fue construido por la comunidad sin parámetros técnicos ni diseños, la tubería existente es en concreto con diámetros de 6" y 8". Es así como con el proyecto se mejoraron las condiciones de vida y salubridad de este sector deprimido de la ciudad.

En el proyecto en mención básicamente se realizaron la reposición de 220 ml de tubería estructurada pvc de 10", cinco (5) cámaras o pozos de inspección en mampostería y cincuenta (50) acometidas domiciliarias en diámetro 6".

Objetivo general del proyecto. Mejorar la calidad de vida de los habitantes de Buesaquillo, mediante la reposición de tuberías, construcción de cámaras y acometidas domiciliarias necesarias para un buen funcionamiento del sistema de alcantarillado.

Ubicación geográfica. La cabecera Buesaquillo centro limita al norte: Municipio de Buesaco. Sur: Con el corregimiento de Mocondino y perímetro urbano. Oriente: Con los corregimientos de la Laguna y San Fernando. Occidente: Con el corregimiento de Morasurco y línea del perímetro urbano.

Población beneficiada con el proyecto. La población actual que se benefició con la ejecución del proyecto, es de 280 habitantes, sin tener en cuenta población flotante ni futura, discriminada un 60 % entre población adulta y juvenil, 25% niños y un 15% mayores de edad.

4.2 EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto en referencia se contrata en el año 2011, bajo modalidad de Invitación pública, contratación de mínima cuantía, para lo cual el municipio estima el valor total o presupuesto oficial para la ejecución del objeto del contrato en la suma de (\$30.965.150,00) . La selección del contratista, en el presente caso y por tratarse de la construcción de una obra cuyo valor no excede el diez por ciento (10%) de la menor cuantía de la entidad, se efectuará con arreglo a la modalidad de mínima cuantía, de conformidad a lo previsto por el artículo 94 de la Ley 1474 de 2011 y Decreto No. 2516 del 12 de Julio de 2011.

Localización y replanteo. En la primera semana una vez dado el inicio de obra se hizo el recorrido del trazado del diseño, haciendo referencia a los puntos

importantes como localización y chequeo de cotas de las cámaras de inspección, ancho de excavaciones y profundización de nueva tubería además de un recuento del número de acometidas previsto.

4.2.1 Construcción de cámaras. Se inició con los trabajos de demolición de estructuras existentes y retiro de material de demolición, para una vez ubicadas iniciar con la construcción. (véase figura 17).

Trabajo de excavación trazado de círculo de 1.4 m para poder trabajar, diámetro terminado 1.2m, solado de limpieza espesor de 5 cms, base en concreto de 3000 psi espesor 20 cms para construcción de cañuelas, esmaltado interior, colocación de escalones hierro de D=5/8", fundición de tapa en concreto de 3000 psi hierro de 1/2" (consta de aro y contra - aro en hierro fundido, de 60 cms libres – abertura) (véase figura 18).

Figura 17. Fundición base cámaras de inspección.



Figura 18. Construcción cámaras de inspección.



4.2.2 Instalación tubería pvc estructurada D=10". Se inició por tramos con las excavaciones correspondientes, con un ancho de zanja de 85 cms y profundidades señaladas en los planos, una vez chequeado longitudes y pendientes de diseño se procedió a la instalación del material de colchón y atraque que sirvió para proteger la tubería. Este material según lo contratado se preparó con un 50% de recebo y 50% triturado y con un espesor de 20 cms a lo ancho de la zanja. (véase figura 19).

Seguido a esto se empezó a instalar la tubería que no necesitó pegante ni limpiador sino que se acopló espigo – campana y quedo asegurada mediante el hidrosello que se montó en el tercer valle del espigo de la tubería y luego se introdujo en la campana del otro tubo, finalmente se instalaron 220 ml de tubería pvc estructurada de 10". (véase figura 20).

Figura 19. Instalación tubería estructurada pvc 10".



Figura 20. Relleno y compactación.



4.2.3 Construcción acometidas domiciliarias. se ejecutaron las 50 acometidas contratadas con sus respectivos elementos como son: silla ye de 30 grados, tubo pvc estructurada diámetro= 6" de longitud = 6 m y su respectiva cajilla de 70*70*1.0 asumida en costo por los beneficiarios. Se presentan 5 unidades de más en lotes que no estaban contemplados pero son construidas por los propietarios. (véase figura 21)

Figura 21. Construcción acometida domiciliaria.



4.3 LABORES DESARROLLADAS POR EL PASANTE.

- Apoyo técnico en etapa contractual (desde el montaje de la documentación en el portal único de contratación, recibo y radicación de ofertas del proyecto para la adjudicación de este, con el acompañamiento de la Secretaria de gestión Ambiental.
- Apoyo a los labores de interventoría, con la revisión de planos, memorias, diseños y detalles constructivos.
- Apoyo técnico en la supervisión de ejecución de la obra de acuerdo en el cronograma estipulado para la misma.
- Apoyo en la elaboración y revisión diaria de bitácora.
- Apoyo a la interventoría en la programación y realización de comités de obra.
- Apoyo a la interventoría en cuanto a al control de la calidad de los materiales y laboratorios.
- Apoyo a la interventoría en cuanto a cuantificación de cantidades de obra y a la elaboración de Actas (inicio, suspensión, reinicio, pago final, liquidación).
- Apoyo a la interventoría en la revisión de documentación (pólizas y garantías del contrato, paz y salvo, impuestos, Sena, Icbf, fic, parafiscales) del contratista para que los pago se realicen a tiempo.

4.4 Observaciones.

- Como es habitual en los contratos de ejecución de obra se presentan modificaciones en las cantidades de obra a ejecutar, siendo de más en unos casos y de menos en otros. Para el contrato en mención no hubo cantidades ni de menos en el presupuesto ejecutado.

- Con la ejecución del contrato se logró optimizar el sistema de alcantarillado del sector de Buesaquillo centro, cumpliendo con la expectativa esperada por parte de la comunidad.
- En el transcurso de la ejecución del proyecto, no se suscribieron actas de suspensión debido a que se contó con condiciones climáticas favorables para el desarrollo del proyecto y buena disponibilidad de recursos económicos por parte del contratista.
- Por parte del contratista, se cumplió con el plazo del contrato. y una normal inversión del anticipo y de la misma forma por intermedio de la administración municipal se efectuó cumplidamente el pago correspondiente a anticipo y acta final.
- El cumplimiento de la vida útil, perduración y eficiencia de las obras ejecutadas en el contrato Reposición de tubería de alcantarillado sanitario Buesaquillo centro, dependerá de las labores de mantenimiento y buen manejo de los elementos del sistema por parte fontaneros, la junta del acueducto y alcantarillado, Empopasto y la comunidad en general.

5. ELABORACIÓN ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO ACUEDUCTO DEL BARRIO ROSAL DE ORIENTE COMUNA 3 DEL MUNICIPIO DE PASTO

5.1 ASPECTOS GENERALES.

El proyecto de optimización del acueducto del barrio Rosal de Oriente se lleva a cabo, gracias a los esfuerzos realizados por la comunidad beneficiada junto con la secretaria de gestión ambiental.

Población beneficiada. La población actual de la vereda asciende aproximadamente a 750 habitantes, quienes se beneficiaron directamente del proyecto, con una población proyectada a más de 1000 en 25 años.

Ubicación geográfica. El barrio Rosal de Oriente se encuentra ubicado al sur-este de la ciudad de Pasto, pertenece al área suburbana de la comuna 3. Para memorias de diseños y planos hidráulicos. (véase anexo D)

5.2 DISEÑO DEL PROYECTO.

Población futura. La población futura a 25 años es de 1033 habitantes.

Tabla 1. Población futura localidad Rosal de oriente

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Población	760	769	779	789	798	808	818
Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Población	828	838	849	859	870	881	892
Año	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Población	903	914	925	936	948	960	972
Año	2031	2032	2033	2034	2035		
Población	984	996	1008	1020	1033		

Definición del nivel de complejidad. Según la tabla A.3.1 del título A de norma RAS – 2000 el nivel de complejidad es bajo. (véase tabla 2)

Tabla 2. Asignación del Nivel de Complejidad

Nivel de Complejidad	Poblacion en la zona (habitantes)		Capacidad económica de usuarios
Bajo	<	2500	Baja
Medio	2501	12500	Baja
Medio Alto	12501	60000	Media
Alto	>	60000	Alta

Fuente título A RAS 2000

Periodo de diseño. De acuerdo a lo estipulado en la resolución No. 2320 de noviembre 27 de 2009, el periodo de diseño para todos los componentes del sistema de acueducto correspondiente al nivel bajo es de 25 años.

Caudales de diseño. La comunidad de Rosal de oriente se encuentra ubicada por encima de los 1000 metros sobre el nivel del mar por tal razón es considerada una población con clima frío y teniendo en cuenta que el nivel de complejidad del proyecto es bajo, se establece la dotación neta máxima según la modificación al artículo 67 de la norma ras-2000 dotación neta máxima que se encuentra en el artículo 1 de la resolución 2320 del 2009 que la dotación neta máxima para los habitantes es de 90 L/hab.día. (véase tabla 3)

Tabla 3. Modificación al artículo 67 de la Ras-2000

Nivel complejidad sistema	DN máx. Pob clima Frio o templado (L/hab.día)	DN neta máx. Pob clima Cálido (L/hab.día)
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio Alto	125	135
Alto	140	150

Fuente resolución 2320 del 2009

Porcentaje de pérdidas. Según la resolución 2320 del 27 de noviembre de 2009 el porcentaje de pérdidas técnicas máximas admisibles no debe superar el 25%.

Dotación bruta. La dotación bruta para el sistema de acueducto del barrio Rosal de oriente se calculó mediante el artículo 2 que modifica al artículo 69 de la norma ras-2000 de la siguiente manera:

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p} = 120L / hab.día$$

Caudal medio diario. Según el numeral B.2.7.1 del título B de la norma ras 2000:

$$Q_{md} = \frac{p \cdot d_{bruta}}{86400} = 1.43L / s$$

Caudal máximo diario. Según el numeral B.2.7.2 del título B de la norma ras 2000:

$$QMD = Qmd \cdot k1 = 1.87 L/s$$

Caudal máximo horario. Según el numeral B.2.7.3 del título B de la norma ras 2000:

$$QMH = QMD \cdot K2 = 2.98 \text{ L/s}$$

Usos del agua. Debido a la ausencia de un estudio de dotación desagregada por usos de agua en la localidad de Rosal de Oriente, según el numeral B.2.3.5 del título B de la norma ras 2000 se considera el uso público de agua en la comunidad de Rosal de Oriente agua equivalente al 3% del consumo medio diario.

$$\text{Uso del agua} = cmd \cdot 3\% = 0.043 \text{ L/s}$$

Perdidas. Realizando esfuerzos para la disminución al máximo de las pérdidas, no se consideran pérdidas en la aducción y en la conducción, pero si se considerara una pérdida del 4% del caudal medio diario para atender las necesidades de lavado de la planta del tratamiento según numeral B.2.5.2.

$$\text{Perdidas} = cmd \cdot 4\% = 0.057 \text{ L/s}$$

Caudal Contra incendios. Por tratarse de un acueducto de nivel bajo no se requiere (Normas RAS B.2.8).

Total usos y consumos del agua en la localidad Rosal de Oriente.

Tabla 4. Consumo – usos del agua localidad Rosal de Oriente

	Doméstico	Público	PTAP	Total (LPS)	Total (m3/seg)
Consumo medio diario (cmd)	1,43	0,043	0,057	1,54	0,00154
Consumo máximo diario (CMD)	1,87	0,043	0,057	1,97	0,00197
Consumo máximo horario (CMH)	2,98	0,043	0,000	3,03	0,00303

5.2.1 Diseño de la bocatoma. Se elaboró el diseño y los cálculos hidráulicos de la bocatoma de fondo de la fuente peñas blancas en la localidad de Rosal de Oriente. Se diseña una bocatoma de fondo de rejilla con barrotes de acero, con contracciones laterales, que contiene un canal de aducción una cámara de recolección lateral con vertedero de excesos.

Diseño de la presa.

- **Ancho de presa.** Suponiendo un ancho de presa de 0.3 metros, la velocidad del río sobre la presa será de 0.3 m/s que está dentro del parámetro de las

ecuaciones de alcance de chorro expuestas en la segunda edición del libro elementos de diseño para acueductos y alcantarillados por Ricardo López Cualla. Debido a la dificultad en la construcción de la presa, el ancho de presa real será de 0.8 metros, donde este no afectara drásticamente el funcionamiento de la bocatoma.

• **Lámina de agua.** para un ancho de presa supuesto de 0.3 m la lámina de agua en condiciones de diseño es de:

$$H = (Q / (1,84 * L))^{2/3}$$

$$H = 0,023 \text{ m}$$

• **Corrección por contracciones laterales.** La corrección por las dos contracciones laterales es:

$$L' = L - 0,2 * H$$

$$L' = 0,29 \text{ m}$$

• **Velocidad del rio sobre la presa.** La velocidad del rio sobre la presa se encuentra dentro del parámetro de diseño.

$$V = Q / (L' * H)$$

$$V = 0,30 \text{ m/seg}$$

$$0,3 \text{ m/s} < V < 3 \text{ m/s. OK}$$

Diseño de la rejilla y canal de aducción.

• **Ancho de canal.** El ancho del canal de aducción se calcula por medio de la ecuación de alcance del chorro:

$$X_s = 0,36 * V_r^{2/3} + 0,6 * H^{4/7}$$

$$X_i = 0,18 * V_r^{4/7} + 0,74 * H^{3/4}$$

$$X_s = 0,23 \text{ m}$$

$$X_i = 0,13 \text{ m}$$

Se escoge el superior entre X_s y X_i quedando el ancho de canal:

$$B = X_s + 0,1$$

$$B = 0,35 \text{ m}$$

• **Diámetro de barrotes.** En el diámetro de barrotes para rejillas se pueden utilizar diámetros de 1/2", 3/4" y 1", para la rejilla de la bocatoma del acueducto de Rosal de Oriente se optó por diámetro de 1/2".

$$\text{diámetro (t): } 1/2" = 0,0127 \text{ m}$$

- **Separación entre barrotes.** Según el numeral B.4.4.5.3 de la norma ras 2000 debido a que la fuente de agua Peñas Blancas se caracteriza por trasportar en gran porcentaje materiales finos la separación entre barrotes será de 20 mm, cumpliendo con el requerimiento de la norma que establece que la separación entre barrotes debe estar entre 20 y 40 mm.

separación entre barrotes (**a**): 2cm = 0,02 m

- **Velocidad entre barrotes.** Se supone una velocidad máxima entre barrotes de 0.2 m/s con el fin de disminuir el arrastre de solidos a la rejilla.

$$V_b = 0.2 \text{ m/s}$$

- **Área neta de la rejilla.** Se calcula según la formula expuesta en el capítulo obras de captación de la segunda edición del libro elementos de diseño para acueductos y alcantarillados por Ricardo López Cualla.

$$A_n = Q / (K_r * V_b)$$

El valor de $K_r = 0,9$ ya que el flujo es paralelo a la sección según López Cualla.

$$A_n = 0,011 \text{ m}^2$$

- **Longitud de la rejilla.** Se calcula según la fórmula expuesta en el capítulo obras de captación de la segunda edición del libro elementos de diseño para acueductos y alcantarillados por Ricardo López Cualla.

$$L_r = A_n * (a + t) / (a * B)$$

$$L_r = 0,051 \text{ m}$$

- **Dimensiones de la rejilla.** Las dimensiones mínimas de la rejilla por motivos de obstrucción y construcción son de 0,2m x 0,6m, por tal razón se adopta una longitud de la rejilla de 0.6m. Recalculando se tiene:

$$A_n = a * B * L_r / (a + t)$$

$$A_n = 0,128 \text{ m}^2$$

El número de orificios entre barrotes es de:

$$N = A_n / (a * B)$$

$$N = 18,35 \text{ orificios}$$

Se adoptan 19 orificios separados entre sí 2cm pasa lo cual tenemos:

$$A_n = a * B * N$$

$$A_n = 0,133 \text{ m}^2$$

$$V_b = Q / (0,9 \times A_n)$$

$$V_b = 0,016 \text{ m/s}$$

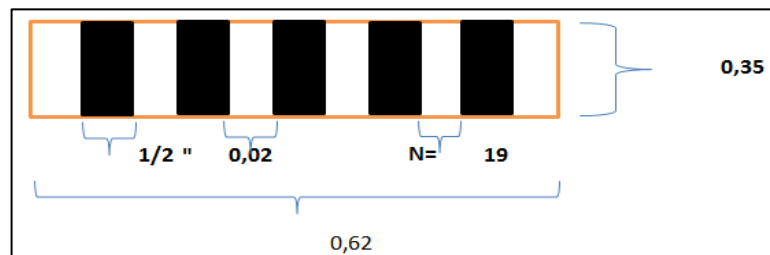
$$V_b \leq 0,15 \text{ m/s OK}$$

V_b tiene que ser menor a 0.15 m/s para disminuir el arrastre de sólidos a la rejilla.
(véase figura 22)

$$L_r = A_n \cdot (a + t) / (a \cdot B)$$

$$L_r = 0,62 \text{ m}$$

Figura 22. Dimensiones de la rejilla acueducto rosal de oriente.



- **Niveles de agua en el canal de aducción.**

Aguas abajo:

$$h_e = h_c = (Q^2 / (g \cdot B^2))^{1/3}$$

$$h_e = 0,0148 \text{ m}$$

Aguas arriba:

Ancho del muro : 0,3 m
Pendiente del canal : 5 % = 0,05
Borde libre : 0,15 m

La pendiente del canal debe estar entre 1-14% según López Cualla.

$$L_{\text{canal}} = L_r + \text{ancho muro}$$

$$L_c = 0,92 \text{ m}$$

$$h_o = [2 \cdot h_e^2 + (h_e - i \cdot L_c / 3)^2]^{1/2} - 2 \cdot i \cdot L_c / 3$$

$$h_o = 0,0098 \text{ m}$$

La altura total de los muros del canal de aducción es:

$$H_o = h_o + BL$$

$$H_o = 0,14 \text{ m}$$

$$H_e = H_o + i \cdot L_c$$

$$H_e = 0,19 \text{ m}$$

La velocidad de agua al final del canal es:

$$V_e = Q / (B \cdot h_e)$$

$$V_e = 0,40 \text{ m/s}$$

$$0,3 \text{ m/s} < V < 3 \text{ m/s OK}$$

Diseño de la cámara de recolección.

$$X_s = 0,36 \cdot V_r^{(2/3)} + 0,6 \cdot H^{(4/7)}$$

$$X_s = 0,25 \text{ m}$$

$$X_i = 0,18 \cdot V_r^{(4/7)} + 0,74 \cdot H^{(3/4)}$$

$$X_i = 0,14 \text{ m}$$

$$B \text{ cámara} = X_s + 0,3$$

$$B_c = 0,55 \text{ m}$$

Se adopta un ancho de cámara de (B_{cam}): 1,2m y longitud de 1.5 m.

Suponiendo una cabeza de presión en la cámara que será verificada una vez realizado del cálculo de la aducción tenemos:

Cabeza de presión supuesta: 0,40 m

Borde libre de la cámara: 0,15 m

Por construcción se adoptan medidas mínimas de 1.2m por 1.5 m.

Cálculo de las alturas de los muros de contención.

Dado el caudal máximo del río que es de 0,0038 m³/seg, la altura de la lámina de agua en la garganta de la bocatoma es:

$$H = (Q / (1,84 \cdot L))^{(2/3)}$$

$$H = 0,146 \text{ m}$$

$$\text{Borde libre mínimo: } BL_{\min} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Altura total calculada: } H_t = 0,446 \text{ m}$$

Cálculo del caudal de excesos.

Teniendo un caudal promedio del río de 0,011 m³/seg, la altura de la lámina de agua en la garganta y el caudal de excesos son:

$$H = (Q / (1,84 \cdot L))^{(2/3)}$$

$$H = 0,072 \text{ m}$$

$$\text{Caudal captado} = C_d \cdot A_n \cdot (2 \cdot g \cdot H)^{(1/2)}$$

$$Q_c = 0,016 \text{ m}^3/\text{s}$$

El coeficiente de descarga C_d es un valor de ajuste que compensa la distribución de velocidad y las pérdidas de carga menores que no fueron tomadas en cuenta al obtener la ecuación del gasto, su valor se determina para cada dispositivo, el Coeficiente de descarga es : $C_d = 0.1$.

$$\begin{aligned} \text{Caudal de excesos: } Q_{ex} &= Q_c - Q_d \\ Q_{ex} &= 0,01388 \text{ m}^3/\text{s} = 13,88 \text{ Lps} \end{aligned}$$

- **Vertedero de excesos.**

$$\begin{aligned} H_{ex} &= (Q / (1,84 * B_{camara})^{2/3}) \\ H_{ex} &= 0,034 \text{ m} \\ V_{ex} &= Q_{exc} / (H_{exc} * B_{camara}) \\ V_{ex} &= 0,34 \text{ m/s} \\ X_s &= 0,36 * V_{ex}^{2/3} + 0,6 * H_{ex}^{4/7} \\ X_s &= 0,26 \text{ m} \end{aligned}$$

El vertedero de excesos estará localizado a 0,6m de la pared aguas abajo de la cámara de recolección y a su vez a $(1,5 - 0,6) = 0,9\text{m}$ de la pared aguas arriba de la misma.

5.2.2 Diseño de la línea de aducción.

Cálculo de la Tubería.

- Longitud horizontal cámara de recolección bocatoma a desarenador es de 50 metros. La longitud recomendada para la longitud de aducción es entre 50 y 300 metros.
- El material de la tubería de aducción es PVC y el coeficiente de rugosidad de Manning (n) es de 0.009.
- Cota de fondo supuesta para la cámara recolección: 2813,23 m.s.n.m.
- Cota de la lámina de agua en el desarenador: 2809,50 m.s.n.m puede ser también la cota del terreno se hace para dar una idea de la pendiente.
- Pendiente de la tubería $S = 7,46\%$: 0,07.
- Según la fórmula de Manning calculamos el diámetro:

$$D = 1,548 * (n * Q / (S^{1/2}))$$

$$D = 0,0416\text{m} : \text{plg} = 1,638 \text{ ''}$$

- Se asume :

$$D = 4 \text{ ''} : D \text{ real} = 4,154 \text{ ''}$$

$$RDE = 26 : D \text{ real} = 0,105508 \text{ m}$$

El diámetro mínimo para la aducción debe ser mínimo de 4 plg según la segunda edición del libro elementos de diseño para acueductos y alcantarillados por Ricardo López Cualla. Se asume un diámetro comercial de 4 plg RDE 26 que tiene un diámetro interno real de 105,51mm. Se utiliza la ecuación para establecer las condiciones de flujo a tubo lleno:

$$Q_0 = 0,312 \cdot D^{(8/3)} \cdot S^{(1/2)} / n$$

$$Q_0 = 0,02353 \text{ m}^3/\text{s} = 23,53 \text{ Lps}$$

$$V_0 = Q_0 / A_0$$

$$V_0 = 2,69 \text{ m/s}$$

$$R_0 = A_0 / P_0 = D / 4$$

$$R_0 = 0,026 \text{ m}$$

Relación Q / Q_0

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{0,00197}{0,02353} = 0,08$$

De acuerdo a las relaciones hidráulicas para conductos circulares tenemos los valores³:

$V / V_0 =$	$d / D_0 =$	$R / R_0 =$	$H / D =$
0,602	0,298	0,682	0,214

- Velocidad Real.

$$V_r = 1,62 \text{ m/s}$$

La velocidad real en la tubería debe estar dentro del rango de (0.6 – 6) m/s.

$$0,6 \text{ m/s} < V_r < 6 \text{ m/s OK}$$

- Lámina de agua (d).

$$d = 0,031 \text{ m}$$

- Radio hidráulico a caudal de diseño (R).

$$R = 0,018 \text{ m}$$

- Esfuerzo Cortante (t).

³ LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo, "Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados", Santa Fe de Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería. 2008. P. 171.

$$t = f \cdot R \cdot S$$

$$t = 13,16 \text{ N / m}^2$$

Donde f es el peso específico del agua y es 9.81 KN/m³.

Caudal de excesos.

- El caudal de excesos máximo previstos será igual a:

$$Q_{exc} = Q_{lleno} (Q_o) - Q_{diseño}$$

$$Q_{exc} = 0,02420 - 0,00197 = 0,02223 \text{ m}^3/\text{s}$$

Este caudal será el que determinara la estructura de excesos en el desarenador.
La línea de aducción funciona a flujo libre, está constituida por una tubería de PVC diámetro 4 plg, RDE 26, longitud horizontal de 50m y pendiente 8%

5.2.3 Diseño del desarenador.

- Porcentaje de remoción de partículas
El porcentaje de remoción mínima es de 75 % para niveles bajos de complejidad según el numera B.4.4.6.5 de la norma RAS- 2000.

- Numero de hazen (θ / t)
Se escoge según la tabla 13 (véase tabla 13) tomada de la segunda edición del libro elementos de diseño para acueductos y alcantarillados por Ricardo López Cualla se define la eficiencia de pantalla deflectora deficiente $n=4$ y con el porcentaje de remoción de 75% el número de hazen es = 3.

Tabla 5. Numero de hazen

Condiciones de la pantalla deflectora	% De remoción de partículas		
	50	75	87,2
Max teórica	0,5	0,75	0,872
Muy Buenas	0,73	1,52	2,37
Buenas	0,76	1,766	2,75
Deficiente o Ausente	1	3	7

Fuente López Cualla elementos para diseño de acueducto

- Propiedades de las partículas.

Tamaño de las partículas : $d_i = 0,05 \text{ mm}$

Peso específico de la arena : $\rho_s = 2,65 \text{ gr / cm}^3$

Cálculo de los parámetros de sedimentación.

- Velocidad de sedimentación (V_s) STOKES de la partícula:

$$V_s = g \times (\rho_s - \rho) \times d_i^2 / (18 \times \mu)$$
$$V_s = 0,18 \text{ cm/s} = 1,81 \text{ mm/s}$$

- Profundidad útil de sedimentación:

$$H = 1,5 \text{ m}$$

La profundidad mínima útil debe ser 1.5 metros y la máxima 4.5 metros como se expone en la página 185 de la segunda edición del libro elementos de diseño para acueductos y alcantarillados por Ricardo López Cualla.

- Tiempo de Sedimentación:

$$t = H / V_s$$
$$t = 827 \text{ seg}$$

- Periodo de retención Hidráulico:

$$\theta = 2480 \text{ seg}$$
$$\theta = 0,69 \text{ horas}$$
$$0,5 \text{ hr} < \theta < 4 \text{ hr OK}$$

El tiempo que una partícula tarde en entrar y salir del tanque debe estar entre 0,5 y 4 horas como se expone en la página 186 de la segunda edición del libro elementos de diseño para acueductos y alcantarillados por Ricardo López Cualla.

- Volumen del Tanque:

$$V = \theta \times Q$$
$$V = 4,87 \text{ m}^3$$

- Área superficial del desarenador:

$$A_s = V / H$$
$$A_s = 3,25 \text{ m}^2$$

- Longitud del desarenador:

$$A_s = L \times B$$
$$B = (A_s/4)^{0,5}$$
$$B = 0,90 \text{ m}$$
$$L = 4 B$$
$$L = 3,60 \text{ m}$$

Con el fin de aproximarse lo más posible al flujo en pistón se hace el tanque rectangular con una relación de longitud a ancho (L/B) entre 3/1 y 5/1 como se

expone en la página 185 de la segunda edición del libro elementos de diseño para acueductos y alcantarillados por Ricardo López Cualla.

- Carga hidráulica Superficial:

$$\begin{aligned}q &= Q / A_s \\q &= 0,00060482 \text{ m}^3 / \text{m}^2 * \text{s} \\&= 52,26 \text{ m}^3 / \text{m}^2 * \text{día} \\15 &< a < 80 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día OK}\end{aligned}$$

Esta carga, definida como caudal puesto por unidad de área superficial, debe estar entre 15 y 80 m³/m².d. Al final del periodo de diseño la carga hidráulica será alta y al comienzo tenderá al límite inferior como se expone en la segunda edición del libro elementos de diseño para acueductos y alcantarillados por Ricardo López Cualla.

La carga hidráulica superficial es igual a la velocidad de sedimentación de la partícula crítica en condiciones teóricas V_o , la cual debe corresponder a un diámetro menor.

$$\begin{aligned}V_o &= q = 0,00060482 \text{ m/s} = 0,060482244 \text{ cm/s} \\d_o &= \text{RAIZ} (V_o * 18 * u / (g * (p_s - p))) \\d_o &= 0,00289 \text{ cm} = 0,03 \text{ mm}\end{aligned}$$

En condiciones teóricas se removerían partículas con diámetro hasta 0,03mm, pero por condiciones reales el diámetro máximo removible es de 0,05mm.

- Velocidad horizontal:

$$\begin{aligned}V_h &= Q / W = V_o * L / H \\V_h &= 0,146 \text{ cm/s} \\V_h \text{ máx} &= 20 * V_s \\V_h \text{ máx} &= 3,629 \text{ cm/s}\end{aligned}$$

Si no hay PT la $V_{\text{max H}}$ debe ser como máximo 17 cm/s y debe remover como mínimo partículas de 0.1 mm de diámetro. Si hay PT $V_{\text{max H}}$ debe ser como máximo 25cm/s y debe remover como mínimo partículas de 0.2 mm de diámetro. La velocidad horizontal debe ser menor a 20 veces la Velocidad de sedimentación.

- Velocidad de resuspensión máxima:

$$\begin{aligned}V_r &= \text{RAIZ}(8 * k * g * (p_s - p) * d / f) \\V_r &= 9,291 \text{ cm/s}\end{aligned}$$

Dónde:

k: 0,04 sedimentación de arenas

f: 0,03 sedimentación simple sin coagulantes

Con el fin de que el desarenador opere adecuadamente se debe cumplir que⁴:

$$V_h < V_h \text{ máxOK}$$
$$V_h < V_r \text{OK}$$

Condiciones de operación durante mantenimiento.

- Vertedero de salida:

El ancho del vertedero de salida se asume de 30 centímetros por construcción.

$$H_v = (Q / (1,84 * B))^{2/3}$$
$$H_v = 0,023 \text{m}$$

- Corrección por dos contracciones laterales:

$$B' = B - 0,2 * H$$
$$B' = 0,29 \text{m}$$

- Velocidad sobre cresta del vertedero:

$$V_v = Q / (B' * H_v)$$
$$V_v = 0,30 \text{m/s}$$

La velocidad sobre la cresta del vertedero debe ser mayor que 0.3 m/s y a su vez menor que 5 m/s, para poder aplicar con rigor la ecuación del alcance de chorro horizontal.

$$0,3 \text{m/s} < V < 5 \text{m/s OK}$$

- Ecuación del alcance horizontal de la vena vertiente:

$$X_s = 0,36 * V_v^{2/3} + 0,6 * H_v^{4/7}$$
$$X_s = 0,23 \text{m}$$

Aumentando 10 cm para que el chorro no tope la pared queda:

$$L_v = X_s + 0,1$$
$$L_v = 0,35 \text{ m}$$

- Pantalla de salida:

$$\text{Profundidad} = H/2 = 0,75 \text{m}$$
$$\text{Distancia al vertedero salida} = 15 * H_v = 0,35 \text{m}$$

⁴ LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo, "Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados", Santa Fe de Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería. 2008. P. 191.

- Pantalla de entrada:

Profundidad = $H/2 = 0,75\text{m}$

Distancia a la cámara de quietamiento = $L / 4 = 0,90\text{ m}$

- Almacenamiento de lodos:

La profundidad de lodos debe estar entre 0.75 y 1.5 metros, según López Cualla la relación longitud-profundidad debe ser de 10 a 1.

Relación longitud: profundidad lodos = 10:1

Profundidad máxima según relación = 0,36 m

Profundidad mínima adoptada = 0,75 m

Profundidad máxima adoptada = 0,85 m

Distancia del pto de salida a cámara de quietamiento = $L / 3 = 1,20\text{ m}$

Distancia del pto de salida a vertedero de salida = $2 * L / 3 = 2,40\text{ m}$

Pendiente transversal = $(P_{\text{máx}} - P_{\text{mín}})/B = 11,1\%$

Pendiente longitudinal en $L / 3 = (P_{\text{máx}} - P_{\text{mín}})/(L/3) = 8,3\%$

Pendiente longitudinal en $2 * L / 3 = (P_{\text{máx}} - P_{\text{mín}})/(2 * L/3) = 4,2\%$

Las pendientes del fondo deben estar comprendidas entre 5 y 8 % con el fin de que los lodos ruedan fácilmente hacia la tubería de desagüe y la labor de limpieza manual sea segura para los operarios.

- Evacuación de lodos:

Turbiedad = 4 mg / L

Volumen de agua tratado por el desarenador en un día = $Q_d (\text{m}^3/\text{seg}) \times 86400 \text{ seg}$

Vol = 169,83 m³ / día

Volumen de sedimentos = Vol día x Turbiedad

Vol sed = 679,30 kg / día = 0,68 ton / día

% de remoción definido = 75,0%

Total lodos = 0,51 ton / día

Densidad arena fina = 2,65 Ton / m³

Volumen de lodos retenidos = 0,192 m³ / día

Altura de los = HL = Vol lodos ret / (Área total desarenador)

Longitud total desarenador = 3,60 m

HL = 5,9 cm = 6,0 cm / día

Altura promedio de lodos = 0,80 m

Se requiere mantenimiento para evacuación de lodos cada 14 días.

- Cámara de aquietamiento:

$$\text{Profundidad} = H/3^5 = 0,5\text{m}$$

$$\text{Ancho} = B / 3 = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Largo adoptado } Le = 1,00\text{m}$$

Por construcción se adopta un largo de un metro para la cámara de aquietamiento.

- Rebose de la cámara de aquietamiento:

$$Q \text{ excesos} = Q_o - Q_d = 0,02223\text{m}^3/\text{seg}$$

$$Hex = (Q_{exc} / (1,84 * Le)^{2/3})$$

$$Hex = 0,053\text{m}$$

$$Vex = Q_{exc} / (Hex * Le)$$

$$Vex = 0,42\text{m/s}$$

$$Xs = 0,36 * Vex^{2/3} + 0,6 * Hex^{4/7}$$

$$Xs = 0,31\text{m}$$

$$\text{Densidad arena fina} = 2,65 \text{ Ton} / \text{m}^3$$

$$Xs = 0,31\text{m}$$

$$Lr = Xs + 0,1$$

$$Lr = 0,45\text{m}$$

$$Lr \text{ disponible} = (B_{\text{desarenador}} - \text{Ancho cámara}) / 2 = 0,3\text{m}$$

$$\text{Longitud de la cámara de rebose adoptado} = 0,45\text{m}$$

Se debe escoger la mayor de las dos longitudes para adoptar la longitud de la cámara de rebose.

Diámetros de tuberías de excesos y lavado

- Tubería de excesos:

Debido a la magnitud general de los caudales esta tubería se considera estándar en un diámetro de 6 pulgadas.

- Tubería de lavado:

$$\text{Cota de la lámina de agua en el desarenador: } 2809,47 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Cota de entrega del desagüe de lavado: } 2802,12 \text{ m.s.n.m.}$$

Se asume:

⁵ LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo, "Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados", Santa Fe de Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería. 2008. P. 197.

$$D = 4" = D \text{ real} = 4,280 \text{ "}$$

$$RDE = 41 = D \text{ real} = 0,1087 \text{ m}$$

El coeficiente de rugosidad típico del Pvc es de 150 y tomando un diámetro comercial de 4 plg RDE 41 que tiene un diámetro interno real de 108,73mm. Entonces calculamos las pérdidas para encontrar la carga unitaria:

Tabla 6. Perdidas por longitud equivalente⁶.

Accesorio	m
Entrada normal	2,5
Válvula de compuerta	1,1
Codo radio corto	4,9
Te cambio dirección	10
Salida	5
Longitud tubería aducción	50
Sumatoria:	73,5

- Altura disponible:

$$J = H / L_e = 0,1 \text{ m/m.}$$

$$Q \text{ inicial} = 0,2785 \cdot C \cdot D^{2,63} \cdot J^{0,54}$$

$$Q_{ini} = 0,035 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{ini} = Q / A.$$

$$V_{ini} = 3,79 \text{ m/s}$$

$$V^2 / (2 \cdot g) \text{ inicial} = 0,73 \text{ m}$$

- Tiempo de Vaciado

El tiempo de vaciado se halla con la ecuación de descarga de un orificio, el coeficiente de descarga teniendo en cuenta la tubería de desagüe es:

$$C_d = Q / (A_o \cdot \text{RAIZ}(2 \cdot g \cdot H))$$

$$C_d = 0,56$$

$$t = 2 \cdot A_s \cdot H^{1/2} / (C_d \cdot A_o \cdot \text{RAIZ}(2 \cdot g))$$

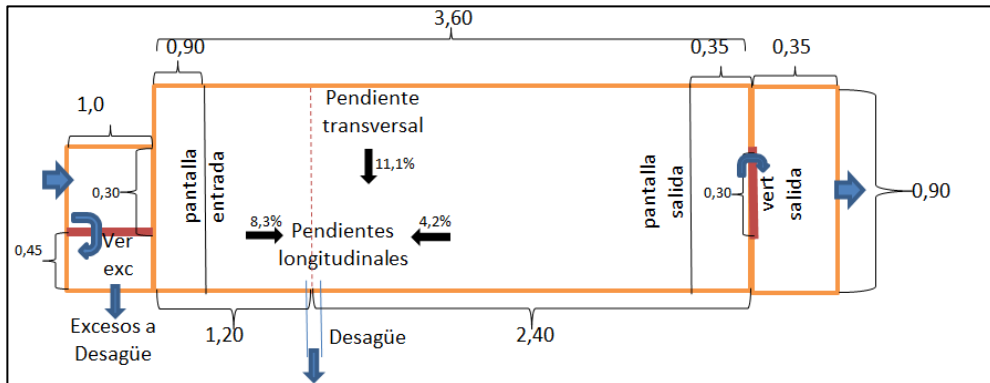
$$t = 1040 \text{ seg} = 17 \text{ min}$$

El tiempo de vaciado del tanque será de 17 minutos.

La cota de fondo de la cámara de recolección es supuesta ya que se necesita el diámetro de la tubería de conducción y sus pérdidas para saber la cota de fondo real de la cámara de recolección.

⁶ LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo, "Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados", Santa Fe de Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería. 2008. P. 161.

Figura 23. Planta Desarenador Rosal de Oriente



5.3 LABORES DESARROLLADAS POR EL PASANTE.

- Apoyo técnico a la elaboración de los diseños de la bocatoma, aducción, conducción, desarenador y tanque de almacenamiento del acueducto de la comunidad de Rosal de Oriente.
- Apoyo técnico en la etapa de pre inversión del proyecto.
- Apoyo en la realización de planos (plantas, perfiles y detalles hidráulicos de las estructuras que componen el acueducto.)

6. CONSTRUCCIÓN Y/O MEJORAMIENTO DEL ACUEDUCTO BARRIO VILLA NUEVA

6.1 ASPECTOS GENERALES. La comunidad de Villa Nueva, mirando su necesidad sentida de agua potable priorizó el mejoramiento de su acueducto. En el desarrollo del presente diseño podremos ver que su funcionamiento que hasta este momento cumple con la función de abastecer a la comunidad, en un futuro inmediato, tendrá dificultades, puesto que el periodo de diseño ya culminó. Este proyecto está en concordancia con el P.O.T del Municipio de Pasto en este uno de los programas es el de “AGUA PARA EL CAMPO” cuyo objetivos específico es el “Prestar el servicio de acueducto con los mayores índices de cobertura, calidad y continuidad.”

Para memorias de diseño y planos hidráulicos véase anexo E

Localización geográfica

El barrio Villa Nueva se encuentra ubicado en la comuna 10 y está en la parte sur occidental de esta ciudad.

6.2 DISEÑOS Y REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

6.2.1 Tanque de almacenamiento

Caudal de incendios

El nivel de complejidad del sistema es BAJO para población de Villa Nueva por tanto no se considera necesario tener en cuenta un caudal de incendios.

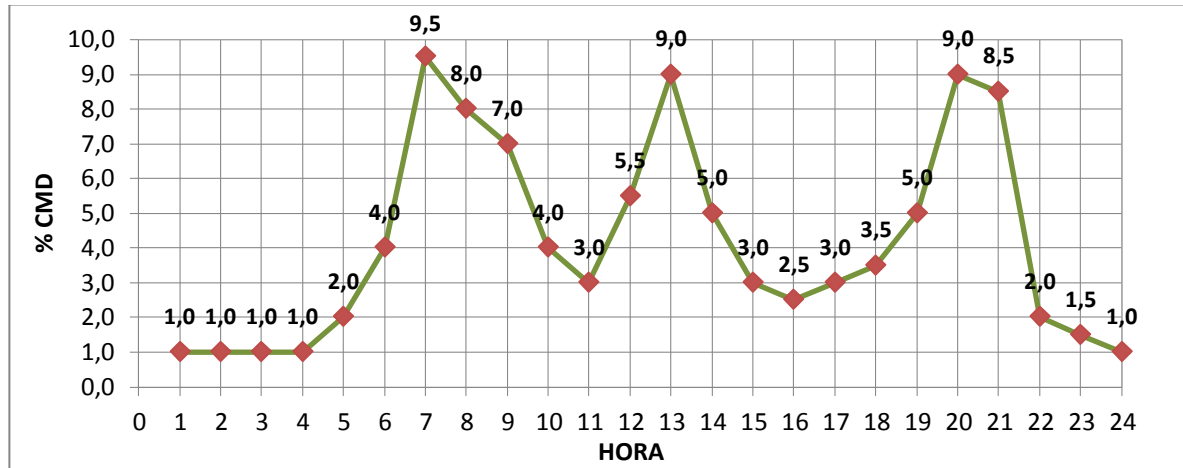
Datos Generales. El caudal de diseño con el que se diseñó el volumen del tanque Villanueva es de 0.00171 L/s (véase tabla 7)

Tabla 7. Datos de diseño tanque Villanueva

Nivel de complejidad	Bajo	
CMD	1,71	LPS
Qd (total)	0,00171	m3 / seg
Cota de la descarga en el tanque	2676,55	m.s.n.m
Cota de la lámina de agua máxima en el tanque	2676,35	m.s.n.m
Población futura	980	Hab

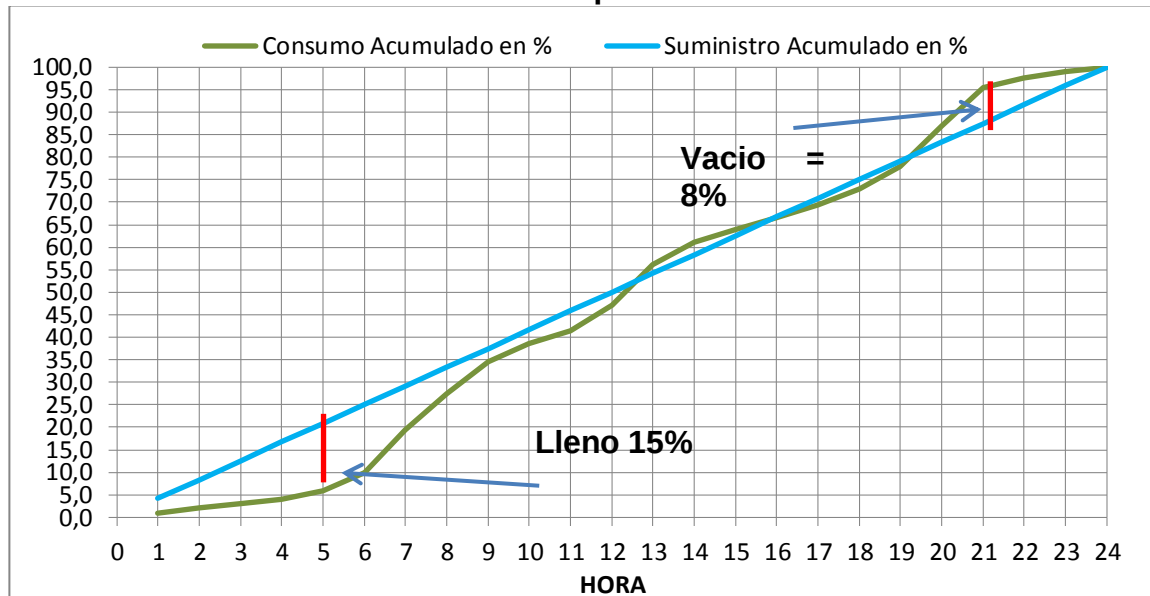
El diseño del tanque de almacenamiento se hará basado en una curva de distribución horaria de consumo estándar para una población de nivel de complejidad bajo. (véase gráfico 1)

Gráfico 1. Consumos por cada hora sin acumular (%)



El volumen del tanque se calculó considerando el porcentaje de éste, con el máximo aporte y déficit en las 24 horas del día. (véase gráfico 2)

Gráfico 2. Consumos acumulados tanque Rosal de Oriente



Volumen del tanque. El volumen calculado del tanque Villanueva es de aproximadamente 41 m³.(véase tabla 8)

Tabla 8. Cálculo de volumen de tanque Villanueva

Consumo Máximo Diario:	1,71	LPS
Vol max consumido día	148	m3/día
Factor de seguridad =	1,2	
% Volumen =	23,0	
Volumen del tanque: $V = FS \cdot CMD \cdot \%$	40,848	m3

Volumen para otras emergencias

Se prevé un volumen adicional para atender emergencias temporales o desabastecimiento por reparaciones y mantenimiento de alguno de los elementos del sistema aguas. (véase tabla 9)

Tabla 9. Volumen total tanque Villanueva

% incremento vol	20%	
V emer =	8,1696	m3
Volumen total =	50	m3

Dimensionamiento del tanque. El tanque tendrá dimensiones de 2.17 metros de profundidad útil y largo por ancho de 4.80 metros.(véase tabla 10)

Tabla 10. Medidas del tanque Villanueva⁷

V en cientos de m3:	0,5	
Constante de capacidad del tanque (K)	2	
Profundidad útil H = $H = V(\text{cientos m3}) / 3 + K$	2,17	m
Largo = Ancho B =	4,80	m

Diámetro de tuberías de exceso y de lavado

Cota de la lámina de agua máxima: 2676,35 m.s.n.m.
Cota de entrega del desagüe de lavado: 2674,15 m.s.n.m.

⁷ LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo, "Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados", Santa Fe de Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería. 2008. P. 275.

Se asume:

D =	4 "	D real =	4,280 "
RDE =	41	D real =	0,1087 m
Material =	PVC	Coef C =	150

El tiempo de vaciado se determina con la ecuación de descarga de un orificio, el coeficiente de descarga teniendo en cuenta la tubería de desagüe es:

$$\begin{aligned}
 A_o &= 0,009 \text{ m}^2 \\
 H &= 2,17 \text{ m} \\
 C_d &= 0,48 \\
 C_d &= Q / (A_o * \text{RAIZ}(2 * g * H)) \\
 A_s &= 23,08 \text{ m}^2 \\
 H &= 2,2 \text{ m} \\
 \text{Tiempo de vaciado:} &= 2555 \text{ seg} \\
 t &= 2 * A_s * H^{1/2} / (C_d * A_o * \text{RAIZ}(2 * g))
 \end{aligned}$$

El tiempo de vaciado es de aproximadamente 1 hora (43 min) lo cual está dentro del parámetro de tiempo de vaciado debe ser menor a 8 horas y un coeficiente C_d entre 0,5 y 0,6 (B.9.4.10)

6.2.2 Diseño de la conducción barrio Villanueva

Presión de diseño. Se estableció teniendo en cuenta el máximo valor entre la presión estática máxima en el perfil trazado y la sobrepresión máxima ocasionada por golpe de ariete.

$$PeM = Cad - Cct = 54,43 \text{ mca}$$

PeM: Presión estática máxima

Cad: Cota lamina agua salida des.

Cct: Cota clave tubería punto más bajo.

$$Pd = 1,3 * PeM = 70,75 \text{ mca}$$

Calculo diámetro de la tubería. Se hizo basándose en los modelos matemático desarrollado por Henry Darcy y Julius Weisbach.

$$H = Cad - Cdt = 44,48$$

H: Carga hidráulica disponible

Cdt: Cota descarga tanque

$$D = \left(\frac{Q}{0,2785 \cdot C \cdot J^{0,54}} \right)^{\frac{1}{2,63}} = 2.24 \text{ " } \approx 3 \text{ "}$$

$$J1 = \left(\frac{Q}{0,2785 \cdot C \cdot D^{2,63}} \right)^{\frac{1}{0,54}} = 0.013$$

La velocidad debe estar entre (0.6 -6) m/s para evitar la sedimentación de partículas y el desgaste de la tubería por velocidad excesiva.

$$V = Q / A = 0,76 \text{ (0,6 – 6) m/s}$$

Calculo perdidas de energía. Estas pérdidas corresponden a las ocasionadas por los accesorios, tales como perdidas por entrada, salida, válvulas y codos.(véase tabla 11)

Tabla 11. Perdidas de energía por accesorios Villanueva

Cantidad	Tipo	ang codo	Diámetro	K	V ² /2g	hm
2	V comp		3	0,2	0,005	0,002
1	Te paso lat		3	1,3	0,005	0,006
3	Codo	45	3	0,25	0,005	0,003
1	Codo	11,25	3	0,25	0,005	0,000
2	Codo	22,5	3	0,25	0,005	0,001
2	Te paso dir		3	0,6	0,005	0,006
1	Entrada nor		3	0,5	0,005	0,002
1	Salida tubo		3	1	0,005	0,005
					Σ	0,025

Cálculo de golpe de ariete. Es de gran importancia para la durabilidad del acueducto tener en cuenta el efecto de choque violento o sobrepresión generada por golpe de ariete sobre las paredes del conducto forzado.

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \frac{D}{e}}} = 261,04 \text{ m/s}$$

D : diámetro del tubo

e : espesor de la pared tubo

K : módulo de elasticidad (Pvc =18)

C : celeridad onda

$$h_a = C \cdot V / g = 20,22 \text{ mca}$$

h_a : sobrepresión

$$T = 2LV / g \cdot h_a = 5,27 \text{ seg}$$

Pera no generar golpe de ariete la válvula deberá cerrarse antes de 5.27 segundos.

$$\text{Presion total} = H_a + P_d = 90.97 \text{ mca}$$

Se necesita un rde 26 para esa posible sobrepresión, la tubería sería entonces de 3 "rde 26.

6.3 LABORES DESARROLLADAS POR EL PASANTE.

- Apoyo técnico a la revisión y corrección de los diseños de conducción, y tanque de almacenamiento del acueducto de la comunidad de Villanueva.
- Apoyo técnico en la etapa de pre inversión del proyecto.
- Apoyo en la realización de planos (plantas, perfiles y detalles hidráulicos de las estructuras que componen el acueducto.)

7. CONSTRUCCIÓN ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR CUJACAL

El presente diseño se ciñe en todo lo estipulado en las normas ras-2000, emanadas por el ministerio de desarrollo económico - dirección general de agua potable y saneamiento básico - documentación técnico normativa del sector de agua potable y saneamiento básico: resolución 1096 del 17 de noviembre de 2.000. “por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico.” y en especial lo conferido en el título d – sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales. Para memorias de diseño Alcantarillado sanitario sector Cujacal véase anexo F.

7.1 PROYECCIONES DE LA POBLACIÓN

Para el cálculo de la población no fue factible obtener datos censales anteriores de habitantes de este sector en específico, por tanto se asumió una rata de crecimiento poblacional del 1,24% anual de acuerdo a datos obtenidos en la página del departamento administrativo nacional de estadística (DANE) para el departamento de Nariño, a partir del último censo realizado en el año de 2005 y la proyección para el año 2010.

Basados en la población actual, con la fórmula del método geométrico establecido en las normas RAS2000 Titulo B, sección.2.2.4, calculamos las proyecciones de población hasta el año 2037 para un periodo de diseño de 25 años.

Población futura. La determinación de la población futura constituye uno de los datos básicos para el cálculo del caudal necesario al final del período de diseño. Por tal razón se debe conocer el crecimiento poblacional en el pasado hasta el momento (datos censales), con miras a proyectarlos durante el periodo de diseño.

Se determina el periodo de diseño según el nivel de complejidad de acuerdo a la tabla 10 de la resolución 2320 de 2009 norma RAS 2000.

Para un periodo de 25 años

$$P_f = P_i(1+r)^{T_f-T_i}$$

Tabla 12. Poblacion futura Cujacal

Población		Año	Habitantes
Población	inicial	2012	1834
Población	futura	2037	2493

7.2 PARAMETROS DE DISEÑO ALCANTARILLADO SANITARIO

Nivel de complejidad. El nivel de complejidad del alcantarillado sanitario Cujacal es bajo.(véase tabla 2)

CONTRIBUCIONES DE AGUAS RESIDUALES

Para su estimación deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

Aporte doméstico (Q_D). De acuerdo al literal D.3.2.2.1 de las Normas RAS2000, El aporte doméstico (Q_D) está dado por la siguiente expresión:

$$Q_D = \frac{C * P * R}{86400}$$

Dónde:

Q_D = Aporte doméstico

C = Consumo medio diario por habitante

P = Población proyectada

R = Coeficiente de retorno

Consumo medio diario por habitante (C): Sus valores máximos se establecen de acuerdo a la resolución No. 2320 del 27 de noviembre de 2009, por la cual se modifica parcialmente la resolución No.1096 de 2000, como lo indica la Tabla.

La dotación neta máxima para poblaciones con clima frío es de 90 (L/hab-día), para un nivel de complejidad del sistema Bajo, para este nivel de complejidad y considerando el clima frío del sector no es necesario hacer correcciones a la dotación neta por temperatura, de acuerdo a lo establecido en las normas RAS2000, Título B, Sección 2.4.4.4.

Coeficiente de retorno (R): se adoptan los valores establecidos por la Norma RAS2000, descritos en la siguiente tabla:

Tabla 13. Medidas del tanque Villanueva

Nivel de complejidad	Coeficiente de retorno
Bajo	0.7 - 0.8
Medio	0.7 - 0.8
Medio Alto	0.8 - 0.85
Alto	0.8 - 0.85

Fuente Norma RAS2000, Título D

Se adopta un valor de coeficiente de retorno $R = 0.8$ para un nivel de complejidad del sistema Bajo.

Con los valores encontrados el Aporte Doméstico es:

$$Q_D = \frac{C * P * R}{86400} = \frac{90 * 2493 * 0.8}{86400} = 2.08 \text{ Lt/seg}$$

Aporte unitario doméstico: Para obtener el aporte doméstico por unidad de área, se divide el valor del Aporte Doméstico (QD) entre el área tributaria residencial de la red de colectores:

Área a drenar = 29,34 Ha

$$Q_{ud} = \frac{2.08 \text{ l/s}}{29,34 \text{ Ha}} = 0,07 \frac{\text{l}}{\text{s}} * \text{Ha}$$

Aporte industrial (Q_I). Según la Norma RAS2000, Título D, sección 3.2.2.2, para industrias pequeñas localizadas en zonas residenciales o comerciales pueden utilizarse los valores mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 14. Aporte industrial alcantarillado Cujacal

Nivel de complejidad	Contribución Industrial Lps/ha.ind.
Bajo	0.4
Medio	0.6
Medio Alto	0.8
Alto	1.0 - 1.5

Fuente Norma RAS2000, Título D

En el área en estudio no existe un área de industria representativa por tanto no se tiene en cuenta.

Aporte comercial (Q_C). Según las Normas RAS2000, el aporte comercial puede ser calculado de acuerdo al ítem D.3.2.2.3, el cual establece para cualquier nivel de complejidad un valor de Q_C entre 0.4 y 0.5 LPS/Ha comercial. El área comercial del sector en estudio es muy baja.

Aporte institucional (Q_{IN}). Según las Normas RAS2000, el aporte Institucional puede ser calculado de acuerdo al ítem D.3.2.2.4, el cual establece para cualquier nivel de complejidad un valor de Q_{IN} entre 0.4 y 0.5 Lps/Ha Institucional.

Caudal medio diario de aguas residuales (Q_{MD}). El caudal medio diario de aguas residuales (Q_{MD}) para un colector con un área de drenaje dada es la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales.

$$Q_{MD} = Q_D + Q_I + Q_C + Q_{IN}$$

En este estudio las contribuciones industriales y comerciales son marginales con respecto al aporte doméstico. Por tanto el valor del Caudal medio diario de aguas residuales es:

$$Q_{MD} = 0.07 + 0.45 = 0.52 \text{ Lt/seg}^*ha$$

Conexiones erradas (Q_{CE}).

Tabla 15. Aporte por conexiones erradas alcantarillado Cujacal

Nivel de complejidad	Aporte (Lt/seg. Ha)
Bajo y medio	2
Medio alto y alto	2

Fuente Norma RAS2000, Titulo D

Para el nivel bajo se admite un valor de $Q_{CE} = 2 \text{ Lps/Ha}$.

Infiltración (Q_{INF}). De acuerdo a la Norma RAS2000, Sección D.3.2.2.7, el valor de Q_{INF} puede ser calculado según los valores descritos.(véase tabla 16)

Tabla 16. Aporte por conexiones erradas alcantarillado Cujacal

Nivel de complejidad	Infiltración alta (Lt/seg. Ha)	Infiltración media (Lt/seg. Ha)	Infiltración baja (Lt/seg. Ha)
Bajo y Medio	0.15 – 0.4	0.1 – 0.3	0.05 – 0.2
Medio Alto y Alto	0.15 – 0.4	0.1 – 0.3	0.05 – 0.2

Fuente Norma RAS2000, Titulo D

Por tanto para este estudio el valor de Q_{INF} es 0.3 Lps/Ha.

Caudal máximo horario (Q_{MH}). El caudal máximo horario es la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Se estima a partir del caudal final medio diario, mediante el uso del factor de mayoración, F.

$$Q_{MH} = F * Q_{MDf}$$

Q_{MH} = Caudal máximo horario

Q_{MDf} = Caudal medio diario final

F = Factor de mayoración

Factor de mayoración (F): El factor de mayoración para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario, tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El valor del factor disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso del agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir cada vez más a amortiguar los flujos. Según la norma RAS2000 el valor de F puede ser calculado con base en diferentes fórmulas como:

$$Harmon \rightarrow F = 1 + \frac{14}{(4 + P^{0.5})} = 1 + \frac{14}{(4 + 2493^{0.5})} = 3.51 > 1.4$$

$$Babbitt \rightarrow F = \frac{5}{P^{0.2}} = \frac{5}{2493^{0.2}} = 4.16 > 1.4$$

$$Flores \rightarrow F = \frac{3.5}{P^{0.1}} = \frac{3.5}{2493^{0.1}} = 3.19 > 1.4$$

En general el valor de F tiene que ser mayor a 1.4. P es el valor de la población expresada en miles de habitantes. Es adoptado para el factor de mayoración un valor promedio de 3.62.

El valor del Caudal Máximo Horario Q_{MH} es:

$$Q_{MH} = F * Q_{MDf} = 3.62 * 0.52 = 1.89 \text{ Lt/seg} * ha$$

Caudal de diseño. El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo, Q_{MH} , los aportes por infiltraciones y conexiones erradas.

$$Q_{DT} = Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CEf}$$

$$Q_{DT} = 1.89 + 0.3 + 2 = 4.19 \text{ Lt/seg} * ha$$

Este caudal es el correspondiente a las contribuciones acumuladas que llegan al tramo hasta el pozo de inspección inferior.

Cálculo de áreas aferentes. Con el objeto de determinar el caudal propio de cada tubería se procedió a calcular el área tributaria a cada tramo de tubería utilizando el software AutoCAD.

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. Considerando que en este estudio es nivel de complejidad del sistema es bajo, éste valor puede reducirse a 150mm (6plg), con una adecuada justificación.

Velocidad mínima. La norma RAS2000, Sección D.3.2.7, establece la velocidad mínima real permitida en el colector es 0,45 m/s. En caso de que los cuales, por las condiciones topográficas presentes, no sea posible alcanzar la velocidad mínima, debe verificarse que el esfuerzo cortante (fuerza tractiva) sea mayor que 1,2 N/m² (0,12 Kg/m²).

Fuerza tractiva. La fuerza tractiva en condiciones de tubo lleno, se calcula por la expresión:

$$F_t = 1000 * R_h * S$$

F_t = Fuerza tractiva (Kg/m²)

R_h = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente (m/m)

Al tomarse en cuenta la sección transversal efectivamente ocupada, se consigue un diseño más económico y seguro, con pendientes más convenientes.

El valor mínimo que recomienda la Norma RAS2000, para la Fuerza Tractiva es de 0.12Kg/m² para alcantarillados sanitarios.

Velocidad máxima. Deben hacerse las provisiones necesarias de atraque del colector. En general, se recomienda que la velocidad máxima real no sobrepase 5 m/s. Los valores mayores deben justificarse apropiadamente para ser aceptados por la empresa prestadora del servicio.

Pendiente mínima. El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquel que permita tener condiciones de auto limpieza y de control de gases adecuadas de acuerdo con los criterios del literal D.3.2.7, de la norma RAS2000 (Velocidad mínima).

Pendiente máxima. El valor de la pendiente máxima admisible es aquel para el cual se tenga una velocidad máxima real, según el literal D.3.2.8, de la norma RAS2000 (Velocidad máxima).

Profundidad mínima de 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%.

Según la norma RAS2000, Sección D.3.2.12. (véase tabla 17)

Tabla 17. Profundidad mínima colectores Cujacal

Servidumbre	Profundidad de la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0.75
Vías vehiculares	1.20

Fuente Norma RAS2000, Título D

Profundidad máxima de 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, para lo cual deben considerarse las disposiciones de los capítulos G.2 y G.3 del Título G de la norma RAS2000.

Distancia mínima de otras redes. La distancia mínima entre los colectores de aguas sanitarias o pluviales y otras redes de servicios públicos debe ser de 1 m en la dirección horizontal y 0.30 m en la dirección vertical, medida ésta entre la cota clave de la tubería de alcantarillado y la cota batea de las otras redes según lo estipulado en la Normas RAS2000.

Diseño de cimentación. Teniendo en cuenta los estudios de suelos realizados y el tipo de suelo del sector, es necesario la instalación de un mejoramiento en suelo granular consistente en una mezcla de 50% recebo y 50% triturado.

Diseño de redes. De acuerdo a la norma RAS2000, Título D, Sección 2-3, el tamaño y la pendiente de un colector deben ser adecuados para conducir el caudal de diseño, evitar la sedimentación de sólidos para las condiciones iniciales de servicio y garantizar su adecuada operación y funcionalidad.

Diámetros. Para los cálculos hidráulicos debe hacerse referencia al diámetro interno real de los colectores.

Diseño hidráulico. En general, los colectores deben diseñarse como conducciones a flujo libre por gravedad. Existen varias fórmulas de flujo uniforme apropiadas para este propósito, dentro de las cuales están la de Chézy y la de Manning. La ecuación de Chézy constituye la representación de la ecuación de Darcy para flujo en conductos abiertos, mientras que la fórmula de Manning es la más utilizada en la práctica.

$$\text{Chézy} \rightarrow V = C \cdot \sqrt{R \cdot S}$$

$$\text{Manning} \rightarrow V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

V = velocidad (m/seg)

C y n = coeficientes de rugosidad

R = Radio Hidráulico

S = Pendiente

Coeficiente de rugosidad. Se adopta el coeficiente $n = 0.010$ para tuberías PVC estructurada para diámetros menores a 24" y 0.013 para diámetros mayores o iguales a 24".

Unión de colectores. La unión o conexión de dos o más tramos de colectores debe hacerse con estructuras hidráulicas apropiadas, denominadas estructuras de conexión.

Distancia entre colectores. Según D.6.3.2.4. de las Normas RAS2000, en caso de que la malla urbana ni el comportamiento del flujo limiten la distancia máxima, ésta debe ser de 100 a 120 m si la limpieza de los colectores es manual, y puede llegar a 200 m si es mecánica o hidráulica.

Cambios de dirección en los colectores. Los cambios de dirección se harán mediante cámaras o pozos de inspección o estructuras especiales construidas en el sitio. Sin embargo, en colectores matrices o emisarios finales también pueden hacerse con el mismo colector mediante curvas, haciendo uso de la deflexión admitida de las uniones o mediante codos prefabricados. El diámetro mínimo y el radio de curvatura mínimo deben ser definidos con base en los requerimientos de inspección y mantenimiento.

7.3 LABORES DESARROLLADAS POR EL PASANTE.

- Apoyo técnico a la realización de los diseños de alcantarillado sanitario para la comunidad de Cujacal.
- Apoyo técnico en la etapa de pre inversión del proyecto.
- Apoyo en la realización de planos (plantas, perfiles y detalles hidráulicos de las estructuras que componen el acueducto.)

8. CONCLUSIONES.

Son muy importantes los recursos que las entidades estatales destinan a inversiones en los sectores de saneamiento básico y agua potable y otros. Pero aún más importante es conocer y entender la forma como se contratan estos recursos nacionales. En este caso en particular con la realización de este trabajo de grado, queda muy claro todas las etapas que conlleva la selección abreviada de menor cuantía (ley 1150 de 2007) y la invitación pública de mínima cuantía (1450 de 2011), los requisitos básicos que se requieren a diferencia de las licitaciones públicas, los concursos de méritos y otras formas de contratación vigentes en nuestro país.

El portal único de contratación, representa un mecanismo útil a la hora de conocer variada información referente a procesos por contratarse o contratados y muestra cronológicamente el desarrollo de las etapas desde la publicación de los proyectos de pliegos de condiciones etapa de borrador, pliegos definitivos, etapa de convocado y la adjudicación del contrato; etapa de adjudicado.

La etapa de pre-inversión juega un papel de mucha importancia en la futura contratación y ejecución, ya que si se tienen estudios completos y precisos es más fácil adelantar la etapa contractual, resolver dudas a los oferentes, contestar observaciones que muchas veces se formulan en base a planos y diseños publicados en el portal único de contratación.

Los seguimientos a la parte de ejecución de obra realizados a todos los proyectos objeto de este trabajo de grado han permitido consolidar la parte teórica y académica aprendida a lo largo de la carrera con la parte práctica de lo que representa la parte constructiva y de materialización de los acueductos y alcantarillados.

Con la elaboración de los cálculos, diseños, memorias y planos en los diferentes procesos objeto de este trabajo de grado se logró contribuir de alguna manera con las comunidades más necesitadas de las áreas rural y suburbana de nuestro municipio, de la misma manera en lo que a nuestra formación profesional se refiere contribuyo a afianzar más los conocimientos adquiridos en las materias de acueductos y alcantarillados.

9. RECOMENDACIONES

Implementar las actas literales de inicio, suspensión, finalización y liquidación de obra; permiten llevar de forma ordenada la secuencia del plazo y cumplir así con el tiempo contemplado para la ejecución de un contrato.

Brindar capacitación constante a los encargados de operar los sistemas de acueductos para garantizar el buen funcionamiento y la vida útil de estos.

Concientizar a las comunidades y usuarios en general del uso eficiente y ahorro del agua, ya que es de basto conocimiento el valorpreciado de este recurso natural representa.

Contar con la mano de obra capacitada y calificada en construcción de estructuras hidráulicas, ya que la calidad del trabajo depende en gran parte del equipo humano contratado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo, “Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados”, Santa Fe de Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería.

REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO – RAS 2000. República de Colombia; Ministerio de desarrollo económico; Dirección de agua potable y saneamiento básico; Santa fe de Bogota D.C., Noviembre de 2000.

ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. “Purificación del agua”, Santa fe de Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería.

SALAZAR CANO, Roberto. “Acueductos y Alcantarillados”, San Juan de Pasto, 2006

ANEXOS