

**DIAGNOSTICO Y ALTERNATIVAS PARA LA OPTIMIZACION DE LOS
SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LA CABECERA DEL
CORREGIMIENTO DE CABRERA Y CENTRO POBLADO DE ARANDA**

**JAMES ABNER CORAL ROJAS
LUZ MARINA ESTUPIÑAN MONTENEGRO
SIMON ELIAS GOMEZ NIEVES**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2004**

**DIAGNOSTICO Y ALTERNATIVAS PARA LA OPTIMIZACION DE LOS
SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LA CABECERA DEL
CORREGIMIENTO DE CABRERA Y CENTRO POBLADO DE ARANDA**

**JAMES ABNER CORAL ROJAS
LUZ MARINA ESTUPIÑAN MONTENEGRO
SIMON ELIAS GOMEZ NIEVES**

**Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO CIVIL**

**Asesor:
JANET OJEDA HIDALGO
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2004**

Las ideas aportadas en la tesis de grado, son responsabilidad exclusiva de los autores.

“Artículo 1 del Acuerdo 324 de Octubre 11 de 1966, emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño”.

Nota de Aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, 19 de Agosto de 2004.

AGRADECIMIENTOS

Nuestros sinceros agradecimientos a la empresa EMPOPASTO S.A., al Instituto Departamental de Salud de Nariño por habernos colaborado con la información necesaria para la realización de este trabajo de grado, a la Ingeniera Janet Ojeda Hidalgo por su entrega incondicional en su labor de asesora y a las personas que hicieron que este trabajo saliera adelante. Muchas gracias a todos.

Dedico este trabajo a mi familia, especialmente a mis padres que gracias a su esfuerzo y comprensión he obtenido este anhelado triunfo en la carrera de la vida.

JAMES ABNER CORAL

Este trabajo está dedicado de corazón a mi gran familia, a mis padres por el esfuerzo insaciable que realizaron por sacar adelante a su hija, a mis hermanos por haberse sacrificado para que pudiera cumplir mis sueños, a mis amigos por armarse de paciencia para soportar mi mal genio y especialmente a mis abuelitas por que sin su ayuda no sería la persona quien soy.

LUZ MARINA ESTUPIÑAN

Este nuevo triunfo engrandece mi vida y es por ello que doy gracias a Dios todo poderoso, quien me acompañó en cada instante, como también a mi hija Krish Eliana Gómez y a mi hermana Nidia Fabiola Gómez, que siempre confiaron en mí y me brindaron su apoyo.

SIMON GOMEZ NIEVES

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	19
1. MARCO TEORICO	21
1.1 FICHA TECNICA DE LA COMISION REGULADORA DE AGUA Y SANEAMIENTO BASICO CRA	21
1.1.1 Inventario de redes	21
1.1.2 Cobro de tarifas	24
1.1.3 Sistemas de acueducto sin medición	29
1.2 PARAMETROS DE LAS NORMAS RAS 2000 A TENER EN CUENTA, PARA LA OPTIMIZACION DE LOS COMPONENTES	29
1.2.1 Nivel de complejidad del sistema	29
1.2.2 Sistemas de acueducto	30
1.2.3 Sistemas de evacuación de aguas servidas	34
1.3 INDICADORES DE CALIDAD	35
1.3.1 Indicadores de tratamiento	35
1.3.2 Indicadores de calidad	36
1.3.3 Indicadores de características	36
2. DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LA CABECERA DEL CORREGIMIENTO DE CABRERA	37
2.1 MARCO GENERAL	37
2.1.1 Datos geográficos	37
2.1.2 Caracterización	37

2.1.3	Datos históricos	38
2.1.4	Usos del suelo	38
2.1.5	Recursos naturales y ambientales	39
2.1.6	Sistema de Infraestructura básica y complementaria	39
2.1.7	Sistema vial	40
2.2	SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	40
2.2.1	Sistemas de acueducto	41
2.3	RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA OPTIMIZACION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO, CABECERA DEL CORREGIMIENTO DE CABRERA	75
2.3.1	Sistemas de acueducto	75
2.3.2	Sistemas de alcantarillado	77
3.	DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE ARANDA	80
3.3	MARCO GENERAL	80
3.3.2	Datos geográficos	80
3.3.3	Caracterización	81
3.3.4	Datos históricos	81
3.3.5	Usos del suelo	81
3.3.6	Recursos naturales y ambientales	82
3.3.7	Sistema de infraestructura básica y complementaria	82
3.3.8	Subsistema de servicios públicos domiciliarios	82
3.3.9	Sistema vial	83

3.4 SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	83
3.4.2 Sistema de acueducto	83
3.4.3 Sistemas de alcantarillado	103
3.5 RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA OPTIMIZACION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	111
4. CONCLUSIONES	113
5. RECOMENDACIONES	116
BIBLIOGRAFIA	117
ANEXOS	118

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1 Asignación del nivel de complejidad.	30
Cuadro 2 Período de diseño de una captación superficial.	31
Cuadro 3 Período de diseño de las aducciones o conducciones.	31
Cuadro 4 Período de diseño de tanques de almacenamiento y compensación.	31
Cuadro 5 Período de diseño de la red de distribución secundaria o red local.	32
Cuadro 6 Presiones mínimas en la red.	32
Cuadro 7 Diámetros mínimos en la red de distribución.	32
Cuadro 8 Alcantarillado de aguas negras o alcantarillados combinados.	32
Cuadro 9 Alcantarillado de aguas lluvias.	33
Cuadro 10 Parámetros de calidad del agua de la fuente. Fuente aceptable.	33
Cuadro 11 Calidad de la fuente, según el grado de calidad.	34
Cuadro 12 Dimensiones de los tanques sépticos.	35
Cuadro 13 Parámetros a tener en cuenta en campos de infiltración.	35
Cuadro 14 Identificación de las características físico-químicas de la fuente fuente, Quebrada Vaguada San Francisco, Cabecera del Corregimiento de Cabrera.	42
Cuadro 15 Identificación de los componentes del sistema de acueducto, Quebrada Vaguada San Francisco, Cabecera del Corregimiento de Cabrera.	42
Cuadro 16 Datos generales, sistema de acueducto, cabecera del Corregimiento de Cabrera.	43
Cuadro 17 Determinación de caudales para cada uso.	44
Cuadro 18 Dotación bruta para uso residencial y escolar.	44
Cuadro 19 Coeficientes de consumos máximos.	44
Cuadro 20 Caudal medio diario, máximo diario y horario.	44
Cuadro 21 Población futura, según el período de diseño de cada componente.	45
Cuadro 22 Caudal de diseño para componente del sistema.	45
Cuadro 23 Diagnóstico de la captación; Vaguada San Francisco alto, Cabecera del Corregimiento de Cabrera.	45
Cuadro 24 Datos generales, cálculo de la rejilla – captación Vaguada San Francisco Alto.	46
Cuadro 25 Cálculo de la rejilla por el método de las velocidades.	46
Cuadro 26 Datos generales proyectados, cálculo de la rejilla – captación Vaguada San Francisco Alto.	47
Cuadro 27 Cálculo proyectado de la rejilla por el método de las velocidades.	47
Cuadro 28 Diagnóstico del desarenador, Vaguada San Francisco Alto, Cabecera del Corregimiento de Cabrera.	47
Cuadro 29 Cálculo del desarenador.	48
Cuadro 30 Cálculo del desarenador para una población futura.	49

Cuadro 31 Diagnóstico de Conducción; Vaguada San Francisco Alto, Cabecera del Corregimiento de Cabrera.	50
Cuadro 32 Cálculo de la conducción.	51
Cuadro 33 Cálculo de la conducción para población futura.	51
Cuadro 34 Diagnóstico de la captación; Vaguada San Francisco Bajo, Cabecera del Corregimiento de Cabrera.	52
Cuadro 35 Datos generales, cálculo de la rejilla – captación Vaguada San Francisco Bajo.	52
Cuadro 36 Cálculo de la rejilla por el método de las velocidades.	53
Cuadro 37 Datos generales, cálculo de la rejilla.	53
Cuadro 38 Cálculo proyectado de la rejilla, captación sumergida.	54
Cuadro 39 Diagnóstico del desarenador; Vaguada San Francisco Bajo, Cabecera del Corregimiento de Cabrera.	54
Cuadro 40 Cálculo del desarenador.	55
Cuadro 41 Cálculo proyectado del desarenador.	56
Cuadro 42 Diagnóstico de la fuente; Quebrada La Pila, Cabecera del Corregimiento de Cabrera.	57
Cuadro 43 Diagnóstico de la captación; Quebrada La Pila, Cabecera del Corregimiento de Cabrera.	58
Cuadro 44 Datos generales, cálculo de la rejilla.	58
Cuadro 45 Cálculo de la rejilla por método de las velocidades.	59
Cuadro 46 Datos generales cálculo proyectado de la rejilla.	59
Cuadro 47 Cálculo proyectado de la rejilla, captación sumergida.	60
Cuadro 48 Diagnóstico del desarenador; Quebrada La Pila, Cabecera del Corregimiento de Cabrera.	60
Cuadro 49 Cálculo del desarenador.	61
Cuadro 50 Cálculo proyectado del desarenador.	62
Cuadro 51 Diagnóstico de la conducción.	63
Cuadro 52 Cálculo de la conducción.	63
Cuadro 53 Cálculo proyectado de la conducción.	64
Cuadro 54 Diagnóstico del tanque de almacenamiento y sistema de cloración; sistema de acueducto de la Cabecera del Corregimiento de Cabrera.	65
Cuadro 55 Cálculo del tanque de almacenamiento, Consumos acumulados.	66
Cuadro 56 Dimensiones del tanque.	67
Cuadro 57 Cálculo proyectado de los consumos acumulados.	68
Cuadro 58 Dimensiones del tanque.	69
Cuadro 59 Cálculo de la dosificación de hipoclorito de calcio.	70
Cuadro 60 Cálculo de la dosificación de hipoclorito de calcio para una población futura.	70
Cuadro 61 Diagnóstico de la red de distribución, cabecera del Corregimiento de Cabrera, 2004.	71
Cuadro 62 Caudales asignados por tramo.	71
Cuadro 63 Cálculo de los diámetros red de distribución.	72

Cuadro 64 Caudales asignados para la red de distribución proyectada.	72
Cuadro 65 Cálculo de diámetros para la red de distribución proyectada.	72
Cuadro 66 Análisis físico-químico y microbiológico; cabecera del Corregimiento de Cabrera, Casa Comunal.	74
Cuadro 67 Análisis físico-químico y microbiológico; cabecera del Corregimiento de Cabrera, Casa de Efrén Josa.	75
Cuadro 68 Análisis físico-químico y microbiológico de la Quebrada Ojo de Agua, Centro Poblado de Aranda.	84
Cuadro 69 Identificación de los componentes del sistema de acueducto, Quebrada Ojo de Agua, Centro Poblado de Aranda.	85
Cuadro 70 Datos generales, sistema de acueducto, cabecera del Corregimiento de Cabrera.	85
Cuadro 71 Determinación de caudales para cada uso.	86
Cuadro 72 Dotación bruta para uso residencial y escolar.	86
Cuadro 73 Coeficientes de consumo máximos.	87
Cuadro 74 Caudal medio diario, máximo diario y horario.	87
Cuadro 75 Población futura según el período de diseño de los componentes	87
Cuadro 76 Caudal de diseño de los componentes.	87
Cuadro 77 Diagnóstico de la captación, Quebrada Ojo de Agua, Centro poblado de Aranda.	88
Cuadro 78 Diagnóstico de la conducción; Quebrada Ojo de Agua, Centro Poblado de Aranda.	89
Cuadro 79 Cálculo conducción actual.	90
Cuadro 80 Cálculo proyectado de la conducción.	90
Cuadro 81 Diagnóstico del Tanque de almacenamiento, Quebrada Ojo de Agua, centro poblado de Aranda.	91
Cuadro 82 Cálculo del tanque de almacenamiento, Consumos acumulados.	92
Cuadro 83 Dimensiones del tanque.	93
Cuadro 84 Cálculo del tanque de almacenamiento, Consumos acumulados.	94
Cuadro 85 Dimensiones del tanque.	96
Cuadro 86 Cálculo de la dosificación de hipoclorito de calcio.	98
Cuadro 87 Cálculo de la dosificación de hipoclorito de calcio para una población futura.	98
Cuadro 88 Diagnóstico de la red de distribución.	99
Cuadro 89 Caudales asignados por tramo.	99
Cuadro 90 Cálculo de los diámetros red de distribución.	100
Cuadro 91 Caudales asignados para la red de distribución proyectada.	100
Cuadro 92 Cálculo de diámetros para la red de distribución proyectada.	101
Cuadro 93 Análisis físico-químico y microbiológico; centro poblado de Aranda, casa de Delfín Guerrero.	102
Cuadro 94 Análisis físico-químico y microbiológico; centro poblado de Aranda, casa de Olga Cabrera.	103
Cuadro 95 Diagnóstico pozos de Inspección.	104

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Panorámica Iglesia, Corregimiento de Cabrera.	37
Figura 2 Captación sumergida Quebrada La Pila. Cabecera Corregimiento de Cabrera.	58
Figura 3 Desarenador convencional Quebrada La Pila, Cabecera del Corregimiento de Cabrera.	60
Figura 4 Curva de variaciones horarias de un día de máximo consumo. Gráfica de aportes al tanque y consumos por cada hora sin acumular.	65
Figura 5 Curva de consumos acumulados obtenida de la curva de variaciones horarias del día de máximo consumo (m ³ /hora).	66
Figura 6 Curva de variaciones horarias de un día de máximo consumo, proyectadas con la población futura. Gráfica de aportes al tanque y consumos por cada hora sin acumular.	68
Figura 7 Curva de consumos acumulados obtenida de la curva de variaciones horarias del día de máximo consumo (m ³ /hora), para una población futura.	69
Figura 8 Unidades sanitarias ecológicas.	79
Figura 9 Panorámica Centro Poblado de Aranda.	80
Figura 10 Captación Tipo Lecho filtrante, Quebrada Ojo de Agua, centro poblado de Aranda.	88
Figura 11 Tanque de almacenamiento, centro poblado de Aranda.	91
Figura 12 Curva de variaciones horarias de un día de máximo consumo. Gráfica de aportes al tanque y consumos por cada hora sin acumular.	92
Figura 13 Curva de consumos acumulados obtenida de la curva de variaciones horarias del día de máximo consumo (m ³ /hora).	93
Figura 14 Curva de variaciones horarias de un día de máximo consumo, proyectadas con la población futura. Gráfica de aportes al tanque y consumos por cada hora sin acumular.	95
Figura 15 Curva de consumos acumulados obtenida de la curva de variaciones horarias del día de máximo consumo (m ³ /hora), para una población futura.	95
Figura 16 Tanque de almacenamiento de cloro, centro poblado de Aranda.	96
Figura 17 Dosificador de cloro, centro poblado de Aranda.	97
Figura 18 Hidróxido de cloro, granulado.	97

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A Plano 1. Plano general sistema de acueducto, cabecera del Corregimiento de Cabrera.
- Anexo B Plano 2. Topografía, tramo bocatoma – tanque de almacenamiento, La Pila, Corregimiento de Cabrera, plancha 1/3.
- Anexo Plano 3. Topografía y tramo bocatoma – tanque de almacenamiento, La Pila, Corregimiento de Cabrera, plancha 2/3.
- Anexo C Plano 4. Topografía y tramo bocatoma – tanque de almacenamiento, La Pila, Corregimiento de Cabrera, plancha 3/3.
- Anexo D Plano 5. Topografía, y tramo bocatoma – tanque de almacenamiento, Vaguada San Francisco Bajo, Corregimiento de Cabrera, plancha 1/2.
- Anexo E Plano 6. Topografía, y tramo bocatoma – tanque de almacenamiento, Vaguada San Francisco Bajo, Corregimiento de Cabrera, plancha 2/2.
- Anexo F Plano 7. Topografía, y tramo bocatoma – tanque de almacenamiento, Vaguada San Francisco Alto, Corregimiento de Cabrera, plancha 1/3.
- Anexo G Plano 8. Topografía, y tramo bocatoma – tanque de almacenamiento, Vaguada San Francisco Alto, Corregimiento de Cabrera, plancha 2/3.
- Anexo H Plano 9. Topografía, tramo bocatoma – tanque de almacenamiento Vaguada San Francisco Alto, y red de distribución, Corregimiento de Cabrera, plancha 3/3.
- Anexo I Plano 10. Topografía, y Red de distribución, cabecera del Corregimiento de Cabrera, plancha 1/3.
- Anexo J Plano 11. Topografía, y Red de distribución, cabecera del Corregimiento de Cabrera, plancha 2/3.
- Anexo K Plano 12. Topografía, y Red de distribución, cabecera del Corregimiento de Cabrera, plancha 3/3.
- Anexo L Plano 13. Perfil de conducción La Pila, Corregimiento de Cabrera.
- Anexo M Plano 14 Perfil de conducción Vaguada San Francisco Alto, Corregimiento de Cabrera.
- Anexo N Plano 15. Perfil de conducción Vaguada San Francisco Bajo, Corregimiento de Cabrera.
- Anexo O Plano 16. Localización de acueducto, centro poblado de Aranda.
- Anexo P Plano 17. Proyección de alcantarillado existente, centro poblado de Aranda.

RESUMEN

El agua es un recurso valioso y limitado por lo que necesita de protección y un manejo especial que garantice el abastecimiento a la comunidad en condiciones de calidad y cantidad óptimas de acuerdo a lo estipulado en el decreto 475 de 1998, lo cual es un deber del estado “Asegurar la prestación eficiente de los servicios públicos a todos los habitantes del territorio nacional”; esto según la Constitución Política de 1991.

En consecuencia, por el crecimiento poblacional de la ciudad de San Juan de Pasto en las últimas décadas ha obligado a las entidades gubernamentales a reglamentar los suelos de los corregimientos y cabeceras municipales aledañas, previendo un acercamiento de estos pequeños poblados a la ciudad en los próximos años, de tal forma que cuando esto suceda dichos poblados estén preparados tanto social como culturalmente, y además posean una infraestructura capaz satisfacer las necesidades propias y foráneas.

La Oficina de Planeación Municipal realizó a comienzos del año 2003, una investigación en donde se identificaron los problemas y se plantearon soluciones a los aspectos relacionados con el ordenamiento territorial, consignado en un documento denominado Proyecto de Planificación de la Periferia Urbana de Pasto.

Este trabajo está enfocado en el análisis de los sistemas de acueducto y alcantarillado de la cabecera del Corregimiento de Cabrera y Centro Poblado de Aranda, utilizando las fichas técnicas de la Comisión Reguladora de Agua y Saneamiento Básico, para tuberías, accesorios, pozos de inspección, entre otros. De esta manera se plantearon alternativas de optimización para cada sistema. Además se propuso algunos parámetros para la reglamentación de tarifas, teniendo en cuenta la información de inversiones realizadas y las futuras, cultura de pago en el interior de estas comunidades, aceptación por parte de los usuarios, etc. Dicho trabajo constituye una información que servirá de base a las entidades competentes quienes están designadas a velar por la calidad de los servicios públicos los cuales son esenciales para un óptimo desarrollo de la población. Las juntas administradoras locales también se beneficiarán al tener información actualizada de sus sistemas de acueducto y alcantarillado permitiendo un mayor control en cuanto a calidad y mantenimiento del servicio.

ABSTRACT

Water is a valuable and limited recourse which needs protection and a special handling which can guarantee the optimal supply to community by taking into account quality and quantity aspects in agreement to that mentioned in the 475th ordinance of 1998: "It is a duty of state to secure the efficient assistance of public services to all inhabitants of national territory". This is according with Political Constitution of 1991.

Therefore, the increase of San Juan de Pasto population in last decades has forced to the government entities to regulate the soils in jurisdiction and near main municipalities to foreseen an approximation of these small towns to city in next years. In this way, when this happens, those towns will be prepared socially and culturally, and they will have an infrastructure which will be able to satisfy own and other needs.

The Office of Municipality Planning, carried out at the beginning of 2003 a research in which problems were identified, solutions to aspects related to territorial regulation were proposed, and a document named Planning Urban of Area of Pasto was written.

This work if focused on analysis of aqueduct and sewer systems in the urban area of jurisdiction of Cabrera, and inhabited area of Aranda. It was used the technical records of Regulation Commission of Drinkable Water and Basic Sanitation to pipes, accessories, inspection wells, among others. This way, some alternatives of improving were planned for each system. Moreover, some parameters were proposed in order for regulating rates, by taking into account the information about executed investments and other future ones, payment culture inside these communities, acceptance by users, and so forth. This work is considered as a source of data which are designated to the check quality of public services that are essential to obtain the population is good development. The local administrating meetings will be also benefit when they have up-to-date information about their aqueduct and sewer systems allowing a higher control with respect to quality, and maintenance of service.

INTRODUCCION

La Alcaldía de San Juan de Pasto, en cooperación con la Universidad de Nariño, ARD de Colombia y la Secretaria de Planeación del Municipio; actualmente están desarrollando el Proyecto de Planificación de la Periferia Urbana de Pasto (PCPU), que tiene como objeto principal identificar los diversos problemas y plantear soluciones en los aspectos relacionados con el ordenamiento territorial, incluyendo los centros poblados y cabeceras de algunos de los Corregimientos del Municipio, asentamientos que a través del tiempo se han constituido en los poblados tutelares de la ciudad, aportando una visión prospectiva de carácter técnico y normativo, desde las dimensiones ambiental, social, económica y de infraestructura técnica y colectiva, aspectos de vital importancia para el desarrollo de la población asentada en estos espacios y en el cual se espera elevar el nivel y calidad de vida de los habitantes. De donde se obtendrá una reglamentación que permita la integración armónica del sector urbano y el sector suburbano del Municipio, con el fin de mejorar la interacción de la vida social, cultural y económica de ese ámbito territorial.

Debido a la necesidad de realizar este proyecto, por su magnitud y su grado de importancia para el desarrollo del Municipio y su Periferia, se conformaron diversos grupos de trabajo, en diferentes campos del conocimiento que abordaron aspectos tan importantes y necesarios como lo social, cultural, económico, agrícola, político y participativo, para realizar un diagnóstico de los problemas que afrontan estas comunidades y así formular las posibles alternativas de solución a corto, mediano y largo plazo que impulsen el desarrollo de la periferia urbana, mejorando integralmente el ámbito físico-espacial y ambiental de los pobladores del territorio en el cual se enmarca este ejercicio normativo que delinearé el futuro del entorno de San Juan de Pasto.

Según el diagnóstico realizado por el grupo de investigación del P.C.P.U., se encontró que una de las prioridades consiste en dar pronta solución a los problemas concernientes a saneamiento básico ambiental, especialmente en acueductos y alcantarillados, componentes fundamentales para el bienestar de la población que hace uso de ellos y espera la ampliación y mejoramiento de los mismos.

La Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil de la Universidad de Nariño, ha venido aportando al desarrollo del Municipio de Pasto, vinculando a grupos de estudiantes con entidades municipales, donde aportan los conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera profesional, para el desarrollo de proyectos relacionados con su área de trabajo.

La Oficina de Planeación Municipal, ha solicitado un grupo de estudiantes de la Facultad de Ingeniería para llevar a cabo la evaluación técnica de los sistemas de Acueducto y Alcantarillado y presentar las alternativas de diseño o posible readecuación del sistema existente de los Corregimientos de Cabrera, y el Centro poblado de Aranda, permitiendo a los estudiantes realizar el proyecto de grado, que es un requisito para obtener el título de Ingeniero Civil, y a la población que en un futuro gozará de los beneficios del nuevo sistema de Acueducto y Alcantarillado.

1. MARCO TEORICO

1.1 FICHA TÉCNICA DE LA COMISIÓN REGULADORA DE AGUA Y SANEAMIENTO BÁSICO CRA

Para elaborar el diagnóstico, se tomó como base las fichas técnicas de la Comisión Reguladora de Agua y Saneamiento Básico CRA, las cuales contienen información detallada de tuberías, accesorios, etc.

1.1.1 Inventario de redes. Se realizó a través de unas fichas técnicas estandarizadas, donde relaciona los detalles técnicos de ubicación de tuberías, diámetros, válvulas, y accesorios que hagan parte importante de la red, ya sea para acueducto o para alcantarillado. Estas fichas técnicas son importantes para:

Conocer los detalles relacionados a los sistemas.

Realizar la implementación y actualización del sistema, así como para mejorar el control de operación.

Detectar y localizar de fugas.

Realizar maniobras de operación y regulación con seguridad y exactitud, conociendo el lugar preciso de los accesorios del sistema.

Actualizar registros de nuevas incorporaciones y/o sustituciones de componentes de las redes.

Usarse como instrumento de apoyo en la elaboración de planes de desarrollo, planes de ordenamiento territorial, y para la formulación y evaluación de proyectos de inversión.

Determinar la capacidad hidráulica, y la demanda del servicio en el área de cobertura de la red.

Inventario de redes de acueducto. Para realizar el inventario de redes se utilizan:

✓ Fichas técnicas. Conformar el archivo técnico de información y detalles más importantes, tanto para accesorios como para tuberías que se encuentren incorporadas en la red de distribución.

Ficha técnica de accesorios. Comprende el registro, datos, detalles técnicos más importantes que caracterizan a una válvula, o pieza especial que haga parte del sistema; se debe tener una ficha técnica para cada elemento o accesorio, en caso de que se incorporen, se retiren o se hagan modificaciones a estos accesorios se deberá actualizar inmediatamente la ficha correspondiente.

Para la elaboración de las fichas técnicas de accesorios, se deben ejecutar las siguientes actividades:

Estar informado de las labores de campo de operación y mantenimiento en la red, para que cada vez que se ubique una válvula, hidrante o pieza especial diligenciar los datos, según la ficha técnica.

Realizar en la ficha técnica una adecuada descripción de las características técnicas de cada accesorio que haga parte de la red de distribución.

Informar del estado físico y del funcionamiento de cada accesorio, para determinar cuando se debe proceder a descubrirlo y realizar su mantenimiento.

Contenido de la ficha técnica. Se tiene en cuenta los siguientes parámetros a evaluar:

Localización: Zona: identificación de la zona o área donde se encuentra localizado el accesorio.

Esquina: identifica la esquina donde se encuentra ubicado el accesorio.

Características: Material: material de fabricación del accesorio. Ejemplo: Hierro fundido (HF), PVC, etc.

Diámetro: (ϕ) del accesorio. Ejemplo: válvula $\phi = 3''$.

Nombre de la entidad prestadora del servicio.

Número de vueltas: con que está operando el accesorio.

Sentido de giro: se indica si el accesorio abre a la derecha (DER) o la izquierda (IZQ).

Profundidad: a la que se encuentra el accesorio, cuando se encuentre bajo el nivel del terreno.

Fecha de instalación: del respectivo accesorio.

Tipo de unión: se marca con una (x) el tipo de unión que tiene el accesorio (bridada, soldada, rosca, mecánica, etc.).

Tubería: se marca con una (x) el tipo de tubería sobre la cual se encuentra instalado el accesorio (PVC, HG, HF, AC, etc.).

Ubicación: se marca con una (x) si el accesorio está localizado en la cera o en la vía.

Rasante: se marca con una (x) si el accesorio se encuentra protegido o no; en caso de estarlo especificar el tipo de material de la caja o cámara de protección. Ejemplo: ladrillo, concreto, metálica, etc.

Fecha: se indica el día, mes y año del levantamiento de los datos del terreno.

Funcionamiento: tras una maniobra previa se indica el estado de funcionamiento del accesorio.

Deficiencias verificadas: se reporta cualquier defecto que se aprecie, sea este de operación o de pérdida de agua.

Trabajo realizado: se informa si se realizó alguna labor correctiva o preventiva o si solamente se maniobró.

Sustitución: se indica si fue necesario, por razones de servicio, sustituir o solamente repararlo.

Observaciones: este espacio es utilizable para cualquier aclaración sobre la inspección realizada.

Fichas técnicas de tuberías. Es el archivo técnico correspondiente a datos y detalles técnicos más importantes que caracterizan a los diferentes tramos de tubería que compone la red de distribución.

Para la elaboración de la ficha técnica, se deben ejecutar las siguientes actividades:

Estar informado de las labores de campo de operación y mantenimiento en la red, para que cada vez que se ubique una válvula, o pieza especial se diligencien los datos, según la ficha técnica.

Hacer en la ficha técnica la descripción adecuada de las características técnicas de cada tramo de tubería que haga parte de la red de distribución.

Informar el estado físico y de funcionamiento de cada tramo.

Contenido de la ficha técnica. En cada ficha se resume los siguientes datos:

Tramo: se indica el número asignado al nodo inicial (I) y al nodo final (F), del tramo de tubería por analizar.

Diámetro: se indica en pulgadas o milímetros el diámetro interno de la tubería. Ejemplo: 6", 3", etc.

Material: se indica el material de fabricación de la tubería. Ejemplo: PVC, asbesto cemento AC, hierro fundido HF, hierro galvanizado HG, Acero, polietileno de alta densidad PEAD.

Clase: se indica la referencia técnica de la tubería. Ejemplo: RDE 21, clase 25, etc.

Longitud: se indica la longitud total en metros de la tubería, contada entre el nodo inicial y el nodo final.

Unión: se indica el tipo de unión que utiliza la tubería en cada uno de sus extremos. Ejemplo: mecánica, soldada, brida, rosca, etc.

Profundidad: en metros a que se encuentra localizada la tubería en cada uno de sus nodos. Ejemplo: 1.20m, 0.90m.

Rasante: se indica las características de la rasante o superficie que predomina a lo largo de la tubería. Ejemplo: tierra, asfalto, concreto, otro.

Fecha de instalación: se indica la fecha de instalación de la tubería.

Estado: se indica el estado físico y/o de funcionamiento actual de la tubería. Ejemplo: bueno, regular, malo.

Control y mantenimiento de tuberías.

Tramo: se indica el número asignado al nodo inicial (I) y al nodo final (F), del tramo de tubería por analizar.

Fecha: se indica la fecha en que se realizó el levantamiento de los datos en el terreno.

Deficiencias verificadas: información de cualquier defecto que se aprecie, sea de operación o de pérdida de agua.

Trabajo realizado: se indica si se realizó alguna labor correctiva o preventiva, o si solamente se maniobró la tubería.

Sustitución: se indica si, por razones de servicio, fue necesario sustituir el respectivo tramo de tubería o solamente repararlo.

Observaciones: espacio utilizable para cualquier aclaración sobre la inspección realizada.

✓ Inventario de redes de alcantarillado. Se realizó un inventario de Redes de Alcantarillado para determinar la cantidad, y calidad de los componentes del sistema, además de organizar los datos de estos a través de fichas técnicas.

• Ficha técnica para pozos de inspección. Contenido ficha técnica.

Pozo No.: se indica el número de pozo en evaluación.

Dirección: se indica la localización del pozo (calle o carrera).

Cota rasante: se indica el nivel que corresponde a la tapa del pozo o rasante de la vía, debidamente referenciada a un BM (placa o elemento físico con cota definida).

Fecha: se indica la fecha en que se realizó el levantamiento de la información en el terreno.

Tramo: se indica de acuerdo con el sentido del flujo de la tubería al pozo que se está referenciado. Ejemplo: del pozo 14 al 15.

Profundidad a fondo: se indica la profundidad en metros a la que llega la tubería al pozo, tomando como referencia la cota de la tapa del pozo hasta la parte superior del tubo de llegada. Ejemplo: tramo 14-15, profundidad 2.50m.

Diámetro: se indica el diámetro de la tubería del tramo analizado. Ejemplo: 8", 10", 12".

Material: se especifica el tipo de material con que está fabricada la tubería. Ejemplo: gres, PVC, cemento, concreto, etc.

Estado: se indica el estado físico y/o de funcionamiento de la tubería. Ejemplo: buena, regular, o mala.

Observaciones: se destaca cualquier información adicional importante referente al tramo analizado.

1.1.2 Cobro de tarifas. Los parámetros para la reglamentación de tarifas son modelos técnicos de la CRA., el cobro de tarifas es un precio fijado para financiar

el sistema de acueducto y alcantarillado, diseñados con el propósito de evitar discriminación con los usuarios. Estos ingresos deben cubrir los gastos de operación y mantenimiento, crecimiento del sistema.

✓ Reglamentación para calcular tarifas. De acuerdo con el artículo 367 de la constitución política de Colombia, la tarifa cobrada debe reflejar los costos económicos de la prestación del servicio, esta complementada por otra norma constitucional, la que hace reseña a la eficiencia, de tal manera que es solo permisible incluir todos los costos en la tarifa que se cobra al usuario en la medida que estos sean eficientes.

Los factores a tener en cuenta son:

Existencia de micromedidores.

Información acerca de las inversiones realizadas y las necesidades de inversión futuras.

Existencia de estratificación socio económica y su aceptación por parte de los usuarios.

Cultura de pago al interior de comunidades.

Calidad del servicio en cuanto a cantidad, frecuencia y calidad del agua.

Identificación de los distintos intereses al interior de las comunidades, para que el cobro del servicio de acueducto a través de la tarifa no se convierta en un factor de presiones políticas.

Modificación de usos y costumbres frente la utilización del agua.

Que el cobro del servicio de las tarifas no se convierta en un factor generador de conflictos, si no que, por el contrario sea un factor más de mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

El cobro de tarifas según la ley 142 de 1994 conocida como ley de servicios públicos domiciliarios estableció los siguientes criterios para calcular los costos y definir las tarifas con un cobro justo para el usuario y que la entidad reciba los recursos necesarios para garantizar la prestación de un buen servicio en el corto, mediano y largo plazo.

Eficiencia económica: las tarifas no pueden trasladar sobre el usuario los costos de una mala gestión; se parte del principio de que los usuarios no son responsables de la ineficiente prestación del servicio por parte de la entidad de servicios públicos.

Neutralidad: cada suscriptor tendrá el derecho de tener un tratamiento tarifario justo.

Solidaridad y redistribución: los suscriptores de los estratos altos y de los sectores comerciales o industriales con el pago de una tarifa mayor ayudarán a los suscriptores de estratos bajos a cubrir con subsidios los costos de consumos básicos.

Suficiencia financiera: las tarifas deberán garantizar la recuperación de los costos y los gastos de operación, expansión, reposición y mantenimiento.

Simplicidad: las fórmulas tarifarias se elaborarán de tal manera que se facilite su comprensión, aplicación y control.

Transparencia: las tarifas serán explícitas y de conocimiento público. La metodología general para el cálculo de la tarifa se basa a partir de la resolución 15 del 29 de mayo de 1996 que en desarrollo de ley 142 de 1994, la comisión de regulación de agua y saneamiento básico (CRA) definió alternativas para el calculo de tarifas en empresas u organizaciones prestadoras con menos de 2400 suscriptores como es el caso de las poblaciones de Centro Poblado de Aranda y Corregimiento de Cabrera.

La metodología definida permite calcular de manera rápida y sencilla una estructura tarifario que refleje el costo del servicio, a partir de una información mínima como la siguiente:

Número de suscriptores.

Capacidad instalada del sistema

Continuidad del servicio

Volumen de agua producida

Número de personas que trabaja en la empresa

Gastos de administración

Operación y mantenimiento

Inversiones que se estén realizando en la actualidad y las inversiones que se hayan programado para el futuro.

La metodología en general se basa en el cálculo de los costos medios asociados con la prestación del servicio; es decir con los costos medios de inversión, operación y administración que garanticen la sostenibilidad del sistema.

- Gastos de administración. Gastos que se hacen para administrar la entidad como gastos de funcionamiento y gastos generales, de manera que se pueda garantizar un servicio permanente a todos los usuarios, dentro de estos gastos se identifican:

Sueldo de administrador y sus prestaciones sociales

Papelería

Útiles de oficina

Gastos de facturación

Si se suman todos los gastos de administración en el año base y este resultado se divide entre el número total de usuarios del mismo año, se obtiene el costo medio de administración (CMA), también se lo conoce con el nombre de costo medio de clientela o cargo fijo.

$$\text{CMA} = \frac{\text{Gastos de administración (\$)}}{\text{Número total de usuarios en el año base}}$$

Si este valor se divide entre 12, se obtendrá el costo mensual

Por “año base” se entiende el año inmediatamente anterior a aquel en el que se hace un estudio tarifario.

De los gastos administrativos no hacen parte los salarios y las prestaciones sociales del personal dedicado a las labores de operación y mantenimiento del sistema, ni los contratos de prestación de servicios con terceros para la realización de trabajos de reparación o mantenimiento.

- Gastos de operación y mantenimiento. Son los gastos necesarios para realizar el mantenimiento y operación de los sistemas de acueducto y alcantarillado, de manera que se pueda garantizar la prestación permanente del servicio a todos los usuarios. Dentro de estos gastos se incluyen:

Sueldos y prestaciones sociales de fontanero y operario de planta.

Productos químicos

Energía eléctrica para el bombeo

Herramientas usadas para las labores de reparación y mantenimiento

Reparaciones y el mantenimiento de la infraestructura

Si se suman todos los gastos de operación y mantenimiento en el año base y este resultado se divide entre el número de metros cúbicos de agua que se producen, corregido por el nivel de agua no contabilizada definido por la CRA, se obtiene el costo medio de operación y mantenimiento (CMO), es decir se sabe cuanto cuesta producir un metro cúbico de agua.

Cuando se habla del volumen de agua producida para el cálculo del CMO, debe tenerse en cuenta las pérdidas técnicas y las pérdidas comerciales.

Pérdidas técnicas: se refieren a la pérdida de agua por rotura de tuberías, mal funcionamiento de las estructuras, mal funcionamiento de medidores.

Pérdidas comerciales: se refiere a las pérdidas por conexiones fraudulentas, por errores de lectura en medidores, por errores de facturación.

La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento estableció un índice de pérdidas (P) aceptable de 0.30, correspondiente al 30%.

$$\text{CMO} = \frac{\text{Gastos de operación y mantenimiento}}{\text{Metros cúbicos de agua producida al año} \times (1 - P)}$$

No hacen parte de los gastos de operación y mantenimiento aquéllos que son cobrados por separado del servicio, tales como: costo de los medidores, acometidas domiciliarias, reconexiones, reinstalación, reparación de medidores y gastos en el personal de conexión.

- **Costos de Inversión.** Son los costos en los que incurre una entidad prestadora del servicio para ampliar la capacidad de producción del sistema de acueducto con el fin de atender el crecimiento de la demanda, maximizar la utilización de las instalaciones y reparar los componentes que hayan cumplido con su período de vida útil. Los costos de inversión de una entidad prestadora de servicios públicos incluyen los siguientes conceptos:

Reemplazo o reposición
Obras de expansión o ampliación
Rentabilidad de los dineros invertidos

Uno de los sistemas para el cálculo del costo medio de inversión (CMI), o sea el costo de inversión por metro cúbico de agua, según el Artículo 9 de la Resolución 15 de 1996 propone una alternativa que se basa en la tasa de crecimiento de la demanda y del consumo mensual por suscriptor, expresado en metros cúbicos. Esto quiere decir que para el caso de empresas o sistemas con menos de 2400 suscriptores, se permite incluir dentro de los costos de operación y mantenimiento un valor que, a criterio de la administración (junta directiva de la organización de usuarios), cubra las necesidades anuales de inversión, sin necesidad de calcular el costo medio de inversión.

Tasa de crecimiento de la demanda. Es el porcentaje anual de crecimiento, de la necesidad de abastecimiento de agua para los usuarios. En los municipios menores y en las zonas rurales se asume que el crecimiento de la demanda es igual al crecimiento de la población.

Demanda mensual de agua: es el promedio mensual del volumen de agua, expresado en metros cúbicos, que consume un suscriptor del servicio. Una forma de calcular éste valor para el caso en los que no existan sistemas de medición de consumos es proyectar sus consumos de acuerdo con los parámetros técnicos contenidos en el Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS-2000).

✓ **Consideraciones generales sobre sistemas de acueducto y consumos.** Para calcular las tarifas de un sistema de acueducto, es importante conocer si hay sistemas de medición; el cual es un factor importante para determinar el uso racional del recurso.

Los sistemas de acueducto en zonas rurales, se dividen en dos categorías:
Sistemas de acueducto sin medición
Sistemas de acueducto con medición

En el caso de la cabecera del Corregimiento de Cabrera y Centro Poblado de Aranda, los sistemas de Acueducto son sistemas sin medición, por tal razón se enfoca a esta categoría:

1.1.3 Sistemas de acueducto sin medición. Son suscriptores de acueducto que no cuentan con elementos de medición (micromedidores) instalados en las acometidas domiciliarias, en donde se pueda medir la cantidad de agua suministrada al usuario.

La inexistencia de medición de los consumos presenta las siguientes desventajas: impide cobrar tarifas equitativas del servicio a los suscriptores y lleva al uso irracional del agua, desmejorando las condiciones técnicas de funcionamiento del sistema.

✓ Estructura básica de una tarifa. La estructura básica de una tarifa se conforma así:
De un cargo fijo determinado por el costo medio de administración (CMA), más el resultado de multiplicar el costo medio en el largo plazo (CMLP), que es un costo de referencia para los consumos, por el consumo mensual del suscriptor.

$$\text{Tarifa} = \text{CMA} + (\text{CMLP} * \text{Consumo mensual})$$

- Consumos. Es la cantidad de metros cúbicos de agua que utiliza un suscriptor durante un período de tiempo determinado para satisfacer sus necesidades. Se clasifica en:

Consumo básico: es el que satisface las necesidades básicas de una familia, se toma un promedio de 20m³ mensuales por suscriptor facturado.

Consumo complementario: es el ubicado en el intervalo entre 20 y 40m³ mensuales de agua por cada suscriptor.

Consumo suntuario: es el consumo mayor a 40m³ mensuales de agua por suscriptor.

1.2 PARAMETROS DE LAS NORMAS RAS 2000 A TENER EN CUENTA, PARA LA OPTIMIZACION DE LOS COMPONENTES

Se calificó los sistemas de acueducto y alcantarillado tomando como base los siguientes parámetros:

1.2.1 Nivel de complejidad del sistema. La asignación del nivel de complejidad del sistema depende de la población futura en la zona, capacidad económica entre otros. La adopción de otro nivel de complejidad se permite de acuerdo a la estratificación de la zona o de otro método justificado. En el cuadro 1. se indica la asignación del nivel de complejidad del sistema.

Cuadro 1. Asignación del nivel de complejidad

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Fuente: Normas RAS 2000. Título A, sección A.3.1.

1.2.2 Sistemas de acueducto. Para realizar un diagnóstico acertado sobre los sistemas de acueducto, se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

✓ Calidad del agua tratada. El agua para consumo humano no debe contener microorganismos patógenos, ni sustancias tóxicas o nocivas para la salud. Por tanto, el agua para consumo debe cumplir los requisitos de calidad microbiológicos y fisicoquímicos exigidos en el Decreto 475 de marzo 10 de 1998, expedido por el Ministerio de Salud o en su defecto, el que lo reemplace. La calidad del agua no debe deteriorarse ni caer por debajo de los límites establecidos durante el período de tiempo para el cual se diseñó el sistema de abastecimiento.

Es responsabilidad de la Junta Administradora del Acueducto, controlar la calidad del agua en la red de distribución, ya sea en puntos previamente escogidos como son las acometidas escogidas aleatoriamente, deben realizarse análisis físico – químicos y microbiológicos, establecidos en el artículo 19 del Decreto 475 de 1998.

✓ Ensayos a realizar. La prueba de Jarras es obligatoria para cualquier nivel de complejidad, realizarlas cada vez que haya cambios en la calidad del agua. A excepción de aguas donde las características físicas sean aceptables. Otro ensayo es la demanda de cloro residual en puntos alejados de la red, con esto se verifica si la dosis de cloro es óptima para la remoción de organismos patógenos.

✓ Desinfección. Obligatorio en todos los niveles de complejidad, desinfectar el agua sin importar el tipo de tratamiento previo que se haya realizado para su potabilización. Realizar la cloración con Hipoclorito de Calcio, sobre todo en estas comunidades pequeñas, ya que es de fácil manipulación y transporte. La determinación de la dosis óptima está en función del tiempo de concentración en la mezcla rápida, a excepción de tanques en donde la mezcla del agua con el desinfectante es rápida y heterogénea, dependiendo de la mezcla hidráulica en el tanque.

El desinfectante y el agua deben estar en contacto el tiempo estimado, para garantizar una completa desinfección del agua.

Tipo de Tanque. Implementar tanque de contacto para la cloración, de forma rectangular, utilizando pantallas que generen la mezcla.

Dispositivos de cloración. Para los niveles de complejidad bajo, son sencillos, provistos de un tanque de reserva, que satisface la demanda teniendo un margen de seguridad.

✓ Componentes del sistema. Se estableció un período de diseño para cada componente del sistema, el cual permite tener en cuenta la demanda futura para este tiempo. La vida útil de los componentes está en función de este período de diseño, el cual determina el tiempo estimado de duración ó la sustitución del mismo.

- Período de diseño de una captación superficial. Cuadro 2.

Cuadro 2. Período de diseño de una captación superficial

Nivel de Complejidad del Sistema	Período de diseño
Bajo	15 años
Alto	30 años

Fuente: Normas RAS 2000. Título A, sección A.11.1.3.

- Período de diseño de las aducciones o conducciones. Cuadro 3.

Cuadro 3. Período de diseño de las aducciones o conducciones

Nivel de Complejidad del Sistema	Período de diseño
Bajo	15 años
Alto	30 años

Fuente: Normas RAS 2000. Título A, sección A.11.1.11.

- Período de diseño de tanques de almacenamiento y compensación. Cuadro 4

Cuadro 4. Período de diseño de tanque de almacenamiento y compensación

Nivel de complejidad del sistema	Período de diseño
Bajo	20 años
Alto	30 años

Fuente: Normas RAS 2000. Título A, sección A.11.1.26.

- Período de diseño de la red de distribución secundaria o red local. Cuadro 5.

Cuadro 5. Período de diseño de la red de distribución secundaria o red local

Nivel de complejidad del sistema	Período de diseño
Bajo	15 años
Alto	25 años

Fuente: Normas RAS 2000. Título A, sección A.11.1.14.2.

- Presiones mínimas en la red. Cuadro 6.

Cuadro 6. Presiones mínimas en la red

Nivel de complejidad	Presión mínima (kPa)	Presión mínima (metros)
Bajo	98.1	10
Alto	147.2	15

Fuente: Normas RAS 2000. Título A, sección A.11.1.16.1.

- Diámetros internos mínimos en las redes de distribución. Cuadro 7.

Cuadro 7. Diámetros mínimos en la red de distribución

Nivel de complejidad	Diámetro mínimo	
Bajo	38.1 mm	(1.5 pulgadas)
Medio	50.0 mm	(2.0 pulgadas)
Medio alto	100 mm (4 pulgadas). 63.5 mm (2 ½ pulga)	Zona comercial e industrial Zona residencial
Alto	150 mm (6 pulgadas) 75 mm (3 pulgadas)	Zona comercial e industrial Zona residencial

Fuente: Normas RAS 2000. Título A, sección A.11.1.17.2.

- Distancias mínimas de los tubos de agua potable y otras redes de servicios. Alcantarillado de aguas negras o alcantarillados combinados. Cuadro 8.

Cuadro 8. Alcantarillado de aguas negras o alcantarillados combinados

Nivel de complejidad del sistema	Distancias mínimas
Bajo	1 m horizontal; 0.3 m vertical
Alto	1.5 m horizontal; 0.5 m vertical

Fuente: Normas RAS 2000. Título A, sección A.11.1.21.1.

Alcantarillados de aguas lluvias. Cuadro 9.

Cuadro 9. Alcantarillado de aguas lluvias

Nivel de complejidad del sistema	Distancias mínimas
Bajo	1.0 m horizontal; 0.3 m vertical
Alto	1.2 m horizontal; 0.5 m vertical

Fuente: Normas RAS 2000. Título A, sección A.11.1.21.2.

- Procesos mínimos de tratamiento. Según las condiciones de calidad de la fuente de agua, se las califica en aceptable, regular, deficiente y muy deficiente; para una fuente aceptable, se debe realizar como mínimo la remoción de material flotante de la fuente de agua, mediante cribado o rejillas, seguido de la desinfección, de acuerdo al cuadro 10, 11 y 12.

Cuadro 10. Parámetros de calidad del agua de la fuente. Fuente aceptable

Parámetros	Unidades	Resultados de los análisis en t90
DBO 5 días		
Promedio mensual	mg/L	≤ 1.5
Máximo diario	mg/L	1 – 3
Coliformes totales		
Promedio mensual	(NMP/100 mL)	0 – 50
Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 4
PH promedio		6.0 - 8.5
Turbiedad	(UNT)	<2
Color verdadero	(UPC)	< 10
Gusto y olor		Inofensivo
Cloruros	(mg/L - Cl)	< 50
Fluoruros	(mg/L - F)	< 1.2

Fuente. Normas RAS 2000. Título A. sección A.11.2.2.1.

Cuadro 11 Calidad de la fuente , según el grado de calidad.

Parámetros	Análisis según		Nivel de calidad de acuerdo al grado de polución			
	Norma técnica NTC	Standard Method ASTM	1. Fuente aceptable	2. Fuente regular	3. Fuente deficiente	4. Fuente muy deficiente
DBO 5 días	3630					
Promedio mensual mg/L			≤ 1.5	1.5 - 2.5	2.5 – 4	>4
Máximo diario mg/L			1 – 3	3 – 4	4 – 6	>6
Coliformes totales (NMP/100 mL)						
Promedio mensual		D-3870	0 – 50	50 - 500	500 – 5000	>5000
Oxígeno disuelto mg/L	4705	D-888	>=4	>=4	>=4	<4
PH promedio	3651	D 1293	6.0 – 8.5	5.0 - 9.0	3.8 - 10.5	
Turbiedad (UNT)	4707	D 1889	<2	2 - 40	40 – 150	>= 150
Color verdadero (UPC)			<10	10 -20	20 – 40	>= 40
Gusto y olor		D 1292	Inofensivo	Inofensivo	Inofensivo	Inaceptable
Cloruros (mg/L - Cl)		D 512	<50	50 - 150	150 – 200	300
Fluoruros (mg/L - F)		D 1179	<1.2	<1.2	<1.2	>1.7
GRADO DE TRATAMIENTO						
- Necesita un tratamiento convencional			NO	NO	Si, hay veces (ver requisitos para uso FLDE : literal C.7.4.3.3)	SI
- Necesita unos tratamientos específicos			NO	NO	NO	SI
- Procesos de tratamiento utilizados			(1) = Desinfección + Estabilización	(2) = Filtración Lenta o Filtración Directa + (1)	(3) = Pretratamiento + [Coagulación + Sedimentación + Filtración Rápida] o [Filtración Lenta Diversas Etapas] + (1)	(4) = (3) + Tratamientos específicos

Fuente. Normas RAS 2000. Título B, sección B.3.3.2.1.

1.2.3 Sistemas de evacuación de aguas servidas. Teniendo en cuenta las condiciones de evacuación de aguas negras, se analizó:

✓ Tanques sépticos. Los tanques pueden ser cilíndricos o prismáticos rectangulares. Los cilíndricos se utilizan cuando se quiere minimizar el área útil aumentando la profundidad, y los prismáticos rectangulares en los casos en que se requiera mayor área horizontal o mayor profundidad.

La profundidad útil debe estar entre los valores mínimos y máximos dados en el cuadro 12, de acuerdo con el volumen útil obtenido.

Cuadro 12. Dimensiones de los tanques sépticos

Volumen útil (m³)	Profundidad útil mínima (m)	Profundidad útil máxima (m)
Hasta 6	1.2	2.2
De 6 a 10	1.5	2.5
Más de 10	1.8	2.8

Fuente. Normas RAS 2000. Título A, sección A.11.4.8.

✓ Campos de infiltración. Consiste en una serie de trincheras angostas y relativamente superficiales rellenos con un medio poroso (normalmente grava). Deben localizarse aguas abajo de los tanques sépticos y deben ubicarse en suelos cuyas características permitan una absorción del agua residual que sale de los tanques sépticos a fin de no contaminar las aguas subterráneas. Los canales de infiltración deben localizarse en un lecho de piedras limpias cuyo diámetro debe estar comprendido entre 10 y 60 mm. Debe evitarse la proximidad de árboles, para prevenir la entrada de raíces.

En el cuadro 13 aparecen las dimensiones que se deben usar.

Cuadro 13. Parámetros a tener en cuenta en campos de infiltración

Parámetro	Dimensión
Diámetro de canales	0.10 - 0.15 m
Pendiente	0.3 - 0.5%
Largo máximo	30 m
Ancho del fondo	0.45 a 0.75 m

Fuente. Normas RAS 2000. Título A, sección A.11.4.9.

1.3 INDICADORES DE CALIDAD.

Para calificar algunos aspectos relacionados con el sistema de acueducto y alcantarillado se utilizó indicadores de calidad que cualifiquen su estado de la siguiente manera:

1.3.1 Indicadores de tratamiento. Se utilizó una escala de medida con los siguientes valores:

Óptimo: si el tratamiento es sumamente bueno.

Moderado: si el tratamiento se encuentra dentro de los límites exigidos.

Regular: si el tratamiento se acomoda a las exigencias.

Deficiente: si el tratamiento es incompleto o inadecuado.

1.3.2 Indicadores de calidad. Se utilizó como indicadores los términos CUMPLE, para los componentes que se encuentre en buen estado de funcionamiento y cumplen con las normatividades de diseño para sistemas de acueducto impuestas por las Normas RAS 2000. NO CUMPLE, si el componente no satisface las dimensiones requeridas para un buen funcionamiento del sistema.

1.3.3 Indicadores de características. Se utilizó como indicadores los términos ACEPTABLE, si en el análisis respectivo la muestra de agua no alcanza los valores máximos admisibles estimados por las normas RAS 2000, y NO ACEPTABLE, si el análisis realizado a la muestra de agua, sobrepasa los valores máximos admisibles estimados por la norma.

2. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LA CABECERA DEL CORREGIMIENTO DE CABRERA

2.1 MARCO GENERAL

2.1.1 Datos geográficos. Según la Alcaldía Municipal de Pasto¹, la cabecera del Corregimiento de Cabrera (Cabrera centro) se localiza al oriente de la ciudad de Pasto, a 1° 31' y 1° 59' Latitud Norte y 77° 21' y 77° 40' Longitud Oeste, limita al norte con el Municipio de Buesaco, al sur y oriente con el Corregimiento de La Laguna, y al occidente con el corregimiento de Buesaquillo; se encuentra a 3000 m.s.n.m. y dista cinco kilómetros de la ciudad de Pasto, posee un piso térmico frío, donde se produce trigo, papa, maíz, hortalizas y frutas, según el último censo realizado por el DANE, tiene una población de 1600 habitantes aproximadamente (Figura1).

Figura 1 . Panorámica Iglesia, Corregimiento de Cabrera



Fuente: Proyecto Código Periferia Urbana, Municipio de Pasto.

2.1.2 Caracterización. El Corregimiento de Cabrera está localizado en el extremo nororiental de casco urbano de Pasto, en cercanías del eje vial regional que conduce al departamento del Putumayo, situación que de alguna manera favorece su desarrollo agropecuario y permite la comercialización de la variada producción del territorio.

¹ ALCALDÍA MUNICIPAL DE PASTO. Proyecto Código Periferia Urbana PCPU. San Juan de Pasto: Imprenta municipal, 2000. p.53.

Geográficamente el territorio del Corregimiento de Cabrera forma parte de la Cuenca del Río Pasto, irrigado por numerosas quebradas que favorecen la productividad de los suelos dedicados a la agricultura y ganadería: el territorio forma parte del Alto de Las Animas componente del complejo montañoso del Cerro Bordoncillo.

Los terrenos de Cabrera presentan suelos planos y otros ligeramente inclinados, sobre los cuales la actividad agropecuaria es intensa y favorece el desarrollo socioeconómico de la población allí asentada; la región norte del Corregimiento está conformada por una zona montañosa que cumple la función de dotar e irrigar de agua al sector rural y urbano².

2.1.3 Datos históricos. El territorio de Cabrera perteneció en la Época de la Colonia a la Encomienda de La Laguna asignada a Don Alonso del Valle, contando hacia el siglo XVI con 42 naturales; Cabrera fue territorio del Corregimiento de La Laguna hasta hace poco tiempo y fue separado para conformar su propia vida política y administrativa.

2.1.4 Usos del suelo. Cabrera actualmente se puede considerar como un territorio de alto potencial agropecuario y recreativo paisajístico, por lo cual es notoria la tendencia de localizar nuevos usos especialmente para vivienda campestre, por parte de los habitantes de la ciudad de Pasto.

Según el uso Residencial, se clasifica en:

Unifamiliar: es la más común, de tipo tradicional campesino, construida con materiales de la región, como ladrillo cocido, adobe, tapia pisada teja de barro; aunque hay algunas construcciones modernas en el entorno de la plaza.

Bifamiliar: No existen en la cabecera del Corregimiento, pues la mayoría de las familias tienen espacios generosos para su casa-lote.

Multifamiliar: No existen en la cabecera del Corregimiento, la mayoría de las viviendas son de un piso.

El comercio está limitado a tiendas y restaurantes, que laboran los días sábados y domingos a los visitantes que vienen de Pasto, las Oficinas que funcionan son de carácter institucional como establecimientos educativos y el puesto de salud.

² Ibid., p.53.

La industria no existe, su producción es netamente agropecuaria, y algunos productos que se usan como materia prima (lácteos) son transportados para darle el valor agregado y distribuirlos.

En el campo social, hay instituciones que se encuentran en el entorno de la plaza principal como: el preescolar, la escuela, el colegio, el puesto de salud, la iglesia, la casa cural, entre otras³.

2.1.5 Recursos naturales y ambientales. Se analizaron los aspectos relacionados a su orografía e hidrología, a saber:

✓ Subsistema orográfico. El sector de Cabrera se clasifica según el POT y Corponariño en la clase Agrológica III, se cultiva maíz, papa, cebolla, a las afueras de la cabecera del Corregimiento existe un bosque nativo natural y un bosque secundario generado por la regeneración espontánea.

✓ Subsistema hidrográfico. En lejanías del centro poblado, en las estribaciones del cerro Morasurco, hay un nacimiento de agua, y las quebradas Purgatorio, Duarte y Cabrera nacen en el Alto de las Animas. La quebrada Duarte, atraviesa el pueblo, en donde se realizan descargas de aguas servidas de algunas viviendas y de lavado de algunas fumigadoras⁴.

2.1.6 Sistema de infraestructura básica y complementaria.

✓ Educación. Cabrera cuenta con centros educativos a nivel:
Preescolar: Hogar Infantil Santa Matilde (ICBF)
Primaria: Escuela “Comunidad Educativa Cabrera”
Secundaria: Colegio Liceo América

✓ Salud. Existe un Puesto de Salud, donde se presta atención en: consulta médica, odontología, vacunación, control planificación familiar, control prenatal, control niño sano, citología, baciloscopia, charlas educativas, curaciones, inyectología, promoción y prevención.

✓ Recreación y Deporte. En la plaza principal que hace de polideportivo y las canchas de los establecimientos educativos. Además

³ Ibid., p.54.

⁴ Ibid., p. 57.

en el salón Comunal se realizan reuniones de tipo social, cultural, religioso, entre otros⁵.

✓ Subsistema de servicios públicos domiciliarios. cuenta con servicios públicos básicos como:

Acueducto. Se abastece de las quebradas Vaguada San Francisco y La Pila; la red de conducción abastece además las viviendas rurales y a los surtidores que irrigan los cultivos.

Alcantarillado. No cuenta con alcantarillado, por lo que las aguas servidas son conducidas a las quebradas más próximas a las viviendas.

Energía Eléctrica. La prestación del servicio de energía eléctrica, lo hace la empresa Cedenar, la cual cobra tarifas de electrificación rural.

Telefonía. El servicio de telefonía lo presta la empresa Telecom, por sistema de comunicación aérea satelital, para servicio al público por cabinas o por instalaciones domiciliarias⁶.

2.1.7 Sistema vial. Conformado por vías de tipo:

Regional. El acceso al Corregimiento de Cabrera que se hace desde la Vía a Oriente de carácter regional desde San Fernando.

Radial Corregimental. La vía que desde San Fernando conduce al Corregimiento de Cabrera.

Interveredales. Estas Vías conducen las veredas de: Buena Vista, La Paz, Duarte y San José del Purgatorio del Corregimiento de Cabrera.

Camino Verde. Tramo Oriental: Está conformado por el circuito comprendido entre: San Fernando, La Laguna, Cabrera, Buesaquillo La Alianza, Villa Julia, El Carmelo, Tambo Loma, Cujacal, Aranda, Tescual y el ramal: Alianza Purgatorio, Cabrera⁷.

2.2 SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO.

Para la formulación del diagnóstico, se utilizó las fichas técnicas, elaboradas por la Comisión de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA, comenzando con las

⁵ Ibid., p. 60.

⁶ Ibid., p. 60.

⁷ Ibid., p. 64.

visitas de campo a cada uno de los componentes del sistema de acueducto y alcantarillado si lo hay, para la elaboración de estas fichas. Además se tuvo en cuenta el año de construcción de cada componente, se determinó si cumple o no su período de funcionamiento, con referencia al nivel de complejidad clasificado según las normas RAS 2000; de lo cual se estudió la necesidad de remplazarlo o realizarle adecuaciones para mejorar su funcionamiento.

2.2.1 Sistemas de acueducto. El acueducto del Corregimiento de Cabrera, se comenzó a diseñar en el año de 1977, con autonomía de la Junta Administradora del Acueducto, iniciando la construcción en 1979, se logró construir una captación y un desarenador en la quebrada Vaguada San Francisco hasta empalmar en el tanque de almacenamiento con una longitud de 1200.12 mts. En 1982 se construye una nueva bocatoma localizada 200 mts más abajo de la anterior y con una diferencia de altura de 100 mts aproximadamente de la inicial, la cual se abastece de la misma quebrada y empalma en el tanque. En 1993 se construyó un nuevo sistema con una captación y desarenador en la quebrada La Pila, el cual se acopla al tanque de abastecimiento.

✓ Vaguada San Francisco. En esta quebrada existe dos captaciones de caudal para el sistema de acueducto de la cabecera del corregimiento de Cabrera, en la cual se realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos, los cuales se indican en el cuadro 14.

Comparando los resultados con el cuadro 9, se clasifica a la Quebrada Vaguada San Francisco como una **FUENTE ACEPTABLE**, según los parámetros de calidad de la fuente, la cual necesita únicamente procesos de desinfección más estabilización.

Para la realización de este trabajo se denominó a las dos sistemas de esta fuente, conformados por captación, desarenador, y conducción independientes, como Vaguada San Francisco Alto y Bajo. En donde se identifican los siguientes componentes descritos en el cuadro 15.

Cuadro 14. Identificación de las características físico químicas de la fuente, Quebrada Vaguada San Francisco, Cabecera del Corregimiento de Cabrera

DATOS GENERALES			
Localidad	Cabrera	Municipio	Pasto
Lugar de toma	Captación	Fecha toma muestra	Marzo, 25 de 2004.
Dirección	-	Hora de toma	10:15 a.m.
Acueducto	Junta Admón.	Origen	Superficial
RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO			
CARACTERISTICA	UNIDADES	VALOR ENCONTRADO	VALOR ADMISIBLE SEGÚN RAS 2000
Olor		Aceptable	Inofensivo
Sustancias flotantes	Ausencia	Ausente	Ausente
Color	UPC	0 - 5	< 10
Turbiedad	UNT	0.3	< 2.0
pH	UND	7.2	6.0 -8.5
Cloro residual libre	Cl ₂ ppm	-	
Dureza	CaCO ₃ ppm	28	
Sulfatos	SO ₄ ppm	-	
Hierro	Fe ⁺⁺ ppm	-	
Cloruros	Cl ⁻ ppm	0.39	< 50
Nitritos	NO ₂ ppm	0.00	
Alcalinidad	CaCO ₃ ppm	26	
Conductividad	Microhmios	89.60	
RESULTADO ANALISIS MICROBIOLÓGICO			
MICROORGANISMOS INDICADORES TECNICA SUSTRATO DEFINIDO		VALOR ENCONTRADO	VALOR ADMISIBLE SEGÚN RAS 2000
NMP Coliformes Totales / 100ml		856	0.0 – 50.0 UFC
Escherichia Coli / 100ml		325	0.0 UFC

Cuadro 15 Identificación de los componentes del sistema de acueducto, Quebrada Vaguada San Francisco, Cabecera del Corregimiento de Cabrera.

AGUA DE QUEBRADA VAGUADA SAN FRANCISCO, CORREGIMIENTO DE CABRERA - MPIO. DE PASTO					
FORMATO DT - 01		IDENTIFICACION DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO			
SUBSISTEMA/	PROCESO	UBSISTEMA/COMPONENTE	EXISTE SI/NO	TIPO DE ESTRUCTURA	OBSERVACIONES
Producción	Captación	Cuenca	SI		Dos Captaciones
		Fuente			Presenta Scherrichia Coli
		Captacion	SI	SUMERGIDA	
		Estacion de bombeo	NO		
		Aducción - Impulsion	NO		
		Desarenador	SI	CONVENCIONAL	Cumplido periodo de vida util
		Aducción	SI	A GRAVEDAD	En la primera captacion no cumple con el diámetro mínimo estipulado en las Ras
		Tratamiento			No existe dosificador adecuado
		Tratamiento - Macromedicio	SI	CLORACION	
Distribucion	Distribucion	Bombeo	NO		
		Almacenamiento	SI	CONVENCIONAL	
		Distribución	SI		
		Redes Principales	SI	A GRAVEDAD, PVC	
		Redes Secundarias	SI	PVC	
		Conexiones Domiciliarias	SI	PVC	
		Conexiones Internas o Intradomici	SI	PVC	

✓ Vaguada San Francisco Alto. Dotado de una captación sumergida, un desarenador convencional y una conducción en tubería pvc, con una longitud de 1200.12 mts.

- Datos generales para la verificación del sistema en el estado actual. Teniendo en cuenta algunos parámetros de las Normas RAS 2000, se analizaron las condiciones de la infraestructura existente y la proyección a futuro de los componentes de los sistemas de acueducto y alcantarillado de la Cabecera del Corregimiento de Cabrera, como período de diseño, diámetros mínimos, etc. para verificar el estado de funcionamiento y si es necesario plantear alternativas para su optimización.

El chequeo se ciñe a la norma RAS 2000 del Ministerio de Desarrollo Económico, dirección de agua potable y saneamiento básico. Comprende el chequeo de bocatoma de fondo, desarenador, conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución. Se realizó el cálculo, teniendo en cuenta los datos del cuadro 16.

Cuadro 16. Datos Generales, Sistema de Acueducto, Cabecera del Corregimiento de Cabrera

Población actual	1200	hab.
Numero de viviendas	200	
Hab por vivienda	6	
Clasificación de acuerdo a RAS2000		
Nivel de Complejidad:	bajo	
Temperatura Promedio	10	°C
Zona	rural	
Periodo de Diseño del Sistema	15	años

Rata promedio. Para el cálculo de la población no fue factible obtener datos censales anteriores de habitantes de este sector, consecuente se asumió una rata de crecimiento poblacional del 3%, ya que la mayoría de los corregimientos con desarrollo y clima similar, que están dentro de la jurisdicción de la ciudad de Pasto, tienen este porcentaje de incremento de la población

Se determinó los consumos para cada uso, según las condiciones de servicio, sector rural con un nivel de complejidad bajo, estipulados en las normas RAS 2000, Título B, sección B.2.3.1. En el cuadro 17 se indican los caudales asignados para cada uso.

Dotación Neta. Es la cantidad mínima de agua para satisfacer las necesidades básicas, sin considerar las pérdidas. Por el nivel de complejidad bajo, las dotaciones netas deben estar entre 100 y 150 l/hab./día, según la Norma RAS 2000, Título B, sección B.2.4.1.

Cuadro 17. Determinación de caudales para cada uso

USOS DEL AGUA		
Uso doméstico	rural	
CONSUMOS DOMESTICO		
Aseo personal	25.0	l/hab./día
Cocina	20.0	l/hab./día
Lavado de ropa	10.0	l/hab./día
Inodoros	30.0	l/hab./día
Lavado de pisos	5.0	l/hab./día
Riego de zonas verdes	10.0	l/hab./día
TOTAL	100.0	l/hab./día
CONSUMO ESCOLAR	50.0	l/alumno/día

Dotación Bruta. Cuando no se dispone de registros del porcentaje de pérdidas técnicas admisibles se asume de acuerdo al nivel de complejidad, según lo establecido en la norma RAS 2000, sección B.2.5.4. Para el nivel de complejidad bajo, la dotación bruta es del 40%.

Se calculó la dotación bruta, en el cuadro 18 se resumen los resultados obtenidos:

Cuadro 18. Dotación bruta para uso residencial y escolar

Dotación Bruta Residencial =	166.67	l/hab./día
Dotación Bruta Escolar =	71.43	l/alumno/día

Demanda. En el cuadro 20 se calculan los caudales medio horario, máximo diario y horario, multiplicando la dotación bruta por un coeficiente de consumo máximo diario, y horario del cuadro 19, dependiendo del nivel de complejidad, según la norma RAS 2000, título B, sección B.2.7.3.

Cuadro 19. Coeficientes de consumo máximos

Coeficiente de consumo máximo diario (K1) =	1.3
Coeficiente de consumo máximo horario (K2) =	1.6
Consumo Residencial =	2.31 lps
consumo Escolar =	0.99 lps

Cuadro 20. Caudal medio diario, máximo diario y horario

Consumos	Residencial		Escolar
Consumo medio diario	2.31	Lps	0.05
Consumo máximo diario	3.01	Lps	0.06
Consumo máximo horario	4.81	Lps	0.10

Proyección futura. La población actual se proyectó por el método aritmético, a partir de la población existente en este año, la proyección de la población se la realizó teniendo en cuenta el periodo de diseño de cada componente. En el cuadro 21 se consignan los resultados.

Cuadro 21. Población futura, según el período de diseño de cada componente

SISTEMA	años	Poblacion Futura
CAPTACION	15	1870
DESARENADOR	15	1870
ADUCCION	15	1870
TANQUE	20	2167
RED MATRIZ	20	2167
RED SECUNDARIA	15	1870

Caudal asignado. En el cuadro 22 se calculó un caudal de diseño para cada componente del sistema de acueducto.

Cuadro 22. Caudal de diseño para cada componente del sistema

SISTEMA	años	Consumo medio diario	consumo maximo diario	consumao maximo horario	Caudal de diseño
CAPTACION	15	3.606	4.69	7.50	4.13
DESARENADOR	15	3.606	4.69	7.50	4.13
ADUCCION	15	3.606	4.69	7.50	3.61
TANQUE	20	4.181	5.44	8.70	8.70
RED MATRIZ	20	4.181	5.44	8.70	8.70
RED SECUNDARIA	15	3.606	4.69	7.50	7.50

- Captación. El tipo de estructura empleado en la captación es bocatoma sumergida, con rejilla de barrotes de dimensiones 0.30 x 0.80 mts, provista de aletas laterales para encausar la fuente.

Esta captación, tiene un período de funcionamiento de 25 años, sobrepasando el período de diseño de 15 años para niveles de complejidad bajo, según el cuadro 23.

Cuadro 23. Diagnóstico de la captación; Vaguada San Francisco Alto, Cabecera del Corregimiento de Cabrera

AGUA DE CABRERA CENTRO, CORREGIMIENTO DE CABRERA - MPIO. DE PASTO				
FORMATO DT - 03		DIAGNOSTICO DE LA CAPTACION		
TIPO DE CAPTACION	NOMBRE / UBICACIÓN	CAPACIDAD	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	MANTENIMIENTO
SUMERGIDA	3010 MSNM KO+00,00 Q. VAGUADA SAN FRANCISCO	6,7LPS	MODERADO	UNA VEZ A LA SEMANA

Estado actual. Presenta fisuras en sus acabados, lo que la hace vulnerable a filtraciones cuando se presenten variaciones de exceso de caudal en épocas de invierno.

Cálculo de la estructura en sus condiciones actuales. En el cuadro 25 se realizó el cálculo de la rejilla por medio del método de las velocidades, asumiendo el largo de la rejilla en 0.20mts. y tomando como base los datos del cuadro 24.

Cuadro 24. Datos generales, cálculo de la rejilla – captación Vaguada San Francisco Alto

Caudal de la fuente	6.70	lps
Qmin :	2.00	lps
Qmed :	5.50	lps
Qmax :	35.00	lps
Diametro de barras	1.27	cm
Espaciamiento barras	2.00	cm
Distancia entre muros	2.00	mts
Q. de diseño de la rejilla	11.81	lps

Cuadro 25. Cálculo de la rejilla por método de las velocidades

L (largo) =	0.60	m t
K (coef. pérdidas) =	1.56	
H (altura lámina) =	0.02	m t
Vh (Vel. horizontal) =	0.20	mt/seg.
e (% útil de la rejilla) =	0.61	
C (coef. De descarga) =	0.90	
Vp (Vel. de paso) =	0.15	mts/seg.
Xs (ancho) =	0.18	mts
B (ancho calc.) =	0.30	mts
L (largo calc.) =	0.48	mts
Area de Captación =	0.14	mts²

El estado actual en que se encuentra esta captación **CUMPLE** con las medidas calculadas, puesto que las medidas calculadas B = 30cm. y L = 48 cm, son menores que las dimensiones de la rejilla instalada de B = 30cm. y L = 80cm, en conclusión la captación está funcionando con las medidas adecuadas, la cual admite captar el caudal necesario para la población actual en el cuadro de datos generales. Por lo tanto se recomienda realizarle un mantenimiento adecuado y permanente a la captación, para que en el futuro, no presente inconvenientes en el sistema por obstrucción con algún tipo de material. Aunque es necesario remplazarla ya que sobrepasa el período de diseño a la cual fue diseñada.

Proyección futura. Dado el caso del estado actual de la captación, es necesario realizar un bosquejo para obtener las medidas adecuadas para una población proyectada a partir de la de este año, según los datos generales proyectados en el cuadro 26. Se calculó la rejilla necesaria para captar el caudal necesario para satisfacer las necesidades de una población futura calculada a partir de la población de este año, resumiendo el cálculo en el cuadro 27.

Cuadro 26. Datos generales proyectados, cálculo de la rejilla – captación Vaguada San Francisco Alto

Caudal de la fuente	6.70	lps
Q min :	2.00	lps
Q med :	5.50	lps
Q max :	35.00	lps
Diametro de barras	1.27	cm
Espaciamiento barras	2.00	cm
Distancia entre muros	2.00	mts
Q. de diseño de la rejilla	12.39	lps

Cuadro 27. Cálculo proyectado de la rejilla por método de las velocidades

L (largo) =	0.60	mt
K (coef. pérdidas) =	1.56	
H (altura lámina) =	0.02	mt
Vh (Vel. horizontal) =	0.20	mt/seg.
e (% útil de la rejilla) =	0.61	
C (coef. De descarga) =	0.90	
Vp (Vel. de paso) =	0.15	mts/seg.
Xs (ancho) =	0.18	mts
B (ancho calc.) =	0.30	mts
L (largo calc.) =	0.50	mts
Area de Captación =	0.15	mts²

La rejilla que actualmente está funcionando de medidas B = 30cm. y L = 80cm, **CUMPLE** con las exigencias para el caudal de diseño para la población futura, proyectada a partir de la población del año de 2004. Se recomienda realizarle un mantenimiento adecuado y permanente a la captación, aunque en un futuro es necesario realizar un diseño adecuado teniendo en cuenta la población proyectada a partir de la existente en el año de construcción del nuevo sistema.

- Desarenador. Se construyó en 1979, de tipo convencional dotado de zona de entrada, zona de salida y zona de lodos. De dimensiones 3.5 * 2.0 * 1.5mts.

Estado actual. Su funcionamiento es aceptable, en cuanto a su estructura se encuentra en regular estado, en el cuadro 28 se resume el diagnóstico para el desarenador.

Cuadro 28. Diagnóstico del Desarenador; Vaguada San Francisco Alto, Cabecera del Corregimiento de Cabrera

AGUA DE CABRERA CENTRO, CORREGIMIENTO DE CABRERA - MPIO. DE PASTO					
FORMATO DT - 04		DIAGNOSTICO DE LA DESARENADOR			
NOMBRE / UBICACIÓN	CAPACIDAD (Lts/Seg)	ESTADO DE ACCESO	ESTADO DE COLMATACION	ESTADO DE LA ESTRUCTURA	MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA
3009 MSNM K0+50.70	6,7LPS	REGULAR		MODERADO	UNA VEZ A LA SEMANA

Cálculo de la estructura en sus condiciones actuales. Para una población de 1200 habitantes, se realizó el cálculo el desarenador en el cuadro 29.

Cabe aclarar que se asumieron los diámetros de partículas a remover y el porcentaje de remoción, ya que no se realizaron los ensayos pertinentes por ser una fuente de manantial, se recomienda en un futuro realizar un estudio minucioso para el cálculo de las dimensiones de los componentes del sistema de acueducto.

Cuadro 29. Cálculo del Desarenador

Caudal (Q) =	2.48	Lps
Gravedad (g) =	981	cm/seg.
Gravedad específica (S) =	2.65	g/cm ³
Viscosidad cinemática asumida (v) =	0.01308	cm ² /seg.
Diámetro de partículas a remover =	0.01	cm.
Velocidad de sedimentación (vs.) =	0.69	
Reynolds (Re) =	0.53	<1
Tipo de Flujo =		laminar
Profundidad efectiva adoptada (H) =	0.90	mts
Tiempo teórico (t) _t =	130.91	seg.
Deposito con deflectores		buenos
% de remoción =	87%	
a/t =	2.75	
Periodo de retención (a) =	6.00	min.
a (norma) =	20	min.
Volumen (Vol.) =	2.97	mts ³
Area Superficial (As) =	3.302	mts ²
Asmin =	0.004	mts ²
Asmin < As	0.0036	< 3.302 mts ²
Longitud (L)= L/H=10		
L =	9	mts
B =	0.37	mts
B asumido =	1	mts
L calculado =	3.3	mts
H calculado =	0.9	mts
Relación 3<L/B<6		
L/B =	3.30	OK
Chequeo Tiempo de retención		
(t) _t min. =	6.00	< 20

El desarenador que actualmente está funcionando de dimensiones 3.5 * 2.0 *1.5m en adecuadas condiciones de servicio, **CUMPLE** las dimensiones para un funcionamiento adecuado para abastecer a la población existente, por tanto es necesario realizar un mantenimiento permanente y adecuado. Se recomienda impermeabilizarlo por haber excedido el período de diseño para el cual fue construido y así mejorar la calidad del servicio evitando fugas. En un futuro es necesario remplazarlo.

Proyección futura. En el cuadro 30 se calculó las dimensiones del desarenador para una población proyectada de 1870 habitantes, a partir de la población de este año.

Cuadro 30. Cálculo del desarenador para una población futura

Caudal (Q) =	4.13	Lps
Gravedad (g) =	981	cm/seg.
Gravedad específica (S) =	2.65	g/cm ³
Viscosidad cinemática (v) =	0.01308	cm ² /seg.
Diámetro de partículas a remover =	0.01	cm.
Velocidad de sedimentación (vs.) =	0.69	
Reynolds (Re) =	0.53	<1
Tipo de Flujo =		laminar
Profundidad efectiva adoptada (H) =	1.50	mts
Tiempo teórico (t) _t =	218.18	seg.
Deposito con deflectores		buenos
% de remoción =	87%	
a/t =	2.75	
Periodo de retención (a) =	10.00	min.
a (norma) =	20	min.
Volumen (Vol.) =	4.96	mts ³
Area Superficial (As) =	3.305	mts ²
As _{min} =	0.006	mts ²
As _{min} < As	0.0060	< 3.305 mts ²
Longitud (L) = L/H = 10		
L =	15	mts
B =	0.22	mts
B asumido =	1	mts
L calculado =	3.3	mts
H calculado =	1.5	mts
Relación 3 < L/B < 6		
L/B =	3.31	OK
Chequeo Tiempo de retención		
(t) _t min. =	10.00	< 20

Se recomienda reemplazar en un futuro el desarenador por otro de dimensiones 1 * 3.3 * 1.5m, teniendo en cuenta que la vida útil del existente ya sobrepaso el período de diseño para el cual fue construido.

- **Conducción.** El agua se conduce a través de una tubería de PVC, RDE 26 de varios diámetros entre 3 y 2 plg, para los siguientes tramos:
 K0 + 00.00 – k0 + 50.70 tubería pvc de diámetro 3”
 K0 + 50.70 – k0 + 545.00 tubería pvc diámetro 2 ½”
 K0 + 545.00 – k1 + 200.12 tubería pvc diámetro 2”.

Esta tubería toma la forma de la topografía del sector, bajando el agua por gravedad. Cada toma de agua tiene su conducción independiente, esta tubería se encuentra en buen estado, aunque la mayoría de los tramos ya cumplieron su vida útil. La evaluación completa de cada sistema de abastecimiento se detalla en los formatos correspondientes a las fichas técnicas de la Comisión Reguladora de Agua y Saneamiento Básico.

Estado actual. Es la más antigua, se instaló en 1979, tiene un período de funcionamiento de 25 años, presentado algunos problemas como fugas e infiltraciones de agua contaminadas por fungicidas utilizados para los cultivos. En el cuadro 31 se resume el diagnóstico de la conducción.

Cuadro 31. Diagnóstico de Conducción; Vaguada San Francisco Alto, Cabecera del Corregimiento de Cabrera

AGUA DE CABRERA CENTRO, CORREGIMIENTO DE CABRERA - MPIO. DE PASTO							
ADUCCION (CAPTACION - TANQUE DE CONDUCCION)	FORMATO DT - 05		DIAGNOSTICO DE ADUCCION Y CONDUCCION				
	TRAMO	DIAMETRO	MATERIAL	CLASE	LONGITUD	ACCESORIOS	OBSERVACIONES
ADUCCION (CAPTACION - TANQUE DE CONDUCCION)	I	K0 + 00,00					
	F	K0 + 50,70	3"	PVC	RDE 26	50,7	
	I	K0 + 50,70					
	F	K0 + 133,60	2 1/2"	PVC	RDE 26	82,9	
	I	K0 + 133,60					
	F	K0 + 199,70	2 1/2"	PVC	RDE 26	66,1	
	I	K0 + 199,70					
	F	K0 + 239,30	2 1/2"	PVC	RDE 26	39,6	
	I	K0 + 239,30					
	F	K0 + 261,20	2 1/2"	PVC	RDE 26	21,9	
	I	K0 + 261,20					
	F	K0 + 321,30	2 1/2"	PVC	RDE 26	60,1	PURGA, VENTOSA
	I	K0 + 321,30					
	F	K0 + 448,60	2 1/2"	PVC	RDE 26	127,3	PURGA, VENTOSA
	I	K0 + 448,60					
	F	K0 + 487,50	2 1/2"	PVC	RDE 26	38,9	
	I	K0 + 487,50					
	F	K0 + 545,00	2 1/2"	PVC	RDE 26	57,5	
	I	K0 + 545,00					
	F	K0 + 755,00	2"	PVC	RDE 26	210	PURGA, VENTOSA, VALVULA
	I	K0 + 755,00					
	F	K0 + 868,15	2"	PVC	RDE 26	113,15	CAMARA DE QUIEBRE
	I	K0 + 868,15					SALEN DOS TUBERIAS
	F	K0 + 951,07	2"	PVC	RDE 26	82,92	
	I	K0 + 951,07					
	F	K0 + 980,45	2"	PVC	RDE 26	29,38	
	I	K0 + 980,45					
	F	K1 + 49,55	2"	PVC	RDE 26	69,1	
	I	K1 + 49,55					
	F	K1 + 86,87	2"	PVC	RDE 26	37,32	
	I	K1 + 86,87					
	F	K1 + 152,29	2"	PVC	RDE 26	65,42	
	I	K1 + 152,29					
	F	K1 + 200,12	2"	PVC	RDE 26	47,83	
	I	K1 + 200,12					
	F	K1 + 283,10	2 1/2"	PVC	RDE 26	82,98	
	I	K1 + 283,10					
	F	K1 + 325,18	2 1/2"	PVC	RDE 26	42,08	
	I	K1 + 325,18					
	F	K1 + 397,28	2 1/2"	PVC	RDE 26	72,1	
I	K1 + 397,28						
F	K1 + 470,32	2 1/2"	PVC	RDE 26	73,04		
I	K1 + 470,32						
F	K1 + 521,07	2 1/2"	PVC	RDE 26	50,75		
I	K1 + 521,07						
F	K1 + 561,17	2 1/2"	PVC	RDE 26	40,1		
I	K1 + 561,17						
F	K1 + 605,94	2 1/2"	PVC	RDE 26	44,77	VALVULA	
I	K1 + 605,94					RAMAL DE 2" L = 132M	
F	K1 + 663,10	2"	PVC	RDE 26	57,16		
I	K1 + 663,10						
F	K1 + 712,79	2"	PVC	RDE 26	46,69		
I	K1 + 712,79						
F	K1 + 747,86	2"	PVC	RDE 26	35,07		
I	K1 + 747,86						
F	K1 + 818,82	2"	PVC	RDE 26	70,96	CAMARA DE QUIEBRE, VALVULA	
I	K1 + 818,82						
F	K1 + 867,81	2"	PVC	RDE 26	48,99		
I	K1 + 867,81						
F	K1 + 893,16	2"	PVC	RDE 26	25,35		
I	K1 + 893,16						
F	K1 + 965,31	2"	PVC	RDE 26	72,15		
I	K1 + 965,31						
F	K2 + 13,69	2"	PVC	RDE 26	48,38		
I	K2 + 13,69						
F	K2 + 55,69	2"	PVC	RDE 26	42		
I	K2 + 55,69						
F	K2 + 103,09	2"	PVC	RDE 26	47,4		
I	K2 + 103,09						
F	K2 + 163,39	2"	PVC	RDE 26	60,3		

Cálculo de la estructura en sus condiciones actuales. En el cuadro 32 se resume el cálculo.

Cuadro 32. Cálculo de la conducción

TRAMO		LONGITUD		CAUDAL		DIAMETRO		VELOCIDAD	COTARAJA		PIEZOMETRICA		PERDIDAS		PRESION DISPONIBLE	
DE	A	TOPOS	REAL	DISEÑO	PULG.	RDE	m/s	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	UNITARIAS	TOTALES	INICIAL	FINAL	
0.00	50.70	50.70	50.71	2.48	4.00	26	0.31	3010.35	3009.57	3008.35	3008.30	0.00	0.05	2.0	1.27	
50.70	133.60	82.90	83.44	2.48	2.50	26	0.78	3009.57	3000.06	3008.30	3007.45	0.01	0.85	1.3	7.39	
133.60	199.70	66.10	66.37	2.48	2.50	26	0.78	3000.06	2994.10	3007.45	3006.78	0.01	0.67	7.4	12.68	
199.70	239.30	39.60	39.98	2.48	2.50	26	0.78	2994.10	2988.57	3006.78	3006.37	0.01	0.41	12.7	17.80	
239.30	261.20	21.90	21.90	2.48	2.50	26	0.78	2988.57	2988.42	3006.37	3006.15	0.01	0.22	17.8	17.73	
261.20	321.30	60.10	60.50	2.48	2.50	26	0.78	2988.42	2981.47	3006.15	3005.54	0.01	0.61	17.7	24.07	
321.30	448.60	127.30	127.75	2.48	2.50	26	0.78	2981.47	2970.81	3005.54	3004.24	0.01	1.30	24.1	33.43	
448.60	487.50	38.90	38.90	2.48	2.50	26	0.78	2970.81	2970.77	3004.24	3003.84	0.01	0.39	33.4	33.07	
487.50	545.00	57.50	57.75	2.48	2.50	26	0.78	2970.77	2965.42	3003.84	3003.26	0.01	0.59	33.1	37.84	
545.00	755.00	210.00	210.08	2.48	2.50	26	0.78	2965.42	2971.34	3003.26	3001.13	0.01	2.13	37.8	29.79	
755.00	868.15	113.15	113.92	2.48	2.00	26	1.22	2971.34	2958.10	2969.34	2965.92	0.03	3.42	2.0	7.82	
868.15	951.07	82.92	83.46	2.48	2.00	26	1.22	2958.10	2948.66	2965.92	2963.41	0.03	2.51	7.8	14.75	
951.07	980.35	29.28	29.64	2.48	2.00	26	1.22	2948.66	2944.07	2963.41	2962.52	0.03	0.89	14.7	18.45	
980.35	1049.55	69.20	69.62	2.48	2.00	26	1.22	2944.07	2936.42	2962.52	2960.42	0.03	2.09	18.4	24.00	
1049.55	1086.87	37.32	37.66	2.48	2.00	26	1.22	2936.42	2931.39	2960.42	2959.29	0.03	1.13	24.0	27.90	
1086.87	1152.49	65.62	65.81	2.48	2.00	26	1.22	2931.39	2926.42	2959.29	2957.31	0.03	1.98	27.9	30.89	
1152.49	1200.12	47.63	47.82	2.48	2.00	26	1.22	2926.42	2922.15	2926.42	2924.98	0.03	1.44	0.0	2.83	

Según las normas RAS 2000 los diámetros mínimos para sistemas de conducción para nivel de complejidad bajo es de 2 pulg, por lo tanto la tubería existente sobrepasa el período de diseño, además, **NO CUMPLE** con los cálculos indicados en el cuadro 33. Se recomienda remplazar la tubería y sus aditamentos en los siguientes tramos:

K0 + 00.00 – k0 + 50.70 por tubería de diámetro 4”

K0 + 545.00 – k0 + 755.00 por tubería de diámetro 2 ½”

K0 + 755.00 – k1 + 200.12 por tubería de diámetro 2”.

Proyección futura. Tomando como base para la proyección los habitantes de este año, se calculó en el cuadro 33 la red de conducción para población futura, según el período de diseño de los componentes, para el caso de la conducción una población futura de 1870 habitantes.

Cuadro 33. Cálculo de la conducción para población futura

TRAMO		LONGITUD		CAUDAL		DIAMETRO		VELOCIDAD	COTARAJA		PIEZOMETRICA		PERDIDAS		PRESION DISPONIBLE	
DE	A	TOPOS	REAL	DISEÑO	PULG.	RDE	m/s	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	UNITARIAS	TOTALES	INICIAL	FINAL	
0.00	50.70	50.70	50.71	3.61	4.00	26	0.44	3010.35	3009.57	3008.35	3008.25	0.00	0.10	2.0	1.32	
50.70	133.60	82.90	83.44	3.61	2.50	26	1.14	3009.57	3000.06	3008.25	3006.55	0.02	1.70	1.3	6.49	
133.60	199.70	66.10	66.37	3.61	2.50	26	1.14	3000.06	2994.10	3006.55	3005.20	0.02	1.35	6.5	11.10	
199.70	239.30	39.60	39.98	3.61	2.50	26	1.14	2994.10	2988.57	3005.20	3004.39	0.02	0.81	11.1	15.82	
239.30	261.20	21.90	21.90	3.61	2.50	26	1.14	2988.57	2988.42	3004.39	3003.94	0.02	0.45	15.8	15.52	
261.20	321.30	60.10	60.50	3.61	2.50	26	1.14	2988.42	2981.47	3003.94	3002.71	0.02	1.23	15.5	21.24	
321.30	448.60	127.30	127.75	3.61	2.50	26	1.14	2981.47	2970.81	3002.71	3000.11	0.02	2.60	21.2	29.30	
448.60	487.50	38.90	38.90	3.61	2.50	26	1.14	2970.81	2970.77	3000.11	2999.32	0.02	0.79	29.3	28.55	
487.50	545.00	57.50	57.75	3.61	2.50	26	1.14	2970.77	2965.42	2999.32	2998.15	0.02	1.17	28.6	32.73	
545.00	755.00	210.00	210.08	3.61	2.50	26	1.14	2965.42	2971.34	2998.15	2993.87	0.02	4.27	32.7	22.53	
755.00	868.15	113.15	113.92	3.61	2.00	26	1.78	2971.34	2958.10	2969.34	2962.48	0.06	6.86	2.0	4.38	
868.15	951.07	82.92	83.46	3.61	2.00	26	1.78	2958.10	2948.66	2962.48	2957.45	0.06	5.03	4.4	8.79	
951.07	980.35	29.28	29.64	3.61	2.00	26	1.78	2948.66	2944.07	2957.45	2955.67	0.06	1.79	8.8	11.60	
980.35	1049.55	69.20	69.62	3.61	2.00	26	1.78	2944.07	2936.42	2955.67	2951.47	0.06	4.19	11.6	15.05	
1049.55	1086.87	37.32	37.66	3.61	2.00	26	1.78	2936.42	2931.39	2951.47	2949.20	0.06	2.27	15.1	17.81	
1086.87	1152.49	65.62	65.81	3.61	2.00	26	1.78	2931.39	2926.42	2949.20	2945.24	0.06	3.96	17.8	18.82	
1152.49	1200.12	47.63	47.82	3.61	2.00	26	1.78	2926.42	2922.15	2926.42	2923.54	0.06	2.88	0.0	1.39	

Debido a que la tubería ya cumplió su período de diseño, se recomienda realizar un estudio minucioso para el diseño de los componentes del sistema de acueducto para este Corregimiento.

✓ Vaguada San Francisco Bajo.

- Captación. Se construyó en 1982, de tipo superficial, sumergida, no tiene problemas en su funcionamiento. En el cuadro 34 se resume las condiciones actuales.

Cuadro 34. Diagnóstico de la Captación; Vaguada San Francisco Bajo, Cabecera del Corregimiento de Cabrera

AGUA DE CABRERA CENTRO, CORREGIMIENTO DE CABRERA - MPIO. DE PASTO				
FORMATO DT - 06		DIAGNOSTICO DE LA CAPTACION No. 2		
TIPO DE CAPTACION	NOMBRE / UBICACIÓN	CAPACIDAD	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	MANTENIMIENTO
SUMERGIDA	2910 MSNM KO + 00,00 Q. VAGUADA SAN FRANSISCO	10 LPS	MODERADO	UNA VEZ A LA SEMANA

Estado actual. Con un período de funcionamiento de 22 años, sobrepasando los 15 años para nivel de complejidad bajo, según el cuadro1. Actualmente no presenta problemas en cuanto a su estructura y funcionamiento.

Cálculo de la estructura en sus condiciones actuales. Se resume el cálculo a continuación:

Datos generales. En el cuadro 35 se indican los datos para el cálculo de la rejilla; el cual se realizó por el método de las velocidades resumidos en el cuadro 36, asumiendo el largo de la rejilla en 0.20 mts.

Cuadro 35. Datos generales, cálculo de la rejilla – captación Vaguada San Francisco Alto

Caudal de la fuente:	6.70	lps
Qmin :	2.00	lps
Qmed :	4.00	lps
Qmax :	30.00	lps
Diametro de barras	1.27	cm
Espaciamiento barras	2.00	cm
Distancia entre muros	1.40	mts
Q. de diseño de la rejilla	11.81	lps

Cuadro 36. Cálculo de la rejilla por método de las velocidades

L (largo) =	0.200	mt
K (coef. pérdidas) =	1.560	
H (altura lámina) =	0.035	mt
Vh (Vel. horizontal) =	0.290	mt/seg.
e (% útil de la rejilla) =	0.612	
C (coef. De descarga) =	0.9	
Vp (Vel. de paso) =	0.15	mts/seg.
Xs (ancho) =	0.245	mts
B (ancho calc.) =	0.25	mts
L (largo calc.) =	0.58	mts
Area de Captación =	0.14	mts²

La captación fue construida para compensar las deficiencias de caudal generadas por la mínima captación producida por el sistema de acueducto de Vaguada de San Francisco alto, ha cumplido con su período de vida. Las dimensiones de la rejilla calculada con datos actuales es de B = 25cm y L = 58cm captando un caudal de 6.70lps, similar a B = 30 cm y L = 60 cm de la rejilla que se encuentra en funcionamiento normal. Por lo tanto la rejilla que actualmente está trabajando **CUMPLE** con las dimensiones calculadas para un adecuado funcionamiento para la población existente.

Proyección futura. Tomando como base la población futura calculada a partir del censo realizado en el año de 2004, se verifica si la captación existente funcionará de manera aceptable. En el cuadro 37 se indican los datos generales con los cuales se realizó el cálculo de la rejilla; el cálculo se lo resume en el cuadro 38.

Cuadro 37. Datos generales para el cálculo de la rejilla

Caudal de la fuente:	6.70	lps
Qmin :	2.00	lps
Qmed :	4.00	lps
Qmax :	30.00	lps
Diametro de barras	1.27	cm
Espaciamiento barras	2.00	cm
Distancia entre muros	1.40	mts
Q. de diseño de la rejilla	12.39	lps

Cuadro 38. Cálculo proyectado de la rejilla, captación sumergida

L (largo) =	0.200	mt
K (coef. pérdidas) =	1.560	
H (altura lámina) =	0.035	mt
Vh (Vel. horizontal) =	0.290	mt/seg.
e (% útil de la rejilla) =	0.612	
C (coef. De descarga) =	0.9	
Vp (Vel. de paso) =	0.15	mts/seg.
Xs (ancho) =	0.245	mts
B (ancho calc.) =	0.25	mts
L (largo calc.) =	0.61	mts
Area de Captación =	0.15	mts²

Ya que ésta captación cumplió el período de vida útil, se recomienda remplazarla por otra de dimensiones B = 25cm y L = 65cm. Sin embargo, es necesario aclarar que las dimensiones de la rejilla cumplen con las dimensiones para una población proyectada a partir de la población actual.

- Desarenador. Se construyó en 1989, de tipo convencional. En el cuadro 39 se resume sus características de funcionamiento.

Cuadro 39. Diagnóstico del Desarenador; Vaguada San Francisco Bajo, Cabecera del Corregimiento de Cabrera

AGUA DE QUEBRADA VAGUADA SAN FRANCISCO, CORREGIMIENTO DE CABRERA - MPIO. DE PASTO					
FORMATO DT - 07		DIAGNOSTICO DE DESARENADOR V.S.BAJO			
NOMBRE / UBICACIÓN	CAPACIDAD (Lts/Seg)	ESTADO DE ACCESO	ESTADO DE COLMATACION	ESTADO DE LA ESTRUCTURA	MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA
3009 MSNM K0 + 50,70	10 LPS	REGULAR		MODERADO	UNA VEZ A LA SEMANA

Estado actual. Se encuentra en un regular estado en cuanto a su estructura, su funcionamiento es bueno, aunque sobrepasa el período de diseño de 15 años para nivel de complejidad bajo.

Cálculo de la estructura en sus condiciones actuales. Es importante aclarar que se asumió el diámetro de las partículas a remover ya que no se ha realizado un ensayo para calcular este dato. En el siguiente cuadro se resume el cálculo.

Cuadro 40. Cálculo del Desarenador

Caudal (Q) =	2.48	lps
Gravedad (g) =	981	cm/seg.
Gravedad específica (S) =	2.65	g/cm ³
Viscosidad cinemática (v) =	0.01308	cm ² /seg.
Diámetro de partículas a remover =	0.01	cm.
Velocidad de sedimentación (vs.) =	0.69	
Reynolds (Re) =	0.53	<1
Tipo de Flujo =	laminar	
Profundidad efectiva adoptada (H) =	0.90	mts
Tiempo teórico (t) _t =	130.91	seg.
Deposito con deflectores	buenos	
% de remoción =	87%	
a/t =	2.75	
Periodo de retención (a) =	6.00	min.
a (norma) =	20	min.
Volumen (Vol.) =	2.97	mts ³
Area Superficial (As) =	3.302	mts ²
As _{min} =	0.004	mts ²
As _{min} < As	3.302	mts ²
Longitud (L)= L/H=10		
L =	9	mts
B =	0.37	mts
B asumido =	1	mts
L calculado =	3.3	mts
H calculado =	0.9	mts
Relación 3<L/B<6		
L/B =	3.30	OK
Chequeo Tiempo de retención		
(t)t min. =	6.00	< 20

Al igual que la captación, el desarenador ha superado su período de vida útil en 7 años y de forma semejante, en cuanto a las dimensiones de la estructura **CUMPLE** con la verificación realizada en los cálculos para la población actual y se muestra en el cuadro 40.

Proyección futura. En el cuadro 41 se cálculo las dimensiones del desarenador para una población futura, proyectada a partir de la existente.

Cuadro 41. Cálculo proyectado del desarenador

Caudal (Q) =	4.13	lps
Gravedad (g) =	981	cm/seg.
Gravedad específica (S) =	2.65	g/cm ³
Viscosidad cinemática (v) =	0.01308	cm ² /seg.
Diámetro de partículas a remover =	0.01	cm.
Velocidad de sedimentación (vs.) =	0.69	
Reynolds (Re) =	0.53	<1
Tipo de Flujo =		laminar
Profundidad efectiva adoptada (H) =	1.00	mts
Tiempo teórico (t) _t =	145.45	seg.
Deposito con deflectores		buenos
% de remoción =	87%	
a/t =	2.75	
Periodo de retención (a) =	6.67	min.
a (norma) =	20	min.
Volumen (Vol.) =	4.96	mts ³
Area Superficial (As) =	4.958	mts ²
Asmin =	0.006	mts ²
Asmin < As	4.958	mts ²
Longitud (L)= L/H=10		
L =	10	mts
B =	0.50	mts
B asumido =	1.5	mts
L calculado =	3.3	mts
H calculado =	1	mts
Relación 3<L/B<6		
L/B =	2.20	OK
Chequeo Tiempo de retención		
(t) _t min. =	6.67	< 20

Ya que ha superado el período de diseño para el cual fue construido, se recomienda reemplazarlo por otro de dimensiones 1.5 * 3.3 * 1.0m. teniendo en cuenta que el cálculo se realizó a partir de la población de este año, por lo tanto es necesario realizar un nuevo cálculo de población futura a partir de la población del año en que se vaya a construir.

✓ Quebrada La Pila. Se construyó un sistema de acueducto en el año de 1993, compuesto de captación, desarenador y conducción hasta empatar con los dos sistemas de Vaguada San Francisco en el tanque de almacenamiento, de donde se reparte para Cabrera centro, Buenavista y Duarte. En el cuadro 42 se resume las características físico-químicas de la fuente.

Cuadro 42. Diagnóstico de la fuente; Quebrada La Pila, Cabecera del Corregimiento de Cabrera

DATOS GENERALES			
Localidad	Cabrera	Municipio	Pasto
Lugar de toma	Captación	Fecha toma muestra	Marzo, 25 de 2004.
Dirección	-	Hora de toma	10:15 a.m.
Acueducto	Junta Admón.	Origen	Superficial
RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO			
CARACTERISTICA	UNIDADES	VALOR ENCONTRADO	VALOR ADMISIBLE SEGÚN RAS 2000
Olor		Aceptable	Inofensivo
Sustancias flotantes	Ausencia	Ausente	Ausente
Color	UPC	5 - 10	< 10
Turbiedad	UNT	0.5	< 2.0
pH	UND	7.62	6.0 -8.5
Cloro residual libre	Cl ₂ ppm	-	
Dureza	CaCO ₃ ppm	30.8	
Sulfatos	SO ₄ ppm		
Hierro	Fe ⁺⁺ ppm		
Cloruros	Cl ⁻ ppm		< 50
Nitritos	NO ₂ ppm	0.003	
Alcalinidad	CaCO ₃ ppm	28.00	
Conductividad	Microhmios	0.8	
RESULTADO ANALISIS MICROBIOLÓGICO			
MICROORGANISMOS INDICADORES TECNICA SUSTRATO DEFINIDO		VALOR ENCONTRADO	VALOR ADMISIBLE SEGÚN RAS 2000
NMP Coliformes Totales / 100ml		27	0.0 – 50.0 UFC
Escherichia Coli / 100ml		6	0.0 UFC

Comparando los resultados anteriores con el cuadro 9, se clasifica a la Quebrada La Pila como una **FUENTE ACEPTABLE**, según los parámetros de calidad de la fuente, la cual necesita únicamente procesos de desinfección más estabilización.

- Captación. Se construyó en 1993, la que fue destruida en épocas de invierno a causa de una crecida de caudal, se la reemplazó por una construida en el 2001. de tipo sumergida, como se indica en la figura 2.

En el cuadro 43 se describe su estado de funcionamiento.

Cuadro 43. Diagnóstico de la captación; Quebrada La Pila, Cabecera del Corregimiento de Cabrera

AGUA DE QUEBRADA LA PILA, CORREGIMIENTO DE CABRERA - MPIO. DE PASTO				
FORMATO DT-03		DIAGNOSTICO DE LA CAPTACIÓN		
TIPO DE CAPTACIÓN	NOMBRE / UBICACIÓN	CAPACIDAD	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	MANTENIMIENTO
SUMERGIDA	2960 m.s.n.m K0 + 00,00 Q. VAGUADA SAN FRANCISCO	10 LPS	OPTIMO	UNA VEZ A LA SEMANA

Figura 2 Captación sumergida quebrada La Pila. cabecera Corregimiento de Cabrera



Estado actual. Se encuentra en buen estado en cuanto a su estructura, no presenta problemas en su funcionamiento. No sobrepasa el período de diseño de 15 años para niveles de complejidad bajo según el cuadro 1. Cálculo de la estructura en sus condiciones actuales. Se resume el cálculo en los siguientes cuadros:

Datos generales. Para el dimensionamiento de la rejilla se tomaron en cuenta los datos generales del cuadro 44, se realizó el cálculo por el método de las velocidades resumidos en el cuadro 45, asumiendo el largo de la rejilla en 0.20 mts.

Cuadro 44. Datos generales, cálculo de la rejilla

Caudal de la fuente	10.00	lps
Qmin :	2.00	lps
Qmed :	4.00	lps
Qmax :	40.00	lps
Diametro de barras	1.27	cm
Espaciamiento barras	2.00	cm
Distancia entre muros	1.40	mts
Q. de diseño de la rejilla	11.81	lps

Cuadro 45. Cálculo de la rejilla por método de las velocidades

L (largo) =	0.800	mt
K (coef. pérdidas) =	1.560	
H (altura lámina) =	0.014	mt
Vh (Vel. horizontal) =	0.183	mt/seg.
e (% útil de la rejilla) =	0.612	
C (coef. De descarga) =	0.9	
Vp (Vel. de paso) =	0.15	mts/seg.
Xs (ancho) =	0.168	mts
B (ancho calc.) =	0.30	mts
L (largo calc.) =	0.48	mts
Area de Captación =	0.14	mts²

Las dimensiones de la rejilla calculada son: 30*50cm. En comparación con las dimensiones de la rejilla existente de 30x80cm, **CUMPLE** las condiciones de servicio adecuadas para la población actual. Con respecto a la vida útil de la estructura de captación ha cumplido con 3 años de servicio la que se encuentra en buen estado de funcionamiento. Se requiere mayor mantenimiento por parte del personal encargado para obstrucciones en la caja de derivación por acumulación de sedimentos generando interferencias en la continuidad del caudal a utilizar.

Proyección futura. En el cuadro 47, se calculó las dimensiones necesarias de la rejilla para una población futura proyectada de la población actual. Teniendo en cuenta los datos del cuadro 46.

Cuadro 46. Datos generales cálculo proyectado de la rejilla

Caudal de la fuente	10.00	lps
Qmin :	2.00	lps
Qmed :	4.00	lps
Qmax :	40.00	lps
Diametro de barras	1.27	cm
Espaciamiento barras	2.00	cm
Distancia entre muros	1.40	mts
Q. de diseño de la rejilla	12.39	lps

Cuadro 47. Cálculo proyectado de la rejilla, captación sumergida

L (largo) =	0.800	mt
K (coef. pérdidas) =	1.560	
H (altura lámina) =	0.014	mt
Vh (Vel. horizontal) =	0.183	mt/seg.
e (% útil de la rejilla) =	0.612	
C (coef. De descarga) =	0.9	
Vp (Vel. de paso) =	0.15	mts/seg.
Xs (ancho) =	0.168	mts
B (ancho calc.) =	0.30	mts
L (largo calc.) =	0.50	mts
Area de Captación =	0.15	mts²

Las dimensiones actuales de la rejilla de 30*80cm, son adecuadas para el servicio en un futuro, aunque sobrepasaría el período de diseño a la cual fue construida. Se recomienda realizarle un mantenimiento adecuado para evitar posibles obstrucciones en el resto del sistema.

- Desarenador. Se construyó en el año de 1993. de tipo convencional, de dimensiones 1.5 * 2.0 *1.5m, su funcionamiento es bueno, no ha presentado problemas en cuanto a su servicio. Como se indica en la figura 3.

Figura 3. Desarenador convencional Quebrada La Pila, Cabecera del Corregimiento de Cabrera



En el cuadro 48, se resume el estado de funcionamiento.

Cuadro 48. Diagnóstico del Desarenador; Quebrada La Pila, Cabecera del Corregimiento de Cabrera

AGUA DE QUEBRADA LA PILA, CORREGIMIENTO DE CABRERA - MPIO. DE PASTO					
FORMATO DT - 04		DIAGNOSTICO DE LA DESARENADOR			
NOMBRE / UBICACIÓN	CAPACIDAD (Lts/seg.)	ESTADO DE ACCESO	ESTADO DE COLMATACION	ESTADO DE LA ESTRUCTURA	MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA
2957.5 m.s.n.m K0 + 40,00	10 LPS	REGULAR		OPTIMO	UNA VEZ A LA SEMANA

Estado actual. Tiene un periodo de funcionamiento de 11 años, no ha sobrepasado el período de diseño de 15 años, según el cuadro 1.

Cálculo de la estructura en sus condiciones actuales. Se resume el cálculo en el cuadro 49.

Cuadro 49. Cálculo del Desarenador

Caudal (Q) =	2.48	lps
Gravedad (g) =	981.00	cm/seg.
Gravedad específica (S) =	2.65	g/cm ³
Viscosidad cinemática asumida(v) =	0.013	cm ² /seg.
Diámetro de partículas a remover =	0.01	cm.
Velocidad de sedimentación (vs.) =	0.69	
Reynolds (Re) =	0.53	<1
Tipo de Flujo =		laminar
Profundidad efectiva adoptada (H) =	1.50	mts
Tiempo teórico (t) _t =	218.18	seg.
Deposito con deflectores		buenos
% de remoción =	87%	
a/t =	2.75	
Periodo de retención (a) =	10.00	min.
a (norma) =	20	min.
Volumen (Vol.) =	2.97	mts ³
Area Superficial (As) =	1.981	mts ²
Asmin =	0.004	mts ²
Asmin < As	0.0036	< 1.981 mts ²
Longitud (L)= L/H=10		
L =	15	mts
B =	0.13	mts
B asumido =	1.5	mts
L calculado =	1.3	mts
H calculado =	1.5	mts
Relación 3<L/B<6		
L/B =	0.88	OK
Chequeo Tiempo de retención		
(t)t min. =	10.00	< 20

El desarenador existente **CUMPLE** con las dimensiones requeridas para la población actual, se recomienda hacerle mantenimiento preventivo para corregir algunas fisuras, para mejorar su funcionamiento.

Proyección futura. En el cuadro 50 se realizó el cálculo de las dimensiones requeridas para una población futura, proyectada a partir de la población de este año.

Cuadro 50. Cálculo proyectado del desarenador

Caudal (Q) =	4.13	lps
Gravedad (g) =	981.00	cm/seg.
Gravedad específica (S) =	2.65	g/cm ³
Viscosidad cinemática (v) =	0.013	cm ² /seg.
Diámetro de partículas a remover =	0.01	cm.
Velocidad de sedimentación (vs.) =	0.69	
Reynolds (Re) =	0.53	<1
Tipo de Flujo =	laminar	
Profundidad efectiva adoptada (H) =	1.50	mts
Tiempo teórico (t) _t =	218.18	seg.
Deposito con deflectores	buenos	
% de remoción =	87%	
a/t =	2.75	
Periodo de retención (a) =	10.00	min.
a (norma) =	20	min.
Volumen (Vol.) =	4.96	mts ³
Area Superficial (As) =	3.305	mts ²
Asmin =	0.006	mts ²
Asmin < As	0.0060	< 3.305 mts ²
Longitud (L) = L/H=10		
L =	15	mts
B =	0.22	mts
B asumido =	1.5	mts
L calculado =	2.2	mts
H calculado =	1.5	mts
Relación 3<L/B<6		
L/B =	1.47	OK
Chequeo Tiempo de retención		
(t)t min. =	10.00	< 20

Se recomienda reemplazar el desarenador existente por otro de dimensiones 1.5 * 2.2 *1.5m, para un buen funcionamiento del sistema de acueducto.

- **Conducción.** Se instaló en 1979, en material de pvc, con una longitud de 1464.30 mts, de diámetro 2", RDE 26. En el cuadro 51 se indica el diagnóstico de la conducción.

Cuadro 51. Diagnóstico de la conducción

AGUA DE QUEBRADA LA PILA, CORREGIMIENTO DE CABRERA - MPIO. DE PASTO								
ADUCCION (CAPTACION - TANQUE DE)	FORMATO DT - 05		DIAGNOSTICO DE ADUCCION Y CONDUCCION					
	TRAMO	DIAMETRO	MATERIAL	CLASE	LONGITUD	ACCESORIOS	OBSERVACIONES	
CONDUCCION	I	K0 + 00,00	2"	PVC	RDE 26	17,88		DESARENADOR
	F	K0 + 17,88						
	I	K0 + 17,88	2"	PVC	RDE 26	61,82		
	F	K0 + 79,70						
	I	K0 + 79,70	2"	PVC	RDE 26	35,3		
	F	K0 + 115,00						
	I	K0 + 115,00	2"	PVC	RDE 26	11,23		
	F	K0 + 126,23						
	I	K0 + 126,23	2"	PVC	RDE 26	75,97		
	F	K0 + 202,20						
	I	K0 + 202,20	2"	PVC	RDE 26	42,1		
	F	K0 + 244,30						
	I	K0 + 244,30	2"	PVC	RDE 26	29,1		
	F	K0 + 273,40						
	I	K0 + 273,40	2"	PVC	RDE 26	12		
	F	K0 + 285,40						
	I	K0 + 285,40	2"	PVC	RDE 26	59,65		
	F	K0 + 345,05						
	I	K0 + 345,05	2"	PVC	RDE 26	41,95		BOSQUE
	F	K0 + 387,00						
	I	K0 + 387,00	2"	PVC	RDE 26	210,8		
	F	K0 + 597,80						
	I	K0 + 597,80	2"	PVC	RDE 26	10		
	F	K0 + 607,80						
	I	K0 + 607,80	2"	PVC	RDE 26	117,4		
	F	K0 + 725,20						
	I	K0 + 725,20	2"	PVC	RDE 26	448,3		
	F	K1 + 173,50						
I	K1 + 173,50	2"	PVC	RDE 26	178,9		MONUMENTO VIRGEN	
F	K1 + 352,40							
I	K1 + 352,40	2"	PVC	RDE 26	121,9		LLEGADA AL TANQUE	
F	K1 + 474,30							

Estado actual. Esta tubería no ha presentado problema alguno en cuanto a su funcionamiento, sobrepasa su período de diseño de 15 años para niveles de complejidad bajo, según el cuadro 3.

Cálculo de la estructura en sus condiciones actuales. Se resume el cálculo en el cuadro 52.

Cuadro 52. Cálculo de la Conducción

TRAMO	DE	A	LONGITUD		CALDAL	DIAMETRO		VELOCIDAD	COTA ROJA		PIEZOMETRICA		PERDIDAS		PRESION DISPONIBLE	
			TOPOG.	REAL		DISEÑO	PULG.		RDE	m/seg	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	UNITARIAS	TOTALES
	0,00	17,88	17,88	18,03	2,31	4,00	26	0,29	3019,34	2990,65	3017,34	3017,32	0,001	0,02	2,0	26,67
	17,88	79,70	61,82	61,82	2,31	4,00	26	0,29	2990,65	2988,31	2988,65	2988,59	0,001	0,06	2,0	0,28
	79,70	115,00	35,30	35,30	2,31	3,00	26	0,51	2988,31	2987,65	2988,59	2988,46	0,004	0,13	0,3	0,81
	115,00	126,23	11,23	11,23	2,31	3,00	26	0,51	2987,65	2987,19	2988,46	2988,42	0,004	0,04	0,8	1,23
	126,23	202,20	75,97	75,97	2,31	3,00	26	0,51	2987,19	2986,91	2988,42	2988,14	0,004	0,28	1,2	1,23
	202,20	244,80	42,60	42,61	2,31	3,00	26	0,51	2986,91	2986,31	2988,14	2987,98	0,004	0,16	1,2	1,67
	244,80	273,40	28,60	28,60	2,31	3,00	26	0,51	2986,31	2985,64	2987,98	2987,88	0,004	0,11	1,7	2,24
	273,40	285,40	12,00	12,13	2,31	3,00	26	0,51	2985,64	2985,34	2987,88	2987,83	0,004	0,04	2,2	2,49
	285,40	345,05	59,65	59,65	2,31	3,00	26	0,51	2985,34	2983,54	2987,83	2987,61	0,004	0,22	2,5	4,07
	345,05	389,00	43,95	43,96	2,31	3,00	26	0,51	2983,54	2983,36	2987,61	2987,45	0,004	0,16	4,1	4,09
	389,00	597,80	208,80	209,17	2,31	3,00	26	0,51	2983,36	2982,54	2987,45	2986,68	0,004	0,77	4,1	4,14
	597,80	715,50	117,70	121,88	2,31	2,00	26	1,14	2982,54	2970,17	2986,68	2983,45	0,027	3,23	4,1	13,28
	715,50	1163,50	448,00	448,18	2,31	2,00	26	1,14	2970,17	2938,52	2983,45	2971,56	0,027	11,89	13,3	33,04
	1163,50	1342,40	178,90	179,35	2,31	2,00	26	1,14	2938,52	2925,87	2971,56	2966,81	0,027	4,76	33,0	40,94
	1342,40	1464,30	121,90	122,33	2,31	2,00	26	1,14	2925,87	2915,60	2966,81	2963,56	0,027	3,24	40,9	47,96

Según las normas RAS 2000, el diámetro mínimo para la conducción de un sistema de acueducto en nivel de complejidad bajo es de 2", por tanto los cálculos realizados se toma en cuenta esta norma de donde se concluye que la red de conducción existente **NO CUMPLE** con los diámetros requeridos para un adecuado funcionamiento, con base en lo anterior se recomienda reemplazar la tubería en su totalidad ya que sobrepasó su vida útil de funcionamiento, por los siguientes diámetros:

K0 + 00.00 - k0 + 79.70 por tubería PVC, RDE 26 de diámetro 4"
 K0 + 79.70 - k0 + 597.80 por tubería PVC, RDE 26 de diámetro 3"
 K0 + 597.80 - k1 + 464.30 por tubería PVC, RDE 26 de diámetro 2"

Proyección futura. En el cuadro 53 se realizó el cálculo de los diámetros requeridos para un buen funcionamiento a partir de una población futura, proyectada a partir de la población de este año.

Cuadro 53. Cálculo proyectado de la conducción

TRAMO		LONGITUD		CAUDAL		DIAMETRO		VELOCIDAD	COTA ROJA		PIEZOMETRICA		PERDIDAS		PRESION DISPONIBLE	
DE	A	TOPOG.	REAL	DISEÑO	PULG.	RDE	m/seg	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	UNITARIAS	TOTALES	INICIAL	FINAL	
0.00	17.88	17.88	18.03	3.61	4.00	26	0.44	3019.34	2990.65	3017.34	3017.30	0.002	0.04	2.0	26.65	
17.88	79.70	61.82	61.82	3.61	4.00	26	0.44	2990.65	2988.31	2988.65	2988.52	0.002	0.13	2.0	0.21	
79.70	115.00	35.30	35.30	3.61	3.00	26	0.79	2988.31	2987.65	2988.52	2988.23	0.008	0.30	0.2	0.58	
115.00	126.23	11.23	11.23	3.61	3.00	26	0.79	2987.65	2987.19	2988.23	2988.13	0.008	0.09	0.6	0.94	
126.23	202.20	75.97	75.97	3.61	3.00	26	0.79	2987.19	2986.91	2988.13	2987.50	0.008	0.64	0.9	0.59	
202.20	244.80	42.60	42.61	3.61	3.00	26	0.79	2986.91	2986.31	2987.50	2987.14	0.008	0.36	0.6	0.83	
244.80	273.40	28.60	28.60	3.61	3.00	26	0.79	2986.31	2985.64	2987.14	2986.90	0.008	0.24	0.8	1.26	
273.40	285.40	12.00	12.13	3.61	3.00	26	0.79	2985.64	2985.34	2986.90	2986.80	0.008	0.10	1.3	1.46	
285.40	345.05	59.65	59.65	3.61	3.00	26	0.79	2985.34	2983.54	2986.80	2986.30	0.008	0.50	1.5	2.76	
345.05	389.00	43.95	43.96	3.61	3.00	26	0.79	2983.54	2983.36	2986.30	2985.93	0.008	0.37	2.8	2.57	
389.00	597.80	208.80	209.17	3.61	3.00	26	0.79	2983.36	2982.54	2985.93	2984.18	0.008	1.75	2.6	1.64	
597.80	715.50	117.70	121.88	3.61	2.00	26	1.78	2982.54	2970.17	2984.18	2976.84	0.060	7.34	1.6	6.67	
715.50	1163.50	448.00	448.18	3.61	2.00	26	1.78	2970.17	2938.52	2976.84	2949.84	0.060	26.99	6.7	11.32	
1163.50	1342.40	178.90	179.35	3.61	2.00	26	1.78	2938.52	2925.87	2949.84	2939.04	0.060	10.80	11.3	13.17	
1342.40	1464.30	121.90	122.33	3.61	2.00	26	1.78	2925.87	2915.60	2939.04	2931.67	0.060	7.37	13.2	16.07	

Se recomienda reemplazar la tubería en su totalidad por los siguientes diámetros:

K0 + 00.00 - k0 + 79.70 por tubería PVC, RDE 26 de diámetro 4"
 K0 + 79.70 - k0 + 597.80 por tubería PVC, RDE 26 de diámetro 3"
 K0 + 597.80 - k1 + 464.30 por tubería PVC, RDE 26 de diámetro 2"

Para un funcionamiento adecuado del sistema de acueducto, es necesario tener en cuenta en el momento de su instalación de colocarla por lo menos 1m por debajo de la cota rasante, por ser una zona agrícola pueden estropear la tubería con las herramientas de arado.

- Tanque de almacenamiento. Los tres caudales de cada toma de agua se unen al llegar a un tanque de almacenamiento convencional, semienterrado, rectangular, con capacidad de 180.42mts³, se encuentra a 1420mts aproximadamente de la cabecera del Corregimiento. Suministra caudales para las

veredas de Cabrera, Duarte y Buenavista. A continuación se resume las características de funcionamiento del tanque de almacenamiento en el cuadro 54.

Cuadro 54. Diagnóstico del Tanque de Almacenamiento y Sistema de Cloración; Sistema de Acueducto de la Cabecera del Corregimiento de Cabrera

AGUA DE QUEBRADA VAGUADA SAN FRANCISCO, CORREGIMIENTO DE CABRERA - MPIO. DE PASTO	
FORMATO DT - 09	DIAGNOSTICO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y CLORACION
ITEM	TANQUE
NOMBRE DEL TANQUE	
LOCALIZACION	K1 + 200.00 A 2923 MSNM
TIPO	CONVENCIONAL, SEMIENTERRADO
DIMENSIONES	RECTANGULAR
ALTO (M)	2.60
ANCHO (M)	5.00
LARGO (M)	8.00
CAPACIDAD M ³	104.00
NIVEL MAXIMO	
NIVEL MINIMO	
NUMERO DE FISURAS	
NUMERO DE FUGAS	3
ZONAS QUE ABASTECE	CABRERA CENTRO, BUENAVISTA Y DUARTE

Estado actual. Se construyó en el año de 1979, hasta el momento no ha presentado ningún problema en su funcionamiento, aunque presenta algunas fisuras. Sobrepasa el período de diseño de 20 años para niveles de complejidad bajo, según el cuadro 4.

Cálculo de la estructura en sus condiciones actuales. El abastecimiento de este tanque es por gravedad y su volumen se determina a partir de la curva de variaciones horarias de un día típico, de la siguiente manera resumido en el cuadro 55, Figura 4 y 5):

Figura 4. Curva de variaciones horarias de un día de máximo consumo. Gráfica de aportes al tanque y consumos por cada hora sin acumular

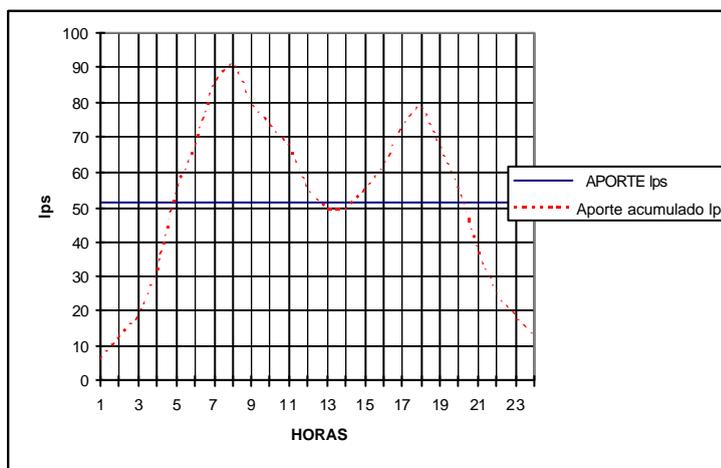
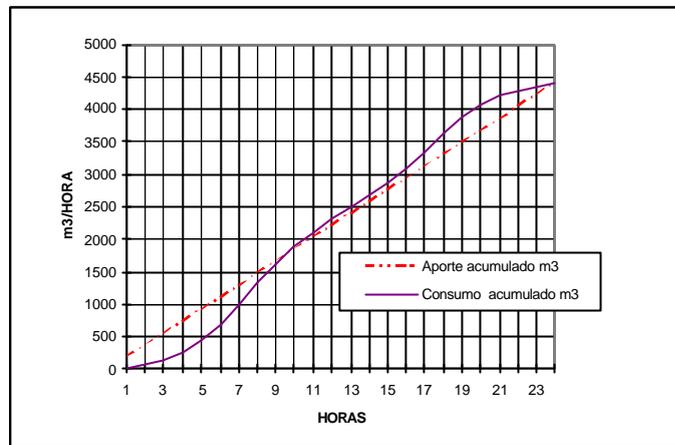


Figura 5. Curva de consumos acumulados obtenida de la curva de variaciones horarias del día de máximo consumo (m3/hora)



Cuadro 55. Cálculo del Tanque de Almacenamiento. Consumos acumulados

PERIODO HORA	APORTE lps	Aporte acumulado m3	Consumo		Consumo acumulado m3	diferencia m3
			%	lps		
1	14.44	52.00	0.5%	1.73	6.24	45.76
2	14.44	104.00	1.0%	3.47	18.72	85.28
3	14.44	156.00	1.5%	5.20	37.44	118.56
4	14.44	208.00	2.5%	8.67	68.64	139.36
5	14.44	260.00	4.5%	15.60	124.80	135.20
6	14.44	312.00	5.5%	19.07	193.44	118.56
7	14.44	364.00	7.0%	24.27	280.80	83.20
8	14.44	416.00	7.5%	26.00	374.40	41.60
9	14.44	468.00	6.5%	22.53	455.52	12.48
10	14.44	520.00	6.0%	20.80	530.40	-10.40
11	14.44	572.00	5.5%	19.07	599.04	-27.04
12	14.44	624.00	4.5%	15.60	655.20	-31.20
13	14.44	676.00	4.0%	13.87	705.12	-29.12
14	14.44	728.00	4.0%	13.87	755.04	-27.04
15	14.44	780.00	4.5%	15.60	811.20	-31.20
16	14.44	832.00	5.0%	17.33	873.60	-41.60
17	14.44	884.00	6.0%	20.80	948.48	-64.48
18	14.44	936.00	6.5%	22.53	1029.60	-93.60
19	14.44	988.00	5.5%	19.07	1098.24	-110.24
20	14.44	1040.00	4.5%	15.60	1154.40	-114.40
21	14.44	1092.00	3.0%	10.40	1191.84	-99.84
22	14.44	1144.00	2.0%	6.93	1216.80	-72.80
23	14.44	1196.00	1.5%	5.20	1235.52	-39.52
24	14.44	1248.00	1.0%	3.47	1248.00	0.00
	1,248.00		100.0%			253.76

Se necesita un volumen de almacenamiento de: 254.40 m^3 , el cual representa un 20.33% del caudal máximo diario. De donde se obtienen las dimensiones del tanque como se indica en el cuadro 56.

Cuadro 56. Dimensiones del tanque

Las dimensiones del tanque son:		
Ancho:	6.00	m
Longitud:	8.00	m
Profundidad útil:	5.30	m
Borde libre:	0.15	m
Profundidad total:	5.50	m
Volumen útil:	254.40	m^3
Volumen total:	264.00	m^3

Para el dimensionamiento del tanque se toman los caudales que llegan de las tres bocatomas, teniendo en cuenta que cada bocatoma debe captar un caudal igual a 3.83lps para cubrir las demandas requeridas se tiene:

$$\text{Caudal de entrada al tanque de almacenamiento} = 3 \times 3.83 = 11.5\text{lps}$$

Las dimensiones requeridas para el tanque son:

$$L = 8.00\text{m}$$

$$B = 6.00\text{m}$$

$$H = 4.20\text{m}$$

Con un volumen de 254.40 m^3 .

El tanque de almacenamiento de Cabrera tiene unas dimensiones de $8.0 \times 5.0 \times 2.6 \text{ m}$ equivalente a un volumen de 104.0 m^3 , por tanto se concluye que el volumen requerido es mayor al del tanque construido, **NO CUMPLE** con las dimensiones necesarias para un funcionamiento adecuado, por lo que se tiene que ampliar a dimensiones apropiadas o en su defecto construir otro que supla el volumen faltante.

Proyección futura. En el cuadro 57 se calculó las dimensiones del tanque de abastecimiento para suplir las necesidades de una población proyectada hacia el futuro teniendo en cuenta la existente.

Cuadro 57. Cálculo proyectado de los consumos acumulados

PERIODO HORA	APORTE lps	Aporte acumulado m3	Consumo		Consumo acumulado m3	diferencia m3
			%	lps		
1	26.09	93.92	0.5%	3.13	11.27	82.65
2	26.09	187.84	1.0%	6.26	33.81	154.03
3	26.09	281.75	1.5%	9.39	67.62	214.13
4	26.09	375.67	2.5%	15.65	123.97	251.70
5	26.09	469.59	4.5%	28.18	225.40	244.19
6	26.09	563.51	5.5%	34.44	349.37	214.13
7	26.09	657.42	7.0%	43.83	507.16	150.27
8	26.09	751.34	7.5%	46.96	676.21	75.13
9	26.09	845.26	6.5%	40.70	822.72	22.54
10	26.09	939.18	6.0%	37.57	957.96	-18.78
11	26.09	1033.10	5.5%	34.44	1081.93	-48.84
12	26.09	1127.01	4.5%	28.18	1183.36	-56.35
13	26.09	1220.93	4.0%	25.04	1273.53	-52.59
14	26.09	1314.85	4.0%	25.04	1363.69	-48.84
15	26.09	1408.77	4.5%	28.18	1465.12	-56.35
16	26.09	1502.68	5.0%	31.31	1577.82	-75.13
17	26.09	1596.60	6.0%	37.57	1713.06	-116.46
18	26.09	1690.52	6.5%	40.70	1859.57	-169.05
19	26.09	1784.44	5.5%	34.44	1983.54	-199.11
20	26.09	1878.36	4.5%	28.18	2084.97	-206.62
21	26.09	1972.27	3.0%	18.78	2152.60	-180.32
22	26.09	2066.19	2.0%	12.52	2197.68	-131.48
23	26.09	2160.11	1.5%	9.39	2231.49	-71.38
24	26.09	2254.03	1.0%	6.26	2254.03	0.00
	2,254.03		100.0%			458.32

Figura 6. Curva de variaciones horarias de un día de máximo consumo, proyectadas con la población futura. Gráfica de aportes al tanque y consumos por cada hora sin acumular

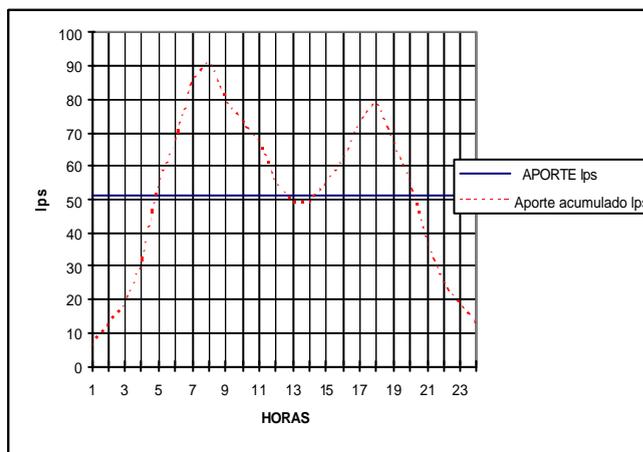


Figura 7. Curva de consumos acumulados obtenida de la curva de variaciones horarias del día de máximo consumo (m3/hora), para una población futura



Se necesita un volumen de almacenamiento de: 465.30m^3 , el cual representa un 20.33% del caudal máximo diario. De donde se obtienen las dimensiones del tanque como se indica en el cuadro 58.

Cuadro 58. Dimensiones del tanque

Las dimensiones del tanque son:		
Ancho:	9.00	m
Longitud:	11.00	m
Profundidad útil:	4.70	m
Borde libre:	0.15	m
Profundidad total:	4.90	m
Volumen útil:	465.30	m^3
Volumen total:	485.10	m^3

Para un futuro, se recomienda la construcción de un tanque de dimensiones:

L = 11.00m

B = 9.00m

H = 4.70m

Es necesario que a la empresa que le compete realizar estas obras construya tanques independientes para cada vereda a la que surte agua este tanque.

· **Desinfección.** La dosificación de cloro se realiza en el tanque de almacenamiento por medio de una manguera ya que carece de un dosificador flotante, que descarga desde un tanque prefabricado de almacenamiento de cloro. La dosificación se la realiza una vez cada semana de 250 gramos de hipoclorito de Calcio, por cada 500 lts. de agua.

Estado actual. La mezcla de la cloración no es homogénea. No es posible controlar la dosis que se aplica al volumen de agua ya que es un sistema inexacto por tener una válvula de paso, a la cual no se la puede regular para el paso homogéneo de la dosis de cloro ya que estas válvulas no fueron diseñadas para sistema de dosificación de cloro.

Según los análisis de cloro residual del cuadro 66, en los sectores alejados de la red no hay presencia del mismo. En el cuadro 59 se calculó la cantidad de cloro necesario para una desinfección adecuada.

Cuadro 59. Cálculo de la dosificación de hipoclorito de calcio

Volumen del tanque de solución desinfectante:	500.0	lts
Volumen útil del tanque:	400.0	lts
Caudal a desinfectar:	14.4	lps
Tipo de desinfectante:	Hipoclorito de Calcio	
Concentración del desinfectante:	65	%
Concentración deseada del desinfectante en el agua:	2	mg/l
Número de días para dosificar la solución:	4	días
Cantidad de hipoclorito necesaria:	154	gramos

La dosificación aplicada actualmente **NO CUMPLE** con la calculada en el cuadro 49 de 154gr cada 4 días, en conclusión los 250gr. De hipoclorito de calcio aplicado no son suficientes para una desinfección adecuada. Además, la norma RAS 2000, en el título A, sección A.11.2.10. Recomienda la construcción de tanques de contacto que proporcionen el suficiente tiempo en el cual se garantice la desinfección, diferentes de los tanques de almacenamiento.

Proyección futura. En el cuadro 60 se proyectó la dosificación de hipoclorito de calcio a partir de la población futura calculada teniendo en cuenta la población de este año.

Cuadro 60. Cálculo de la dosificación de hipoclorito de calcio para una población futura

Volumen del tanque de solución desinfectante:	500.0	lts
Volumen útil del tanque:	400.0	lts
Caudal a desinfectar:	26.1	lps
Tipo de desinfectante:	Hipoclorito de Calcio	
Concentración del desinfectante:	65	%
Concentración deseada del desinfectante en el agua:	2	mg/l
Número de días para dosificar la solución:	4	días
Cantidad de hipoclorito necesaria:	277	gramos

La dosificación óptima para la desinfección adecuada del agua para una población futura es de 277gr de hipoclorito de calcio. Es necesaria la construcción de

tanques de contacto que proporcionen el suficiente tiempo en el cual se garantice la desinfección.

- Red de distribución. Las casas de la Cabecera del Corregimiento de Cabrera se encuentran dispersas, por lo que la comunidad ha tomado su acometida desde un sistema de red ramificada que parte desde el tanque de almacenamiento, la cual se instaló en 1979, aunque se han realizado sustituciones en algunos tramos. En el cuadro 61 se resume las condiciones de servicio actuales de la red de distribución.

Cuadro 61. Diagnóstico de la Red de Distribución, Cabecera del Corregimiento de Cabrera, 2004

AGUA DE CABRERA CENTRO, CORREGIMIENTO DE CABRERA - MPIO. DE PASTO				
FORMATO DT - 11		DIAGNOSTICO		
Nº	PREGUNTAS	SI	NO	
1	Existen zonas de baja presión en la red?		X	
2	Existen zonas de alta presión en la red?		X	
3	Se puede mejorar la distribución reparando o instalando algunas válvulas?	X		
4	Es necesario ejecutar o actualizar el catastro de redes?	X		
5	Es necesario remplazar tuberías por problemas de edad?	X		
6	Es necesario remplazar tuberías por problemas de material?	X		
7	Existe personal capacitado para operar la red y hacerle mantenimiento?	X		
8	Esta definido el presupuesto para optimizar la red de distribución?		X	

Estado actual. Su funcionamiento es regular, presenta ciertas fugas en algunos tramos, unas de ellas visibles, tiene un trayecto de vida de 25 años, sobrepasando el período de diseño de 15 años para niveles de complejidad bajo, según el cuadro 5.

Cálculo de los diámetros de la red de distribución en el estado actual. En el cuadro 63 se calculan los diámetros necesarios para que el componente funcione adecuadamente para un buen servicio, teniendo en cuenta los caudales respectivos para cada tramo, del cuadro 62.

Cuadro 62. Caudales asignados por tramo

Poblacion		1 200	Habit.
Dotacion		100	lt/hab/día
QMH		4.815	lps
q'		0.004	lps
Tramo		No de hab	Q (Lts/seg)
T	B	180	0.72
B	C	66	0.26
C	D	342	1.37
D	E	108	0.43
E	F	84	0.34
F	G	156	0.63
E	E'	90	0.36
F	H	66	0.26
H	H'	108	0.43

Cuadro 63. Cálculo de los diámetros red de distribución

TRAMO		q REAL	Q	DIAMETRO			VELOCIDAD		COTARAJA		PIEZOMETRICA		PERDIDAS		PRESION DISPONIBLE		
DE	A			FULG.	RDE	mseg	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	UNITARIAS	TOTALES	INICIAL	FINAL	REAL		
T	E	804	4.81	250	26	1.19	2922.12	2872.50	2923.12	2907.85	0.0190	15.27	1.00	35.35	2.83		
B	C	552	4.09	2	26	1.49	2872.50	2843.80	2907.85	2887.89	0.0362	19.96	35.35	44.09	2.33		
C	D	663	3.83	1 1/2	26	0.94	2843.80	2825.24	2887.89	2879.65	0.0124	8.23	44.09	54.41	2.83		
D	E	78	2.46	1.50	26	1.45	2825.24	2824.02	2879.65	2876.10	0.0456	3.55	54.41	52.08	1.83		
E	F	91	1.66	1.50	26	0.98	2824.02	2823.20	2876.10	2874.09	0.0221	2.01	52.08	50.89	1.83		
F	G	357	0.63	1.00	26	0.70	2823.20	2807.61	2874.09	2867.95	0.0172	6.14	50.89	60.34	1.33		
E	E'	59	0.36	0.50	26	1.03	2824.02	2825.01	2867.95	2864.35	0.0616	3.60	43.93	39.34	.83		
F	H	104	0.70	0.50	26	2.00	2823.20	2822.60	2864.35	2842.72	0.2085	21.63	41.15	20.12	.83		
H	H'	78	0.43	0.50	26	1.24	2822.60	2821.55	2842.72	2835.99	0.0863	6.73	20.12	14.44	.83		

La tubería instalada en la red de distribución de Cabrera, **NO CUMPLE** con los diámetros necesarios para suplir las presiones mínimas, por lo tanto se recomienda realizar un nuevo cálculo con diámetros mayores, teniendo en cuenta los diámetros mínimos exigidos por las normas RAS 2000.

Proyección futura. En el cuadro 65 se calculó los diámetros obligatorios para suplir las necesidades de una población futura proyectada de la actual, teniendo en cuenta los caudales asignados para cada tramo del cuadro 64.

Cuadro 64. Caudales asignados para la red de distribución proyectada

Poblacion	2167.3	Habit.
Dotacion	100.0	lts/hab/dia
QMh	8.7	lps
q'	0.0040	lps
Tramo	No de hab	Q (Lts/seg)
T	B	325
B	C	119
C	D	618
D	E	195
E	F	152
F	G	282
E	E'	163
F	H	119
H	H'	195

Cuadro 65. Cálculo de diámetros para la red de distribución proyectada

TRAMO		q REAL	Q	DIAMETRO			VELOCIDAD		COTA ROJA		PIEZOMETRICA		PERDIDAS		PRESION DISPONIBLE		
DE	A			FULG.	RDE	mseg	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	UNITARIAS	TOTALES	INICIAL	FINAL	REAL		
T	B	804	8.70	3.00	26	1.55	2922.12	2872.50	2923.12	2902.47	0.0257	20.65	1.00	29.97	3.33		
B	C	552	7.39	2.50	26	1.82	2872.50	2843.80	2902.47	2879.32	0.0420	23.14	29.97	35.52	2.83		
C	D	663	6.91	2.50	26	1.70	2843.80	2825.24	2879.32	2854.74	0.0371	24.58	35.52	29.50	2.83		
D	E	78	4.44	2.50	26	1.09	2825.24	2824.02	2854.74	2853.47	0.0163	1.27	29.50	29.45	2.83		
F	F	91	3.00	2.50	26	0.74	2824.02	2823.20	2853.47	2852.75	0.0079	0.72	29.45	29.55	2.83		
F	G	357	1.13	2.50	26	0.28	2823.20	2807.61	2852.75	2852.29	0.0013	0.46	29.55	44.68	2.83		
E	E'	59	0.65	2.50	26	0.16	2824.02	2825.01	2852.29	2852.26	0.0005	0.03	28.27	27.25	2.83		
F	H	104	1.26	2.50	26	0.31	2823.20	2822.60	2852.26	2852.09	0.0016	0.17	29.06	29.49	2.83		
H	H'	78	0.78	2.50	26	0.19	2822.60	2821.55	2852.09	2852.04	0.0007	0.05	29.49	30.49	2.83		

Se recomienda el reemplazo de la tubería existente por otra con los siguientes diámetros:

K0 + 00.00 – k0 + 804.00 por tubería de diámetro 3" RDE 26

K0 + 804.00 – k2 + 786.00 por tubería de diámetro 2 ½" RDE 26

- Presiones mínimas en la red de distribución. La topografía desde la ubicación del tanque de abastecimiento, desciende hasta la cabecera, sin presentar picos que afecten en las presiones; con una altura piezométrica de 103m, lo que conllevó a construir varias cámaras de quiebre, e instalar tuberías de mayor espesor.
- Diámetros mínimos. En la red principal desde el tanque de abastecimiento, se instaló tubería de diámetro mínimo de 1 1/2", por lo tanto cumple con los diámetros mínimos para nivel de complejidad bajo.
- Procesos de tratamiento. En función de la calidad del agua, y de los análisis realizados durante este trabajo de grado, se puede considerar que las fuentes de toma de agua Vaguada San Francisco y La Pila son **ACEPTABLES**, por tanto se debe realizar como mínimo una limpieza periódicamente de las rejillas de captación y un proceso de desinfección.

Calidad del Agua Tratada. El Instituto Departamental de Salud de Nariño, realizó análisis físico – químico y microbiológicos en dos viviendas de la cabecera, cada dos meses realiza estos ensayos, a partir de Febrero de 2004, para comparar con los valores máximos admisibles estipulados en el Decreto 475/98, obteniendo muestras físico – químicas **ACEPTABLES**, según el Decreto 475/98; además las muestras analizadas microbiológicamente resultaron **NO ACEPTABLES**, por presentar indicadores de Coliformes totales y fecales; cuadros 66, y 67 se indica deficiencia en la cloración y no existe cloro residual en la red ramificada produciendo así enfermedades gastrointestinales en los habitantes que consuman esta agua.

Cuadro 66. Análisis físico-químico y microbiológico; cabecera del Corregimiento de Cabrera, casa comunal

DATOS GENERALES			
Localidad	Cabrera	Municipio	Pasto
Lugar de toma	Grifo lavarropas	Fecha toma muestra	Febrero, 11 de 2004.
Dirección	Casa Comunal	Hora de toma	9:12 a.m.
Acueducto	Junta Admón.	Origen	Superficial
RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO			
CARACTERISTICA	UNIDADES	VALOR ENCONTRADO	VALOR ADMISIBLE SEGÚN DCTO 475/98
Olor		Aceptable	
Sustancias flotantes	Ausencia	Ausente	Ausente
Color	UPC	15	0 – 15
Turbiedad	UNT	3.5	0 – 5
pH	UND	7.87	6.5 – 9.0
Cloro residual libre	Cl ₂ ppm	-	0.2 – 1.0
Dureza	CaCO ₃ ppm	36.21	Hasta 160
Sulfatos	SO ₄ ppm	1.10	Hasta 250
Hierro	Fe ⁺⁺ ppm	0.3	Hasta 0.3
Cloruros	Cl ⁻ ppm	0.39	Hasta 250
Nitritos	NO ₂ ppm	0.00	Hasta 0.1
Alcalinidad	CaCO ₃ ppm	50.42	Hasta 100
Conductividad	Microhmios	94.80	50 - 1000
RESULTADO ANALISIS MICROBIOLÓGICO			
MICROORGANISMOS INDICADORES TECNICA SUSTRATO DEFINIDO		VALOR ENCONTRADO	VALOR ADMISIBLE SEGÚN DCTO 475/98
NMP Coliformes Totales / 100ml		1313	0.0 UFC
Escherichia Coli / 100ml		520	0.0 UFC

Fuente. Instituto Departamental de Salud. Departamento de Nariño, Febrero de 2004.

Cuadro 67. Análisis físico-químico y microbiológico; cabecera del Corregimiento de Cabrera, Casa de Efrén Josa

DATOS GENERALES			
Localidad	Cabrera	Municipio	Pasto
Lugar de toma	Grifo Lavaplatos	Fecha toma muestra	Febrero, 11 de 2004.
Dirección	Efrén Josa	Hora de toma	9:30 a.m.
Acueducto	Junta Admón.	Origen	Superficial
RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO			
CARACTERISTICA	UNIDADES	VALOR ENCONTRADO	VALOR ADMISIBLE SEGÚN DCTO 475/98
Olor		Aceptable	
Sustancias flotantes	Ausencia	Ausente	Ausente
Color	UPC	15	0 – 15
Turbiedad	UNT	2.0	0 – 5
pH	UND	7.86	6.5 – 9.0
Cloro residual libre	Cl ₂ ppm	-	0.2 – 1.0
Dureza	CaCO ₃ ppm	35.51	Hasta 160
Sulfatos	SO ₄ ppm	1.06	Hasta 250
Hierro	Fe ⁺⁺ ppm	Menor de 0.6	Hasta 0.3
Cloruros	Cl ppm	0.50	Hasta 250
Nitritos	NO ₂ ppm	0.00	Hasta 0.1
Alcalinidad	CaCO ₃ ppm	88.60	Hasta 100
Conductividad	Microhmios	94.80	50 - 1000
RESULTADO ANALISIS MICROBIOLÓGICO			
MICROORGANISMOS INDICADORES TECNICA SUSTRATO DEFINIDO		VALOR ENCONTRADO	VALOR ADMISIBLE SEGÚN DCTO 475/98
NMP Coliformes Totales / 100ml		985	0.0 UFC
Escherichia Coli / 100ml		177	0.0 UFC

Fuente. Instituto Departamental de Salud. Departamento de Nariño, Febrero de 2004.

2.3 RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA OPTIMIZACION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO CABECERA DEL CORREGIMIENTO DE CABRERA

2.3.1 Sistemas de acueducto. Para cada componente de los sistemas: de acueducto y alcantarillado se plantea:

Captación. Debido al paso de ganado aguas arriba de la captación, se contamina el agua, con organismos perjudiciales para la salud, teniendo como indicadores la presencia de coliformes totales, especialmente Escherichia Coli. Se recomienda a la junta administradora del acueducto de cerrar 100m² a la redonda de la captación con el fin de proteger la cuenca y evitar la presencia de animales como

ganado que puedan contaminar el agua, según lo recomienda el acuerdo 41 de 1983, de manejo y ordenación de cuencas hidrográficas.

Desarenador. Los desarenadores cumplen un tiempo promedio de construcción de 20 años, por lo cual se recomienda recubrir con mortero impermeabilizante, tanto en el interior como exterior, para evitar posibles filtraciones debidas al desgaste natural de los materiales que lo componen.

Realizar mantenimiento constante de las válvulas de lavado en la estructura para evitar estanqueidad, por acumulación de lodos.

Conducción. Se recomienda remplazar la tubería más antigua, por otra que cumpla las normas ICONTEC y se encuentre dentro de los parámetros de diseño, y de mayor diámetro para optimizar el servicio, previendo una expansión futura.

La tubería donde se encuentra descubierta, se debe enterrar mínimo 1m. donde sea posible, de lo contrario debe desviarse por sitios en donde se la pueda recubrir, y no sufra daños en su exterior a causa del arado de la tierra y paso de ganado.

Tanque de Almacenamiento. Es necesario, la construcción de un nuevo tanque de mayores dimensiones, a una cota más elevada y de mayor capacidad de reserva, de esta forma poder surtir agua tratada a las viviendas ubicas en los sectores más altos y a nuevos usuarios.

Se recomienda recubrir con mortero impermeabilizante, tanto en el interior como exterior, para evitar posibles filtraciones debidas al desgaste natural de los materiales que lo componen.

Desinfección. Es preciso la implementación de un dosificador de flotador, para controlar la dosificación de cloro, además es necesario que regularmente se cuantifique la cantidad de cloro residual en las viviendas más alejadas de la red, para verificar si el contenido de cloro es recomendable según los valores admisibles de las normas de calidad del agua potable, según el Decreto 475/98.

Es importante que la Junta Administradora del Acueducto, gestione la obtención del desinfectante con anticipación, para que la dosificación sea constante y no se presente retardos en la desinfección, que puedan causar enfermedades en los habitantes.

Realizar la cloración con la dosis óptima de hipoclorito de calcio en función del tiempo de concentración en la mezcla rápida.

Implementar tanque de contacto para la cloración de forma rectangular utilizando pantallas que generen la mezcla, el dispositivo de cloración debe estar provisto de un tanque de reserva que satisfaga la demanda teniendo un margen de seguridad.

Red de Distribución. Realizar mantenimiento preventivo a válvulas y accesorios, además de realizar operaciones de vigilancia de las conexiones domiciliarias y si hay algún daño informar a la Junta Administradora del Acueducto, para realizar las reparaciones pertinentes.

✓ Acueducto La Pila. En la bocatoma se requiere de un mejor mantenimiento por parte del personal encargado para evitar obstrucción en la caja de derivación por la acumulación de sedimentos.

✓ Acueducto Vaguada San Francisco alto. La bocatoma presenta fisuras y deben ser reparadas con mortero de media resistencia y un aditivo acelerante para disminuir el tiempo de fraguado.

El desarenador debe ser impermeabilizado interiormente con pasta de cemento más un aditivo con el fin de prevenir filtraciones, y en el exterior se debe impermeabilizar con mortero de media resistencia más un aditivo, así se previene de posibles infiltraciones que puede dañar la estructura.

La tubería de la conducción se tiene que reemplazar en su totalidad por una nueva por tres razones:

No cumple con especificaciones mínimas de las normas RAS 2000.

No cumple con diámetros de diseño y presiones en la red.

Supera el período de vida útil para el que fue diseñada.

✓ Acueducto Vaguada San Francisco Bajo. En la bocatoma se debe tener más cuidado en el mantenimiento a causa del transporte de sedimentos en el lecho que ocasionan oclusión en la captación.

Es necesario impermeabilizar el desarenador con una pasta de cemento más un aditivo impermeabilizante. En el contorno de ésta estructura, la existencia de maleza, causa un aspecto de abandono y puede llegar a perjudicar la estructura, por lo que se tiene que dar mantenimiento en cuanto a limpieza.

2.3.2 Sistema de alcantarillado. No posee un alcantarillado propiamente dicho, ya que no se ha logrado empalmar con el colector del Barrio La Estrella, hasta esta cabecera, por el costo que conlleva instalar un tramo de aproximadamente 8km. de longitud. En la actualidad existe un tramo de alcantarillado pluvial alrededor de la cancha que desemboca dos cuadras más abajo de este sitio.

✓ Estado actual. En la mayoría de las viviendas se han instalado pozos sépticos y unidades sanitarias ecológicas, a excepción de algunas viviendas que vierten las aguas servidas directamente a la quebrada, incumpliendo el decreto 1594 de 1984 sobre control de aguas y vertimientos; aunque hasta el momento les ha dado buen resultado este método de evacuación, el cual no es recomendable;

por que la densidad de población es relativamente baja; Genera un impacto ambiental alto, contaminando la quebrada que pasa en cercanías de las viviendas, además de contaminar aguas subterráneas y posibles infiltraciones a la red de acueducto.

Otro inconveniente de este sistema de evacuación de aguas servidas es la utilización de estos desechos como abonos orgánicos aunque fertilicen el suelo por la presencia de nutrientes, contaminan los productos cultivables, produciendo riesgos epidemiológicos en las personas que consuman estos productos.

- Unidades sanitarias ecológicas. En el año de 2000, por orden de la Dirección Municipal de Salud y Seguridad Social del Municipio de Pasto, se instalaron 250 unidades, de material de fibra de vidrio; las cuales funcionan sin agua, después de cada deposición se agrega 800gr de tierra aproximadamente, disponen de 2 tanques receptores, cada tanque tiene un período de utilización de 7 meses aproximadamente, para familias promedio de 6 personas, luego de este tiempo se desocupan los excrementos en pozos ubicados en cercanías de las viviendas añadiéndoles cal para aumentar el ph del suelo, utilizando el tanque nuevamente⁸.

✓ Inventario. La dirección Municipal de Salud y Seguridad Social del Municipio de Pasto, realizó un inventario de los sistemas que utilizan los habitantes para la evacuación de aguas negras catalogadas como higiénicas. Obteniendo los resultados:

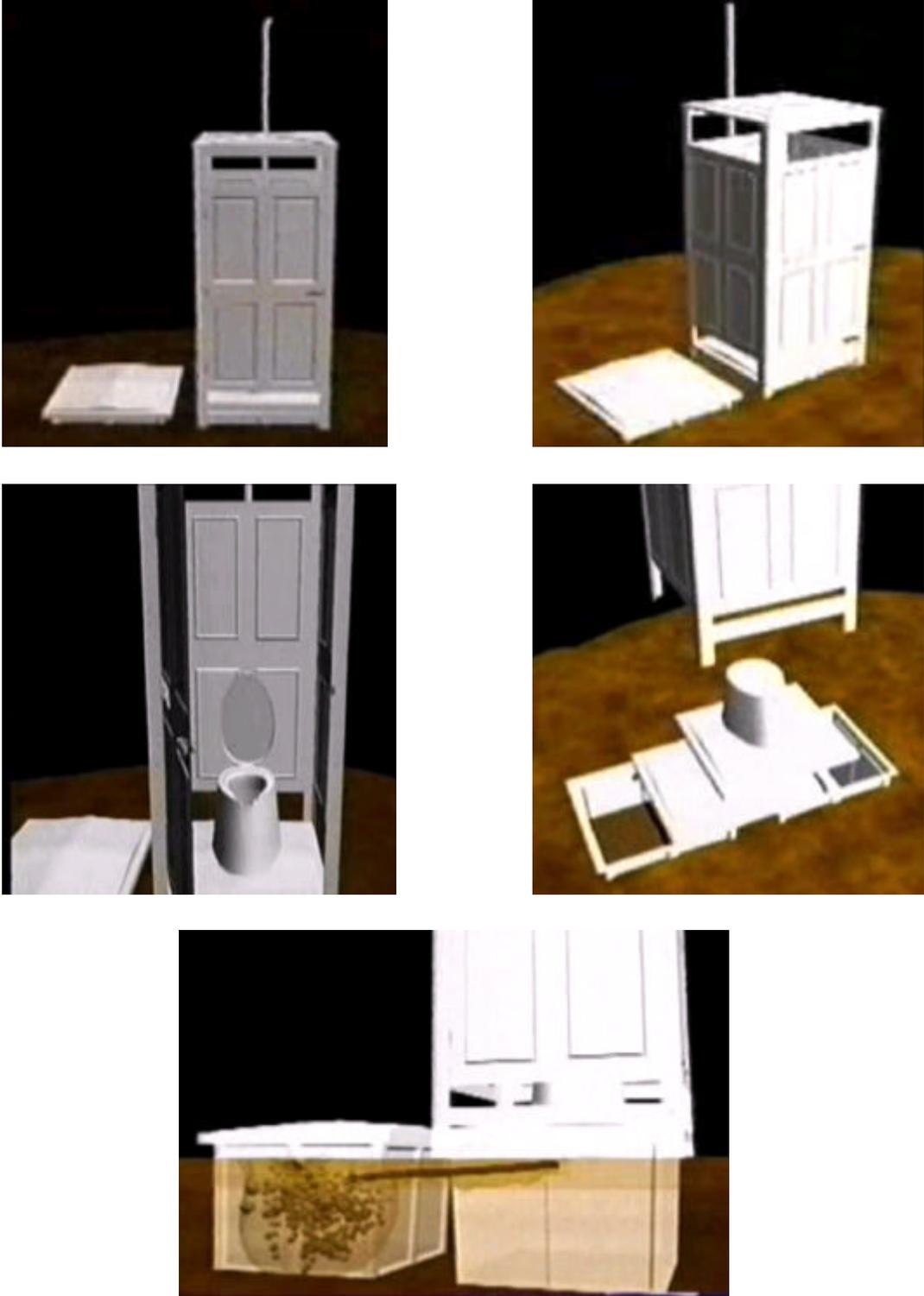
- 24 unidades de inodoros
- 7 unidades de tanques sépticos
- 48 unidades de sumideros

✓ Recomendaciones. Realizar análisis del abono orgánico procedentes de los pozos sépticos, para comprobar si estos son nocivos para la utilización en los cultivos, como lo indica el decreto 1594 de 1984 sobre control de aguas y vertimientos.

Además de realizar un estudio de factibilidad para la posible conexión al colector más cercano.

⁸ ENTREVISTA con Jaime Ruiz Melo, Ing. encargado de la Oficina de Salud Ambiental, Dirección Municipal de Salud y Seguridad Social del Municipio de Pasto. San Juan de Pasto, 18 de Junio de 2004.

Figura 8. Unidades sanitarias ecológicas



Fuente: SANISECO.

3. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE ARANDA

3.1 MARCO GENERAL

3.1.1 Datos geográficos. Según la Alcaldía Municipal de Pasto⁹, el Centro Poblado de Aranda hace parte del Corregimiento de Morasurco (Figura 9), se localiza al norte del Municipio de Pasto, a 1° 31' y 1° 59' Latitud Norte y 77° 21' y 77° 40' Longitud Oeste, limita al norte con la Vereda Daza, al sur con el perímetro urbano de Pasto, al oriente con las veredas Cujacal Alto y Cujacal Centro y al occidente con la Vereda Tescual. Se encuentra a 2800 m.s.n.m., en el borde del perímetro urbano de Pasto, posee piso térmico frío, donde se produce trigo, cebada, maíz, papa y hortalizas. Según el último censo realizado por el DANE, tiene una población de 1250 habitantes aproximadamente.

Después de esta definición del POT, Pasto Realidad Posible 2000 – 2012. Se estableció una nueva Resolución, en la cual se certifica que el Centro Poblado de Aranda, ya no es una vereda sino un Barrio dentro de la Jurisdicción del Municipio de Pasto, inscrito en el Plan de Ordenamiento Territorial, con sus respectivos límites: Norte: con el perímetro urbano, Occidente: con los barrios Sol de Oriente y Quillotoco, Oriente: con el barrio Portal de Aranda y Sur: con el Barrio Villa Guerrero.

Figura 9. Panorámica Centro Poblado de Aranda



Fuente: Proyecto Código Periferia Urbana, Municipio de Pasto.

⁹ ALCALDÍA MUNICIPAL DE PASTO. Proyecto Código Periferia Urbana PCPU. Documento I. San Juan de Pasto: Imprenta municipal, 2000 p. 25 .

3.1.2 Caracterización. El Centro Poblado de Aranda está localizado al borde del perímetro oriental urbano de la ciudad de Pasto, situación que ha generado una ocupación y uso del suelo de características especiales, pues se mezclan las actividades rurales y urbanas, conformando espacios que se contraponen al ordenamiento territorial del sector.

Geográficamente el territorio del Centro Poblado de Aranda está ubicado en el Valle de Aranda, fuertemente invadido por las nuevas urbanizaciones y loteos en la década de los años noventa, por haber sido declarado como suelo de expansión urbana, dados los eventos del volcán Galeras, que propiciaron esa determinación.

Los terrenos de Aranda están en las estribaciones del Cerro Morasurco, en el cual nacen numerosos cursos de agua que irrigaban el Valle de Atriz y que ahora forman parte del sistema de alcantarillado del sector, perdiendo su valor ambiental, paisajístico e histórico, además de ser contaminados por los nuevos asentamientos urbanos del entorno, desmejorando la calidad de vida de sus habitantes¹⁰.

3.1.3 Datos históricos. En la época de la Colonia Española en el siglo XVI este territorio perteneció a la Encomienda de Esteban Zambrano y Gregoria de Trigo, Juan Bermeo, Fernando de Aranda y Juana Cisneros, situación que hasta hace poco tiempo conservó el esquema en la distribución de la tierra como propiedad de muy pocos con la modalidad denominada Hacienda.

3.1.4 Usos del suelo. En el área inmediata de influencia de Aranda están localizados los suelos de expansión urbana delimitados en el plan de ordenamiento territorial, condición que amerita mucha atención en los nuevos desarrollos propuestos y futuros, para lograr un crecimiento planificado sobre los suelos definidos para ser ocupados por nuevas urbanizaciones.

Según el uso residencial, se clasifica en:

Unifamiliar: la mayoría de las viviendas son de un piso, y están acompañadas de parcelas o lotes.

Bifamiliar: no es frecuente, aunque existen algunas viviendas consideradas como inquilinato.

Multifamiliar: algunas construcciones modernas de uno o dos pisos se dividen en apartamentos.

¹⁰ Ibid., p. 75.

El comercio es escaso, la presencia de pequeñas tiendas en el eje vial hacia la capilla y la producción agrícola que es distribuida en la ciudad. La industria está basada en las ladrilleras localizadas en cercanías al área urbana del centro poblado.

En el campo social, hay instituciones como el centro educativo, el puesto de salud, la casa cural, entre otras¹¹.

3.1.5 Recursos naturales y ambientales.

✓ Subsistema orográfico. El Sector de Aranda se clasifica según el POT y CORPONARIÑO en la Clase Agrológica II, donde se cultiva el maíz, la papa, etc.; existe predominio de eucalipto.

✓ Subsistema hidrográfico. El centro poblado es atravesado por dos quebradas reconocidas como La Gallinacera y Ojo de Agua, que son contaminadas por aguas vertidas y por residuos químicos de plaguicidas, además la quebrada la Gallinacera fue encausada hacia una tubería de alcantarillado¹².

3.1.6 Sistema de infraestructura básica y complementaria.

✓ Educación. Cuenta con niveles de educación:

Preescolar: Personitas del Mañana (ICBF).

Primaria: Concentración Escolar “Primero de Mayo”.

Secundaria: Colegio Nocturno, ó los estudiantes se desplazan hacia el Colegio bachillerato del Barrio Corazón de Jesús y otras.

✓ Salud. El puesto de salud de Aranda, es dependiente de la Secretaría de Salud Municipal de la Alcaldía de Pasto, presta los servicios de salud preventiva y curativa.

✓ Recreación y deporte. Está la cancha deportiva de la Concentración Escolar Primero de Mayo, donde se realizan actividades sociales y culturales; además cuenta con un salón comunal, denominado Salón Múltiple donde se realizan actividades sociales, culturales y recreativas¹³.

3.1.7 Subsistema de servicios públicos domiciliarios.

✓ Acueducto. El acueducto de Aranda, está clasificado como rural por lo que se organizó una Junta Administradora del Acueducto, que controla la operación y mantenimiento del mismo.

¹¹ Ibid., p. 76.

¹² Ibid., p. 79.

¹³ Ibid., p. 82.

✓ Alcantarillado. La mayoría de las aguas servidas se depositan en las quebradas que rodean el pueblo, existen algunos tramos de alcantarillado, los cuales no cubren toda la demanda, que desembocan a un Box Culvert de la red urbana de Pasto; no hay instalaciones domiciliarias, y existen pozos sépticos.

✓ Energía eléctrica. La prestación de este servicio lo realiza la empresa Cedenar, que ha establecido tarifas según la estratificación socio-económica, por considerarse de tipo rural.

✓ Telefonía. Se presta el servicio si el usuario solicita a la empresa su instalación¹⁴.

3.1.8 Sistema vial. Se conforma de vías tipo:

✓ Regional. El acceso al Centro Poblado de Aranda que se hace desde la Vía Antigua al Norte de carácter regional, entrando por la nueva urbanización Portal de Aranda.

✓ Rural principal. La vía que conduce desde Cujacal hasta el centro poblado de Aranda intersectando la vía antigua al norte y entrando al Valle de Aranda.

✓ Camino verde – Tramo oriental. Está conformado por el circuito comprendido entre: San Fernando, La Laguna, Cabrera, Buesaquillo La Alianza, Villa Julia, El Carmelo, Tambo Loma, Cujacal, Aranda, Tescual. y el ramal: Alianza Purgatorio, Cabrera¹⁵.

3.2 SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

3.2.1 Sistemas de acueducto. En el año de 1979, el Centro Poblado de Aranda, comenzó a construir el acueducto tomando como fuente un nacimiento de agua, para surtir a 55 usuarios. Hoy en día este acueducto surte a 250 familias, con cantidades y calidades aceptables.

✓ Componentes del sistema. Teniendo en cuenta el año de construcción de cada componente, se determinó si cumple o no su período de funcionamiento, con referencia al nivel de complejidad clasificado en la sección A.11.1.1. de las Normas RAS 2000; de lo cual se estudió la necesidad de remplazarlo o realizarle adecuaciones para mejorar su funcionamiento.

¹⁴ Ibid., p. 82.

¹⁵ Ibid., p. 86.

A través de una visita de campo al Centro Poblado de Aranda se identificó cada uno de los componentes del sistema de acueducto, resumidos en los siguientes cuadros para cada fuente.

Quebrada Ojo de agua. Se analizó la calidad del agua de la fuente, teniendo en cuenta los parámetros en función de la calidad del agua de la fuente según Normas RAS 2000, título A, sección A.11.2.2. Y de los análisis realizados durante este trabajo de grado, resumidos en el cuadro 68.

Cuadro 68. Análisis fisicoquímico y microbiológico de la Quebrada Ojo de Agua, Centro Poblado de Aranda

DATOS GENERALES			
Localidad	Aranda	Municipio	Pasto
Lugar de toma	Captación	Fecha toma muestra	Marzo, 25 de 2004.
Dirección	-	Hora de toma	10:15 a.m.
Acueducto	Junta Admón.	Origen	Superficial
RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO			
CARACTERISTICA	UNIDADES	VALOR ENCONTRADO	VALOR ADMISIBLE SEGÚN RAS 2000
Olor		Aceptable	Inofensivo
Sustancias flotantes	Ausencia	Ausente	Ausente
Color	UPC	< 5	< 10
Turbiedad	UNT	1.49	< 2.0
pH	UND	6.89	6.0 -8.5
Cloro residual libre	Cl ₂ ppm	-	
Dureza	CaCO ₃ ppm	38.8	<160
Sulfatos	SO ₄ ppm		
Hierro	Fe ⁺⁺ ppm		
Cloruros	Cl ⁻ ppm		< 50
Nitritos	NO ₂ ppm	0.011	<0.1
Alcalinidad	CaCO ₃ ppm		
Conductividad	Microhmios	2.0	50-1000
RESULTADO ANALISIS MICROBIOLÓGICO			
MICROORGANISMOS INDICADORES TECNICA SUSTRATO DEFINIDO		VALOR ENCONTRADO	VALOR ADMISIBLE SEGÚN RAS 2000
NMP Coliformes Totales / 100ml		Neg.	0.0 – 50.0 UFC
Escherichia Coli / 100ml		Neg.	0.0 UFC

Comparando los resultados anteriores con el cuadro 11, se clasifica a la Quebrada Ojo de Agua como una **FUENTE ACEPTABLE**, según los parámetros de calidad de la fuente, la cual necesita únicamente procesos de desinfección más estabilización.

Teniendo en cuenta el año de construcción de cada componente, se determinó si cumplió o no su período de funcionamiento, si es necesario remplazarlo o realizarle adecuaciones, para mejorar su funcionamiento.

En el cuadro 69, se identifica los componentes que integran el sistema de acueducto del Centro Poblado de Aranda.

Cuadro 69. Identificación de los componentes del sistema de acueducto, Quebrada Ojo de Agua, Centro Poblado de Aranda

AGUA DE CENTRO POBLADO DE ARANDA - MUNICIPIO DE PASTO						
FORMATO DT - 01		IDENTIFICACION DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO				
SUBSISTEMA	PROCESO	SUBSISTEMA/COMPONENTE	EXISTE SI/NO	TIPO DE ESTRUCTURA	OBSERVACIONES	
Producción	Captación	Cuenca	SI		QUEBRADA OJO DE AGUA	
		Fuente				
			Captación	SI	LECHO FILTRANTE	ADEMAS ABASTECE AL B. VILLA NUEVA
			Estación de bombeo	NO		
			Aducción - Impulsión	NO		
			Desarenador	NO		
			Aducción	SI	A GRAVEDAD, PVC RDE 21	
		Tratamiento	Tratamiento - Macromedición	SI	CLORACION	250 gr CADA DOS DIAS
Distribución	Distribución	Bombeo	NO			
		Almacenamiento	SI	CONVENCIONAL		
		Distribución	SI	PVC		
		Redes Principales	SI	A GRAVEDAD, PVC RDE 21		
		Redes Secundarias	SI	A GRAVEDAD, PVC RDE 21		
		Conexiones Domiciliarias	SI	A GRAVEDAD, PVC RDE 21		
		Instalaciones Internas o Intradomiciliarias	SI	A GRAVEDAD		

- Datos generales para el cálculo del sistema de acueducto en condiciones actuales. El siguiente chequeo se ciñe a la norma RAS 2000 del Ministerio de Desarrollo Económico, dirección de agua potable y saneamiento básico. Comprende el chequeo de bocatoma de lecho filtrante, conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución. Se realizó el cálculo, teniendo en cuenta los datos del cuadro 70, rectificando los diseños con nivel de complejidad alto ya que este sector está absorbido por la ciudad de Pasto, pero en la actualidad seguirá funcionando como nivel de complejidad bajo y con la reglamentación determinada hasta que las entidades competentes determinen su cambio como zona urbana de San Juan de Pasto.

Cuadro 70. Datos generales, sistema de acueducto, cabecera del corregimiento de Cabrera

DATOS GENERALES		
Población actual	1250	hab.
No de hab por Vivienda	5	
Numero de viviendas	250	
Clasificación de acuerdo a RAS2000		
Nivel de Complejidad:	Alto	
Temperatura Promedio	10°C	
Zona	Suburbana	
Periodo de Diseño del Sistema	30 años	

Población. Para el cálculo de la población no fue factible obtener datos censales anteriores de población de este sector, por consiguiente se asumió una tasa de crecimiento poblacional promedio de 3%, ya que este sector está considerado como zona de expansión urbana.

Consumos. Se determinó los consumos para cada uso en el cuadro 71, según las condiciones de servicio, sector rural con un nivel de complejidad alto, estipulados en las Normas RAS 2000, Título B, sección B.2.3.1.

Cuadro 71 Determinación de caudales para cada uso.

USOS DEL AGUA		
Uso doméstico	rural	
CONSUMOS DOMESTICO		
Aseo personal	75.0	l/hab./día
Cocina	30.0	l/hab./día
Lavado de ropa	20.0	l/hab./día
Inodoros	50.0	l/hab./día
Lavado de pisos	10.0	l/hab./día
Riego de zonas verdes	15.0	l/hab./día
TOTAL	200.0	l/hab./día
CONSUMO ESCOLAR	50.0	l/alumno/día

Dotación Neta. Es la cantidad mínima de agua para satisfacer las necesidades básicas, sin considerar las pérdidas. Por el nivel de complejidad alto, las dotaciones netas mínimas de acuerdo a la norma debe ser mayor a 150 l/hab./día, según la sección B.2.4.1. De la Norma RAS 2000, Título A.

Dotación Bruta. Cuando no se dispone de registros del porcentaje de pérdidas técnicas admisibles se asume de acuerdo al nivel de complejidad, según lo establecido en la norma RAS2000, sección B.2.5.4. Para el nivel de complejidad bajo, la dotación bruta asumida es de 20%.

Se calculó en el cuadro 72 la dotación bruta, obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro 72. Dotación bruta para uso residencial y escolar

Dotación Bruta Residencial =	250.00	l/hab./día
Dotación Bruta Escolar =	62.50	l/alumno/día

Demanda. Se calculan los caudales medio horario, máximo diario y horario en el cuadro 73, multiplicando la dotación bruta por un coeficiente de consumo máximo diario, y horario en el cuadro 74, dependiendo del nivel de complejidad, según la norma RAS 2000, título B, sección B.2.7.3.

Cuadro 73. Coeficientes de consumo máximos

Coeficiente de consumo máximo diario (K1) =		1.2
Coeficiente de consumo máximo horario (K2) =		1.5
Consumo Residencial =	3.62	lps
consumo Escolar =	0.90	lps

Cuadro 74. Caudal medio diario, máximo diario y horario

Consumos	Residencial		Escolar	Total
Consumo medio diario	3.62	Lps	0.04	3.66
Consumo máximo diario	4.70	Lps	0.06	4.76
Consumo máximo horario	7.52	Lps	0.09	7.61

- Datos generales para el cálculo de los componentes del sistema de acueducto, para una población futura. Teniendo en cuenta el período de diseño de los componentes se calculó la población futura para ese tiempo, resumidos en el cuadro 75.

Cuadro 75. Población futura según el período de diseño de los componentes

SISTEMA	años	Población Futura
CAPTACION	30	3034
DESARENADOR	30	3034
ADUCCION	30	3034
TANQUE	30	3034
RED MATRIZ	30	3034
RED SECUNDARIA	25	2617

Caudal asignado. En el cuadro 76 se calculó los caudales de diseño para cada componente del sistema, según la población proyectada a partir de la existente.

Cuadro 76. Caudal de diseño de los componentes

SISTEMA	Años	Consumo medio diario	Consumo máximo diario	Consumo máximo horario	Caudal de diseño
CAPTACION	30	8.779	11.41	18.26	10.06
DESARENADOR	30	8.779	11.41	18.26	10.06
ADUCCION	30	8.779	11.41	18.26	8.78
TANQUE	30	8.779	11.41	18.26	18.26
RED MATRIZ	30	8.779	11.41	18.26	18.26
RED SECUNDARIA	25	7.573	9.84	15.75	15.75

- ✓ Captación. El Centro Poblado de Aranda toma sus aguas del nacimiento de la Quebrada Ojo de Agua, por medio de una captación de lecho filtrante (Figura 10), con tuberías perforadas, fue construida en el año de 1980, en el predio del

señor Efrén Melo; recientemente se construyeron unas aletas para encausar el agua hacia la captación. En el cuadro 77 se resume el diagnóstico realizado para la captación.

Cuadro 77. Diagnóstico de la Captación, Quebrada Ojo de Agua, Centro Poblado de Aranda

AGUA DE CENTRO POBLADO DE ARANDA - MUNICIPIO DE PASTO				
FORMATO DT - 03		DIAGNOSTICO DE LA CAPTACION		
TIPO DE CAPTACION	NOMBRE / UBICACIÓN	CAPACIDAD	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	MANTENIMIENTO
LECHO FILTRANTE	FINCA KM. 4 PREDIO DE EFREN MELO	12.47 m ³	BUENO	UNA VEZ A LA SEMANA

Figura 10. Captación Tipo Lecho filtrante , Quebrada Ojo de Agua, Centro Poblado de Aranda



Estado actual. Tiene un período de funcionamiento de 24 años, no sobrepasa el período de diseño de 30 años para niveles de complejidad alto según el cuadro 2.

El predio donde se encuentra localizada la bocatoma, es propiedad privada, el acceso es restringido para control y mantenimiento de la misma. Además la deforestación por parte del dueño del predio, causa la disminución del caudal de la fuente en épocas de verano.

Proyección futura. Es inevitable la conexión del sistema de acueducto del Centro Poblado de Aranda a la red de acueducto de la ciudad de Pasto, ya que esta zona está considerada como un Barrio de la Comuna 10 y como zona de expansión urbana de la ciudad, por tal razón se lo cataloga como nivel de complejidad alto, además los análisis de agua potable obtenidos por el Instituto Departamental de Salud, con valores considerables de coliformes totales y *E. coli*, da pie a la conexión obligada al sistema de Pasto.

✓ Desarenador. No tiene. Se recomienda realizar el estudio pertinente si el sistema de acueducto del Centro Poblado de Aranda, necesita o no de un desarenador que sedimente las partículas presentes en el agua cruda.

✓ Conducción. La conducción se realiza a través de tubería de PVC RDE 21, hasta el tanque de almacenamiento; tiene una longitud total de 223.88m con diámetros de 4" para 50m y 3" para 173.88m. Se instaló en el año de 1980 el tramo desde la captación hasta el tanque de almacenamiento, con un trayecto de vida de 24 años. Por lo tanto su vida útil no sobrepasa el período de diseño de 30 años para niveles de complejidad alto. En el cuadro 78 se resume el diagnóstico de la conducción.

Cuadro 78. Diagnóstico de la Conducción; Quebrada Ojo de Agua, Centro Poblado de Aranda

AGUA DE CENTRO POBLADO DE ARANDA - MUNICIPIO DE PASTO							
FORMATO DI - 04		DIAGNÓSTICO DE ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN					
TRAMO	DIAMETRO	MATERIAL	CLASE	LONGITUD	ACCESORIOS	OBSERVACIONES	
I	Captación	4"	PVC	RDE 21	45.71		
F	B						
I	B	3"	PVC	RDE 21	52.8		
F	Tanque						

Estado actual. La Junta Administradora no ha realizado cambios de tubería por conflictos con el propietario de los terrenos por donde atraviesa la tubería, quien no permite realizar excavaciones ni acceso al lugar; además los predios son utilizados permanentemente para la agricultura, causando daños en las tuberías por el arado de las tierras y posible infiltración de fungicidas.

En el cuadro 79 se indican los cálculos realizados para la conducción existente partiendo de la población actual.

Cuadro 79. Cálculo conducción actual

TRAMO		LONGITUD		CAUDAL		DIAMETRO		VELOCIDAD	COTARQUA		PIEZOMETRICA		PERDIDAS		PRESION DISPONIBLE	
DE	A	TOPOG.	REAL	DISEÑO	PULG.	RDE	m/seg	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	UNITARIAS	TOTALES	INICIAL	FINAL	
0.00	50.00	50.00	50.08	7.52	4.00	26	0.93	2678.51	2675.72	2676.51	2676.11	0.008	0.40	2.0	0.39	
50.00	60.00	10.00	10.06	7.52	4.00	26	0.93	2675.72	2674.62	2676.11	2676.03	0.008	0.08	0.4	1.41	
60.00	100.00	40.00	40.01	7.52	3.00	26	1.65	2674.62	2673.80	2672.62	2671.31	0.033	1.31	2.0	2.49	
100.00	150.00	50.00	50.00	7.52	3.00	26	1.65	2673.80	2673.87	2673.80	2672.17	0.033	1.63	0.0	1.70	
150.00	200.00	50.00	50.00	7.52	3.00	26	1.65	2673.87	2674.39	2672.17	2670.54	0.033	1.63	1.7	3.85	
200.00	223.88	23.88	23.88	7.52	3.00	26	1.65	2674.39	2674.64	2670.54	2669.76	0.033	0.78	3.9	4.88	

Los diámetros de la conducción actual **NO CUMPLEN** con los diámetros exigidos para un buen funcionamiento del sistema, por no cumplir con las presiones mínimas necesarias, por tanto es importante el reemplazo de tubería en el tramo: K0 + 150.00 – k0 + 223.88 por tubería de diámetro 4" RDE 26.

Proyección futura. Teniendo en cuenta la población proyectada para un periodo de 30 años, se calculó los diámetros de la conducción en el cuadro 80.

Cuadro 80. Cálculo proyectado de la conducción

TRAMO		LONGITUD		CAUDAL		DIAMETRO		VELOCIDAD m/seg	COTA ROJA		PIEZOMETRICA		PERDIDAS		PRESION DISPONIBLE	
DE	A	TOPOG.	REAL	DISENO	PULG.	RDE	INICIAL		FNAL	INICIAL	FINAL	UNITARIAS	TOTALES	INICIAL	FINAL	
0.00	50.00	50.00	50.08	7.52	4.00	26	0.93	2678.51	2675.72	2676.51	2676.11	0.008	0.40	2.0	0.39	
50.00	60.00	10.00	10.06	7.52	4.00	26	0.93	2675.72	2674.62	2676.11	2676.03	0.008	0.08	0.4	1.41	
60.00	100.00	40.00	40.01	7.52	4.00	26	0.93	2674.62	2673.80	2672.62	2672.30	0.008	0.32	2.0	1.50	
100.00	150.00	50.00	50.00	7.52	4.00	26	0.93	2673.80	2673.87	2673.80	2673.40	0.008	0.40	0.0	0.47	
150.00	200.00	50.00	50.00	7.52	4.00	26	0.93	2673.87	2674.39	2673.40	2673.00	0.008	0.40	0.5	1.39	
200.00	223.88	23.88	23.88	7.52	4.00	26	0.93	2674.39	2674.64	2673.00	2672.80	0.008	0.19	1.4	1.84	

Se recomienda realizar un diseño minucioso de la conducción, ya que los diámetros que actualmente están instalados no cumplen con los necesarios para un buen funcionamiento. Además se recomienda el mantenimiento preventivo de la red, realizándolo por lo menos una vez al mes.

✓ Tanque de almacenamiento. La conducción llega a un tanque convencional enterrado, de forma cuadrada con dimensiones de 4.75x4.75x2.50, que fue construido en el año de 1980, ubicado en la finca Las Joyas (Figura 11), de propiedad de la señora Rosa de Enríquez. Actualmente se le han realizado dos reparaciones con mortero y aditivos por lo que se encuentra en buen estado. En el cuadro 81, se indican los datos consignados en el diagnóstico del tanque de abastecimiento y cloración.

Figura 11. Tanque de Almacenamiento, Centro Poblado de Aranda



Cuadro 81. Diagnóstico del Tanque de Almacenamiento; Quebrada Ojo de Agua, Centro Poblado de Aranda

AGUA DE CENTRO POBLADO DE ARANDA - MUNICIPIO DE PASTO	
FORMATO DT - 05	DIAGNOSTICO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y CLORACION
ITEM	TANQUE
NOMBRE DEL TANQUE	
LOCALIZACION	FINCA LOS ALISALES, PREDIO DE ROSA DE ENRIQUEZ
TIPO	CONVENCIONAL, SEMIENTERRADO
DIMENSIONES	RECTANGULAR
ALTO (M)	2.5
ANCHO (M)	4.75
LARGO (M)	4.75
CAPACIDAD M ³	56.41
NIVEL MAXIMO	2.3
NIVEL MINIMO	
NUMERO DE FISURAS	
NUMERO DE FUGAS	NINGUNA
ZONAS QUE ABASTECE	CENTRO POBLADO DE ARANDA

Estado actual. Hasta el momento no ha presentado problemas en su funcionamiento, aunque presenta algunas fisuras. No sobrepasa el período de diseño de 25 años para niveles de complejidad alto.

Debido a la ubicación del tanque en un predio de propiedad privada, ha conllevado a conflictos entre la Junta y el dueño de la propiedad, no permite el acceso del fontanero para la dosificación de cloro y mantenimiento del mismo.

Cálculo de la estructura en sus condiciones actuales. El abastecimiento de este tanque es por gravedad y su volumen se determina en el cuadro 83, a partir de la curva de variaciones horarias de un día típico, consignados en el cuadro 82 (Figura 11 y 12).

Cuadro 82. Cálculo del Tanque de Almacenamiento. Consumos acumulados

PERIODO HORA	APORTE lps	Aporte acumulado m3	Consumo		Consumo acumulado m3	diferencia m3
			%	lps		
1	10.91	39.29	0.5%	1.31	4.71	34.57
2	10.91	78.58	1.0%	2.62	14.14	64.43
3	10.91	117.87	1.5%	3.93	28.29	89.58
4	10.91	157.16	2.5%	6.55	51.86	105.29
5	10.91	196.44	4.5%	11.79	94.29	102.15
6	10.91	235.73	5.5%	14.41	146.15	89.58
7	10.91	275.02	7.0%	18.33	212.16	62.86
8	10.91	314.31	7.5%	19.64	282.88	31.43
9	10.91	353.60	6.5%	17.03	344.17	9.43
10	10.91	392.89	6.0%	15.72	400.75	-7.86
11	10.91	432.18	5.5%	14.41	452.61	-20.43
12	10.91	471.47	4.5%	11.79	495.04	-23.57
13	10.91	510.76	4.0%	10.48	532.76	-22.00
14	10.91	550.04	4.0%	10.48	570.47	-20.43
15	10.91	589.33	4.5%	11.79	612.91	-23.57
16	10.91	628.62	5.0%	13.10	660.05	-31.43
17	10.91	667.91	6.0%	15.72	716.63	-48.72
18	10.91	707.20	6.5%	17.03	777.92	-70.72
19	10.91	746.49	5.5%	14.41	829.78	-83.29
20	10.91	785.78	4.5%	11.79	872.21	-86.44
21	10.91	825.07	3.0%	7.86	900.50	-75.43
22	10.91	864.36	2.0%	5.24	919.36	-55.00
23	10.91	903.64	1.5%	3.93	933.50	-29.86
24	10.91	942.93	1.0%	2.62	942.93	0.00
	942.93		100.0%			191.73

Figura 12. Curva de variaciones horarias de un día de máximo consumo. Gráfica de aportes al tanque y consumos por cada hora sin acumular

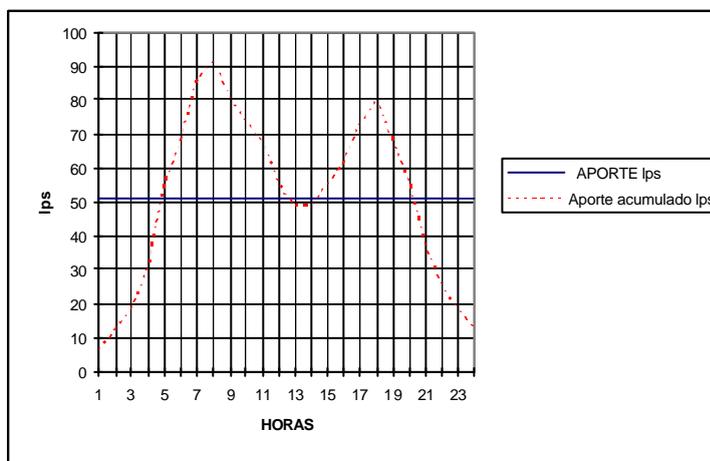
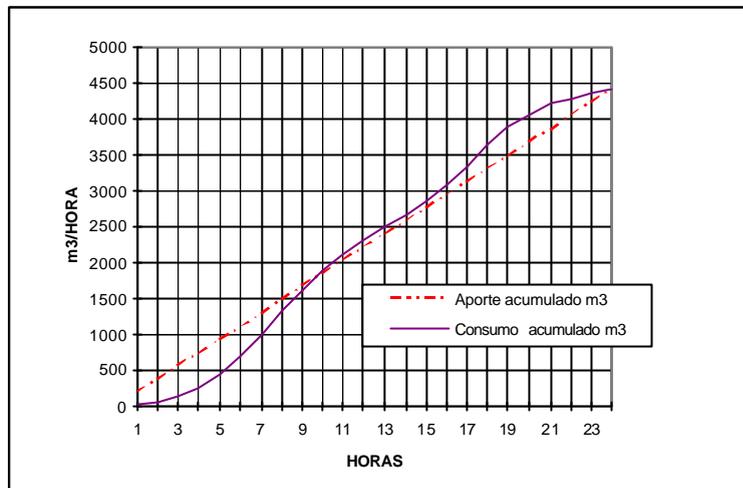


Figura 13. Curva de consumos acumulados obtenida de la curva de variaciones horarias del día de máximo consumo (m³/hora)



Se necesita un volumen de almacenamiento de: 191.73m³, el cual representa un 20.33% del caudal máximo diario. De donde se obtienen las dimensiones del tanque en el cuadro 83.

Cuadro 83. Dimensiones del tanque

Las dimensiones del tanque son:		
Ancho:	6.00	m
Longitud:	8.00	m
Profundidad útil:	4.00	m
Borde libre:	0.15	m
Profundidad total:	4.20	m
Volumen útil:	192.00	m³
Volumen total:	201.60	m ³

Las dimensiones requeridas para el tanque son:

$$L = 8.00\text{m}$$

$$B = 6.00\text{m}$$

$$H = 4.00\text{m}$$

Con un volumen de 192.00m³

El tanque de almacenamiento tiene unas dimensiones de 4.75*4.75*2.5m. equivalente a un volumen de 51.89 m³

El volumen requerido es mayor al del tanque construido, por lo cual **NO CUMPLE** con las dimensiones necesarias para un funcionamiento adecuado, por lo que se

tiene que ampliar a dimensiones apropiadas o en su defecto construir otro que supla el volumen faltante.

Proyección futura. En el cuadro 84 se calculó las dimensiones necesarias para el tanque de abastecimiento que sea capaz de suplir el caudal en horas pico, para una proyección de población a partir de la existente.

Cuadro 84. Cálculo del Tanque de Almacenamiento. Consumos acumulados

PERIODO HORA	APORTE lps	Aporte acumulado m3	Consumo		Consumo acumulado m3	diferencia m3
			%	lps		
1	26.49	95.36	0.5%	3.18	11.44	83.92
2	26.49	190.73	1.0%	6.36	34.33	156.40
3	26.49	286.09	1.5%	9.54	68.66	217.43
4	26.49	381.46	2.5%	15.89	125.88	255.58
5	26.49	476.82	4.5%	28.61	228.87	247.95
6	26.49	572.19	5.5%	34.97	354.76	217.43
7	26.49	667.55	7.0%	44.50	514.97	152.58
8	26.49	762.92	7.5%	47.68	686.62	76.29
9	26.49	858.28	6.5%	41.32	835.39	22.89
10	26.49	953.64	6.0%	38.15	972.72	-19.07
11	26.49	1049.01	5.5%	34.97	1098.60	-49.59
12	26.49	1144.37	4.5%	28.61	1201.59	-57.22
13	26.49	1239.74	4.0%	25.43	1293.14	-53.40
14	26.49	1335.10	4.0%	25.43	1384.69	-49.59
15	26.49	1430.47	4.5%	28.61	1487.69	-57.22
16	26.49	1525.83	5.0%	31.79	1602.12	-76.29
17	26.49	1621.20	6.0%	38.15	1739.45	-118.25
18	26.49	1716.56	6.5%	41.32	1888.22	-171.66
19	26.49	1811.92	5.5%	34.97	2014.10	-202.17
20	26.49	1907.29	4.5%	28.61	2117.09	-209.80
21	26.49	2002.65	3.0%	19.07	2185.75	-183.10
22	26.49	2098.02	2.0%	12.72	2231.53	-133.51
23	26.49	2193.38	1.5%	9.54	2265.86	-72.48
24	26.49	2288.75	1.0%	6.36	2288.75	0.00
	2,288.75		100.0%			465.38

Figura 14. Curva de variaciones horarias de un día de máximo consumo proyectados a la población futura. Gráfica de aportes al tanque y consumos por cada hora sin acumular

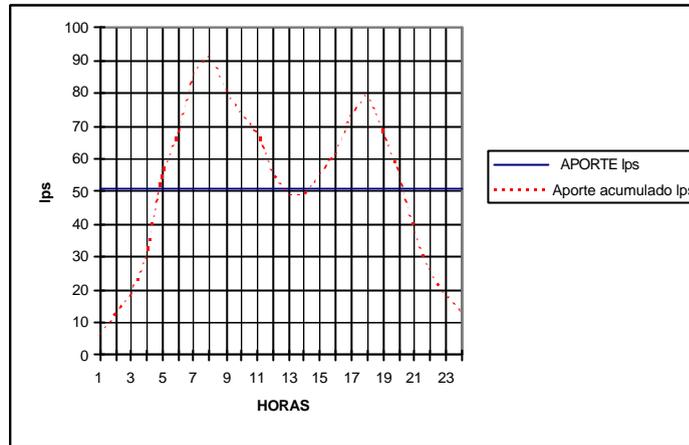
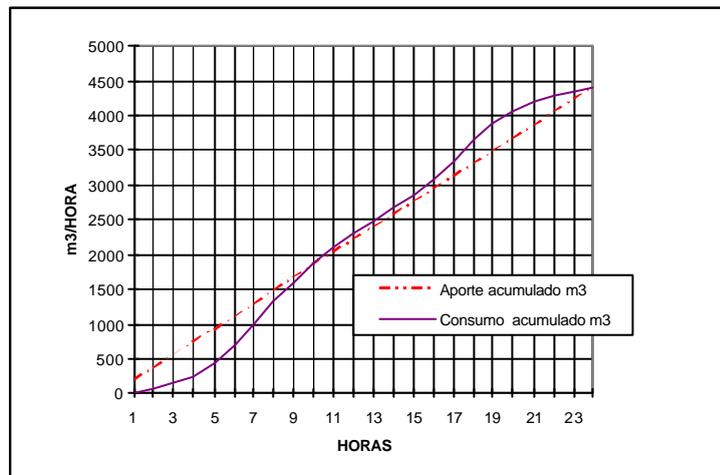


Figura 15. Curva de consumos acumulados obtenida de la curva de variaciones horarias del día de máximo consumo (m3/hora) para población futura



Se necesita un volumen de almacenamiento de: 480.00m^3 , el cual representa un 20.33% del caudal máximo diario. De donde se obtienen las dimensiones del tanque en el cuadro 85.

Cuadro 85. Dimensiones del tanque

Las dimensiones del tanque son:		
Ancho:	10.00	m
Longitud:	12.00	m
Profundidad útil:	4.00	m
Borde libre:	0.15	m
Profundidad total:	4.20	m
Volumen útil:	480.00	m ³
Volumen total:	504.00	m ³

Se recomienda construir un tanque de almacenamiento de dimensiones:

L = 12.00m

B = 10.00m

H = 4.00m

Para suplir las necesidades de agua de las población futura.

✓ Desinfección. El proceso de desinfección consiste en la dosificación de cloro la cual se realiza en el tanque de almacenamiento, por medio de una manguera. La dosificación es de 250 gr. de cloro granulado (Figura 18) en un tanque de mezcla de 500lts de agua (Figura 16), con sistema de dosificación flotante (Figura 17). Realizado cada dos días.

Figura 16. Tanque de almacenamiento de cloro, Centro Poblado de Aranda



Figura 17. Dosificador de cloro, Centro Poblado de Aranda



Figura 18. Hidróxido de Cloro, granulado



Estado actual. Es necesario que regularmente se cuantifique la cantidad de cloro residual en las viviendas más alejadas de la red, para verificar si el contenido de cloro es recomendable según los valores admisibles de las normas de calidad del agua potable, según el Decreto 475/98.

Cálculo de la estructura en condiciones actuales. Los resultados del cálculo se los consigna en el cuadro 86.

Cuadro 86. Cálculo de la dosificación de hipoclorito de calcio

Volumen del tanque de solución desinfectante:	500.0	lts
Volumen útil del tanque:	400.0	lts
Caudal a desinfectar:	10.9	lps
Tipo de desinfectante:	Hipoclorito de Calcio	
Concentración del desinfectante:	65	%
Concentración deseada del desinfectante en el agua:	2	mg/l
Número de días para dosificar la solución:	4	días
Cantidad de hipoclorito necesaria:	116	gramos

La dosificación de hipoclorito de calcio que actualmente se aplica **CUMPLE** con la calculada para la población actual, es suficiente para una desinfección adecuada, por lo cual se recomienda la construcción de tanques de contacto que proporcionen el suficiente tiempo en el cual se garantice la desinfección, diferentes de los tanques de almacenamiento.

Proyección futura. En el cuadro 87 se calculó la dosificación de desinfectante necesaria para que sea capaz de eliminar los organismos patógenos presentes, en el agua cruda.

Cuadro 87. Cálculo de la dosificación de hipoclorito de calcio, a partir de la población futura

Volumen del tanque de solución desinfectante:	500.0	lts
Volumen útil del tanque:	400.0	lts
Caudal a desinfectar:	26.5	lps
Tipo de desinfectante:	Hipoclorito de Calcio	
Concentración del desinfectante:	65	%
Concentración deseada del desinfectante en el agua:	2	mg/l
Número de días para dosificar la solución:	4	días
Cantidad de hipoclorito necesaria:	282	gramos

La dosificación óptima para la desinfección adecuada del agua para una población futura es de 282gr de hipoclorito de calcio. Es necesaria la construcción de tanques de contacto que proporcionen el suficiente tiempo en el cual se garantice la desinfección, diferentes de los tanques de almacenamiento.

✓ Red de distribución. El caudal se distribuye hacia los predios por medio de una red ramificada de varios diámetros comprendidos entre 4plg y 3/4plg. la que con el tiempo se ha ido remplazando por tramos y con tubería de mayor diámetro, previendo la expansión futura. La totalidad de los habitantes cuentan con el servicio de agua potable. En el cuadro 88 se resume los datos del diagnóstico de la red de distribución.

Cuadro 88. Diagnóstico de la red de distribución

AGUA DE CENTRO POBLADO DE ARANDA - MUNIPIO DE PASTO				
FORMATO DT-07		DIAGNOSTICO		
Nº	PREGUNTAS	S	NO	
1	Existen zonas de baja presión en la red?		X	
2	Existen zonas de alta presión en la red?		X	
3	Se puede mejorar la distribución reparando o instalando algunas válvulas?		X	
4	Es necesario ejecutar o actualizar el catastro de redes?	X		
5	Es necesario reemplazar tuberías por problemas de edad?		X	
6	Es necesario reemplazar tuberías por problemas de material?		X	
7	Existe personal capacitado para operar la red y hacerle mantenimiento?	X		
8	Esta definido el presupuesto para optimizar la red de distribución?		X	

Estado actual. La primera red instalada fue en 1980, se ha instalado nueva tubería, de mayor diámetro en la red principal, por lo tanto su vida útil está dentro de los límites, teniendo en cuenta su período de diseño de 25 años para niveles de complejidad alto.

Cálculo de los diámetros de la red de distribución en el estado actual. En el cuadro 90 se calculan los diámetros necesarios para que el componente funcione adecuadamente para un buen servicio, teniendo en cuenta los caudales respectivos para cada tramo, del cuadro 89.

Cuadro 89. Caudales asignados por tramo

Poblacion		1360	Habit.
Dotacion		200	lts/hab/dia
QMH		6.55	lps
q'		0.00481	lps
Tramo	No de hab	Q (Lts/seg)	
T	B	0	0.00
B	B'	10	0.05
B	C	5	0.02
C	C'	15	0.07
C	D	15	0.07
D	D'	45	0.22
D	E	30	0.14
E	E'	30	0.14
E	F	20	0.10
E	G	40	0.19
H'	I	105	0.51
G	H	50	0.24
J	G	25	0.12
L	K	50	0.24
K	K'	65	0.31
L	M'	100	0.48
L	N'	80	0.39
L'	L	70	0.34
O	J	165	0.79
O	O'	80	0.39
P	O	25	0.12
P	Q	7	0.03
P	P'	75	0.36
Q	Q'	90	0.43
R	P	10	0.05
R	R'	60	0.29
S	R	100	0.48

Cuadro 90. Cálculo de los diámetros red de distribución

TRAMO			q	DIÁMETRO		VELOC	COTA ROJA		PIEZOMETRICA		PERDIDAS		PRESION DISPONIBLE		
DE	A	REAL		PULG.	RDE	m/seg	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	UNITARIAS	TOTALES	INICIAL	FINAL	REAL
TA	B	30.47	6.55	4	26	0.69	2,674.64	2,659.35	2,675.64	2,675.51	0.0042	0.13	1.00	16.16	4.33
B	C	62.38	6.48	4	26	0.68	2,659.35	2,657.38	2,675.51	2,675.25	0.0041	0.26	16.16	17.87	4.33
C	D	23.88	6.40	4	26	0.67	2,657.38	2,656.69	2,675.25	2,675.15	0.0041	0.10	17.87	18.46	4.33
D	E	38.53	6.11	4	26	0.65	2,656.69	2,655.82	2,675.15	2,675.00	0.0039	0.15	18.46	19.18	4.3
E	G	106.30	5.73	4	26	0.60	2,655.82	2,654.63	2,675.00	2,674.65	0.0033	0.35	19.18	20.02	4.33
G	J	105.24	4.79	4	26	0.50	2,654.63	2,656.58	2,674.65	2,674.40	0.0024	0.25	20.02	17.82	4.33
J	O	247.35	2.91	3	26	0.51	2,656.58	2,638.03	2,674.40	2,673.61	0.0032	0.79	17.82	35.59	3.37
O	P	32.13	1.73	3	26	0.30	2,638.03	2,636.27	2,673.61	2,673.57	0.0012	0.04	35.59	37.30	3.37
P	Q	57.57	1.24	3	26	0.22	2,636.27	2,631.90	2,673.57	2,673.54	0.0007	0.04	37.30	41.63	3.37
Q	S	194.52	0.48	3	26	0.08	2,631.90	2,617.27	2,673.54	2,673.51	0.0001	0.02	41.63	56.24	3.37
B	B'	54.30	0.05	1.50	26	0.01	2,659.35	2,658.85	2,675.51	2,675.51	0.0000	0.00	16.16	16.66	3.37
C	C'	31.42	0.07	1.50	26	0.04	2,656.69	2,657.78	2,675.25	2,675.25	0.0001	0.00	18.56	17.47	1.83
D	D'	54.06	0.22	1.50	26	0.13	2,656.69	2,655.80	2,675.15	2,675.12	0.0005	0.03	18.46	19.33	1.83
E	E'	81.75	0.14	1.50	26	0.08	2,655.82	2,655.80	2,675.00	2,674.99	0.0002	0.02	19.18	19.19	1.83
E	F	39.5	0.1	1.50	26	0.06	2,655.82	2,654.09	2,675.00	2,675.00	0.0001	0.00	19.18	20.91	1.83
I	H'	106.3	0.51	1.50	26	0.30	2,651.671	2,650.96	2,674.65	2,674.39	0.0025	0.26	22.98	23.43	1.83
G	H	91.67	0.75	1.50	26	0.44	2,654.63	2,650.96	2,674.65	2,674.19	0.0051	0.47	20.02	23.23	1.83
L	L'	98.514	0.34	1.50	26	0.20	2,657.304	2,655.572	2,674.04	2,673.93	0.0012	0.12	16.74	18.35	1.83
L	M	159.17	0.48	1.50	26	0.28	2,657.304	2,661.191	2,674.04	2,673.69	0.0022	0.35	16.74	12.50	1.83
L	N	117.4	0.39	1.50	26	0.23	2,657.304	2,650.55	2,674.04	2,673.86	0.0015	0.18	16.74	23.31	1.83
K	L	87.7	0.24	1.50	26	0.14	2,656.798	2,657.304	2,674.10	2,674.04	0.0006	0.05	17.30	16.74	1.83
K	K'	90.353	0.31	1.50	26	0.18	2,656.798	2,664.743	2,674.10	2,674.01	0.0010	0.09	17.30	9.26	1.83
J	K	12.491	1.76	1.50	26	1.04	2,656.58	2,656.798	2,674.40	2,674.10	0.0246	0.31	17.82	17.30	1.83
O	O	114.91	0.39	1.50	26	0.23	2,636.27	2,642.636	2,673.61	2,673.44	0.0015	0.17	37.34	30.80	1.83
P	P'	101.73	0.36	1.50	26	0.21	2,636.27	2,637.184	2,673.57	2,673.44	0.0013	0.13	37.30	36.26	1.83
Q	Q	83.59	0.43	1.50	26	0.25	2,631.90	2,633.946	2,673.54	2,673.38	0.0018	0.15	41.63	39.44	1.83
R	R'	143.31	0.29	1.50	26	0.17	2,636.27	2,621.489	2,673.61	2,673.49	0.0009	0.13	37.34	52.00	1.83

Proyección futura. En el cuadro 92 se calculó los diámetros obligatorios para suplir las necesidades de una población futura proyectada de la actual, teniendo en cuenta los caudales asignados para cada tramo del cuadro 91.

Cuadro 91. Caudales asignados para la red de distribución proyectada

Poblacion	3301	Habit.
Dotacion	200	lts/hab/dia
QMH	22.85	lps
q'	0.00692	lps
Tramo	No de hab	Q (Lts/seg)
T	B	0.00
B	B'	24.27
B	C	12.14
C	C'	36.41
C	D	36.41
D	D'	109.23
D	E	72.82
E	E'	72.82
E	F	48.55
E	G	97.09
H'	I	254.86
G	H	121.36
J	G	60.68
L	K	121.36
K	K'	157.77
L	M'	242.73
L	N'	194.18
L'	L	169.91
O	J	400.50
O	O'	194.18
P	O	60.68
P	Q	16.99
P	P'	182.04
Q	Q'	218.45
R	P	24.27
R	R'	128.64
S	R	242.73

Cuadro 92. Cálculo de diámetros para la red de distribución proyectada

TRAMO		LONG.	q	DIAMETRO		VELOC. m/seg	COTA ROJA		PIEZOMETRICA		PERDIDAS		PRESION DISPONIBLE		
DE	A	REAL		PULG.	RDE		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	UNITARIAS	TOTALES	INICIAL	FINAL	d. REAL
TA	B	30.47	0.00	6	26	0.00	2,674.64	2,659.35	2,675.64	2,675.64	0.0000	0.00	1.00	16.29	4.33
B	C	62.38	0.12	4	26	0.01	2,659.35	2,657.38	2,675.64	2,675.64	0.0000	0.00	16.29	18.26	4.33
C	D	23.88	0.06	4	26	0.01	2,657.38	2,656.69	2,675.64	2,675.64	0.0000	0.00	18.26	18.95	4.33
D	E	38.53	0.18	4	26	0.02	2,656.69	2,655.82	2,675.64	2,675.64	0.0000	0.00	18.95	19.82	4.33
E	G	106.30	0.18	4	26	0.02	2,655.82	2,654.63	2,675.64	2,675.64	0.0000	0.00	19.82	21.00	4.33
G	J	105.24	0.53	4	26	0.06	2,654.63	2,656.58	2,675.64	2,675.63	0.0000	0.00	21.00	19.05	4.33
J	O	247.35	0.35	3	26	0.06	2,656.58	2,638.03	2,675.63	2,675.62	0.0001	0.02	19.05	37.59	3.37
O	P	32.13	0.35	3	26	0.06	2,638.03	2,636.27	2,675.62	2,675.62	0.0001	0.00	37.59	39.35	3.37
P	Q	57.57	0.23	3	26	0.04	2,636.27	2,631.90	2,675.62	2,675.61	0.0000	0.00	39.35	43.71	3.37
Q	S	194.52	0.47	3	26	0.08	2,631.90	2,617.27	2,675.61	2,675.59	0.0001	0.02	43.71	58.32	3.37
B	B'	54.30	1.23	1.50	26	0.21	2,659.35	2,658.85	2,675.64	2,675.60	0.0006	0.04	16.29	16.75	3.37
C	C'	31.42	0.58	1.50	26	0.34	2,656.69	2,657.78	2,675.64	2,675.54	0.0032	0.10	18.95	17.76	1.83
D	D'	54.06	0.29	1.50	26	0.17	2,656.69	2,655.80	2,675.64	2,675.59	0.0009	0.05	18.95	19.79	1.83
E	E'	81.75	0.58	1.50	26	0.34	2,655.82	2,655.80	2,675.64	2,675.38	0.0032	0.26	19.82	19.58	1.83
E	F	39.5	0.76	1.50	26	0.45	2,655.82	2,654.09	2,675.64	2,675.43	0.0052	0.21	19.82	21.34	1.83
I	H	106.3	1.17	1.50	26	0.69	2,651.671	2,650.96	2,674.65	2,673.43	0.0115	1.23	22.98	22.47	1.83
G	H	91.67	0.93	1.50	26	0.55	2,654.63	2,650.96	2,675.64	2,674.94	0.0076	0.70	21.00	23.98	1.83
L	L'	98.514	0.82	1.50	26	0.48	2,657.304	2,655.572	2,675.47	2,674.88	0.0060	0.59	18.17	19.31	1.83
L	M	159.17	1.93	1.50	26	1.14	2,657.304	2,661.191	2,675.47	2,670.83	0.0291	4.64	18.17	9.64	1.83
L	N	117.4	0.93	1.50	26	0.55	2,657.304	2,650.55	2,675.47	2,674.57	0.0076	0.90	18.17	24.02	1.83
K	L	87.7	0.29	1.50	26	0.17	2,656.798	2,657.304	2,675.55	2,675.47	0.0009	0.08	18.75	18.17	1.83
K	K'	90.353	0.08	1.50	26	0.05	2,656.798	2,664.743	2,675.55	2,675.54	0.0001	0.01	18.75	10.80	1.83
J	K	12.491	0.88	1.50	26	0.52	2,656.58	2,656.798	2,675.63	2,675.55	0.0068	0.08	19.05	18.75	1.83
O	O'	114.91	1.05	1.50	26	0.62	2,636.27	2,642.636	2,675.62	2,674.53	0.0095	1.09	39.35	31.89	1.83
P	P'	101.73	0.12	1.50	26	0.07	2,636.27	2,637.184	2,675.62	2,675.60	0.0002	0.02	39.35	38.41	1.83
Q	Q'	83.59	0.62	1.50	26	0.37	2,631.90	2,633.946	2,675.61	2,675.32	0.0036	0.30	43.71	41.37	1.83
R	R'	143.31	1.17	1.50	26	0.69	2,636.27	2,621.489	2,675.62	2,673.96	0.0115	1.65	39.35	52.47	1.83

✓ Presiones mínimas en la red de distribución. La topografía desde la ubicación del tanque de abastecimiento, desciende hasta la cabecera, con algunos picos que no afectan las presiones; con una altura piezométrica de 64m, en el punto más alejado de la red.

✓ Diámetros mínimos. En la red principal desde el tanque de abastecimiento, se instaló tubería de diámetro mínimo de 1 1/2", por lo tanto cumple con los diámetros mínimos para nivel de complejidad alto.

✓ Procesos de tratamiento. En función de la calidad del agua, y de los análisis realizados durante este trabajo de grado, se puede considerar que la fuente de toma de agua Ojo de Agua es **ACEPTABLE**, por tanto se debe realizar como mínimo una limpieza periódicamente de las rejillas de captación y un proceso de desinfección.

Calidad del agua a tratar. El Instituto Departamental de Salud de Nariño, realizó análisis físico – químico y microbiológicos en 65 viviendas del Centro Poblado, cada dos meses se realizan estos ensayos, para comparar con los valores máximos admisibles estipulados en el Decreto 475/98, obteniendo todas las muestras analizadas microbiológicamente **NO ACEPTABLES**, por presentar indicadores de Coliformes totales y Escherichia Coli. En el análisis físico – químico y microbiológicos se cuantificó olor, color, turbiedad, ph, alcalinidad, dureza, nitritos, nitratos, conductividad. Se obtuvieron muestras físico – químicas **ACEPTABLES**, según el Decreto 475/98. En los cuadros 93 y 94 se consignan estos resultados.

Cuadro 93. Análisis físico-químico y microbiológico; Centro Poblado de Aranda, casa de Delfín Guerrero

DATOS GENERALES			
Localidad	Aranda	Municipio	Pasto
Lugar de toma	Grifo Jardín	Fecha toma muestra	Febrero, 12 de 2004.
Dirección Acueducto	Delfín Guerrero Junta Admón.	Hora de toma Origen	9:30 a.m. Superficial
RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO			
CARACTERISTICA	UNIDADES	VALOR ENCONTRADO	VALOR ADMISIBLE SEGÚN DCTO 475/98
Olor		Aceptable	
Sustancias flotantes	Ausencia	Ausente	Ausente
Color	UPC	15	0 – 15
Turbiedad	UNT	2.2	0 – 5
pH	UND	6.96	6.5 – 9.0
Cloro residual libre	Cl ₂ ppm	-	0.2 – 1.0
Dureza	CaCO ₃ ppm	42.58	Hasta 160
Sulfatos	SO ₄ ppm	2.15	Hasta 250
Hierro	Fe ⁺⁺ ppm	Menor de 0.3	Hasta 0.3
Cloruros	Cl ⁻ ppm	0.66	Hasta 250
Nitritos	NO ₂ ppm	0.0025	Hasta 0.1
Alcalinidad	CaCO ₃ ppm	53.13	Hasta 100
Conductividad	Microhmios	106.5	50 - 1000
RESULTADO ANALISIS MICROBIOLÓGICO			
MICROORGANISMOS INDICADORES TECNICA SUSTRATO DEFINIDO		VALOR ENCONTRADO	VALOR ADMISIBLE SEGÚN DCTO 475/98
NMP Coliformes Totales / 100ml		10	0.0 UFC
Escherichia Coli / 100ml		0	0.0 UFC

Fuente. Instituto Departamental de Salud. Departamento de Nariño, 2004.

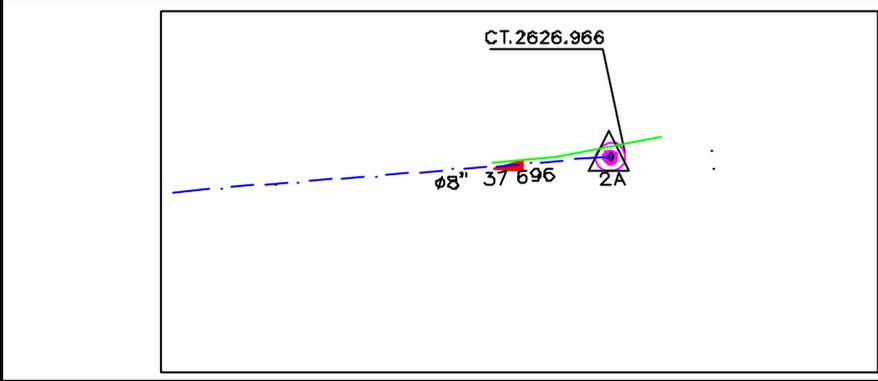
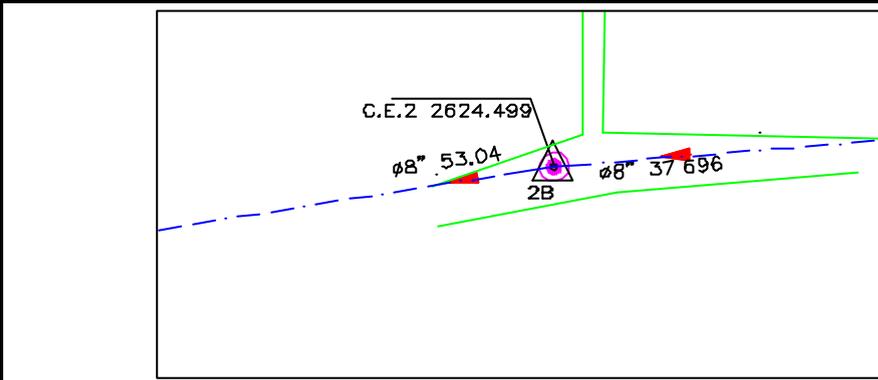
Cuadro 94. Análisis físico-químico y microbiológico; Centro Poblado de Aranda, casa de Olga Cabrera

DATOS GENERALES			
Localidad	Aranda	Municipio	Pasto
Lugar de toma	Grifo Lavamanos	Fecha toma muestra	Febrero, 12 de 2004.
Dirección	Olga Cabrera	Hora de toma	10:00 a.m.
Acueducto	Junta Admón.	Origen	Superficial
RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO			
CARACTERISTICA	UNIDADES	VALOR ENCONTRADO	VALOR ADMISIBLE SEGÚN DCTO 475/98
Olor		Aceptable	
Sustancias flotantes	Ausencia	Ausente	Ausente
Color	UPC	10	0 – 15
Turbiedad	UNT	1.9	0 – 5
pH	UND	6.96	6.5 – 9.0
Cloro residual libre	Cl ₂ ppm	-	0.2 – 1.0
Dureza	CaCO ₃ ppm	42.64	Hasta 160
Sulfatos	SO ₄ ppm	2.35	Hasta 250
Hierro	Fe ⁺⁺ ppm	Menor de 0.3	Hasta 0.3
Cloruros	Cl ⁻ ppm	0.71	Hasta 250
Nitritos	NO ₂ ppm	0.005	Hasta 0.1
Alcalinidad	CaCO ₃ ppm	54.32	Hasta 100
Conductividad	Microhmios	104.3	50 - 1000
RESULTADO ANALISIS MICROBIOLÓGICO			
MICROORGANISMOS INDICADORES TECNICA SUSTRATO DEFINIDO		VALOR ENCONTRADO	VALOR ADMISIBLE SEGÚN DCTO 475/98
NMP Coliformes Totales / 100ml		410	0.0 UFC
Escherichia Coli / 100ml		0	0.0 UFC

Fuente. Instituto Departamental de Salud. Departamento de Nariño, 2004.

3.2.2 Sistemas de alcantarillado. En el año de 2002, se construyeron tres tramos de alcantarillado sanitario, dos de ellos empatan al Box culvert del Barrio Nueva Aranda y el otro al del Barrio Sol de Oriente, el resto de los usuarios del acueducto vierten las aguas negras a la quebrada Ojo de Agua o tanques sépticos, convirtiéndose en un foco de infección para los habitantes de los alrededores de esta quebrada aguas abajo, además de contaminar las aguas subterráneas. En el cuadro 95 se resume el diagnóstico realizado para los pozos de inspección de los tramos de alcantarillado existentes.

Cuadro 95. Diagnóstico pozos de inspección

POZO No	2A			DIRECCION	
COTA RASA	2626,26			FECHA	
					
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
2A - 2B	37,696	8	AC	BUENO	
POZO No	2B			DIRECCION	
COTA RASA	2624,499			FECHA	
					
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
2A - 2B	37,696	8	AC	BUENO	
2B - 2C	53,04	8	AC	BUENO	

POZO No	2C		DIRECCION		
COTA RASA	2621,368		FECHA		
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
2B - 2C	53.04	8	AC	BUENO	
2C - 3*	42.563	8	AC	BUENO	
POZO No	3		DIRECCION		
COTA RASA	2618,911		FECHA		
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
2C - 3	42.563	8	AC	BUENO	
3 - 2D	13.48	8	AC	BUENO	
POZO No	2D		DIRECCION		
COTA RASA	2617,273		FECHA		
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
3 - 2D	13.48	8	AC	BUENO	
2E - 2F	47.283	8	AC	BUENO	

POZO No	2E		DIRECCION		
COTA RASA	2617,273		FECHA		
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
2D - 2E	47,283	8	AC	BUENO	
2E - 2F	39,616	8	AC	BUENO	
POZO No	2F		DIRECCION		
COTA RASA	2613,597		FECHA		
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
2E - 2F	39,616	8	AC	BUENO	
2F - 2G	20,17	8	AC	BUENO	
POZO No	2G		DIRECCION		
COTA RASA	2612,663		FECHA		
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
2F - 2G	20,17	8	AC	BUENO	

POZO No	58		DIRECCION		
COTA RASA	2657,428		FECHA		
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
51 - 58	41,245	AC	BUENO		
51 - 59	33,71	AC	BUENO		
POZO No	59		DIRECCION		
COTA RASA	2659,44		FECHA		
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
58 - 59	33,71		AC	BUENO	
59 - 60	67,882		AC	BUENO	
POZO No	60		DIRECCION		
COTA RASA	2664,73		FECHA		
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
59 - 60	67,882		AC	BUENO	

POZO No	22		DIRECCION		
COTA RASA	2657.465		FECHA		
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
61 - 22	76.762		AC	BUENO	
22 - 70	8.1223		AC	BUENO	
POZO No	52		DIRECCION		
COTA RASA	2637.056		FECHA		
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
70 - 52	27.206		AC	BUENO	
52 - 18	61.775		AC	BUENO	
POZO No	18		DIRECCION		
COTA RASA	2656.798		FECHA		
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
52 - 18	61.775		AC	BUENO	
18 - 58	41.245		AC	BUENO	

POZO No	73		DIRECCION		
COTA RASA	2650.865		FECHA		
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
71 - 73	38.594	10	AC	BUENO	
POZO No	54P		DIRECCION		
COTA RASA	2656.287		FECHA		
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
54 - 54 P	38.788		AC	BUENO	
POZO No	70		DIRECCION		
COTA RASA	2657.3		FECHA		
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
22 - 70	8.16		AC	BUENO	
54 - 70	38.788		AC	BUENO	
52 - 70	27.206		AC	BUENO	
70 - 71	51.625	10	AC	BUENO	

POZO No	71			DIRECCION	
COTA RASA	2653.371			FECHA	
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
70 - 71	51.625	10	AC	BUENO	
71 - 72	83.042		AC	BUENO	
POZO No	72			DIRECCION	
COTA RASA	2652.659			FECHA	
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES
71 - 72	83.0645		AC	BUENO	

Estado actual. La Empresa EMPOPASTO S.A. construyó algunos tramos de alcantarillado sanitario, que desembocan a un Box Culvert en el Barrio Nueva Aranda, y ha proyectado la construcción de nuevos tramos, teniendo inconvenientes con la reglamentación de vías y la apertura de alguna de ellas.

Inventario. La dirección Municipal de Salud y Seguridad Social del Municipio de Pasto, realizó un inventario de los sistemas que utilizan los habitantes para la evacuación de aguas negras catalogadas como higiénicas. Obteniendo los resultados:

- 69 unidades de inodoros
- 1 unidades de tasas sanitarias
- 2 unidades de tanques sépticos
- 44 unidades de sumideros

34 viviendas con conexión al alcantarillado¹⁶.

Proyección futura. Ampliación de la cobertura del sistema de alcantarillado, por parte de la Empresa EMPOPASTO S.A.

Reorganización de la nomenclatura vial, por parte de Planeación Municipal, la cual es indispensable para la ejecución del proyecto.

Apertura de dos vías para la conformación de manzanas por predio de la señora Flora Tumul y así facilitar la construcción del alcantarillado para que pase el colector principal.

3.3 RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA OPTIMIZACION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

Captación. La Junta Administradora del Acueducto, debe gestionar ante la entidad correspondiente la legalización del predio donde se encuentra ubicada la captación y su respectivo acceso.

Debido a la deforestación y explotaciones de material rocoso (canteras), en un futuro es necesario construir una captación en una fuente alterna de agua, o conectarse al sistema de acueducto del Municipio de Pasto.

Debido al paso de animales y la localización de una vivienda a 200m más arriba de la captación, quienes depositan sus aguas servidas en cercanías de la fuente contaminando el agua por filtración, con organismos perjudiciales para la salud, teniendo como indicadores la presencia de coliformes totales, especialmente Escherichia Coli; se recomienda a la Junta Administradora del Acueducto dotar de un cerramiento de 10mts² a la redonda de la captación.

Conducción Se debe realizar el cambio de tubería por otra que cumpla las normas ICONTEC, y de mayor diámetro para optimizar el servicio, previendo una expansión futura. Lo que conlleva a realizar una concesión con el dueño del predio para las excavaciones y el acceso de personal de trabajo.

Tanque de Almacenamiento. Es decisión de la Junta Administradora si reubican el tanque en un predio de su propiedad, para evitar indisposiciones y mejorar el servicio.

Realizar mantenimiento constante de las válvulas, y lavado de la estructura para evitar estanqueidad, por acumulación de lodos.

¹⁶ ENTREVISTA con Jaime Ruiz Melo, Ing. encargado de la Oficina de Salud Ambiental, Dirección Municipal de Salud y Seguridad Social del Municipio. San Juan de Pasto, 18 de Junio de 2004.

Desinfección. Realizar el control de cloro residual periódicamente, en viviendas escogidas aleatoriamente, para verificar si la dosis de cloro es óptima en relación al Decreto 475/98.

Según los análisis realizados en este trabajo de grado, se concluye que la dosis aplicada de cloro hasta el momento es óptima, deja un cloro residual permisible para la eliminación de organismos patógenos.

Red de Distribución. La buena organización por parte de la Junta Administradora del Acueducto ha permitido que el sistema funcione en aceptables condiciones, generando beneficios a los usuarios de este servicio.

Realizar mantenimiento preventivo a válvulas y accesorios, además de realizar operaciones de vigilancia de las conexiones domiciliarias y si hay algún daño informar a la Junta Administradora del Acueducto, para realizar las reparaciones pertinentes.

4. CONCLUSIONES

Se clasificó la Quebrada Vaguada San Francisco como una **FUENTE ACEPTABLE**, según los parámetros de calidad de la fuente, la cual necesita únicamente procesos de desinfección más estabilización.

El estado actual en que se encuentra la captación en la Quebrada Vaguada San Francisco Alto, **CUMPLE** con las medidas calculadas, puesto que las medidas calculadas $B = 30\text{cm}$. y $L = 48\text{ cm}$, son menores que las dimensiones de la rejilla instalada de $B = 30\text{cm}$. y $L = 80\text{cm}$, en conclusión la captación está funcionando con las medidas adecuadas, la cual permite captar el caudal necesario para la población actual en el cuadro de datos generales.

El estado actual del desarenador del sistema de acueducto con toma en la Quebrada Vaguada San Francisco Alto, en cuanto a las dimensiones de la estructura **CUMPLE** con la verificación realizada en los cálculos para la población actual.

El estado actual de la conducción del sistema de acueducto con toma en la Quebrada Vaguada San Francisco Alto, según las normas RAS 2000 los diámetros mínimos para sistemas de conducción para nivel de complejidad bajo es de 2 plg, para este caso la tubería instalada **NO CUMPLE** con el reglamento, puesto que los cálculos indicadas en el cuadro 32 se encuentran en el rango exigido por las RAS 2000 con diámetros comprendidos entre 4 y 2 plg. Se recomienda reemplazar la tubería y sus aditamentos en los siguientes tramos:

K0 + 00.00 – k0 + 50.70 por tubería de diámetro 4”
K0 + 545.00 – k0 + 755.00 por tubería de diámetro 2 ½”
K0 + 755.00 – k1 + 200.12 por tubería de diámetro 2”.

El estado actual de la captación del sistema de acueducto con toma en la Quebrada Vaguada San Francisco Bajo, fue construida para compensar las deficiencias de caudal, ha cumplido con su período de vida. Las dimensiones de la rejilla calculada con datos actuales es de $B = 25\text{cm}$ y $L = 58\text{cm}$ captando un caudal de 6.70lps, similar a $B = 30\text{ cm}$ y $L = 60\text{ cm}$ de la rejilla que se encuentra en funcionamiento normal. Por lo tanto la rejilla que actualmente esta trabajando **CUMPLE** con las dimensiones calculadas para un adecuado funcionamiento para la población existente.

El estado actual del desarenador del sistema de acueducto con toma en la Quebrada Vaguada San Francisco Bajo en cuanto a las dimensiones de la

estructura **CUMPLE** con la verificación realizada en los cálculos para la población actual.

El estado actual de la captación del sistema de acueducto con toma en la Quebrada La Pila, en cuanto a las dimensiones de la rejilla calculada son: 30*50cm. En comparación con las dimensiones de la rejilla existente de 30x80cm., **CUMPLE** las condiciones adecuadas de servicio para la población actual.

El desarenador existente del sistema de acueducto con toma en la quebrada La Pila **CUMPLE** con las dimensiones requeridas para la población actual, se recomienda hacerle mantenimiento preventivo para corregir algunas fisuras, para mejorar su funcionamiento.

El diámetro de la conducción del sistema de acueducto con toma en la Quebrada La Pila, según las Normas RAS 2000, el diámetro mínimo para la conducción de un sistema de acueducto en nivel de complejidad bajo es de 2", por tanto para realizar los cálculos se tomó en cuenta esta norma de donde se concluye que la red de conducción existente **NO CUMPLE** con los diámetros requeridos para un adecuado funcionamiento, con base a lo anterior se recomienda remplazar la tubería en su totalidad ya que sobrepasó su vida útil de funcionamiento, por los siguientes diámetros:

K0 + 00.00 - k0 + 79.70 por tubería PVC, RDE 26 de diámetro 4"

K0 + 79.70 - k0 + 597.80 por tubería PVC, RDE 26 de diámetro 3"

K0 + 597.80 - k1 + 464.30 por tubería PVC, RDE 26 de diámetro 2"

El tanque de almacenamiento del sistema de acueducto de Cabrera tiene unas dimensiones de 5.0*8.0*2.6m equivalente a un volumen de 104.0 m³, por tanto se concluye que el volumen requerido es mayor al del tanque construido, **NO CUMPLE** con las dimensiones necesarias para un funcionamiento adecuado, por lo que se tiene que ampliar a dimensiones apropiadas o en su defecto construir otro que supla el volumen faltante.

La dosificación aplicada al sistema de acueducto de Cabrera, actualmente **NO CUMPLE** con la calculada en el cuadro 57 de 154gr cada 4 días, en conclusión los 250gr. De hipoclorito de calcio aplicado no son suficientes para una desinfección adecuada. Además, la norma RAS 2000, en el título A, sección A.11.2.10. Recomienda la construcción de tanques de contacto que proporcionen el suficiente tiempo en el cual se garantice la desinfección, diferentes de los tanques de almacenamiento.

El análisis de las muestras del agua tratada del sistema de acueducto de la Cabecera del Corregimiento de Cabrera, ensayados por el Instituto Departamental de Salud de Nariño, obteniendo muestras desde el punto de vista físico – químico **ACEPTABLES**, según el Decreto 475/98; además las muestras analizadas

microbiológicamente resultaron **NO ACEPTABLES**, por presentar indicadores de Coliformes totales y fecales; lo que indica deficiencia en la cloración y no existe cloro residual en la red ramificada produciendo así enfermedades gastrointestinales en los habitantes que consuman el agua.

Se clasificó a la Quebrada Ojo de Agua como una **FUENTE ACEPTABLE**, según los parámetros de calidad de la fuente, la cual necesita únicamente procesos de desinfección más estabilización.

Los diámetros de la conducción actual **NO CUMPLEN** con los diámetros exigidos para un buen funcionamiento del sistema, por no cumplir con las presiones mínimas necesarias, por tanto es importante el reemplazo de tubería en el tramo: K0 + 150.00 – k0 + 223.88 por tubería de diámetro 4" RDE 26.

Las dimensiones actuales del tanque de abastecimiento del sistema de Acueducto del Centro Poblado de Aranda, **NO CUMPLE** con las dimensiones requeridas para un abastecimiento adecuado, en conclusión se tiene que ampliar a espacios apropiadas o en su defecto construir otro que supla el volumen faltante.

La dosificación de hipoclorito de calcio que actualmente se aplica al tanque de almacenamiento del sistema de acueducto del centro poblado de Aranda, **CUMPLE** con la calculada para la población actual, es suficiente para una desinfección adecuada, por lo cual se recomienda la construcción de tanques de contacto que proporcionen el suficiente tiempo en el cual se garantice la desinfección, diferentes de los tanques de almacenamiento.

El análisis de las muestras del agua tratada del sistema de acueducto del centro poblado de Aranda, ensayados por el Instituto Departamental de Salud de Nariño, obteniendo muestras desde el punto de vista físico – químico **ACEPTABLES**, según el Decreto 475/98; además las muestras analizadas microbiológicamente resultaron **NO ACEPTABLES**, por presentar indicadores de Coliformes totales y fecales; lo que indica deficiencia en la cloración y no existe cloro residual en la red ramificada produciendo así enfermedades gastrointestinales en los habitantes que consuman el agua.

Ampliación de la cobertura del sistema de alcantarillado, por parte de la Empresa EMPOPASTO S.A. comenzando por la reorganización de la nomenclatura vial, por parte de Planeación Municipal, la cual es indispensable para la ejecución del proyecto, además de la apertura de dos vías para la conformación de manzanas por predio de la señora Flora Tumul y así facilitar la construcción del alcantarillado para que pase el colector principal.

5. RECOMENDACIONES

Conocer primero y denominar después todo lo referente a los detalles técnicos y operacionales de la totalidad de los elementos que intervienen en cada uno de los sistemas de saneamiento básico mencionados

Implantar y actualizar la información referente de accesorios indispensables para su operación y mantenimiento, así como para ejercer un mejor control sobre la operación de los respectivos sistemas

Apoyar a las juntas administradoras en la detección y localización de fugas para su reparación oportuna

Mantener actualizado los registros de las nuevas incorporaciones o sustituciones de componentes de las redes

Servir como instrumento de análisis, evaluación, para la formulación y desarrollo de programas de control de pérdidas, mejoramiento del servicio para fortalecer la gestión técnica y empresarial ante las entidades publicas competentes

Describir los procedimientos por seguir para efectuar en forma eficiente el manejo y control de los sistemas de saneamiento básico, que comprende el conocimiento integral y operacional de todo el sistema que hace posible en el municipio el abastecimiento de agua y saneamiento básico.

Implementar sistemas de micro medición en las dos veredas en estudio

Se recomienda a las respectivas juntas administradoras del acueducto, cerrar con alambre, 100mt² a la redonda de la captación con el fin de proteger la cuenca y evitar la presencia de animales como ganado que puedan contaminar el agua, según lo recomienda el acuerdo 41 de 1983, de manejo y ordenación de cuencas hidrográficas.

Se recomienda a las respectivas Juntas Administradoras del Acueducto, antes de construir nuevos componentes, realizar un nuevo cálculo teniendo en cuenta la población existente en esa fecha para proyectar el sistema, y que en un futuro no tenga problemas en su funcionamiento.

Se recomienda a la empresa EMPOPASTO, informar a la comunidad en lo que se refiere a la micromedición, calidad del agua, consumos, situación de predios, etc.

BIBLIOGRAFIA

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. Programa de Modernización Empresarial, Programa Nacional de Control de perdidas y agua no contabilizada. Catastro de redes. Santa Fe de Bogotá, D.C., Editorial Ministerio de Desarrollo Económico. 2000. 30 p.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. Programa de Modernización Empresarial, Programa Nacional de Control de perdidas y agua no contabilizada. Costos y tarifas. Santa Fe de Bogotá, D.C., Editorial Ministerio de Desarrollo Económico. 2000. 25 p.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. Programa de Modernización Empresarial, Programa Nacional de Control de perdidas y agua no contabilizada. Agua no contabilizada. Santa Fe de Bogotá, D.C., Editorial Ministerio de Desarrollo Económico. 2000. 32 p.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO – DIRECCION GENERAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, RAS 2000. Santa Fe de Bogotá, D.C., Editorial Ministerio de Desarrollo Económico. Noviembre de 2000. 30 p.

MUNICIPIO SAN JUAN DE PASTO. SECRETARIA DE PLANEACION MUNICIPAL. “Pasto, Realidad Posible 2000 – 20012”, Plan de Ordenamiento Territorial Municipio de Pasto. Secretaría de Planeación Municipal. San Juan de Pasto: Imprenta municipal. 2003. 520 p.

MUNICIPIO SAN JUAN DE PASTO. SECRETARIA DE PLANEACION MUNICIPAL. Código Periferia Urbana de Pasto, Secretaría de Planeación Municipal. San Juan de Pasto: Imprenta Municipal, 2003. 490 p.

SALAZAR CANO, Roberto. Acueductos, San Juan de Pasto. Editorial Universidad de Nariño. 2003. 145 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Normas Colombianas para la presentación de trabajos de investigación. Quinta actualización. Santa Fe de Bogotá. D.C.: ICONTEC, 2002. 23 p.