APOYO TÉCNICO EN LA CONSULTORÍA PARA LA GERENCIA ASESORA DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA Y SANEAMIENTO DE NARIÑO EN LOS MUNICIPIOS DE LOS ANDES, LEIVA Y LA UNIÓN.

GUSTAVO BURBANO ROMO

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

APOYO TÉCNICO EN LA CONSULTORÍA PARA LA GERENCIA ASESORA DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA Y SANEAMIENTO DE NARIÑO EN LOS MUNICIPIOS DE LOS ANDES, LEIVA Y LA UNIÓN.

GUSTAVO BURBANO ROMO

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

Asesor:
I.C JOSÉ ALFREDO JIMÉNEZ CÓRDOBA

Co-asesor:
I.C EDGAR JOSÉ NARVAEZ JOJOA

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

NOTA DE RESPONSABILIDAD

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

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

Nota de aceptación:

_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____
Presidente de Tesis

_____
Firma del jurado.

_____
Firma del jurado.

San Juan de Pasto, Octubre del 2012

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todo Poderoso, por ser mi creador, el motor de mi vida, por no haber dejado que me rinda en ningún momento e iluminarme para salir adelante, porque todo lo que tengo, lo que puedo y lo que recibo es regalo que él me ha dado.

A mi Padre, GUSTAVO BURBANO por apoyarme siempre y estar junto a mí cuando lo necesito, por ser un excelente PADRE, por enseñarme a ser perseverante, paciente, a ponerme pasos fijos para alcanzar mis metas, a ver los problemas con la cabeza fría y como situaciones solucionables, no como dramas, y a guiarme por la premisa de que “toda disciplina tiene su recompensa”. A mi Madre, ROSALBA ROMO por enseñarme como vivir y enfrentar la vida sin temor alguno para lograr todo aquello que me proponga, por ser la mujer que medio la vida y me enseño a vivirla, por haber formado un hombre de bien, infinitas gracias mamá.

A mi hijo y a la madre de mi hijo, porque se convirtieron en el motor de mi vida, en la fuerza que me motiva cada uno de mis días y en la calma de mis preocupaciones.

A mis hermanos que siempre estuvieron brindándome incondicionalmente todo su apoyo, cariño afecto y compresión.

A mi familia por sus palabras de aliento y buenos deseos.

A todos aquellos que contribuyeron en mi formación académica y profesional, a mis profesores, que compartieron conmigo sus conocimientos a lo largo de mi educación escolar y universitaria, especialmente a Alfredo Jiménez, Asesor de mi trabajo de grado, a Edgar Narváez, Co-asesor de mi pasantía y a todo el equipo técnico del consorcio TZ SANEAR (Gerencia Asesora del Plan Departamental de Agua).

A todos mis amigos y compañeros por su apoyo y las buenas y malas experiencias que vivimos juntos, las cuales nos hicieron crecer como unas personas integras.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN.....20
1. TITULO.....34
2. ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PASANTÍA 35
2.1. APOYO TÉCNICO EN LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO PARA EL MUNICIPIO DE LOS ANDES 35
2.1.1. Generalidades del municipio de Los Andes 35
2.1.1.1. Localización geográfica del municipio de Los Andes 35
2.1.2. Dinámica demográfica y tendencias.....35
2.1.2.1. Evolución demográfica.....36
2.1.2.2. Proyecciones de población urbana del municipio.....36
2.1.2.3. Asignación del nivel de complejidad.....37
2.1.3. Indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.....38
2.1.3.1. Suscriptores y coberturas de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo 38
2.1.3.2. Producción, facturación y pérdidas en el acueducto urbano 39
2.1.3.3. Dotación de agua del servicio de acueducto urbano. 40
2.1.3.4. Dotaciones y pérdidas del acueducto urbano.....41
2.1.3.5. Factores de consumo máximo diario y horario.....41
2.1.3.6. Proyecciones de población y demandas máximas de agua potable.....42
2.1.3.7. Resumen de indicadores de los servicios de acueducto y alcantarillado.....42
2.1.4. Diagnóstico técnico del acueducto urbano del municipio de Los Andes.....43
2.1.4.1. Fuente de abastecimiento actual.....45
2.1.4.2. Estructura de captación 46

2.1.4.3. Línea de aducción 48
2.1.4.4. Desarenador 48
2.1.4.5. Línea de conducción 49
2.1.4.6. Planta de tratamiento 50
2.1.4.7. Operación de la planta de tratamiento 56
2.1.4.8. Medición de caudales de entrada a la PTAP 59
2.1.4.9. Dosificación y consumo de insumos químicos 60
2.1.4.10. Sistema de bombeo 62
2.1.4.11. Laboratorio de control de calidad 63
2.1.4.12. Análisis de calidad de agua 64
2.1.4.13. Almacenamiento 64
2.1.4.14. Sistema de distribución de agua 65
2.1.4.15. Planos de los componentes del sistema de acueducto 66
2.1.5. Diagnóstico técnico del alcantarillado urbano del municipio de Los Andes 66
2.1.5.1. Aspectos técnicos del alcantarillado existente 66
2.1.5.2. Componentes del sistema 67
2.1.5.3. Sistema de tratamiento de aguas residuales 71
2.1.5.4. Aspectos de operación y mantenimiento del alcantarillado 72
2.1.5.5. Planos del sistema de alcantarillado 72
2.1.5.6. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV 72
2.1.6. Diagnóstico técnico del servicio de aseo en la parte urbana del municipio de Los Andes 73
2.1.6.1. Caracterización y producción de residuos sólidos 73
2.1.6.2. Rutas y frecuencia de recolección 74
2.1.6.3. Recolección, transporte y disposición de residuos solidos 75
2.1.6.4. Relleno sanitario 77
2.1.6.5. Tratamiento de los residuos sólidos 78
2.1.6.6. Manejo y tratamiento de lixiviados y gases 81
2.1.6.7. Aprovechamiento de los residuos solidos 82

2.1.6.8. Planos de ruteo y recolección 82
2.1.6.9. Planos del relleno sanitario 83
2.1.6.10. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS..... 83
2.2. APOYO TÉCNICO EN LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO PARA EL MUNICIPIO DE LEIVA..... 83
2.2.1. Resumen de indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo 83
2.2.2. Diagnóstico técnico del acueducto urbano del municipio de Leiva 84
2.2.3. Diagnóstico técnico del alcantarillado urbano del municipio de Leiva... 88
2.2.4. Diagnóstico técnico del servicio de aseo en la parte urbana del municipio de Leiva 89
2.3. APOYO TÉCNICO EN LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO PARA EL MUNICIPIO DE LA UNIÓN 92
2.3.1. Resumen de indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo 92
2.3.2. Diagnóstico técnico del acueducto urbano del municipio de La Unión .93
2.3.3. Diagnóstico técnico del alcantarillado urbano del municipio de La Unión 100
2.3.4. Diagnóstico técnico del servicio de aseo en la parte urbano del municipio de La Unión..... 101
3. CONCLUSIONES 107
4. RECOMENDACIONES 116
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 122
ANEXOS 124

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Censo general DANE 2.005 – M. Los Andes 36
Cuadro 2. Censos de población – M. Los Andes 36
Cuadro 3. Ratas de crecimiento – M. Los Andes 37
Cuadro 4. Proyecciones de población – M. Los Andes 37
Cuadro 5. Suscriptores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo – M. Los Andes 38
Cuadro 6. Cobertura de los servicios públicos – M. Los Andes 39
Cuadro 7 y 8 Producción de agua sistema de acueducto urbano – M. Los Andes 39
Cuadro 9. Demandas máximas de agua potable – M. Los Andes 42
Cuadro 10. Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto y alcantarillado urbano – M. Los Andes 43
Cuadro 11. Fuente de abastecimiento – M. Los Andes 46
Cuadro 12. Estructura de captación – M. Los Andes 47
Cuadro 13. Línea de aducción – M. Los Andes 48
Cuadro 14. Desarenador del sistema – M. Los Andes 49
Cuadro 15. Características de la línea de conducción – M. Los Andes 50
Cuadro 16. Estructuras de control de caudales – M. Los Andes 51
Cuadro 17. Estructura de aforo y mezcla rápida – M. Los Andes 52
Cuadro 18. Unidad de floculación – M. Los Andes 53
Cuadro 19. Unidades del proceso de sedimentación – M. Los Andes 54
Cuadro 20. Unidades del proceso de filtración – M. Los Andes 55
Cuadro 21. Características del sistema de cloración – M. Los Andes 56
Cuadro 22. Operación, falencias y posibles soluciones de la PTAP – M. Los Andes 57
Cuadro 23. Dosificación actual de coagulante – M. Los Andes 60
Cuadro 24. Consumo de coagulante – M. Los Andes 61
Cuadro 25. Consumo de cloro gaseoso – M. Los Andes 61

Cuadro 26. Consumo de cloro granulado – M. Los Andes....62
Cuadro 27. Características de las unidades de almacenamiento – M. Los Andes 65
Cuadro 28. Red de distribución – M. Los Andes....66
Cuadro 30. Composición física de los residuos sólidos – M. Los Andes....73
Cuadro 31. Producción total de residuos sólidos – M. Los Andes 74
Cuadro 32. Microrutas que se encuentran planteadas en los planos del PGIRS – M. Los Andes....75
Cuadro 35. Número y tipo de vehículo de recolección – M. Los Andes 76
Cuadro 36. Estado de la vía que comunica al casco urbano con el sitio de disposición final – M. Los Andes....76
Cuadro 37. Características del relleno sanitario – M. Los Andes....78
Cuadro 38. Residuos sólidos inorgánicos aprovechables – M. Los Andes 82
Cuadro 39. Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo – M. de Leiva....84
Cuadro 40. Sistema en funcionamiento – M. de Leiva....86
Cuadro 41. Red de distribución – M. de Leiva....87
Cuadro 42. Nuevo sistema – M. de Leiva....88
Cuadro 43. Principales aspectos técnicos del sistema – M. de Leiva 88
Cuadro 44. Características principales de los componentes – M. de Leiva 89
Cuadro 45. Caracterización y producción de los residuos sólidos, M. de Leiva ..89
Cuadro 46. Características del relleno – M. de Leiva 90
Cuadro 47. Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo – M. de La Unión 92
Cuadro 48. Componentes del sistema de acueducto – M. de La Unión 95
Cuadro 49. Dosificaciones actuales de químicos utilizados en los procesos – M. de La Unión 96
Cuadro 50. Operación, falencias y posibles soluciones de la PTAP – M. de La Unión 97
Cuadro 51. Red de distribución – M. de La Unión 99
Cuadro 52. Principales aspectos técnicos del sistema – M. de La Unión 100
Cuadro 53. Características principales de los componentes del alcantarillado – M. de La Unión 101

Cuadro 54. Caracterización y producción de los residuos sólidos – M. de La Unión 101
Cuadro 55. Características del relleno – M. de La Unión 103
Cuadro 56. Capacidad hidráulica de las estructuras de tratamiento de lixiviados – M. de La Unión 105

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Localización del municipio de Los Andes 35
Figura 2. Esquema general del sistema de acueducto – M. Los Andes 44
Figura 3. Análisis capacidad hidráulica de la PTAP – M. Los Andes 59
Figura 4. Sistema de bombeo – M. Los Andes 63
Figura 5. Dotación de laboratorio – M. Los Andes 64
Figura 7. Cámaras de inspección – M. Los Andes 70
Figura 8. Sumideros – M. Los Andes 70
Figura 9. Recolección y transporte de los residuos – M. Los Andes 77
Figura 10. Sitio de disposición final de residuos solidos – M. Los Andes 77
Figura 11. Cerco del relleno sanitario – M. Los Andes 78
Figura 12. Instalaciones y fases en el proceso – M. Los Andes 81
Figura 13. Esquema general del sistema de acueducto – M. de Leiva 85
Figura 14. Esquema general del sistema de acueducto – M. La Unión 94

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A. Mediciones volumétricas en los tanques de almacenamiento de Los Andes 125
Anexo B. Especificaciones técnicas tubería alcantarillado sanitario de Los Andes 126
Anexo C. Esquema general de las redes de alcantarillado de Los Andes 128
Anexo D. Áreas de recolección y direccionamiento de cada ruta. Sistema de aseo de Los Andes 129
Anexo E. Puntos críticos de la red de alcantarillado del municipio de La Unión 130
Anexo F. Colmatación de sumideros en el casco urbano de Los andes 133
Anexo G. Capacidad hidráulica de Desarenadores 134
Anexo H. Tabla de peso específico y velocidad del agua para diferentes temperaturas, numero de Hazen 137
Anexo I. Capacidad hidráulica canaleta Parshall 138
Anexo J. Esquema general de las redes de acueducto de Leiva 139
Anexo K. Esquema general de las redes de alcantarillado de Leiva 140
Anexo L. Esquema general del sistema de acueducto del casco urbano de La Unión 141
Anexo M. Esquema general del sistema de alcantarillado de La Unión 142
Anexo N. Capacidad hidráulica de los floculadores 144

RESUMEN

De acuerdo a los parámetros establecidos por la Gerencia Asesora del Plan Departamental de Agua de Nariño, representada por el consorcio TZ SANEAR, se llevaron a cabo las evaluaciones de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, existentes en los cascos urbanos de los municipios de Los Andes, Leiva y La Unión, evaluación que argumenta los diagnósticos para cada municipio.

Dentro de cada diagnóstico se desarrollaron diferentes procesos que permitieron conocer y determinar el estado actual de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo. Para ello se realizaron actividades como las visitas de carácter técnico a los sistemas, donde se recolectó la información primaria (dimensiones, operación, mantenimiento y estado); se obtuvieron documentos esenciales que describen los sistemas, a esta última información se le denominó información secundaria.

Con la información primaria y secundaria recolectada en campo se desarrollo un análisis de cada sistema, el cual involucró diferentes aspectos que permitieron realizar una completa evaluación.

En el informe de trabajo de grado en modalidad pasantía se describe el apoyo técnico en el desarrollo de cada uno de los diagnósticos que se llevaron a cabo por el grupo técnico de la Gerencia Asesora del Plan Departamental de Agua Nariño, en los cuales se desarrollaron proyecciones de población, cálculos de indicadores de los servicios, cálculos hidráulicos, descripción de los procesos de potabilización del agua, descripción del estado de la infraestructura, documentación del sistema de alcantarillado y documentación del sistema de aseo. Finalmente se determinan conclusiones y recomendaciones para cada sistema en cada municipio.

ABSTRACT

The evaluation of water, sewerage and sanitation systems, located in the towns of Los Andes, Leiva and La Union was made according to the parameters established by the Gerencia Asesora del Plan Departamental de Agua de Narino, represented by the TZ SANEAR partnership; this evaluation argument the diagnoses for each town.

Different processes that allowed knowing and determining the current state of the water, sewerage and sanitation systems were developed in each diagnose. For this, activities like technical visits to the systems were made, where primary data was gathered (dimension, operations, maintenance and state); essential documents that describe the systems were also collected. This last information was denominated secondary data.

An analysis of each system, that involved different aspects that allowed realizing a complete evaluation, was developed with the primary and secondary data gathered in the field.

The technical support in the development of each one of the diagnoses carried out by the Gerencia Asesora del Plan Departamental de Agua Narino is described in the report of the paper grade as an internship. Population projections, estimates of service indicators, hydraulic calculations, description of water purification processes, description of infrastructure state, documentation of the sewer system and documentation of the sanitation system were made in each diagnose. Finally, conclusions and recommendations are determined for each system of each town.

GLOSARIO

BIODEGRADABILIDAD: Sustancia capaz de ser asimilada descompuesta y metabolizada por el ambiente gracias a su naturaleza química.

CANALETA PARSHALL: Estructura hidráulica que permite medir la cantidad de agua que pasa por una sección del canal, además permite que se genere una zona de turbulencia donde se aplica el coagulante.

CAUDAL MÁXIMO DIARIO: Corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un periodo de un año.

CAUDAL MÁXIMO HORARIO: Corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un periodo de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio.

CAUDAL MEDIO DIARIO: Corresponde al caudal promedio de los consumos diarios en un periodo de un año teniendo en cuenta la dotación bruta asignada.

COAGULACIÓN: Proceso por el cual se agrega un producto químico al agua, con el propósito de que se combinen con los sólidos sedimentables que son impurezas del agua para así formar los flóculos que sedimentan rápidamente.

COAGULANTE: Sustancia química que, añadida al agua, produce la unión de las partículas en suspensión presentes en ella y su agrupamiento en coágulos.

COMPACTACIÓN: Proceso normalmente utilizado para incrementar el peso específico, de materiales residuales para que puedan ser almacenados y transportados más eficazmente.

COMPOST: Material estable que resulta de la descomposición de la materia orgánica en procesos de compostaje.

COMPOSTAJE: Proceso mediante el cual la materia orgánica contenida en las basuras se convierte a una forma más estable, reduciendo su volumen y creando un material apto para cultivos y recuperación de suelos.

DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS: Proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en forma definitiva, de modo que no representen daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

DOTACIÓN BRUTA: Es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante considerando para su cálculo el porcentaje de pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

DOTACIÓN NETA: Corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

FILTRACIÓN: Proceso mediante el cual se remueven las partículas suspendidas y coloidales del agua al hacerlas pasar a través de un medio poroso.

FILTROS GRUESOS ASCENDENTE: Consiste en un compartimiento principal donde se ubica un lecho filtrante de grava el cual disminuye de tamaño con la dirección del flujo.

FILTROS GRUESOS DINÁMICOS: Estructura hidráulica que incluye una capa delgada de grava fina en la parte superior y otra grava más gruesa en contacto con sistema de drenaje en el fondo.

FILTROS LENTOS EN ARENA: Estructuras hidráulicas que contienen una capa sobrenadante de agua, en un lecho de arena filtrante. Cuentan con sistemas de drenaje, dispositivos de regulación y control del filtro. Se utilizan para mejorar la calidad bacteriológica del agua y remover las partículas suspendidas mas finas.

FLOC: Pequeñas masas gelatinosas formadas en un líquido debido a la acción de un coagulante.

FLOCULACIÓN: Proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias floculantes, se aglutina las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtración.

GESTOR PDA: Líder de la implementación del PDA a nivel Departamental y coordinador de los esfuerzos municipales dirigidos a garantizar la adecuada prestación de los servicios públicos domiciliarios, así como de los demás participantes del PDA.

ÍNDICE DE RIESGO DE CALIDAD DE AGUA IRCA: Parámetro que se utiliza para determinar el riesgo del agua potable y depende de parámetros fisicoquímicos y biológicos de esta.

LIXIVIADO: Líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de las basuras o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación.

MACRO RUTA: División geográfica de la zona para la distribución de los recursos y equipos de recolección.

MACROMEDIDOR: Es un dispositivo mecánico que instalado en uno o varios de los diferentes componentes del sistema de acueducto permite determinar volúmenes de agua.

MICRO RUTA: Descripción detallada a nivel de las calles y manzanas del trayecto de un vehículo o cuadrilla, para la prestación del servicio de recolección.

MICROMEDIDOR: Es un dispositivo mecánico que conectado a la acometida de acueducto permite determinar el volumen de agua que ingresa a las viviendas.

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS - PGIRS: Define los lineamientos para la gestión integral de los residuos sólidos.

PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS - PSMV: Es el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos de las aguas residuales.

PLAN DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA – PUEAA: Conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado.

PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO – PMAC, PMAL: Instrumentos fundamentales de planificación del territorio de los municipios permitiendo definir y prever las necesidades generadas por el crecimiento de la población y el desarrollo de actividades económicas, a la vez, darle a las administraciones municipales un marco para lograr su financiamiento y aumentar la cobertura y la calidad de los servicios de acueducto y saneamiento básico.

PLANTA DE TRATAMIENTO CONVENCIONAL: Lugar donde se produce agua apropiada para el consumo humano mediante procesos físicos y químicos como aireación, coagulación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección y estabilización de pH.

PLANTA DE TRATAMIENTO FIME: Consiste en la combinación de procesos de filtración gruesa en grava y filtros lentos de arena. Esta tecnología debe estar precedida de un detallado proceso de análisis técnico, social y de las capacidades locales de construcción y operación de la planta.

PRODUCCIÓN PER CÁPITA ppr: Cantidad de residuos generada por una población, expresada en términos de Kg./hab.-día o unidades equivalentes.

RELLENO SANITARIO: Es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen.

RESIDUOS SÓLIDOS: Un residuo sólido se define como cualquier objeto o material de desecho que se produce tras la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo y que se abandona después de ser utilizado. Estos residuos sólidos son susceptibles o no de aprovechamiento o transformación para darle otra utilidad o uso directo.

SEDIMENTACIÓN: Consiste en dejar el agua de un contenedor en reposo, para que los sólidos que posee se separen y se dirijan al fondo. La mayor parte de las técnicas de sedimentación se fundamentan en la acción de la gravedad.

SERVICIO PÚBLICO DOMICILIARIO DE ASEO: Es el servicio de recolección de residuos, principalmente sólidos, el barrido y limpieza de vías y áreas públicas, transporte y disposición final sanitaria, incluyendo las actividades complementarias de transferencia, tratamiento y aprovechamiento.

SISTEMA DE CLORACIÓN: El sistema de cloración es el encargado de suministrar el desinfectante necesario que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.

SUMIDEROS: Son los estructuras destinadas a recolectar el agua de escorrentía por efecto de las lluvias.

VECTORES: Organismos, generalmente insectos o roedores que transmiten enfermedades. Medio de transmisión de un patógeno de un organismo a otro.

INTRODUCCIÓN

El Gobierno nacional ha elaborado un una serie de planes y estrategias para brindar un fortalecimiento en el sector de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo en todo el territorio nacional, argumentados por leyes, decretos y normas que estructuran los procedimientos, delimitando las acciones que se deben realizar para que todos los departamentos se ajusten a estas.

Para ello se implementó un conjunto de estructuras operativas encaminadas a satisfacer las necesidades que se presentan a la hora de prestar estos servicios.
Una estructura operativa que se encuentra en funcionamiento se ha denominado "Plan Departamental Para el Manejo Empresarial de los servicios de Agua y Saneamiento – PDA", este plan elaborado por el antiguo Ministerio de Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial (MAVDT) fue el que se adoptó para comenzar a mitigar el impacto a los recursos y dar solución a los problemas que presenta este sector.

El Plan Departamental de Agua - PDA es un conjunto de estrategias interinstitucionales formuladas para la planificación, armonización integral de los recursos e implementación de esquemas eficientes y sostenibles para la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico.[1]

En un PDA participan entidades como los departamentos, municipios o distritos, el MAVDT, el Departamento Nacional de Planeación y las autoridades ambientales con jurisdicción en los municipios ubicados en el territorio del respectivo departamento; e igualmente hacen parte integral de los PDA las siguientes estructuras operativas el Comité Directivo, el Gestor, la Gerencia Asesora y el Esquema Fiduciario para el manejo de los recursos.

Los PDA están constituidos por dos fases, la primera fase inicia con la suscripción de un convenio entre el MAVDT y el Departamento, mediante el cual este ultimo se acoge a las políticas establecidas por las instancias nacionales competentes en materia de agua potable y saneamiento básico (Plan Nacional de Desarrollo PND y documentos CONPES), las implementa y realiza gestiones para la vinculación de los municipios además de dar inicio al PDA.

La segunda fase implementa estructuras operativas y sistemas de manejo de recursos con el fin de alcanzar las metas del PDA.

[1] Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrolló Territorial. Decreto 3200. Pag 1, año 2008.

Actualmente en el Departamento de Nariño se está implementando la Fase II del PDA, en donde la **Gerencia Asesora** del PDA a cargo del Consorcio TZ- Sanear, adelante las funciones de apoyo al Gestor (Subsecretaria de economía regional y agua potable) del PDA, a los municipios y a los prestadores de servicios, en la modernización y/o transformación y/o fortalecimiento empresarial o institucional, a realizarse en cada uno de los municipios vinculados al PDA, o empresas prestadoras de servicios públicos ya existentes.

La Gerencia Asesora determinó como primera medida actualizar los diagnósticos base de cada uno de los municipios para conocer en qué estado se encuentran tanto técnico-operacional, jurídico, administrativo y financiero; y con estos resultados poder cumplir las funciones que le han sido asignadas.

Este proyecto estructura la actualización de los diagnósticos de los sistemas de Acueducto, Alcantarillado y Aseo que operan en los cascos urbanos de los municipios de Los Andes, Leiva y La Unión, e identifica las verdaderas necesidades y los principales problemas que se presentan en los sistemas, planteando alternativas de solución que permitan que estos sean eficientes y efectivos.

El desarrollo de la evaluación y actualización del diagnóstico en el campo técnico, se llevó a cabo mediante la recopilación de información primaria a través de las visitas de campo a cada municipio, donde se inspeccionó cada uno de los componentes que conforman los sistemas, identificando la forma de operación y mantenimiento.

Además, el análisis de los sistemas se complementó a través de información secundaria, como diagnósticos desarrollados por las entidades de control, licencias otorgadas por la Corporación Autónoma Regional, Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA), Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), planes maestros de acueducto, alcantarillado y diseños del relleno sanitario. Aunque en los municipios objeto de este estudio no se disponía de esta información en su totalidad.

Con base en los resultados obtenidos en cada una de las evaluaciones realizadas, se determinaran las líneas de acción e intervención prioritarias con el fin de optimizar el control sobre la asignación y ejecución de recursos y proyectos, punto determinante para las inversiones futuras que se realizarán en cada uno de estos municipios con el objeto de poder entregar a las empresas los sistemas en completo funcionamiento, brindando un servicio eficaz y eficiente a la comunidad.

TEMA

Título

APOYO TÉCNICO EN LA CONSULTORÍA PARA LA GERENCIA ASESORA DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA DE NARIÑO EN LOS MUNICIPIOS DE LOS ANDES, LEIVA Y LA UNIÓN.

Modalidad

El presente trabajo de grado corresponde a la modalidad de **Pasantía Institucional** con el consorcio **TZ SANEAR,** encargados de desarrollar las funciones de la Gerencia Asesora del PDA del Departamento de Nariño.

Alcances y delimitación del proyecto

El presente trabajo de grado en la modalidad descrita, permitió aplicar los conocimientos adquiridos en el desarrollo de la carrera de Ingeniería Civil, de manera integral, prestando un servicio de apoyo técnico al consorcio **TZ SANEAR,** junto con un grupo de profesionales capacitados para cada área específica, en un periodo de seis (6) meses, en el cual se desarrollaron las siguientes actividades:

- Visita técnica a los municipios Los Andes, Leiva y La Unión, donde se inspeccionaron los componentes de cada uno de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo.

- Se recopiló y depuró la Información complementaría o secundaría, relacionada con el cumplimiento de requisitos legales, operacionales y de mantenimiento de los sistemas.

- Se hizo un levantamiento arquitectónico de la infraestructura del sistema de acueducto. En algunas estructuras del sistema se realizaron aforos volumétricos con métodos tradicionales, estas mediciones no pudieron hacerse en todos los componentes ya que no se contaba con equipos especializados para la medición de caudal. Con los datos que se obtuvieron se estimó la capacidad instalada, se determinó la demanda real cuando fueron posibles los aforos y se calculó la demanda según el RAS de cada componente del sistema de acueducto.

- Dependiendo de los escenarios, se cuantificaron las dosificaciones de químicos para la potabilización del agua.

- Cuando fue pertinente, se Inspeccionaron las fallas presentes en los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo.

- Se realizó una inspección visual de los componentes exteriores del sistema de alcantarillado, tratando de identificar posibles fallas y además se verificó la existencia de un catastro de redes tanto como para acueducto y alcantarillado.

- Se verificó si la empresa prestadora del servicio de aseo cuenta con diseños de rutas y horarios para la recolección de residuos sólidos y además se inspeccionó la operación del sitio donde se realiza la disposición final de estos residuos.

- Se estructuró el diagnóstico técnico, de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en los municipios Los Andes, Leiva y La Unión.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Descripción del problema

En el departamento de Nariño cuenta con 1.330 acueductos, de los cuales 108 son urbanos. La cobertura del servicio de acueducto en zonas urbanas es del 91,13% y del 68,7% en las rurales. De los sistemas de acueducto urbano, el 84% cuenta con distintos tipos de tratamiento de potabilización del agua, como lo son las plantas tipo convencional que incluyen procesos de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección; filtración lenta en arena, desinfección con hipoclorito de calcio o de sodio y con cloro gaseoso, mientras el 16% restante no cuenta con ningún tipo de tratamiento.[2]

La cobertura del suministro de agua apta para el consumo humano en el departamento es del 31%, correspondiendo el 17% a las cabeceras municipales, que muestra la incorrecta inversión de recursos, para la construcción y sostenibilidad de sistemas de suministro de agua potable. A esto se le suma la escasa capacidad técnica encontrada en la operación de los sistemas y la inapropiada selección de tecnologías para el tratamiento de agua.

En cuanto a calidad del agua, el departamento de Nariño, presenta un Índice de Riesgo de Calidad de Agua IRCA promedio de 42,25% que corresponde a un nivel de riesgo medio; según el IRCA reportado por el Instituto Departamental de Salud IDSN para las zonas urbanas de los municipios de Nariño, el 25% de las cabeceras municipales presentan riesgo alto en cuanto a la calidad del agua suministrada a la población, el 31% un riesgo medio, el 27% riesgo bajo y el 17% no presentan riesgo.

[2] Plan de Desarrollo Departamental de Nariño. Pág. 81, año 2012.

La cobertura en la prestación efectiva del servicio de alcantarillado es del 79,4% en zonas urbanas y del 12,5% en las rurales del departamento, caracterizándose la mayoría de los sistemas de alcantarillado existentes por ser de tipo combinado.

> No existen avances en el tratamiento de aguas residuales en el departamento, debido a que no se ha implementado sistemas de tratamiento, en algunos municipios existen plantas de tratamiento que no funcionan adecuadamente y su cobertura es mínima, el porcentaje de aguas residuales tratadas del total de las generadas en Nariño no alcanza el 0,05%.[3]

"La generación de residuos sólidos en los municipios de Nariño en promedio es de 401,5 toneladas/día, de las cuales tan solo se aprovecha el 2,9% equivalentes a 11,57 toneladas/día, el 60,10% son dispuestos adecuadamente y el 37% se disponen inadecuadamente".[4]

Además los prestadores de los servicios o él ente territorial, no cuentan entre sus documentos, base de trabajo, con un análisis detallado en cuanto al estado, operación y mantenimiento de la infraestructura que le permita evidenciar debilidades y potenciales, a través de la cuales se puedan formular planes de acción que conlleven al mejoramiento de la prestación del servicio.

El municipio de los Andes en la zona urbana presenta una cobertura del 98%[5] de acueducto y 89,9%[6] de alcantarillado, lo que pone de presente que se requiere ampliar en un 2% las redes de acueducto y 10,1% las redes de alcantarillado, para que los sistema abastezcan a todo el casco urbano. Con lo cual se demuestra la irregularidad en estos dos servicios en cuanto a cobertura total de la población urbana.

El municipio de Leiva presenta una cobertura de alcantarillado del 70%[7], lo cual indica descargas directas de viviendas pertenecientes al casco urbano, incrementando la contaminación por descargas de aguas residuales en las diferentes fuentes que componen la red hídrica del municipio. Adicionalmente prestando un regular servicio a la comunidad.

El municipio de La Unión presenta una cobertura de alcantarillado de 95,35%[8], lo cual indica descargas directas, mayor contaminación y una incomodidad al usuario, acompañada de una mala prestación del servicio.

---

[3] Ibíd. Pág. 84, año 2012.
[4] Plan de Desarrollo Departamental de Nariño. Pág. 84, año 2012.
[5] Instituto Departamental de salud de Nariño. Informe de gestión programa calidad de agua. Pág. 6, año 2010.
[6] Corponariño. Caracterización Ambiental de Nariño. Pág. 103, año 2010.
[7] Ibíd. Pág. 224.
[8] Corponariño. Caracterización Ambiental de Nariño. Pág. 207, año 2010.

En cuanto a la calidad de agua tratada especialmente en el municipio de Leiva, es deficiente según las evaluaciones y resultados obtenidos por el Instituto Departamental de Salud, indicando que el Índice de Riesgo de la Calidad de Agua tiene un promedio anual (2010) del 58,3%, dando un nivel de riesgo alto.[9]

La ineficiencia en el sistema y la no operatividad de la planta de tratamiento de agua potable, pueden causar importantes epidemias de origen hídrico en la comunidad.

Los sistemas de alcantarillado de los municipios a intervenir en este proyectó no cuenta con sistemas de tratamiento de aguas residuales, generando un alto grado de contaminación en las fuentes receptoras, y algunos problemas de salubridad ya que los puntos de vertimientos de estas localidades se encuentran dentro del casco urbano de cada municipio situación que presenta muchos inconvenientes con la comunidad a tal punto de crear conflictos con las entidades o empresas prestadoras de estos servicios.

Los rellenos sanitarios que operan en estas zonas contemplan unos niveles mínimos de procesos técnicos, lo cual incrementa los riesgos de contaminación y las alertas de salubridad por los malos manejos que se le dan a los residuos sólidos.

Por lo anterior, es importante como Gerencia Asesora del PDA conocer actualmente en qué estado se encuentran los sistemas de cada municipio, evidenciando los puntos donde se presentan las mayores deficiencias y dificultades resultado de esta evaluación; información base que servirá en un futuro próximo para tomar los respectivos correctivos, para que los elementos que componen los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo tengan un servicio de buena calidad, gocen de la capacidad para atender a toda la población, 100% cobertura y 24 horas al día de continuidad.

Formulación del problema

La ejecución del proyecto está encaminada a establecer los diagnósticos técnicos, base para conocer la situación actual en cuanto al estado de la infraestructura, cobertura, calidad de prestación del servicio, capacidad del servicio, capacidad técnica y la operatividad junto con mantenimiento que se le hacen a estos sistemas.

Para que en próximas vigencias se pueda dar solución a los problemas y necesidades que den como resultado las actualizaciones de los diagnósticos, con el fin de entregar los sistemas en un adecuado funcionamiento a las empresas

[9] Instituto Departamental de salud de Nariño. Informe de gestión programa calidad de agua. Pag 14, año 2010.

prestadoras de servicios públicos en cada municipio para que tengan un control operativo, integral y eficaz de cada uno de los sistemas de acueducto y saneamiento básico.

Por lo tanto, se hace necesario efectuar visitas técnicas con el fin de conocer las necesidades y los problemas que presentan los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo de cada uno de los municipios.

Para la solución de la problemática descrita es necesario implementar métodos y acciones efectivas acordes a cada situación, y anotaciones y ajustes respectivos según la legislación y normatividad establecida.

OBJETIVOS

Objetivo general

Apoyar al consorcio TZ SANEAR**,** en la evaluación técnica de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo que operan en las cabeceras urbanas de los municipios Los Andes, Leiva y La Unión.

Objetivos específicos

- Realizar un recorrido que cubra la trayectoria perteneciente a los componentes que conforman el sistema de acueducto del casco urbano de cada municipio Los Andes, Leiva y La Unión, con el fin de identificar el trazado de la red, de que elementos consta, clasificar esos elementos y determinar en qué estado están actualmente.

- Determinar la capacidad instalada y utilizada de la infraestructura que posee el sistema de acueducto de los cascos urbanos de Los Andes, Leiva y La Unión. Establecer la demanda de agua según el RAS – 2000 para cada sistema.

- Determinar las demandas de químicos que se están aplicando en las plantas de tratamiento de agua potable tipo convencional que operan en los cascos urbanos de los municipios Los Andes y La Unión.

- Establecer la cantidad de agua tratada por las plantas de tratamiento de agua potable tipo convencional que operan en los cascos urbanos de los municipios Los Andes y La Unión; así como también en la planta de tratamiento tipo FIME de Leiva. Determinar la cantidad de agua tratada por cualquier otro sistema que este abasteciendo el casco urbano de los municipios en cuestión.

- Cuantificar cual es el porcentaje de pérdidas técnicas en los sistemas de acueducto que abastecen los cascos urbanos de los municipios Los Andes, Leiva y La Unión.

- Determinar cuáles son los procesos operativos en las plantas de tratamiento de agua potable tipo convencional con las cuales cuentan los cascos urbanos de los municipios Los Andes y La Unión; así como también en la planta tipo FIME de Leiva. Identificando falencias y dando posibles soluciones.

- Realizar un recorrido por toda el área perteneciente al casco urbano de cada municipio Los Andes, Leiva y La Unión, con el fin de identificar el trazado de las redes de alcantarillado, clasificar el sistema y observar el estado actual.

- Determinar los procesos técnicos, operación, capacidad, funcionalidad e infraestructura, si existen de cada uno de los rellenos sanitarios que se encuentran funcionando en los municipios Los Andes, Leiva y La Unión.

- Identificar los problemas técnicos existentes en los sistemas de acueducto alcantarillado y aseo de los municipios Los Andes, Leiva y La Unión. según la información suministrada y las visitas realizadas a cada uno de estos municipios proponiendo según el caso una posible solución.

JUSTIFICACIÓN

El Gobierno Nacional tiene como objetivos según el decreto 3200 del 2008 dar cumplimiento a las metas del sector de agua potable y saneamiento básico contempladas en los objetivos de desarrollo del milenio, contribuir con el saneamiento ambiental, promover y consolidar coordinación interinstitucional, procesos de transformación empresarial, esquemas regionales buscando economías de escala y focalizar diferentes fuentes de financiación con acceso fácil y eficiente al sector, formulando proyectos integrales que aseguren y optimicen un adecuada inversión.

Las políticas avanzan en la implementación de proyectos consolidados de inversión con el objeto de aumentar y/o mejorar la infraestructura actual tanto de acueductos como alcantarillados, para los entes territoriales del país a través de los planes departamentales de agua con la esperanza de ampliar el suministro de agua potable de alta calidad y poder cubrir 100% de la población que aún no ha podido acceder a este bien esencial para la vida; procurando consolidar los sistemas de transporte y tratamiento de aguas residuales adecuados para evitar problemas de salud pública, contaminación de suelo y fuentes hídricas receptoras de dichas aguas.

El Departamento de Nariño estableció dentro de su Plan de Desarrollo “Adelante Nariño” el subprograma Conservación, protección y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, prioridad agua, en el que se contempla como objetivo específico de la política pública departamental el incremento de cobertura de acueducto, alcantarillado y saneamiento básico a partir de la formulación de Plan Departamental de Agua, con un enfoque de manejo sostenible e integral del recurso hídrico.[10]

El consorcio **TZ SANEAR** como Gerencia Asesora del PDA, será la responsable del apoyo y la asistencia técnica necesaria para facilitar las tareas municipales de prestación de los servicios y apoyo a los demás actores del PDA.

En la consultoría a ejecutar y que hace parte del accionar de la presente pasantía, se presentaran diversas situaciones en el transcurso de las visitas técnicas a los municipios que enriquecen el desarrollo personal, contribuyendo con la formación profesional, fortaleciendo además las bases teóricas y siendo un motor de adquisición de experiencia con elementos de importancia en la vida cotidiana del profesional de la Ingeniería Civil.

METODOLOGÍA

La metodología a seguir para la evaluación de los sistemas y formulación de los diagnósticos, se basó en los lineamientos impartidos y definidos por la Coordinación Técnica del consorcio TZ-SANEAR.

Esta metodología se rige principalmente por una visita técnica, a cada uno de los municipios Los Andes, Leiva y La Unión, donde se inspeccionaron los elementos que integran básicamente los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo que operan en los cascos urbanos de dichos municipios.

En seguida se realizó una revisión de la información existente de cada municipio Los Andes, Leiva y La Unión, de los estudios y diseños que se tienen de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, como lo son: diagnósticos desarrollados por las entidades de control, licencias otorgadas por la corporación autónoma regional, Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA), Plan den Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), planes maestros de acueducto, alcantarillado y diseños del relleno sanitario.

Posteriormente, el trabajo se basó en el análisis de la información recolectada, estructuración de la evaluación de los sistemas, formalización de las alternativas de solución y planes de acción.

[10] Manual Operativo Plan Departamental de Agua, Departamento de Nariño. 2010. Pág. 4.

A continuación se realiza una descripción de los pasos que se implementaron con el fin de seguir la metodología formulada.

Recolección de información

Para la recolección de información en cada una de las visitas se aplicaron los siguientes procedimientos, teniendo en cuenta que se presentaron variaciones en cada uno de los municipios ya que se encontraron casos en los que no se cuenta con la totalidad de los elementos y/o documentos esenciales que contribuyeran a la evaluación de los sistemas.

- Mediante una reunión llevada a cabo en las instalaciones de las empresas prestadoras de los servicios públicos de los municipios Los Andes, Leiva y La Unión se presentó el grupo técnico de la Gerencia Asesora del Plan Departamental de Agua, a los gerentes, personal administrativo y técnico, que conforman estas empresas.

- En la reunión se dio a conocer los objetivos de la gerencia asesora del PDA, y con la lista de chequeo perteneciente a la parte técnica se realizó la solicitud de cada uno de los documentos como lo son; resolución de concesión de aguas, el plan de uso eficiente de ahorro de agua (PUEAA), copia de reportes de análisis de calidad de agua del prestador y de la entidad que ejerce control y vigilancia, plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV), plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS), estudios del IRCA (Índice de riesgo de calidad de agua), planos de acueducto y alcantarillado entre otros.

- Luego de solicitar la documentación perteneciente a la parte técnica se realizó la visita concerniente al sistema de acueducto, empezando desde las bocatomas consignando sus respectivas medidas, detallando su estado, funcionalidad y tratando en lo posible de determinar caudales de entrada con métodos tradicionales, en los sistemas intervenidos no se conto con la presencia de vertederos que facilitaran la aforación de caudal real captado por este componente.

- Donde las condiciones lo permitieron se inspeccionaron las líneas de aducción, observando el tipo y material; determinando diámetro, longitud y estado. Condiciones en las que no se pudo detallar este componente, se indagó al operador del sistema por estas características.

- Se verificó el funcionamiento de desarenadores, se identificó su estado y se tomaron sus respectivas medidas. No fue posible cuantificar caudales reales tratados por este componente.

- Se recorrieron líneas de conducción, donde las condiciones lo permitieron se observó el tipo de tuberías, material de estas, diámetros, longitud, accesorios, cámaras de quiebre y estado en que se encontraban. Condiciones en las que no se pudo detallar este componente se indagó al operador del sistema por estas características.

- En la planta de tratamiento de agua potable se verificó el caudal de entrada a la planta al igual que a la salida, tipo de tratamiento, manuales de operación e infraestructura de la misma, observación de posibles fallas en las etapas del tratamiento, se inspeccionó la etapa de cloración, cuando las condiciones lo permitieron se determinó aforos de caudal de cloración y dosificación de cloro y otros químicos.

- Se desarrolló una inspección general conjuntamente con una entrevista a los operarios encargados de mantener las redes de distribución en el casco urbano, haciendo hincapié en los problemas que se están presentando.

- Se realizó una Inspección a las redes de alcantarillado prestando atención a los puntos donde a juicio de los operarios del sistema se cree que hay inconvenientes o posibles fallas.

- Se realizó una inspección visual a los puntos de vertimiento de aguas residuales evaluando las condiciones de descarga y operación en las que se encontraban.

- Se realizó una inspección visual sobre las características de recolección, transporte, disposición final y manejo o tratamiento de residuos sólidos, ya sea en relleno sanitario o botadero a cielo abierto, de acuerdo a las características presentadas en cada municipio.

- A cada sistema se le hizo registro fotográfico.

Revisión

De todos los datos y documentos obtenidos en cada visita se desarrolló un proceso de evaluación que sirvió para la estructuración del informe, análisis que tuvo en cuenta información primaria y secundaria como los diagnósticos brindados por los municipios, licencias otorgadas por la Corporación Autónoma Regional, información relacionada con el estado y operación de cada sistema, de documentos como el Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA), el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), Planes Maestros de Acueducto y Alcantarillado, diseños del relleno sanitario, entre otros.

ESTRUCTURACIÓN DEL DIAGNÓSTICO Y RESULTADOS

La estructuración del diagnóstico y de cada informe se llevó a cabo una vez analizada y procesada la información, ajustándola de acuerdo a la normatividad que rige este sector, entre esta se distinguen las de mayor autoridad.

- Decreto 3200 de 2008 “por el cual se dictan normas sobre planes departamentales para el manejo empresarial de los servicios de agua y saneamiento y se dictan otras disposiciones"

- Decreto 1575 de 2007 “por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano”

- Resolución número 2115 de 2007 “por medio de la cual se señala características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad de agua para el consumo humano”

- Decreto 3930 de 2010 “por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la ley 9ª de 1979, así como el capítulo II del título VI – parte III – libro II del decreto – ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones”

- Ley 142 del 11 de julio de 1994 “por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones”

- Norma RAS / 2000

La estructura de cada documento fue otorgada por la Coordinación Técnica del consorcio TZ-SANEAR, y es la que predomina en la valoración de los sistemas para cada municipio.

A continuación se sintetiza de una forma general la implementación del método para el desarrollo de cada informe.

- Se elaboraron análisis de crecimiento y proyección poblacional para cada municipio, siendo determinación de la Gerencia Asesora manejar las proyecciones de población con una rata de crecimiento departamental estimada por el DANE de 1,2%. Para realizar la proyección del crecimiento poblacional se adoptando el método geométrico dadas las características socioeconómicas y de expansión de Los Andes, Leiva y La Unión.

- De acuerdo con lo establecido en el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, 2000, Tabla A.3.1, y la población

urbana al final del horizonte del proyecto (año 2036), se determinó un nivel de complejidad para cada municipio.

- Se hizo el análisis de los indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo; en donde se calcularon densidades poblacionales y residenciales, se determinaron los suscriptores y la cobertura, se calculó producción de agua del acueducto urbano, se determinó el consumo y se calcularon perdidas, se adoptaron dotaciones y factores de consumo, se estableció la cobertura de micromedición y la capacidad instalada y utilizada del acueducto urbano. Adicionalmente se proyectan demandas máximas de agua potable.

- Se realizó el diagnóstico técnico del acueducto urbano de cada municipio, donde fueron descritas las fuentes abastecedoras, se verificó la existencia de caracterizaciones de agua de las fuentes para su posterior análisis y clasificación, determinando así los procesos de tratamiento según las normas. Se verificó la existencia de la concesión de aguas, se elaboraron análisis de oferta vs demanda hídrica. Se calculo la capacidad instalada de cada componente. Se evaluaron las estructuras que componen el sistema de acueducto y los procesos implementados para el tratamiento del agua. Se calcularon dosis aplicadas de insumos químicos y costos de estas dosis, se calcularon consumos de energía y costos de los mismos. Se determinaron sistemas de bombeo, laboratorios de control de calidad con su equipamiento, se verificaron controles de calidad del agua, pruebas de dosis óptimas. Se realizaron aforos en los tanques de almacenamiento con el fin de estimar el caudal producido. Se hizo análisis del volumen de almacenamiento requerido vs el instalado. Se reviso y evalúo hasta donde la información recolectada nos permitió llegar, las redes de distribución de agua. Se analizaron los reportes de la calidad de agua tratada, reportes sanitarios. Se verificó la consignación de información al Sistema Único de Información SUI, de parte de la empresa prestadora del servicio. Se determino la existencia de manuales de operación, los planes operativos y de contingencia y el plan de uso eficiente y ahorro del agua PUEAA. Finalmente se realizaron conclusiones y recomendaciones del sistema.

- Se realizó el diagnóstico técnico del alcantarillado urbano de cada municipio, donde se determinaron aspectos técnicos del sistema, componentes y redes. Se verifico la delimitación del perímetro sanitario urbano y áreas de drenaje. Se verificó la caracterización de aguas residuales, puntos de vertimiento y si se contaba con sistemas de tratamiento de las mismas. Se determinaron los aspectos de operación y mantenimiento que se le dan al sistema. Se evidenció la consignación de información al Sistema Único de Información SUI, de parte de la empresa prestadora del servicio, existencia de planos del sistema y

existencia del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos. Finalmente se realizaron conclusiones y recomendaciones del sistema.

- El diagnóstico técnico del servicio de aseo en el área urbana de cada municipio, comprendió la documentación de las caracterizaciones de los residuos sólidos, producción, producción percápita, rutas y frecuencia de recolección, barrido y limpieza de áreas publicas, recolección, transporte y disposición. Evaluando los procesos técnicos en cuanto a la operación del sitio de disposición final o relleno sanitario, detallando los métodos de tratamiento que reciben los residuos solidos y los sub productos. Con ayuda de la información contenida en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS, se documento el aprovechamiento de los residuos y el manejo de los residuos solidos peligrosos. Se verificó la consignación de información al Sistema Único de Información SUI, de parte de la empresa prestadora del servicio. Se comprobó la existencia de planos de ruteo y recolección, planos del relleno sanitario y el Plan de Gestión Integral de Residuos Solidos. Finalmente se realizaron conclusiones y recomendaciones del sistema.

Una vez efectuada la ejecución de las actividades contempladas por la metodología, se consolidó un informe en medio físico y magnético de los aportes realizados en cada uno de los diagnósticos técnicos de los municipios Los Andes, Leiva y La Unión, con las respectivas correcciones y observaciones que fueron pertinentes, efectuadas tanto por Asesor y Co-Asesor del proyecto como por la Coordinación Técnica del consorcio TZ-SANEAR.

1. TITULO

“APOYO TÉCNICO EN LA CONSULTORÍA PARA LA GERENCIA ASESORA DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA Y SANEAMIENTO DE NARIÑO EN LOS MUNICIPIOS DE LOS ANDES, LEIVA Y LA UNIÓN”.

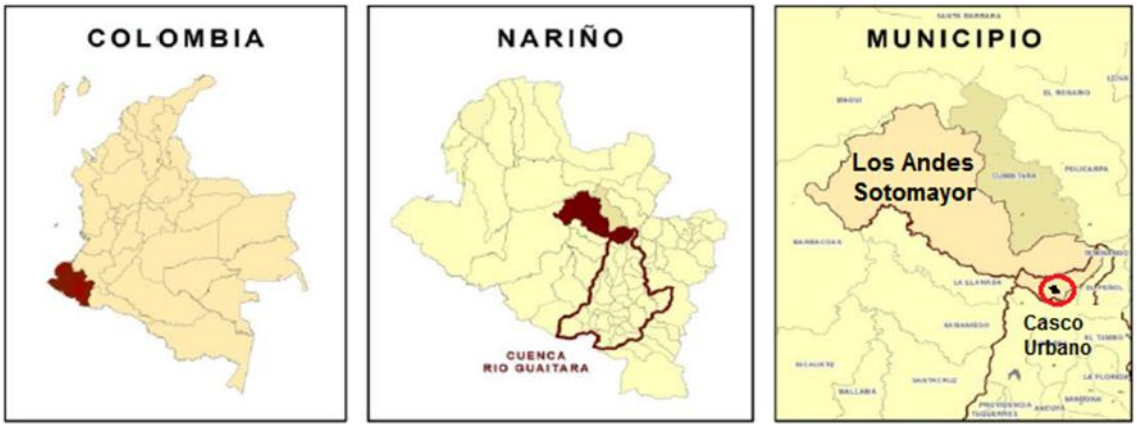
2. ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PASANTÍA

2.1. APOYO TÉCNICO EN LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO PARA EL MUNICIPIO DE LOS ANDES

2.1.1. Generalidades del municipio de Los Andes:

2.1.1.1. Localización geográfica del municipio de Los Andes. El municipio tiene como nombre Los Andes y su capital es Sotomayor, se encuentra localizado al noroccidente del departamento de Nariño. Limita al norte con los municipios de Magui y Cumbitara; al occidente con El municipio de Barbacoas, al sur con la Llanada y al oriente con el Peñol y Linares.[11] (ver figura 1)

Figura 1. Localización del municipio de Los Andes



2.1.2. Dinámica demográfica y tendencias. El estudio de la dinámica poblacional del municipio, se basó en la información censal del DANE de 1985, 1993 y 2005, se puede observar que el crecimiento poblacional para este municipio es moderado. Es explicado fundamentalmente por el crecimiento natural de la población, determinado por la fecundidad, la natalidad, mortalidad, y los controles realizados para la vigilancia de la natalidad y planificación.[12]

[11] Corponariño. Caracterización Ambiental de Nariño. Pag 102, año 2010.
[12] Esquema de Ordenamiento Territorial EOT. Pag 13, año 2010.

El censo poblacional realizado en el año 2.005 muestra una población para el Municipio de Los Andes de 14.870 habitantes de los cuales 5.425 corresponden a la zona urbana y 9.445 a la zona rural como se presenta en el siguiente cuadro No.1

Cuadro 1. Censo General DANE 2.005 – M. Los Andes

Viviendas, Hogares y Personas				
Área	**Censo General 2005**			**Proyección DANE**
	Viviendas	**Hogares**	**Personas**	**Población 2010**
Cabecera	733	884	5.425	6.683
Resto	1.395	1.473	9.445	11.083
Total	2.128	2.357	14.870	17.766

2.1.2.1. Evolución demográfica. Los censos de población con los cuales se cuenta corresponden a los años de 1985, 1993 y 2005. (ver cuadro 2)

Cuadro 2. Censos de población – M. Los Andes

Censo	N° de personas		
Año	**Total**	**Cabecera**	**Resto**
1985	16.482	2.725	13.757
1993	12.905	3.735	9.170
2005	14.870	5.425	9.445

2.1.2.2. Proyecciones de población urbana del municipio. Con la información obtenida por los censos anteriormente mencionados se logró estimar ratas de crecimiento poblacional para el casco urbano por los métodos geométrico y exponencial, utilizando las siguientes formulas: (ver cuadro 3)

$$Método\ geométrico\ \left(\frac{P_f}{P_i}\right)^{\left(\frac{1}{T_f - T_i}\right)} - 1\ expresada\ en\ \%$$

$$Método\ geométrico\ \left(\frac{3.735}{2.725}\right)^{\left(\frac{1}{1993-1985}\right)} - 1\ expresada\ en\ \% = 4{,}02\%$$

$$Método\ Exponencial\ \left(\frac{Ln\ \left(\frac{P_f}{P_i}\right)}{(T_f - T_i)}\right)\ expresada\ en\ \%$$

$$Método\ Exponencial\ \left(\frac{Ln\ \left(\frac{3.735}{2.725}\right)}{(1993 - 1985)}\right)\ expresada\ en\ \% = 3{,}94\%$$

Cuadro 3. Ratas de crecimiento – M. Los Andes

CENSO DANE		RATAS DE CRECIMIENTO	
AÑO	POBLACIÓN		
	CABECERA	RATA DE CRECIMIENTO EXPONENCIAL	RATA DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICA
1985	2.725	3,94%	4,02%
1993	3.735	3,11%	3,16%
2005	5.425	3,44%	3,50%
Promedio		3,50%	3,56%

Obteniendo un promedio de 3,56% por el método geométrico y 3,5% por el método exponencial; de acuerdo a la metodología instaurada por la Gerencia Asesora se opta por estimar los cálculos a partir de proyecciones desarrolladas con una tasa de crecimiento del orden de 1,2%, tasa representativa del crecimiento poblacional calculada por el DANE para el departamento de Nariño según los estudios Post censales "Proyecciones Nacionales y Departamentales de Población (2005 – 2020)" realizado en el año 2010, lo cual ayuda a determinar la capacidad de estructuras sin un sobredimensionamiento.

Las proyecciones para una tasa de 1,2% se han determinado mediante el método geométrico dadas las características de la población, como se indica en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Proyecciones de población – M. Los Andes

Año	2005	2011	2016	2021	2026	2031	2036
Población (hab)	5.425	5.828	6.186	6.566	6.969	7.398	7.852

2.1.2.3. Asignación del nivel de complejidad. Una vez establecida la proyección de la población para el año horizonte del proyecto, se determina el nivel de complejidad, con base en lo establecido en la tabla A.3.1 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000.

Para el horizonte del proyecto, la población estimada es de 7.852 habitantes, que corresponde a un nivel de complejidad medio (2501 a 12500 hab.), tomando el periodo máximo de diseño de 25 años, según lo establece el artículo 2do. de la Resolución 2320 de 2009 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

La población actual para el municipio de Los Andes es de 5.828 habitantes y la futura es de 7.852 habitantes para la zona urbana, aumentando en 2.024 habitantes.

2.1.3. Indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Para el análisis de los indicadores de los servicios, se tomó como base la información suministrada por la gerente de la Empresa de Servicios Públicos Municipales (Asociación Junta Administradora del Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Sotomayor "EMPOSOTOMAYOR" E.S.P), Ángela Santacruz, así como los resultados de las evaluaciones realizadas por TZ SANEAR, en desarrollo del presente estudio para precisar la información colectada y datos estadísticos reportados por el DANE; debido a que algunos parámetros e indicadores no pudieron precisarse, éstos se adoptaron de acuerdo con lo establecido en el RAS-2.000.

2.1.3.1. Suscriptores y coberturas de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. El acueducto de Los Andes es administrado y operado por la Empresa de Servicios Públicos Municipales EMPOSOTOMAYOR E.S.P, el servicio es facturado mediante el consumo leído por micromedición y tarifa fija diferencial según el estrato socioeconómico, ya que la cobertura de micromedición aún no es implementada en todos los suscriptores del servicio de acueducto. Según EMPOSOTOMAYOR E.S.P, en la cabecera urbana de Los Andes hay un total de 1.125 suscriptores de este servicio. (ver cuadro 5)

El alcantarillado posee un total de 1.137 suscriptores. La empresa se encarga del servicio de aseo en el casco urbano teniendo como suscriptores un total de 1.137.

Cuadro 5. Suscriptores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo – M. Los Andes

Estrato	Acueducto	Alcantarillado	Aseo
1	889	-	-
2	212	-	-
Oficial	24	-	-
Total	1.125	1.137	1.137

Las coberturas fueron obtenidas según la información suministrada por la Empresa de Servicios Públicos Municipales EMPOSOTOMAYOR E.S.P Y estudios como "Plan Departamental Para la Modernización Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento Básico - PDA de Nariño (Plan General Estratégico de Inversiones Plan Departamental del Agua – Nariño)". (ver cuadro 6)

Cuadro 6. Cobertura de los servicios públicos – M. Los Andes

Servicio	%Cobertura
Acueducto	98
Alcantarillado	99
Aseo	99

La cobertura de acueducto y alcantarillado se extracto, de acuerdo al Plan General Estratégico de Inversiones y la cobertura de aseo fue dada por EMPOSOTOMAYOR E.S.P.

2.1.3.2. Producción, facturación y pérdidas en el acueducto urbano. El acueducto del casco urbano del Municipio de Los Andes no cuenta con macro medición, para poder calcular el agua producida, el equipo técnico del consorcio TZ SANEAR realizó mediciones volumétricas en los dos tanques ubicado en la planta de tratamiento, dando como resultado un caudal de 21,73 L/s de agua producida, tal como se indica en el

2.1.3.3.

2.1.3.4. Anexo **A**. Por lo tanto la producción diaria, mensual y anual de agua es: (ver cuadro 7)

Cuadro 7. Producción de agua sistema de acueducto urbano – M. Los Andes

Producción de Agua (m3)			
Diaria	**Semanal**	**Mensual**	**Anual**
1.877,5	13.143,00	56.324,00	685.273,00

En consecuencia, la cantidad de agua producida por habitante es:

$$\frac{Produccion}{hab} = \frac{1.877.500\ L/día}{5.711\ hab} = 328{,}75\ \frac{L}{(hab.día)}$$

El valor calculado es superior a lo que pide el RAS – 2.000, que como se verá en el siguiente ítem es de 153,33 L / (hab.día) en condiciones actuales.

Con el fin de determinar los porcentajes de pérdidas del sistema se utilizan datos y métodos brindados por la norma RAS – 2000 que permitan determinar los volúmenes facturados o de consumo del casco urbano del municipio de Los Andes. La dotación neta determinada en condiciones actuales según la resolución 2320 de 2009, es 115 L / (hab.día) y con una población de 5.711 habitantes se estima un consumo o volumen de facturación de 656,76 M3/día.

El porcentaje de pérdidas se estableció de la siguiente manera:

$$Perdidas = \frac{Volumen\ producido\ -\ Volumen\ facturado}{Volumen\ producido} * 100$$

$$Perdidas = \frac{1877{,}5\,\frac{m^3}{dia}\ -\ 670{,}22\,\frac{m^3}{dia}}{1877{,}5\,\frac{m^3}{dia}} * 100 = 65\ \%$$

Este porcentaje de pérdidas técnicas indica tratamiento de agua en volúmenes mayores a los realmente necesitados, ya que técnicamente se pierde mas del 50% de lo que se produce, generando sobrecostos en el tratamiento del agua, disminuyendo la capacidad del sistema y operando de una manera deficiente.
En conclusión las perdidas obtenidas del 65% son altas con relación al porcentaje de pérdidas que la norma admite 25%, condición que obliga a formular e implementar en el corto plazo un programa de reducción de pérdidas, que permitiría mejorar el suministro y ejercer una menor presión hacia las fuentes abastecedoras.

2.1.3.5. Dotación de agua del servicio de acueducto urbano. La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas, sin considerar las pérdidas que ocurren en el sistema de acueducto.

Según el RAS-2.000, la dotación neta depende del nivel de complejidad del sistema y este depende de la población urbana proyectada al período de diseño.
De la Tabla A.3.1 y para una población urbana entre 2.501 y 12.000 habitantes, como es el caso de Los Andes, el nivel de complejidad es medio.

Dotación Neta = 115 L/hab-día (Tabla No 9, Resolución 2320 de 2009)

La dotación bruta se debe establecer según el numeral B.2.6 del RAS-2.000 con la siguiente ecuación:

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p}$$

De acuerdo a la resolución 2320 del 27 de Noviembre del 2009 en su artículo 67, el porcentaje de pérdidas no debe superar el valor máximo admisible del 25%. Con relación a lo anterior, para el municipio de Los Andes la dotación bruta es de 153,33 L/hab/día.

El numeral B.2.4.1 del RAS-2.000 (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico) dice que en caso de ampliaciones del sistema de acueducto, la dotación debe fijarse con base en los análisis de producción y

consumo del sistema, sin incluir pérdidas. La información en cuanto a la producción ha sido determinada en la visita desarrollada por el grupo técnico de TZ SANEAR y algunos documentos facilitados por la empresa; recientemente se han desarrollados procesos por parte de la Empresa de Servicios Públicos Municipales EMPOSOTOMAYOR E.S.P con el fin de conocer el comportamiento del consumo de agua.

2.1.3.6. Dotaciones y pérdidas del acueducto urbano. Las dotaciones y pérdidas técnicas, según lo establecido en las normas, se mantendrán durante todo el período de diseño así:

La dotación neta tendrá la oportunidad de reajustarse con el tiempo cuando la cobertura de micromedición sea del 100% y la persona prestadora lleve un control de esta micromedición; entonces se podrá calcular la dotación neta real para esta población. En la actualidad la cobertura de micromedición no es del 100% y la persona prestadora no presenta documentos que evidencien el control en cuanto al manejo y determinación de las lecturas de micromedición. Por lo anterior se asume:

Dotación neta: 115 L/hab-día.

Las pérdidas técnicas, necesarias para calcular la dotación bruta, se adoptarán de la siguiente manera:

65% para el año base (2011), superior a las del RAS – 2000, a partir del 2012 y hasta el 2036 el porcentaje de pérdidas técnicas deberá ser del 25%, porcentaje máximo que admite las normas actuales para un nivel de complejidad medio, debido a que se espera una buena gestión del operador designado y se proyecta aumentar la cobertura de la micromedición en a un 100%.

2.1.3.7. Factores de consumo máximo diario y horario. Debido a que no se llevan registros de la red de distribución, para calcular el factor de consumo máximo diario (K1) y el máximo horario (K2) se adopta el valor recomendado por el RAS-2.000, así:

- Factor de Consumo Máximo Diario (K1) = K1 = QMD/Qmd = 1,30

- Factor de Consumo Máximo Horario (K2) = K2 = QMH/QMD = 1,60

2.1.3.8. Proyecciones de población y demandas máximas de agua potable. Con base en las proyecciones de población, la dotación bruta adoptada y los coeficientes de consumo máximo adoptados, se calcularon las demandas media diaria, la demanda máxima diaria y el almacenamiento de agua requerido para todo el período de diseño, partiendo del año 2.011 hasta el año 2.036.

Las siguientes demandas han sido calculadas teniendo en cuenta las condiciones actuales del año base 2011. (ver cuadro 8)

Cuadro 8. Demandas máximas de agua potable – M. Los Andes

Caudal medio diario (**Qmd**)	$Qmd = \frac{p*dbruta}{86.400}$	21,73 L/s
Caudal Máximo Diario (**QMD**)	$QMD = Qmd\ x\ K_1$	28,25 L/s
Caudal Máximo Horario (**QMH**)	$QMH = QMD\ x\ K_2$	45,20 L/s

Ya que la dotación bruta es calculada con un porcentaje de pérdidas real, que confirma la medición volumétrica realizada en los tanques de almacenamiento de 21,73 L/s; se asume este caudal como una demanda total y por tal razón no se tienen en cuenta caudales por otros usos.

Las demandas proyectadas se calcularon de igual manera, teniendo en cuenta las normas RAS – 2.000.

2.1.3.9. Resumen de indicadores de los servicios de acueducto y alcantarillado. En el cuadro 10, se hace un resumen de la población proyectada, demandas de agua, dotaciones, suscriptores, porcentajes de cobertura y otros indicadores que se adoptaron para el diagnóstico técnico operativo del Municipio de Los Andes. Para el año base 2011 se toma la población proyectada a tal año, la cual es afectada por el porcentaje de cobertura dando como resultado una población atendida por el sistema. El agua producida se la determinó en el cuadro 7, está afectada por el porcentaje de perdidas da como resultado una cantidad de agua a facturar, y el agua facturada disminuye en proporción al porcentaje de cobertura de micromedición. Y el almacenamiento de agua es la capacidad que debe tener el sistema, siendo este determinado por la cantidad de agua producida.

Para los siguientes años (2012-2036) se asume la gestión de proyectos para la optimización del sistema, aumentando la cobertura, reduciendo las perdidas en cumplimiento de la norma, aumentando y controlando la micromedición. (ver cuadro 10)

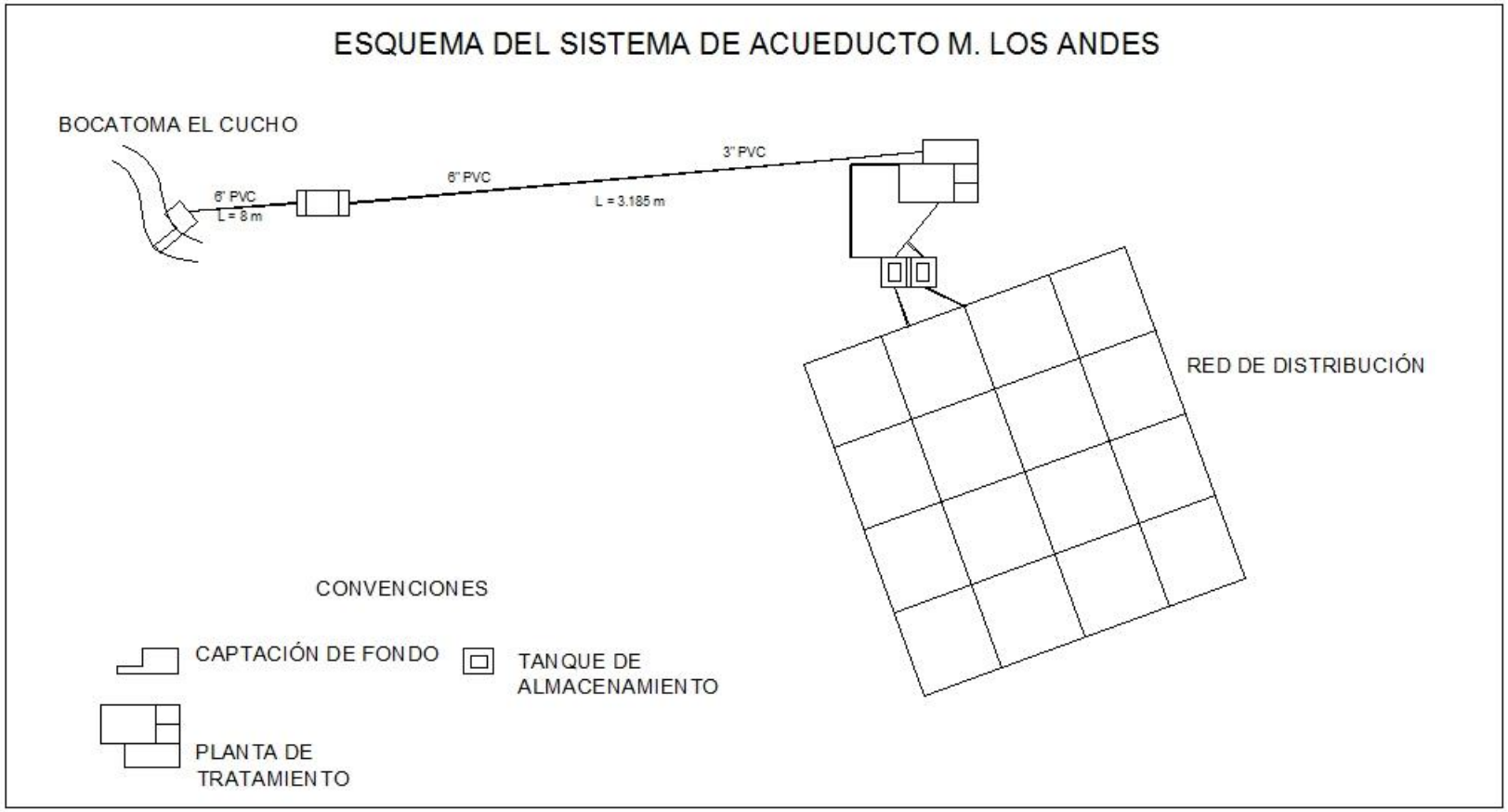
Cuadro 9. Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto y alcantarillado urbano – M. Los Andes

ITEM	INDICADOR	Und	BASE	AÑOS PROYECTADOS						
			2011	2012	2013	2016	2021	2026	2031	2036
1	Pob. total del área urbana	hab	5.828	5.897	5.968	6.186	6.566	6.969	7.398	7.852
2	Inmuebles Urbanos	No	1.148	1.162	1.176	1.219	1.293	1.373	1.457	1.547
3	Cobertura acueducto	%	98	100	100	100	100	100	100	100
4	Pob. Atendida acueducto	hab	5.711	5.897	5.968	6.186	6.566	6.969	7.398	7.852
5	Usuarios activos acueducto	No	1.125	1.162	1.176	1.219	1.293	1.373	1.457	1.547
6	Continuidad del Servicio	h	24	24	24	24	24	24	24	24
7	Capacidad utilizada	l/s	23,50	13,61	13,77	14,27	15,15	16,08	17,07	18,12
8	Agua Producida	m3/mes	56.324	27.128	27.453	28.453	30.202	32.058	34.028	36.120
9	Agua a Facturar	m3/mes	19.703	20.346	20.590	21.340	22.652	24.044	25.521	27.090
10	Dotación Neta	l/hab-día	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0
11	Porcentaje de Perdidas	%	65,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
12	Dotación Bruta	l/hab-día	328,75	153,33	153,33	153,33	153,33	153,33	153,33	153,33
13	Factor Consumo Máximo Diario	k1	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
14	Factor Consumo Máximo Horario	k2	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
15	Caudal Medio Diario	l/s	21,73	10,47	10,59	10,98	11,65	12,37	13,13	13,94
16	Caudal Máximo Diario	l/s	28,25	13,61	13,77	14,27	15,15	16,08	17,07	18,12
17	Caudal Máximo Horario	l/s	45,20	21,77	22,03	22,83	24,24	25,73	27,31	28,98
18	Micromedidores Instalados	No	1.122	1.162	1.176	1.219	1.293	1.373	1.457	1.547
19	Cobertura de Micromedición	No	99,73	100	100	100	100	100	100	100
20	Medidores en mal estado	No	0	0	0	61	65	69	73	77
21	Micromedición Efectiva	%	100,0%	100,0%	100,0%	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%
22	Agua Facturada	m3/mes	19.650	20.346	20.590	20.272	21.513	22.835	24.243	25.741
23	Suscriptores Alcantarillado	No	1.137	1.162	1.176	1.219	1.293	1.373	1.457	1.547
24	Cobertura Alcantarillado	%	99	100	100	100	100	100	100	100
25	Calidad del Agua (IRCA)	%	17,3	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
26	Almacenamiento	m3	814,00	392,00	397,00	411,00	436,00	463,00	492,00	522,00

2.1.4. Diagnóstico técnico del acueducto urbano del municipio de Los Andes. El municipio de Los Andes cuenta con un sistema de acueducto con estructuras de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución; el esquema general del sistema se presenta en la figura 2. No se dispone de información que permita conocer el tiempo que lleva en operación, así como tampoco las optimizaciones y modificaciones que se hayan realizado en el tiempo.

La fuente principal de abastecimiento del acueducto urbano es la Quebrada El Cucho o Dos Quebradas. El agua es captada y conducida a una planta de tratamiento de tipo convencional donde se llevan a cabo procesos de aforación, coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. (ver figura 2)

Figura 2. Esquema general del sistema de acueducto – M. Los Andes



En seguida el agua es almacenada y posteriormente distribuida al casco urbano del municipio de Los Andes.

Las últimas intervenciones realizadas al sistema consistieron en la terminación y puesta en marcha de todos los procesos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP y la implementación de la micromedición; no se cuenta con información de los años donde se ejecutaron estos proyectos ni de las inversiones realizadas.

En la actualidad el sistema de acueducto está constituido por los siguientes componentes:

- Una fuente de captación.
- Una bocatoma de fondo.
- Una línea de aducción.
- Un Desarenador.
- Una línea de conducción.
- Una planta de tratamiento de agua potable de tipo convencional.
- Dos tanques de almacenamiento.
- Sistema de distribución.
- Conexiones domiciliarias.

La configuración, características y el estado de cada uno de los componentes se describirán en los siguientes puntos.

2.1.4.1. Fuente de abastecimiento actual. El sistema de acueducto cuenta con una fuente de abastecimiento, denominada El Cucho o Dos Quebradas perteneciente a la Microcuenca Dos Quebradas, con un área de aproximadamente 761,69 hectáreas y una distancia de 5,338 Kilómetros. Se ubica en la zona alta de la subcuenca Dos Quebradas a 3700 m.s.n.m. en el sector de Los Culuales, hasta su límite en el Sur Occidente del municipio de Los Andes, a 1720 m.s.n.m.

El Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua elaborado por el municipio, determina un aforo y un análisis de la calidad del agua para una muestra, estos datos no se tendrán en cuenta ya que esta información se encuentra desactualizada y no ha sido desarrollada de acuerdo a las normas. (ver cuadro 11)

Cuadro 10. Fuente de abastecimiento – M. Los Andes

Cuenca	**Rio Guaitara**	**Nombre de la Fuente**	**El Cucho o Dos Quebradas**
SubCuenca	Rio Pacual	**Caudal Concesionado (lps)**	37,00
Microcuenca	Dos Quebradas	**Resolución de la Concesión**	Resolución No. 132
Nacimiento	Los Culuales	**Vigencia Concesión**	5 años a partir del 2010
Registro Fotográfico			
Observaciones	Los predios de la microcuenca fueron comprados por la administración municipal para su protección, pero a pesar de eso las personas la siguen deforestando y utilizando para el pastoreo de ganadería, por lo cual hay perdida de afluentes y contaminación de estos por heces fecales y material de arrastre. No se cuenta con estudios sobre caracterización de aguas de la fuente, así como tampoco se cuenta con registros de aforos de caudales.		

2.1.4.2. Estructura de captación. El sistema cuenta con una bocatoma de fondo construida en concreto reforzado, situada en la quebrada el Cucho o Dos Quebradas a 3,2 Km del casco urbano del municipio de Los Andes. (ver cuadro 12)

Cuadro 11. Estructura de captación – M. Los Andes

CAPTACIÓN DE AGUA ACUEDUCTO URBANO DE LOS ANDES	
VARIABLES	**BOCATOMA EL CUCHO DOS QUEBRADAS**
Tipo / Estado	Captación de Fondo / Regular
Caudal de Captación (Qc)	Qc = C x At x e x Vp
Velocidad de flujo en la rejilla - V (B.4.4.5.5. - RAS 2000)	V = 0,15 m/s
Coeficiente de contracción de la vena liquida	C = 0,9
Área Total de la Rejilla (At)	At = L x Lr = 2 m x 0,8 m = 1,6 m^2
Porcentaje útil de la rejilla (e)	e = (eb/(eb+ϕb) = 0,612
Espaciamiento entre barrotes (eb)	0,02 m
Longitud de la rejilla (L)	2 m
Ancho de la Reja (Lr)	0,8 m
Diámetro de Barras (ϕb)	ϕb = 1/2" = 0,0127 m
Capacidad Instalada	**Caudal de captación = Qc = 132,1 L/s**
Registro Fotográfico	
Observaciones	Se realiza un proceso de cribado mediante la instalación de una malla plástica que cubre la superficie de la rejilla, esto evita que material grueso ingrese a las estructuras del sistema, sin embargo se presentan muchos taponamientos ya que el material vegetativo que es arrastrado por la corriente se adhiere a la malla plástica evitando el paso del agua, en consecuencia se realiza un mantenimiento diario para remover hojas y cualquier otro material que impida que el agua sea captada.

El canal de recolección compuesto por una canaleta cerrada lleva el agua a una cámara de derivación, la cámara de derivación cuenta con una escotilla en acero para su respectivo acceso, una válvula de compuerta de 6” con vástago y volante para suspender el suministro, una válvula de compuerta con vástago y volante para el respectivo lavado y tabique de rebose con tubería de 8” que facilita la salida del agua encausándola nuevamente a la fuente.

2.1.4.3. Línea de aducción. La aducción tiene revestimiento en cemento con el fin de protegerla de las variaciones climáticas y las crecidas de la fuente en épocas de invierno. La tubería se encuentra en buen estado, no presenta fisuras ni fugas.

Esta línea de aducción no cuenta con ninguna estructura adicional como cámaras de quiebre de presión, tampoco cuenta con accesorios como válvulas de purga y ventosas. (ver cuadro 13)

El mantenimiento a este componente no es preventivo y se realiza cuando se presentan problemas por taponamiento, fugas o daños en la tubería.

Cuadro 12. Línea de aducción – M. Los Andes

	VARIABLE	Aducción del sistema
LINEA DE ADUCCIÓN	**Diámetro (pulg)**	6
	Longitud	8 m
	Material	PVC RDE 41
	Capacidad Instalada (L/s)	No se cuentan con los diseños, ni cotas que permitan establecer el caudal máximo a transportar
	Capacidad Utilizada (L/s)	20 - 30
	Observaciones	Al entrar al tanque Desarenador hay un válvula de compuerta de 6 pulgadas

2.1.4.4. Desarenador. El Desarenador construido en concreto reforzado, semienterrado de tipo convencional, tiene una entrada de tubería PVC de 6” con una válvula de triángulo que cierra o abre la entrada del agua a este componente. No se cuenta con información que soporte la existencia de paso directo o Bypass. Se encuentra equipado con una válvula de vástago y volante para la descarga de sedimentos y lavado de la estructura. (ver cuadro 14)

Cuadro 13. Desarenador del sistema – M. Los Andes

	VARIABLE		DESARENADOR	Registro fotográfico
DESARENADOR CONVENCIONAL	Año de Construcción		-	
	Estado		Regular	
	Tubería	Entrada (Pulg) / Material	6" / PVC	
		Salida (Pulg) / Material	6" / PVC	
		Rebose (Pulg) / Material	4" / PVC	
	Largo Útil (m)		4,34	
	Ancho Útil (m)		2,40	
	Altura Útil (m)		1,50	
	Espesor de muros (m)		0,30	
	Área Útil (m^2)		10,42	
	Volumen Útil (m^3)		15,62	
	Caudal Captado (L/s)		20 - 30	
	Capacidad Instalada (L/s)		10,72	
	Observaciones		El desarenador cuenta con tres tipos de cámaras entrada, desarenado y salida; placa difusora y vertedero de rebose en la cámara de entrada; tres válvulas de control y tres conos de ventilación	

El agua que ha sufrido el proceso de sedimentación pasa a la cámara de salida, donde es recogida por una tubería de 6” PVC RDE 41, pasando a una cámara de inspección donde se encuentra instalada una válvula. No se cuenta con registros reales de caudales tratados por la estructura.

2.1.4.5. Línea de conducción. La Empresa de Servicios Públicos Municipales EMPOSOTOMAYOR E.S.P no cuenta con los planos de la línea de conducción así como tampoco se determina un catastro o inventario de los accesorios instalados, no se cuenta con información topográfica del trazado de esta línea, por ende no se ha determinado calculo de la capacidad instalada. (ver cuadro 15)

Cuadro 14. Características de la línea de conducción – M. Los Andes

	VARIABLE	Conducción del sistema
LINEA DE CONDUCCIÓN	**Diámetro (pulg)**	6 - 3
	Longitud	3.185 m
	Material	PVC RDE 41 - 26 - 21
	Capacidad Instalada (L/s)	No se cuentan con los diseños, ni cotas que permitan establecer el caudal máximo a transportar
	Capacidad Utilizada (L/s)	20 - 30
	Observaciones	El deterioro de la tubería es ocasionado por las variaciones climáticas, topográficas y el poco mantenimiento a estas estructuras, originan rupturas las cuales son las causales de la perdida de agua en la conducción; esto se evidenció en el recorrido que se le hizo a este componente.

2.1.4.6. Planta de tratamiento. La planta de tratamiento de agua potable cuenta con los siguientes componentes:

- Cámara de aquietamiento y cámara de rebose
- Canaleta Parshall
- Floculación hidráulica de flujo horizontal con tabiques
- Sedimentadores de tipo alta tasa
- Filtros rápidos descendentes tasa de filtración declinante
- Sistema de cloración

A continuación se describe cada una de estas estructuras.

➢ **Cámara de aquietamiento y cámara de rebose**

El agua que ingresa a la planta es recibida por una cámara de aquietamiento con el fin de romper la turbulencia a la entrada, uniformizar el flujo y conducirlo a la estructura de aforo y generación del resalto hidráulico la Canaleta Parshall. (ver cuadro 16)

Cuadro 15. Estructuras de control de caudales – M. Los Andes

Componente	Dimensiones		
	Largo (m)	Ancho (m)	Altura total (m)
Cámara de aquietamiento	1,86	0,62	0,80
Cámara de rebose	0,90	0,57	0,80
Observaciones	Válvula de entrada (Apert-Cierre) controla y regula el flujo que ingresa a la PTAP; Válvula de desagüe (compuerta) controla y evacua mediante un vertedero los excesos		
Registro Fotográfico			

- **Canaleta Parshall**

La canaleta tiene un ancho de garganta igual a 6”, con dimensiones estándar para este tipo de estructura; características que permiten conocer una capacidad instalada de 1,52 – 110,40 L/s.

Este componente cumple una doble funcionalidad, se encarga de realizar el aforo del caudal influente a la PTAP y adicionalmente se aprovecha el resalto hidráulico para llevar a cabo el proceso de coagulación o mezcla rápida.

Para la medición del caudal se cuenta con un sistema de regleta y manguera, el nivel de agua asciende por la manguera marcando en la regleta la cantidad de entrada a la planta de tratamiento en (L/s), al momento de la visita técnica el caudal de entrada a la planta era de 23,5 L/s, sin embargo los operadores de la planta aclaran que este valor varía entre el rango de 21 L/s a un máximo de 25 L/s.

La aplicación del coagulante se realiza en época de invierno adicionando sulfato de aluminio tipo B, en verano no se aplica coagulante ya que las aguas captadas presentan bajas turbiedades.

Para la dosificación y mezcla del coagulante el sistema cuenta con un equipo mecánico compuesto por tolva en la parte superior y quijadas en la parte inferior, las cuales dejan caer el coagulante granulado para ser mezclado con el agua tratada proveniente del tanque elevado con el cual cuenta este sistema. El motor

que acciona el equipo es eléctrico, con una potencia de 0,5 HP, el equipo funciona normalmente y se encuentra en buen estado. (ver cuadro 17)

Cuadro 16. Estructura de aforo y mezcla rápida – M. Los Andes

Componente	Dimensiones							
	Longitud (m)	Ancho de garganta (m)	Longitud de garganta (m)	Altura de la lamina de agua H (m)	Ecuación característica	Capacidad Actual (L/s)	Capacidad Instalada (L/s)	Capacidad Utilizada (L/s)
Canaleta Parshall	3,80	0,15	0,40	0,17	$Q = 0{,}381\ H^{1{,}58}$	23,17	1,52 - 110,40	23,50
Observaciones	Tanto el caudal influente a la planta como los procesos de coagulación no son registrados ni controlados por parte de los operarios, razón por la cual no se cuenta con datos que permitan determinar un caudal promedio tratado y un consumo de coagulante.							
Registro Fotográfico								

Finalmente el agua que ha pasado por la Canaleta Parshall y ha sufrido el proceso de coagulación es transportada por un canal que descarga a las unidades de floculación.

- **Floculación hidráulica de flujo horizontal con tabiques**

Después de la mezcla rápida, el agua entra en un floculador, el cual consta de una unidad de flujo horizontal con tabiques, que consiste en tanques provistos de pantallas en las cuales el agua circula a una velocidad, produciendo cierta turbulencia en cada cambio de dirección de flujo.

Las pantallas representadas por placas de asbesto – cemento, se encuentran separadas a diferentes distancias, de una forma irregular aumentando la separación en una cámara y disminuyéndola en la siguiente. Con esto se determina que el floculador no cumple las funciones de disminución del gradiente, aumentando o disminuyendo de una cámara a otra. Este funcionamiento desestabiliza la mezcla y reduce la eficiencia en los procesos.

Las características de la estructura se establecen en el siguiente cuadro No. 18.

Cuadro 17. Unidad de floculación – M. Los Andes

Componente	Tipo de Floculación	Estado	No. de Unidades	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Espacio entre placas (m)	Dimensiones Placas - Tabiques			Capacidad Utilizada (L/s)	Capacidad Instalada (L/s)
								Largo (m)	Ancho (m)	N°		
Floculador	Hidráulica de flujo horizontal	Regular	1	14,65	2,46	1,60	1,00	2,30	1,20	14	23,50	-
Observaciones	La evaluación hidráulica realizada indico que para las condiciones actuales de operación, los compartimientos están desarrollando velocidades y gradientes muy bajos a los establecidos en el ítem C.5.5.1.1. del RAS - 2000, ya que cada una de estas unidades dispone de una gran área esto hace que gradientes y velocidad sean bajos. Por ende los floculadores no están cumpliendo las funciones para la cual fueron diseñados.											
Registro Fotográfico												

El análisis hidráulico se presenta en el Anexo N.

Las placas se encuentran empotradas mediante aristas en sentido longitudinal y mediante los respectivos muros laterales de la unidad.

En la visita técnica se pudo constatar un sobrepaso del nivel de agua en las plaquetas instaladas, generando un ahogamiento de las mismas debido al caudal que le esta entrado a la planta.

En síntesis en condiciones actuales el floculador no cumple con su objetivo, ya que las estructuras de entrada a la planta y la inadecuada operación dejan ingresan un caudal de 23,5 L/s, el cual no es tratado de una forma eficiente por este componente.

- **Sedimentadores de tipo alta tasa**

El agua es conducida a los Sedimentadores por un canal de 2.60 metros de largo por 0.43 metros de ancho por 0.57 metros de profundidad total. Este canal descarga a una cámara de 1,80 metros de largo por 0,45 metros de ancho por 2,05 metros de profundidad, esta cámara en su parte inferior posee conductos, se desconoce el tipo, los cuales se encargan de descargar el agua en las estructuras de sedimentación produciendo un flujo ascendente en ellas.

El sistema actual de la planta de tratamiento cuenta con un proceso de sedimentación de alta tasa o plaquetas inclinadas con zona de entrada, zona de sedimentación y zona de salida.

La sedimentación se realiza en 2 unidades paralelas, en el siguiente cuadro se sintetizan las características de estas estructuras. (ver cuadro 19)

Cuadro 18. Unidades del proceso de sedimentación – M. Los Andes

Componente	Estado	Caudal de entrada a la PTAP (L/s)	Caudal de entrada a la PTAP (m^3/día)	Dimensiones Sedimentador						Carga Superficial de los sedimentadores (m^3/m^2.dia)	Tiempo de Retención	Capacidad Utilizada (L/s)	Capacidad Instalada (L/s)
				Largo (m)	Ancho (m)	Altura Útil (m)	N° de Unidades	Área Total (m^2)	Volumen Total (m^3)				
Sedimentador Alta Tasa	Bueno	23,50	2030,40	4,05	2,40	3,50	2	19,44	68,04	104,44	12,70	23,50	41,63
Observaciones	El área total corresponde al área de las dos unidades de sedimentación al igual que su volumen. Cada sedimentador tiene 1 válvula de cortina de vástago sin fin para abrir o cerrar el ingreso al sistema y 2 válvulas de cortina de vástago sin fin por cada unidad para su respectivo lavado; estos accesorios se encuentran en buenas condiciones. Las válvulas de control y mantenimiento son operadas desde una pasarela superior, por lo cual disponen de vástago y rueda de manejo.												
Registro Fotográfico													

En el cuadro anterior se resume la capacidad hidráulica del sistema de sedimentación, calculada a partir del área superficial y la carga superficial que de acuerdo al RAS – 2000 Ítem C.6.5.1.3 para Sedimentadores de alta tasa está en el rango de 120 m3 / (m2.Día) - 185 m3 / (m2.Día). Adicionalmente se calcula la carga superficial con la cual está trabajando el sistema de Sedimentación.

El agua que entra a las unidades de sedimentación asciende pasando por las plaquetas inclinadas y finalmente siendo recogida por cuatro deflectores instalados en las dos unidades, estos descargan a una canaleta la cual deposita el agua en una cámara para posteriormente ingresar al proceso de filtración.

- **Filtros rápidos descendentes tasa de filtración declinante**

El siguiente cuadro sintetiza la capacidad hidráulica del sistema de filtración, calculada a partir del área superficial y la carga superficial que de acuerdo al RAS – 2000 Ítem C.7.5.1.3 numeral 2, para Filtros rápidos descendentes la tasa máxima es de 300 m3 / (m2.Día). Adicionalmente se calcula la carga superficial con la cual están trabajando el sistema de filtración. (ver cuadro 20)

Cuadro 19. Unidades del proceso de filtración – M. Los Andes

Componente	Dimensiones					Parametros Técnicos				
	No. de Unidades	Longitud de la unidad (m)	Ancho de la unidad (m)	Área disponible neta de filtración por unidad (m^2)	Área Total de filtración (m^2)	Caudal de entrada total (L/s)	Tasa de filtración (m3/m2.día) - 2 Und. en operación	Tasa de filtración (m3/m2.día) - C.7.5.1.3 RAS 2000	Capacidad máxima de filtración por unidad (L/s)	Capacidad Instalada Total (L/s)
Filtración Rápida Descendente	4,00	2,30	1,23	2,83	11,32	23,50	179,43	300,00	9,82	39,29
Observaciones	Cada unidad tiene cuatro válvulas de compuerta con vástago y volante, las cuales se disponen de la siguiente manera: La válvula numero 1 abre y cierra la entrada del agua a cada filtro; la válvula numero 2 abre y cierra la salida o ingreso del agua en cada unidad; las dos válvulas restantes contribuyen con el desagüe, la 3 en el filtro y la 4 en la cámara de salida de cada filtro. Según el operador de la PTAP los filtros son lavados 1 vez cada cuatro días.									
Estado: Bueno										
Registro Fotográfico										

Para el caudal actualmente tratado en planta de 23,5 L/s, se obtiene una carga de 179,43 m^3/m^2.día cuando se encuentran en operación los cuatro (4) filtros, sin embargo, es evidente que no es técnicamente aceptable la operación con dos unidades de filtración cuando es el caso de que se requiere lavar dos unidades, debido a que la tasa o velocidad de filtración ascendería a 358,85 m^3/m^2.día, superando ampliamente el máximo normativo especificado para lechos de antracita sobre arena y a profundidad estándar, establecida en el literal C.7.5.1.3 del RAS-2000.

El material o lecho filtrante tiene un espesor de 0,50 metros y está conformado por capas de grava en el fondo, arena, y antracita en la capa superior.

El auto lavado de los filtros se realiza mediante el accionamiento de las respectivas válvulas según la unidad a lavar. El agua filtrada pasa a una cámara de recolección, esta se encarga de proporcionar el agua para lavado de cada filtro.

- **Sistema de cloración**

El agua filtrada pasa a la cámara de recolección, donde es captada por un canal que la conduce hacia la zona de cloración, aquí se implementa el proceso de desinfección. El sistema no cuenta con un tanque de contacto de cloro que genere un flojo pistón, sin embargo se concibe un tiempo de contacto ya que después del punto de aplicación del cloro se encuentra una cámara que retiene el agua, antes de pasar a los tanques de almacenamiento.

Los operadores de la planta dosifican una cantidad de cloro, de acuerdo al caudal que ingresa al sistema y según la experiencia de los operadores, los análisis del agua en la red hechos por el inspector de saneamiento son tomados como guía para la dosificación.

En la planta no se maneja un método que permita identificar las dosis exactas de acuerdo al caudal tratado, así como tampoco se ha adoptado una curva de demanda de cloro. (ver cuadro 21)

Cuadro 20. Características del sistema de cloración – M. Los Andes

Desinfectante	**Cloro Gaseoso**		**Cloro Granulado**	
Dosificación	Dosificación	150 g/h	1 Kg de hipoclorito de calcio se mezcla con 75 litros de agua filtrada, con una duración de la mezcla de 2 horas	
Equipamiento	Aparato	Cantidad	Aparato	Cantidad
	Cilindros	2	Tanque 250 L	1
	Báscula	1	Caneca de hipoclorito de calcio granulado 45 Kg	1
	Dosificador	1		
	Bomba	1		
	Instalaciones	1	Instalaciones	1
Observaciones	La utilización de cloro granulado como desinfectante se da únicamente cuando existen cortes de energía en la planta.			
Registro Fotográfico				

2.1.4.7. Operación de la planta de tratamiento. En la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP no existe un adecuado monitoreo que garantice la calidad del agua suministrada a la población.

En el siguiente cuadro se determinan los principales procesos operativos del sistema de tratamiento de agua potable, en condiciones actuales, identificando sus principales falencias y determinando una posible solución para cada proceso.
Se aclara que toda la información fue recolectada en la visita de campo realizada al sistema. (ver cuadro 22)

Cuadro 21. Operación, falencias y posibles soluciones de la PTAP – M. Los Andes

COMPONENTE	OPERACIÓN	FALENCIAS	SOLUCIONES
Cámara de Aquietamiento	Se vigila la entrada de caudales al sistema de tratamiento, controlando la cantidad mediante el accionamiento de válvulas o compuertas de entrada la altura o apertura debe estar definida para los caudales que se quiera tratar. En algunas ocasiones se hace necesario reducir el caudal, especialmente cuando baja el consumo.	Es evidente la gran velocidad con la cual entra el agua a esta cámara, como consecuencia la cámara de aquietamiento se a quedado sin capacidad para cumplir las funciones de uniformizar y distribuir el flujo de una forma laminar rompiendo la presión del mismo. se desconoce la velocidad a la cual trabaja el sistema de conducción que estrega a la planta.	Realizar un levantamiento topográfico de la conducción, el cual permitirá determinar las velocidades de operación y entrega del agua a la PTAP. Con el caudal conocido y la velocidad determinada se deberá analizar si es factible la optimización de la estructura, de lo contrario se necesitara construir una nueva cámara, capas de trabajar en las condiciones actuales de una forma eficiente. adicionalmente se deberá verificar si al reducir el caudal de entrada al sistema, esta cámara cumple con su objetivo.
Canaleta Parshall	Se afora el caudal inmediatamente este llega a esta estructura. Adicionalmente el resalto hidráulico generado por la estructura es aprovechado para realizar el proceso de mezcla rápida, este proceso incluye como coagulante sulfato de aluminio tipo B.	No se lleva un registro de caudales que ingresan al sistema. No se realizan análisis de agua influente a la planta, por tal razón no se cuenta con métodos que determinen la aplicación del coagulante. La aplicación de la mezcla de coagulante no se distribuye uniformemente, solo se aplica puntualmente.	Realizar mediciones de caudal registrando los datos en un formato. Se deben implementar análisis de agua que determinen por medio de prueba de jarras la dosis de coagulante necesaria para aplicar en el resalto hidráulico de esta estructura. Habrá que implementar una instalación que descargue uniformemente a todo su ancho, la mezcla de coagulante.
Floculadores Hidráulicos de Flujo Horizontal con Tabiques	Se revisan caudales de entrada y que la unidad de floculación no presente reboses, constatar si se produce sedimentación en los últimos tramos del floculador, retirar los solidos de la superficie de agua, lo demás se limita a mantenimiento.	La unidad de floculación no cumple con sus funciones, actualmente trabajando como una estructura de paso de agua, debido a las intermitentes secciones en cada compartimiento y a la gran área seccional que presentan estos; en consecuencia ingresan altos caudales, donde se presentan bajas velocidades y bajos gradientes y por ende un mayor tiempo de floculación. No se sabe con precisión la capacidad instalada de esta unidad. No se realizan inspecciones visuales de la formación del floc por tal razón no se verifica en que parte se forma.	Realizar análisis para determinar la capacidad real de esta unidad, además, optimizar la unidad existente mediante una distribución adecuada de sus tabiques que permita una reducción gradual de la velocidad y del gradiente disminuyendo el tiempo de floculación, ajustando estos parámetros a los especificados en la norma. se deberá realizar una regulación y un control del caudal de entrada una ves obtenida la capacidad real de esta unidad. Diseñar una nueva unidad que trabaje en paralelo con la ya existente, para tener un eficiente proceso de floculación. Donde se inicia el canal de entrada al sitio del floculador llenar un vaso de vidrio en el extremo opuesto a la salida de la mezcla, subir el vaso a la altura de los ojos y observar si se empiezan a formar los floculos, normalmente los floculos se encuentran en los primeros compartimientos de la unidad; realizar el mismo procedimiento a la salida del floculador.

Cuadro 21. (Continuación)

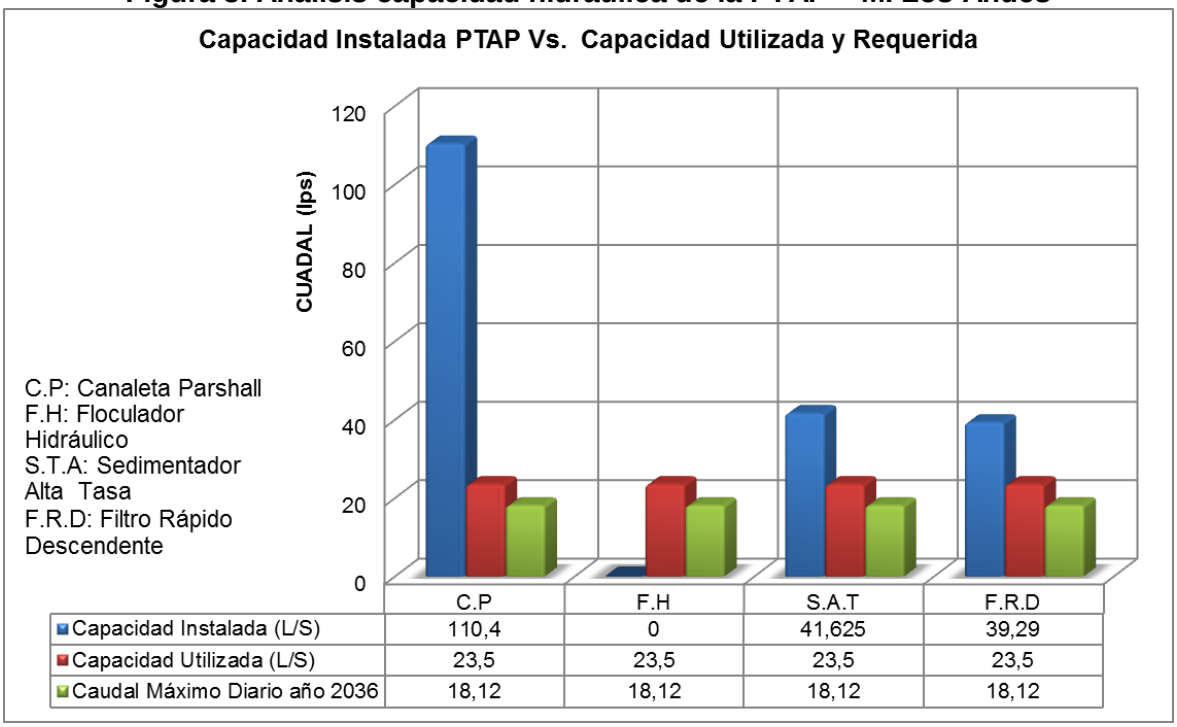
Sedimentadores Alta Tasa	Su operación se basa en la revisión de que se estén distribuyendo bien los caudales a las dos unidades de sedimentación, esto se realiza por la operación de válvulas. Observación del comportamiento de cada unidad, de la presencia de lodos en la superficie y anomalías en los niveles.	No se realizan ensayos que determinen en algún porcentaje la eficiencia en el proceso.	Cuando sea posible la realización de ensayos se deberán determinar y evaluar los porcentajes de remoción que determinan la eficiencia en el proceso. Por ello la importancia de dotar al sistema de un laboratorio completo con personal capacitado que realice su operación.
Filtros Rápidos Descendentes Tasa de Filtración Declinante	Revisión para mantenimiento diario, lavado de filtros mediante el accionamiento de válvulas. Ya que los filtros son autolavantes, el agua filtrada es recogida por una cámara y mediante la operación de cada grupo de válvulas se regresa el flujo para desarrollar el lavado de cada unidad.	En la operación actual no se tienen en cuenta mediciones de la perdida de carga, caudal de agua filtrada y numero total de horas de filtración por cada filtro en servicio. No se realizan ensayos para determinar la eficiencia de cada unidad.	Se tendrá que adoptar un sistema que permita registrar tiempos de servicio de cada filtro y caudal filtrado. Cada vez que se lave cada unidad de filtración y antes de ponerla en operación se deberá llevar el control del tiempo, determinando la perdida de carga. Esto permitirá conocer el nivel de colmatación del medio filtrante, se debe evitar que el nivel del agua dentro del filtro este por encima del nivel que se desea encontrar. Cuando sea posible la realización de ensayos se deberán determinar y evaluar los porcentajes de remoción que determinan la eficiencia en el proceso.
Sistema de Cloración	Se revisa que se este aplicando una correcta dosificación y se comprueba el peso del cilindro de cloro gaseoso, para ver si es necesario su remplazo. Cuando se producen cortes de energía se hace necesario la aplicación de cloro granulado para lo cual se elabora la mezcla en el tanque de 250 L. Tanto el inyector que dosifica el cloro gaseoso como el grifo que regula el caudal que dosifica el cloro granulado son manipulados para lograr valores de cloro libre residual entre 0,3 y 2 mg/L.	La dosificación de cloro no tiene una sustentación teórica valida que relacione características del agua a tratar con una curva de demanda de cloro. El punto de aplicación del cloro no genera una condición eficiente de contacto cloro-agua-tiempo. No se tiene en cuenta la seguridad industrial para la operación de los sistemas de dosificación de cloro.	Realizar caracterizaciones de agua influente al sistema, determinando curvas de demanda de cloro, con el fin de determinar dosis optimas del desinfectante. Se tendrá que optimizar el canal de aplicación del cloro, donde se generen las condiciones esenciales que permitan una buena desinfección del agua. Dotar a los operadores de instrumentos de seguridad industrial.

2.1.4.8. Medición de caudales de entrada a la PTAP. Para determinar el caudal de entrada al sistema de tratamiento, se acotejaron los valores que marca la regla de aforo de la Canaleta Parshall (23,5 L/s), con el resultado que nos brinda la aplicación de la fórmula para conocer caudales midiendo la altura de la lamina de agua en la garganta de la canaleta (23,17 L/s), así como también con los valores que arrojó la aforación realizada en los tanques de almacenamiento (21,73 L/s). Datos que determinan el caudal leído en la regleta como caudal de entrada al sistema (23,5 L/s).

➢ **Análisis de capacidad instalada vs capacidad utilizada y demanda del sistema de tratamiento de agua potable.**

En la siguiente figura se ilustra la capacidad máxima que tiene la planta de tratamiento tipo convencional, para cada unidad de proceso, denotándose que su capacidad está limitada por el floculador hidráulico (F.H), como ya se explico anteriormente la unidad de floculación se encuentra operando de una manera deficiente de acuerdo a las características de evaluación del proceso y por tal razón no se cuenta con una capacidad instalada que contenga las características mínimas de valoración. (ver figura 3)

Figura 3. Análisis capacidad hidráulica de la PTAP – M. Los Andes



La Canaleta Parshall no presenta inconvenientes para tratar el caudal actual que está entrando a la planta y el caudal futuro que se ha estimado.

La unidad de floculación debe optimizarse para cumplir con sus funciones, se deberá realizar un estudio que determine la capacidad instalada, una ves optimizado el proceso, análisis con el cual se habrá de conocer si la estructura actual dispone de la capacidad suficiente para tratar los caudales actuales y proyectados, garantizando la eficiencia de este proceso.

Las unidades de sedimentación no tienen problema para tratar los caudales actuales y futuros proyectados por este estudio.

Las unidades de filtración no tienen inconveniente en tratar el caudal actual ni el proyectado hasta el año 2036.

2.1.4.9. Dosificación y consumo de insumos químicos. Como ya se había expuesto el sistema cuenta con procesos de coagulación y desinfección del agua, utilizando como químicos a adicionar sulfato de aluminio tipo B, cloro gaseoso e hipoclorito de calcio granulado respectivamente.

- **Sulfato de aluminio tipo B**

La dosificación del coagulante se hace una vez se verifique visualmente que el agua está llegando con altas turbiedades, esto generalmente ocurre en épocas de invierno según las declaraciones realizadas por los operarios. La dosificación no es registrada, tampoco controlada; se habla de 6 bultos de 25 Kg por año. (ver cuadro 23)

Cuadro 22. Dosificación actual de coagulante – M. Los Andes

Sulfato de Aluminio Tipo B		
Condición	Dosificación gr/hr	Dosis aplicada mg/L
6 Bultos de 25 Kg/Año	17,13	0,20

Para determinar la dosificación teórica del coagulante se deben realizar ensayos de jarras, que determinen las dosis óptimas que brinden la mayor eficiencia en el proceso.

Según la dosificación actual del coagulante se presenta la proyección másica del sulfato de aluminio tipo B, con la premisa de la implementación de acciones correctivas que brinde la ejecución del proyecto, con el fin de reducir las pérdidas del sistema y por lo tanto, el QMD requerido; desarrollando este proceso y asumiendo que las demandas del coagulante se conservan en el tiempo, el caudal másico de sulfato de aluminio se reducirá. El consumo se observa en el siguiente cuadro No. 24.

Cuadro 23. Consumo de coagulante – M. Los Andes

PARÁMETRO	UND	AÑO						
		2011	2012	2016	2021	2026	2031	2036
Q Másico Sulfato	gr/hr	17,13	9,80	10,27	10,91	11,58	12,29	13,04
Caudal Entrada	L/s	23,50	13,61	14,27	15,15	16,08	17,07	18,12
Dosis Aplicada	mg/L	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

Se concluye que si se reduce el QMD a los valores estipulados para el año de diseño, la disminución en el consumo de coagulante según la dosificación actual es apreciable ya que el caudal másico pasa de 17,1 gr/hr en el año 2011 a 9,8 gr/hr en el 2012, llegando a alcanzar valores 13,0 gr/hr en el año 2036.

- **Cloro gaseoso**

Con base en las condiciones de operación del sistema de desinfección, el dosificador de cloro gaseoso instalado en el cilindro registra 150 gr/hr y de acuerdo al caudal de entrada a la cámara 21,73 L/s, la dosis aplicada al sistema es de 1,92 mg/L, como la dosificación no es constante siempre se está graduando, para efecto de tener una idea asumimos como dosis aplicada 2 mg/L, valor que se reduce debido a la demanda de cloro que genera el agua ya que como se verá más adelante el valor promedio de cloro libre residual en la red es de 0,79 mg/L para una demanda aproximada de 1,21 mg/L.

Según la dosificación actual del desinfectante se presenta la proyección másica del cloro gaseoso, con la premisa de la implementación de acciones correctivas que brinde la ejecución del proyecto, con el fin de reducir las pérdidas del sistema y por lo tanto, el QMD requerido; desarrollando este proceso y asumiendo que las demandas del desinfectante se conservan en el tiempo, el caudal másico de cloro gaseoso reducirá drásticamente, como se observa en el siguiente cuadro No. 25.

Cuadro 24. Consumo de cloro gaseoso – M. Los Andes

PARÁMETRO	UND	AÑO						
		2011	2012	2016	2021	2026	2031	2036
Q Másico Cloro	gr/hr	150,00	97,96	102,75	109,06	115,77	122,88	130,43
Caudal Entrada	L/s	21,73	13,61	14,27	15,15	16,08	17,07	18,12
Demanda	mg/L	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
Dosis Aplicada	mg/L	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

Se concluye que si se reduce el QMD a los valores estipulados para el año de diseño, la disminución en el consumo de cloro gaseoso según las dosificaciones actuales, es apreciable siendo menor en el año horizonte del periodo de diseño.

- **Cloro granulado**

Con base en las condiciones de operación del sistema de desinfección de cloro granulado la mezcla de 75 L de agua con 1 Kg de hipoclorito de calcio granulado tiene una duración de 2 horas, la dosis aplicada al sistema es de 4434,89 mg/L, con una concentración de 2,126 mg/L. Valor que se reduce debido a la demanda de cloro que genera el agua ya que como se verá más adelante el valor promedio de cloro libre residual en la red es de 0,79 mg/L para una demanda aproximada de 1,336 mg/L.

Según la dosificación actual del desinfectante se presenta la proyección másica del cloro granulado, con la premisa de la implementación de acciones correctivas que brinde la ejecución del proyecto, con el fin de reducir las pérdidas del sistema y por lo tanto, el QMD requerido; desarrollando este proceso y asumiendo que las demandas del desinfectante se conservan en el tiempo, el caudal másico de cloro granulado reducirá drásticamente, como se observa en el siguiente cuadro No. 26.

Cuadro 25. Consumo de cloro granulado – M. Los Andes

PARÁMETRO	UND	AÑO						
		2011	2012	2016	2021	2026	2031	2036
Demanda + Residual	mg/L	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Caudal Entrada	L/s	21,73	13,61	14,27	15,15	16,08	17,07	18,12
Dosis Aplicada	mg/L	4434,90	4434,90	4434,90	4434,90	4434,90	4434,90	4434,90
Caudal a Aplicar	mL/min	587,97	368,14	386,14	409,87	435,06	461,79	490,17

Se concluye que si se reduce el QMD a los valores estipulados para el año de diseño, la disminución en el consumo de cloro granulado según las dosificaciones actuales, es apreciable siendo menor en el año horizonte del periodo de diseño.
Cabe anotar que las dosis aplicadas en el tiempo deben ser producto de una evaluación periódica, con base en los resultados de cloro residual en la red de distribución y la curva de demanda de cloro, esta última es información que aun el sistema no posee.

2.1.4.10. Sistema de bombeo. El único sistema de bombeo con el cual cuenta la planta se encuentra localizado en la zona de cloración, utilizado para suministrar agua filtrada al proceso de desinfección con cloro gaseoso. La potencia de esta bomba es de 0,5 HP, marca WEG modelo 1A – 1/2W. (ver figura 4)

Figura 4. Sistema de bombeo – M. Los Andes

2.1.4.11. Laboratorio de control de calidad. La planta de tratamiento no cuenta con laboratorio completo para pruebas fisicoquímicas y bacteriológicas del agua. La infraestructura de la planta dispone de un lugar para el funcionamiento del laboratorio aunque este no ha entrado en operación debido a la falta de equipos, materiales, reactivos y personal capacitado que lo opere.

- **Dotación de laboratorio (equipos materiales y reactivos)**

El sistema cuenta con un equipo digital, con iluminador de base, de cuatro puestos para realizar la prueba de jarras; consiste en un set de agitadores mecánicos, regulador de velocidad, motor e iluminación. No se realiza ensayo de jarras debido a que no se cuenta con personal capacitado que opere el laboratorio.

Se dispone de comparador visual de pH o pH metro y elementos de vidriería. No se cuenta con información que permita evidenciar la utilización de estos equipos en el proceso de potabilización del agua, así como tampoco se conoce la implementación o dotación de reactivos. (ver figura 5)

Figura 5. Dotación de laboratorio – M. Los Andes

2.1.4.12. Análisis de calidad de agua. El sistema no cuenta con, un laboratorio completo con respecto al equipo mínimo requerido según el RAS – 2000 (C.14.4.7.3) y personal capacitado, aspectos que permiten controlar la calidad de agua tanto influente como efluente al proceso de tratamiento.

Por lo tanto, no existe un control periódico de las características del agua que permita tomar decisiones sobre las condiciones de operación y/o mantenimiento en el sistema, ni mucho menos para establecer las necesidades de tratamiento en función de las características resultantes incurriendo en riesgos para la salud de los consumidores.

2.1.4.13. Almacenamiento. El agua que ha sufrido el proceso de desinfección es recogida del canal conductor mediante tubería de 6” PVC la cual se encarga de conducir el agua tratada hasta los tanques de almacenamiento.

El acueducto urbano de Los Andes, cuenta en la actualidad con dos tanques de almacenamiento, ubicados en la planta de tratamiento. Las características de cada uno se describen a continuación.

La unidad de almacenamiento está conformada por una estructura semienterrada cuyo interior se encuentra dividido totalmente, por lo cual manejan diferentes niveles, alimentando diferentes sectores, catalogándose como una unidad con dos compartimientos que trabajan en forma independiente. (ver cuadro 27)

Cuadro 26. Características de las unidades de almacenamiento – M. Los Andes

Variables / Almacenamiento		Tanque de Almacenamiento N°1	Tanque de Almacenamiento N°2	Registro fotográfico
Estado:		Bueno	Bueno	
Dimensiones del Tanque	Largo (m):	8,98	8,98	
	Ancho (m):	4,45	4,45	
	Altura Total (m):	4,00	4,00	
	Altura Útil:	3,70	3,70	
Diámetros de Tubería PVC	Entrada (pulg):	6	6	
	Salida red de distribución (pulg):	2	6	
	Rebose:	6	6	
Capacidad Almacenamiento (m^3):		147,86	147,86	
Volumen de almacenamiento del sistema en (m^3):		295,71		
Zona de Servicio:		90 % de la población del casco urbano	10 % de la población del casco urbano	
Observaciones:		Estructura construida en concreto reforzado	Estructura construida en concreto reforzado.	

El caudal tratado fue medido en los dos tanques de almacenamiento que se encuentran en la planta ya que el sistema no cuenta con macromedición, este caudal fue determinado mediante aforos volumétricos con ayuda de las respectivas dimensiones y determinando mediciones, para poder obtener un dato real de caudal y volumen de agua a distribuir por el sistema.

El caudal de entrada asumiendo un flujo constante está alrededor de 1,18 L/s para el tanque N°1 y 19,96 L/s para el tanque N°2, el caudal producido por el sistema está alrededor de 21,73 L/s.

2.1.4.14. Sistema de distribución de agua. No se cuenta con información técnica, referente a memorias de diseño y planos del sistema de distribución que permita determinar de manera específica las características del mismo, en el siguiente cuadro se presenta una síntesis de los datos obtenidos de este componente. (ver cuadro 28)

Cuadro 27. Red de distribución – M. Los Andes

Parámetros evaluativos para la red de distribución	
Tipo	Ramificado Mallado
Memorias de diseño y planos del sistema	No se cuenta con esta información
Diámetro red matriz	4 Pulg
Diámetro red secundaria	3 Pulg
Registro de presiones	No se cuenta con registro
Catastro de redes	No se cuenta con catastro
Sectorización de redes	No se dispone de información
Plano de presiones	No se cuenta con plano de presiones de la red en servicio
Puntos muertos	Se presentan en la red pero estos no han sido referenciados
Puntos de toma de muestras	Se cuenta con cuatro puntos de los cuales solo dos estan completamente terminados. Las normas exigen cinco puntos para este sistema
Conexiones domiciliarias	Las acometidas cuentan con los accesorios mínimos y un 99% del total de suscriptores ya cuenta con micromedición

2.1.4.15. Planos de los componentes del sistema de acueducto. La Empresa de Servicios Públicos Municipales EMPOSOTOMAYOR E.S.P no cuenta con planos del sistema. No se cuentan con planos generales ni detallados de la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP.

2.1.5. Diagnóstico técnico del alcantarillado urbano del municipio de Los Andes. Para la descripción del sistema de alcantarillado se partió de la información consignada en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV, parámetros básicos del RAS 2000 y la información recolectada en la visita de campo por el equipo técnico de la Gerencia Asesora Del Plan Departamental De Agua De Nariño**.**

2.1.5.1. Aspectos técnicos del alcantarillado existente. Los Andes dispone de un sistema de alcantarillado para evacuar las aguas servidas y en algunos sectores las aguas lluvias, a través de redes primarias y secundarias, alcanzando una longitud de 7.831 metros, con una cobertura del 99%. Existen diez colectores que drenan el desagüe de aproximadamente 28,8 Hectáreas, del área urbana de Los Andes.

Las aguas servidas y las aguas lluvias, llegan a desembocar a la Quebrada El Chamizal y La Aurora sin ningún tratamiento.

El sistema cuenta con sumideros los cuales recogen el agua lluvia que escurre por las vías urbanas, la presencia de estos es mínima en los tramos rectos generando inundaciones en los barrios bajos. No se cuenta con información del número y estado de las cámaras de inspección.

a) Tipo: Alcantarillado semi-combinado.
b) Longitudes: 7.831 metros.
c) Áreas de drenaje: 28,8 Hectáreas.
d) Año y etapas de construcción: No se cuenta con información que permita conocer el tiempo de operación del sistema, desconociendo las etapas de construcción de este alcantarillado.
e) Capacidad: En el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos se elaboró una memoria de cálculo donde se determina la capacidad de cada tramo del alcantarillado.
f) Colectores: Existen diez colectores que drenan el desagüe de aproximadamente 28,8 Has del área urbana de Los Andes.
g) Disposición de aguas residuales: Las aguas servidas, llegan a desembocar a la Quebrada El Chamizal y a la Aurora a través de varios medios o afluentes menores sin ningún tratamiento. En el sistema se identifican diez puntos de descarga.
h) Calidad del servicio: La calidad del servicio prestado es regular debido a las múltiples inundaciones en época de invierno, las cuales se presentan en las zonas bajas ya que no se han dispuesto de sumideros que permitan evacuar el agua de escorrentía, aunque no se lleva un registro detallado sobre daños y naturaleza de los mismos que afecten la calidad del servicio. La cobertura es buena, no se llega al 100% debido a que existen viviendas que realizan descargas directas a las fuentes hídricas, siendo importante contemplar la vinculación de estos usuarios al sistema general operado por la empresa EMPOSOTOMAYOR. El servicio se presta las 24 horas del día y únicamente se regula cuando se realizan actividades de mantenimiento y reparación de daños en la red según información del jefe de operaciones del sistema. Actualmente se les presta el servicio de alcantarillado a 1.137 suscriptores.
i) Catastro de redes: EMPOSOTOMAYOR no dispone de catastro de redes de alcantarillado. El PSMV brinda las especificaciones técnicas de la tubería que compone el alcantarillado del casco urbano de Los Andes, tal como se indica en el
j)
k) Anexo B.

2.1.5.2. Componentes del sistema. El sistema de alcantarillado combinado cuenta con los siguientes componentes:

- Redes de recolección, colectores y emisario final.
- Cámaras de inspección.
- Sumideros.
- Domiciliarias.
- Puntos de vertimiento.

➢ **Redes de recolección, colectores y emisario final**

La red de alcantarillado está construida en su gran mayoría por tuberías de 8 y 24 pulgadas; tubería de pared estructural de PVC (Novafort) con superficie interior lisa, en su totalidad, la cual se encuentra en buenas condiciones.

En la red de alcantarillado del casco urbano, se encuentran definidos diez sectores de recolección de aguas sanitarias y pluviales, que a su vez conforman diez emisarios finales, estos sectores presentan diferentes áreas de drenaje y cobertura, están compuestos por tubería estructural PVC y solo uno de estos descarga a una estructura o Box Coulvert.

En el

Anexo B, se presenta el inventario de las redes de alcantarillado.

En total se detectan 88 tramos de alcantarillado, un colector central sobre la cuenca de la Quebrada Chamizal en mal estado, 10 emisarios finales y 2 fuentes que reciben las descargas.

Según el análisis hidráulico realizado por el PSMV todos los colectores a tubo lleno mantienen velocidades por encima de 0,6 m/s, pero el 50,6% de la red instalada no cumple con la fuerza tractiva lo que permite la deposición de los sedimentos en los tramos y genera el taponamiento del alcantarillado.

La mayor parte de los colectores del barrio San Francisco, La Avenida, La Carrera baja, y Colon son susceptibles a inundaciones por saturación de los conductos ya que las pérdidas son mayores a la diferencia de altura en cada tramo.

Los colectores y emisarios se encargan de drenar las aguas servidas y aguas lluvias de los siguientes sectores que componen el casco urbano:

- Sector el comercio.
- Sector Colon.
- Sector Avenida.
- Sector Peña Lisa 1.

- Sector Peña Lisa 2.
- Sector Peña Lisa 3.
- Sector Carrera Alto.
- Sector Carrera Medio.
- Sector Carrera Bajo.
- Sector San Isidro.

EMPOSOTOMAYOR no lleva un control de daños en la red de alcantarillado, donde se reporte el tipo de avería, la fecha, el sector o ubicación y las medidas correctivas que se llevan para la solución de los mismos.

Según las versiones dadas por los operadores, la causa principal generadora de deterioros en algunos sectores, es la baja capacidad que presenta la red para transportar los caudales sanitarios y pluviales.

➢ **Cámaras de inspección**

No se cuenta con información que permita determinar el número y estado de las cámaras de inspección que pertenecen al sistema de alcantarillado del casco urbano de Los Andes.

Cada cámara es de sección circular con un diámetro promedio 1,20 metros, algunas cámaras presentan taponamiento o colmatación debido a la gran cantidad de residuos sólidos, sedimentos y a una escasa frecuencia de limpieza y mantenimiento.

El mantenimiento inadecuado genera taponamiento en cada cámara y con ello inundaciones que posteriormente afectan la estructura; a pesar que EMPOSOTOMAYOR dispone personal para esta labor.

Las estructuras están construidas en mampostería y concreto, ubicadas a diferentes distancias en las vías vehiculares de acuerdo a la densidad poblacional de cada sector, intersección de calles y topografía del terreno. (ver figura 7)

Figura 6. Cámaras de inspección – M. Los Andes

- **Sumideros**

No se cuenta con información que permita determinar el número y estado de los sumideros que pertenecen al sistema de alcantarillado del casco urbano de Los Andes. En su mayoría son de tipo cuneta, algunos con rejilla o tapa de rejas u orificios, sin depresión, ubicados en las esquinas de algunas manzanas y mediante tubería se conectan a las cámaras de inspección, donde se descarga la escorrentía que se presenta en las vías públicas por efecto de las lluvias.
Los barrios ubicados en la parte baja cuentan con una presencia mínima de estas estructuras lo que ocasiona inundaciones en épocas de invierno.

En algunos casos los sumideros se encuentran deteriorados y son en ocasiones puntos de acumulación de residuos sólidos y sedimentos, ya que no existe una adecuada limpieza ni una frecuencia de mantenimiento que los pueda mantener en buen estado para que brinden una correcta funcionalidad. (ver figura 8)

Figura 7. Sumideros – M. Los Andes

- **Domiciliarias**

En la mayoría de la viviendas urbanas conectadas a la red de alcantarillado, la acometida está compuesta por la caja de inspección encargada de recoger las aguas residuales, lluvias o combinadas provenientes del inmueble, y por la tubería de transporte que lleva el agua recolectada hacia tramos secundarios o primarios de la red de alcantarillado. En el casco urbano, las cajillas están construidas en mampostería repellada con dimensiones de 0,70m por 0,70m por 0,50m y la tubería de concreto o PVC en diámetro de cuatro pulgadas.

- **Puntos de vertimiento**

De acuerdo a los planos del sistema de alcantarillado y a las declaraciones del jefe de operaciones de EMPOSOTOMAYOR, vierten sus aguas en 10 puntos de la localidad en 2 fuentes receptoras, estas son: La quebrada El Chamizal y La Aurora, no existe un colector único que recoja estos vertimientos y los lleve a un solo punto de descarga.

Por lo tanto, las aguas del alcantarillado combinado llegan a estas fuentes sin ningún tipo de tratamiento, ocasionando problemas de contaminación y deterioro ambiental.

Los puntos se encuentran ubicados de la siguiente forma:

- El emisor final 1 del sector Colon
- El emisor final 2 del sector El Comercio
- El emisor final 3 del sector La Avenida se encuentra cerca a la escuela María Goretti
- El emisor final 4 del sector Peña Lisa 1
- El emisor final 5 del sector Peña Lisa 2
- El emisor final 6 del sector Peña Lisa 3
- El emisor final 7 del sector La Carrera Alto
- El emisor final 8 del sector La Carrera Medio
- El emisor final 9 del sector La Carrera Bajo
- El emisor final 10 del sector San Isidro

2.1.5.3. Sistema de tratamiento de aguas residuales. Actualmente el sistema de alcantarillado no cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales, el PSMV plantea la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales PTAR para el casco urbano del Municipio de Los Andes, con el objetivo de reducir las cargas contaminantes vertidas a las quebradas El Chamizal y La Aurora proponiendo métodos de bioremediación con plantas acuáticas ya que las fuentes según los análisis tienen una gran capacidad de autodepuración.

El PSMV programa proyectos para canalizar las aguas residenciales domesticas mediante la construcción de un Box Coulvert, hasta la PTAR; así como también propone proyectos de verificación de la eficiencia de la PTAR.

El jefe de operaciones expresa que ya se cuenta con un lote para la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales y que el estudio ya ha sido contratado para llevar a cabo este proyecto. Se desconoce información técnica en cuanto al sitio y los métodos propuestos para el tratamiento de estas aguas.

2.1.5.4. Aspectos de operación y mantenimiento del alcantarillado. EMPOSOTOMAYOR no cuenta con un manual de operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado, solo se limitan hacer limpieza en épocas de lluvias por taponamientos en los pozos de inspección y sumideros.

Dadas las condiciones en las cuales se encuentra el sistema de alcantarillado, los aspectos relacionados con la operación y mantenimiento por parte de la empresa, están relacionados con:

Resolver inconvenientes de obstrucción o taponamiento en los pozos de inspección, sumideros y en redes, utilizando básicamente para ello herramienta menor (picas, palas, macetas, sondas).

Durante la operación del sistema se implementa actividades como la limpieza de los sumideros sin una frecuencia adecuada para su buen funcionamiento, en ocasiones se produce la necesidad de reforzar algunos pozos que se encuentran en mal estado.

2.1.5.5. Planos del sistema de alcantarillado. La Empresa de Servicios Públicos EMPOSOTOMAYOR, no cuenta con planos detallados del sistema actual del casco urbano alcantarillado semi-combinado, en los cuales se identifiquen diámetros de las tuberías, longitudes, pozos de inspección, sentidos de flujos y puntos de vertimiento, tanto en planta como en perfil. En el

2.1.5.6.

2.1.5.7. Anexo C, se identifica de una forma general el trazado de las redes de alcantarillado.

2.1.5.8. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV. Se desconoce la fecha de presentación del PSMV ante la Corporación Autónoma Regional de Nariño "CORPONARIÑO", para revisión y aprobación**.**

De acuerdo a la Caracterización Ambiental de Nariño Julio del 2010 (Plan Departamental de Agua y Saneamiento Básico – Nariño), El PSMV se encuentra aprobado con Resolución N° 260 y con fecha de 6 de Mayo del 2008.

2.1.6. Diagnóstico técnico del servicio de aseo en la parte urbana del municipio de Los Andes. De igual manera que en los servicios de Acueducto y Alcantarillado, el servicio de Aseo en el casco urbano del municipio de Los Andes, es prestado por EMPOSOTOMAYOR.

A continuación se presenta el diagnóstico del servicio de aseo, con base en la información suministrada por los funcionarios de la Administradora, operadores del sistema y la consignada en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS.

2.1.6.1. Caracterización y producción de residuos sólidos. De acuerdo al Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS elaborado por la Alcaldía municipal de Los Andes, las caracterizaciones que se han realizado a los residuos sólidos únicamente son de tipo físico más no de tipo químico y no se presentan las variaciones que puedan ostentar estos en el tiempo.

La caracterización física de los residuos sólidos se ha extractado del PGIRS, a continuación se resume en el siguiente cuadro No. 30.

Cuadro 28. Composición física de los residuos sólidos – M. Los Andes

Tipo de material	% En Peso	Residuos sólidos Producidos por componente ton/mes
Orgánicos fácilmente biodegradables		
Residuos de alimentos	70,16	42,239
Podas y cortes prado		
Otros		
Subtotal (RSO)	70,16	42,239
Inorgánicos		
Papel y cartón	9,19	5,530
Vidrio	7,86	4,732
Plástico	7,07	4,256
Metales	0,47	0,286
Otros aprovechables	0,00	0,000
Subtotal (RSI)	24,59	14,804
No aprovechables	5,25	3,162
TOTAL	100%	60,205

Así mismo, de acuerdo a la composición física de los residuos se tiene que alrededor del 70,16% corresponden a materia orgánica biodegradable, seguido por el 24,59% de residuos inorgánicos aprovechables como plástico, vidrio, metal, papel y cartón.
De lo anteriormente expuesto, se evidencia el alto grado de potencialidad que representaría el aprovechamiento de los residuos orgánicos fácilmente biodegradables, dado su alto porcentaje de participación en la composición física, además se podría realizar el aprovechamiento de materiales como el papel, cartón y el vidrio.

En promedio la producción mensual de residuos sólidos del casco urbano del municipio asciende a 60,205 Toneladas, como se observa en el siguiente cuadro No. 31:

Cuadro 29. Producción total de residuos sólidos – M. Los Andes

Tipo usuario	No. De usuarios potenciales	Producción/usuario/mes	Residuos sólidos producidos ton/mes
Domiciliaria	766	58,86	45,090
Comercial	180	65,60	11,810
Industrial	1	27,20	0,027
Oficial	12	181,79	2,181
Especial	4	21,48	0,086
Mercado	1	992,00	0,992
Barr. Y Limpieza	-	19,20	0,019
Total	964		60,205

Con base en la producción mensual promedio (60,205 Tn) y la proyección de población estimada para el casco urbano para el año 2011 (5.828 hab) y una cobertura del servicio del 99%, se tiene que la producción per cápita de residuos sólidos es de 0,348 Kg/hab.día.

Esta producción per cápita se encuentra dentro del rango establecido en la tabla F.1.2 del RAS-2000 (0,30 – 0,95 Kg/hab.día) para un nivel de complejidad medio, y 0,102 Kg/hab.día por debajo del valor promedio sugerido de 0,45 Kg/hab.día.

2.1.6.2. Rutas y frecuencia de recolección. El PGIRS presenta un mapa donde se señala las áreas operadas mediante el servicio de recolección y las áreas a las cuales no se les presenta el servicio, esquematizando un diseño de rutas. El sistema no cuenta con rutas de recolección selectiva y macrorutas.

Las microrutas planteadas en el PGIRS presentan esquemas donde se identifican áreas de recolección, direccionamientos de cada ruta, se calculan tiempos muertos y de recolección, factores indispensables para la buena prestación del servicio. El esquema de las rutas se observa en el Anexo D. (ver cuadro 32)

Cuadro 30. Microrutas que se encuentran planteadas en los planos del PGIRS – M. Los Andes

Identificación Micro ruta	Número de usuarios	Tipo principal de usuarios
1	220	MIXTO
2	247	
3	325	
4	103	

No se cuenta con información que permita conocer si este diseño es aplicado por EMPOSOTOMAYOR.

Para la recolección de los residuos sólidos EMPOSOTOMAYOR, tiene establecido dentro de la prestación del servicio, una frecuencia de tres veces por semana para atender todo el sector urbano, los días lunes y viernes se recogen los residuos producidos por los sectores residencial, comercial, institucional y especial y el día domingo se realiza la recolección de los residuos provenientes de la plaza de mercado. El servicio se presta todo el año con una continuidad del 100%.

En el año 2.011 la Empresa de Servicios Públicos Municipales EMPOSOTOMAYOR E.S.P reporto 1.137 suscriptores del servicio de Aseo.

2.1.6.3. Recolección, transporte y disposición de residuos solidos. El número total de suscriptores atendidos por el servicio de recolección y transporte es de 1.137, estos son reportados por EMPOSOTOMAYOR. Produciendo una cantidad de 60,205 Tn/mes, las cuales son recolectadas por tres personas discriminadas de la siguiente forma: 1 conductor y 2 operarios.

Los residuos son dispuestos por los usuarios en bolsas plásticas, costales y algunos utilizan recipientes plásticos.

El tiempo promedio efectivo de recolección por todas las rutas es de 6,27 horas. Con un tiempo productivo de recolección de 4,57 horas por día y un tiempo promedio improductivo de viaje de 1,7 horas por día. En el siguiente cuadro se describe el vehículo utilizado para la recolección y transporte. (ver cuadro 35)

Cuadro 31. Número y tipo de vehículo de recolección – M. Los Andes

Vehículo #	Tipo de tracción*	Marca y modelo	Combustible**	Capacidad (ton)	# rutas asignadas a la semana	Capacidad total (ton/sem)
1	Mecánica	M. Benz modelo 85	A.C.P.M	6	9	54
Estado	Bueno					

En la cabecera municipal el transito es permanente en toda las zonas, dado a la afluencia de transito público y privado, sumado la cantidad de vehículos de municipios y veredas vecinas que se congregan en la cabecera municipal de Los Andes para realizar múltiples diligencias. Las vías transitadas por el vehículo recolector presentan las siguientes características: (ver cuadro 36)

Cuadro 32. Estado de la vía que comunica al casco urbano con el sitio de disposición final – M. Los Andes

Identificación de la vía	Estado	Terminado	Longitud (Km)	Tránsito permanente	
				Si	No
Vía sector El Credo	Malo	Vía sin pavimentar	3		X

Las vías pertenecientes al casco urbano en su mayoría se encuentran pavimentadas con un tránsito permanente; no se cuenta con información que caracterice la totalidad de las vías y sus condiciones.

No existe un programa de contingencia en caso de no prestar el servicio de recolección.

Los residuos sólidos son transportados hacia el relleno sanitario ubicado en el sector El Credo Municipio de Los Andes, para una disposición final tipo enterramiento, previamente se realiza la separación de materia orgánica para proceso de compostaje y materia inorgánica como plástico, vidrio, metal, papel y cartón con el fin de ser aprovechados. (ver figura 9)

Figura 8. Recolección y transporte de los residuos – M. Los Andes

2.1.6.4. Relleno sanitario:

Ubicación general:

El sitio de disposición final se localiza en el sector denominado El Credo Municipio de Los Andes, del casco urbano a una distancia de 3 Km.

Área:

Se dispone en un lote con un área de 1,6 Ha.[13]

La vida útil disponible del relleno sanitario es de 24 años, considerando que se puso en servicio cuando se otorgó la licencia ambiental concedida por CORPONARIÑO Resolución N° 348 del 17 de Julio del 2001, tendría una vida útil hasta el año 2025. (ver figura 10)

Volumen disponible del sitio 34.840 m^3.

Figura 9. Sitio de disposición final de residuos solidos – M. Los Andes

[13] Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipio de Los Andes. Pag 66, año 2005.

Cuadro 33. Características del relleno sanitario – M. Los Andes

Característica	Sitio
Nombre del sitio	Sector El Credo
Distancia al casco urbano (en metros)	3.000
Distancia a cuerpos de agua (en metros)	90
Distancia a aeropuertos (en metros)	30.000
Tiempo de recorrido desde casco urbano (en horas)	0,3
Pendiente de la vía de acceso	Media
Estado de la vía	Malo
Volumen disponible para disposición (m^3)	34.840
Vida útil disponible en años	24

El relleno sanitario cuenta con un buen cercamiento el cual impide el paso a personas particulares y cualquier clase de animal. (ver figura 11)

Figura 10. Cerco del relleno sanitario – M. Los Andes

2.1.6.5. Tratamiento de los residuos sólidos. Los residuos sólidos son transportados en la volqueta recolectora llegando hasta el sitio de disposición final, aquí estos son descargados, continuando con un proceso de separación y recolección de residuos sólidos aprovechables en este caso orgánicos e inorgánicos y posteriormente los residuos sólidos no aprovechables son dispuestos en celdas que conforman el vaso en servicio. Según las declaraciones de los operarios, se realiza recuperación de papel, cartón, plástico, vidrio y metal.

El día domingo se recolectan los residuos sólidos producidos en el sector de la galería – mercado, la volqueta es cargada en su mayoría por residuos orgánicos que son transportados al sitio de disposición, aquí son descargados en un cobertizo sin paredes para luego depositarlos manualmente en el canal que los conduce a la máquina trituradora para dar origen al proceso de compostaje.

Los residuos no aprovechables son enterrados siguiendo los parámetros mínimos requeridos para el manejo tecnificado de los residuos sólidos no aprovechables. El proceso que se sigue para depositar los residuos en el vaso es el siguiente:

- Se determina un vaso en servicio, se desconoce la fecha que fue puesto en operación, el volumen útil a la fecha, las dimensiones de cada celda y el volumen de diseño del vaso. Aparentemente el método utilizado para la excavación y conformación del vaso es el de la pendiente o rampa, para movimientos de tierra se utiliza equipo pesado perteneciente al municipio, se desconoce el tipo y tiempo de operación.

- Las paredes y piso del vaso son recubiertos con arcilla y geomembranas para su respectiva impermeabilización como lo estipula el RAS – 2000 en el ítem F.6.4.3 sistema de impermeabilización para un nivel de complejidad medio, caso actual del sistema, aunque la impermeabilización puede hacerse únicamente con capas de arcilla técnicamente instaladas. El vaso fue implementado con sistemas de drenaje, los cuales consistieron en la construcción de filtros internos con piedra rajón, tubería perforada y geotextil; para la recolección de lixiviados producidos por los residuos sólidos a depositar y como lo estipula el RAS – 2000 en el ítem F.6.4.4.2 recolección de lixiviados para un nivel de complejidad medio. Los canales que drenan las aguas lluvias construidos en los límites del relleno se encuentran revestidos con mortero, disminuyendo el escurrimiento de agua superficial hacia los vasos en consecuencia una menor producción de lixiviados, y por tal razón se cumple con el ítem F.6.4.4.1 establecido en la norma RAS – 2000.

- El vaso está equipado con varios pozos construidos de forma artesanal con el método permeable o filtros de piedra y cuyo objetivo es permitir el desfogue de los gases generados por la descomposición de los residuos. No se realiza monitoreo a estos gases.

- Una vez preparado el vaso se disponen los residuos sólidos no aprovechables en capas, se desconoce el espesor de estas capas. Realizando una compactación diaria en cada celda, no se cuenta con información en cuanto al tipo de compactación, frecuencia del cubrimiento de la superficie y altura de la celda. La operación en cuanto a dimensionamiento, compactación y cubrimiento de cada celda debe aplicar las normas establecidas en el RAS – 2000 ítem F.6.4.5.1 la altura máxima diaria de la celda debe ser de 1,5m si la compactación es manual, si es mecánica la altura máxima será de 3 m, incluido el espesor de los residuos a disponer y el material de cubierta requerido, de todas maneras la altura depende de la estabilidad del sitio, pero no se han presentado estudios de estabilidad, ítem F.6.4.5.3 la cobertura debe hacerse como mínimo una vez por cada día de operación.

- No se tiene información de la procedencia del material de cubierta, con el cual sellan la superficie de cada celda.

- Actualmente se aprovechan los residuos sólidos orgánicos para procesos de compostaje; una vez seleccionada la materia orgánica se deposita en un canal que la conduce hasta la tolva del equipo mecánico de trituración para obtener moléculas más simples, se dispone el producto ya triturado con una pala manual formando pilas dentro de un cobertizo sin paredes y encima de un pavimento adecuado para la recogida de lixiviados. Se mantienen condiciones de humedad, temperatura y concentración de oxigeno suficiente, la humedad se mantiene regando periódicamente las pilas, la oxigenación se consigue moviendo totalmente las pilas con una pala manualmente.

Los líquidos que desprenden las pilas se recogen y sirven para seguir regando las pilas. Toda la superficie de la planta esta pavimentada de manera que las aguas pluviales puedan ser recogidas y aprovechadas para el riego del compost.

Al cabo de 12-14 semanas, el compost se criba para obtener un material homogéneo y fino. El desecho vegetal que pueda quedar se retorna al principio del proceso, y el compost se deja madurar entre dos y tres meses.

A través de diversos tamices, se eliminan impurezas y se distribuye el material según su tamaño. Finalmente se obtiene un compost maduro que puede ser comercializado como abono o corrector de suelos. No se cuenta con información de la cantidad producida de compost.

Adicionalmente el relleno cuenta con una pequeña infraestructura que es utilizada como bodega para depositar herramienta menor como carretas, palas, picas, y machetes; aquí también se almacena productos químicos y dotaciones personales de los operarios del relleno. (ver figura 12)

Figura 11. Instalaciones y fases en el proceso – M. Los Andes

2.1.6.6. Manejo y tratamiento de lixiviados y gases. No se ha implementado un modelo matemático para conocer de manera confiable la cantidad de lixiviados a generarse, tanto en la operación como en el cerramiento. Tampoco se han determinado las capacidades de drenaje del sistema, que garantice que el lixiviado producido por el relleno se pueda evacuar en su totalidad como lo especifican las normas de generación de lixiviados RAS – 2000, ítem F.6.3.6. Actualmente no se cuenta con ningún tratamiento para el manejo de lixiviados.

Los lixiviados son capturados por el sistema de drenaje implementado en la construcción del vaso, estos son conducidos mediante tubería PVC a un tanque de almacenamiento, de este son extraídos de una forma manual y utilizados en el proceso de compostaje, el sobrante vuelve al relleno asiendo un procesos de recirculación.

No se han realizado mediciones de caudal de entrada al tanque de almacenamiento de lixiviados, dato importante para determinar el funcionamiento del drenaje si se contara con un modelo matemático que estime la producción de lixiviados.

Mediante chimeneas los gases son conducidos y liberados a la superficie, aun no se presentan procesos de combustión u aprovechamiento de ellos, tampoco se realiza monitoreo de estos.

Estas chimeneas se construyen verticalmente elevándose a medida que avanza el relleno sanitario, procurando siempre una buena compactación a su alrededor. Están espaciadas cada 20m con una sección de 0,5m por 0,5m.

2.1.6.7. Aprovechamiento de los residuos solidos. Los residuos que se están aprovechando son lo de tipo orgánico e inorgánico. En Los Andes no se ha establecido ninguna organización con miras a trabajar en reciclaje, pero si existen personas particulares que son las encargadas de recoger las latas de cerveza, papel, cartón, vidrio, metales y plástico, generalmente lo venden a un tercero, está recolección se hace en el casco urbano antes de pasar la volqueta recolectora y en el sitio de disposición final.

El aprovechamiento de residuos como el papel, cartón, plástico, vidrio y metal disminuye el volumen de residuos a ser enterrados y como consecuencia aumenta la capacidad y la vida útil del relleno.

El relleno sanitario posee la estructura para procesos de aprovechamiento, la instalación se encuentra construida en ladrillo, con columnas en concreto y cubierta de zinc, se pueden adecuar sitios de trabajo como empaque y almacenamiento.

La cantidad de los residuos sólidos aprovechables por la organización informal de reciclaje se expresa en el siguiente cuadro No. 38.

Cuadro 34. Residuos sólidos inorgánicos aprovechables – M. Los Andes

Material	Cantidad ton / año
Plástico	3,6
Vidrio	6,0
Metales ferrosos	9,6
Papel y cartón	13,2

Según el PGRIS recuperando el 4,5% de los residuos sólidos producidos anualmente en el casco urbano del municipio. Estos residuos son comercializados con la ciudad de Pasto.

2.1.6.8. Planos de ruteo y recolección. EMPOSOTOMAYOR cuenta con planos de ruteo y recolección proporcionados por los estudios desarrollados por el PGIRS, sin embargo se desconoce su aplicación por parte de la administración.

2.1.6.9. Planos del relleno sanitario. EMPOSOTOMAYOR no cuenta con planos del relleno sanitario ubicado en el sector El Credo. La norma RAS - 2000 contempla la realización de planos del relleno como primera medida para su diseño y posteriormente se deben incluir en los manuales de operación y mantenimiento.

2.1.6.10. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS. En cumplimiento de lo establecido en el artículo 2 del decreto 1505 de 2003, en el cual se establece la responsabilidad de la elaboración y actualización de los PGIRS, y en concordancia con lo dispuesto en la resolución 1045 de 2003 mediante la cual el MAVDT adopto la guía para la elaboración de los PGIRS, el municipio de Los Andes envío a la corporación ambiental CORPONARIÑO su plan de gestión para el conocimiento, control y seguimiento.

El PGIRS del municipio de Los Andes, fue adoptado mediante decreto municipal 520 del 17 de Noviembre 2006.

El PGIRS se encuentra desactualizado, siendo necesario las actualizaciones correspondientes ya que es uno de los propósitos establecidos dentro del mismo plan.

Dentro del PGIRS se contempla un plan de contingencia para el manejo de los residuos sólidos, el cual recomienda definir un sitio y mantenerlo disponible para la disposición rápida de residuos en caso de que no puedan ser transportados al sitio de disposición final ubicado en el sector El Credo por problemas de deslizamientos, taponamientos, de orden público y otros; pero no se tiene información en cuanto a la adopción de esta recomendación que formulo el plan.

2.2. APOYO TÉCNICO EN LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO PARA EL MUNICIPIO DE LEIVA

Para la realización de la evaluación de los sistemas en el municipio de Leiva, se siguió la misma metodología anteriormente aplicada al municipio de Los Andes, por tal razón se traerán a consideración los resultados más representativos de esta valoración.

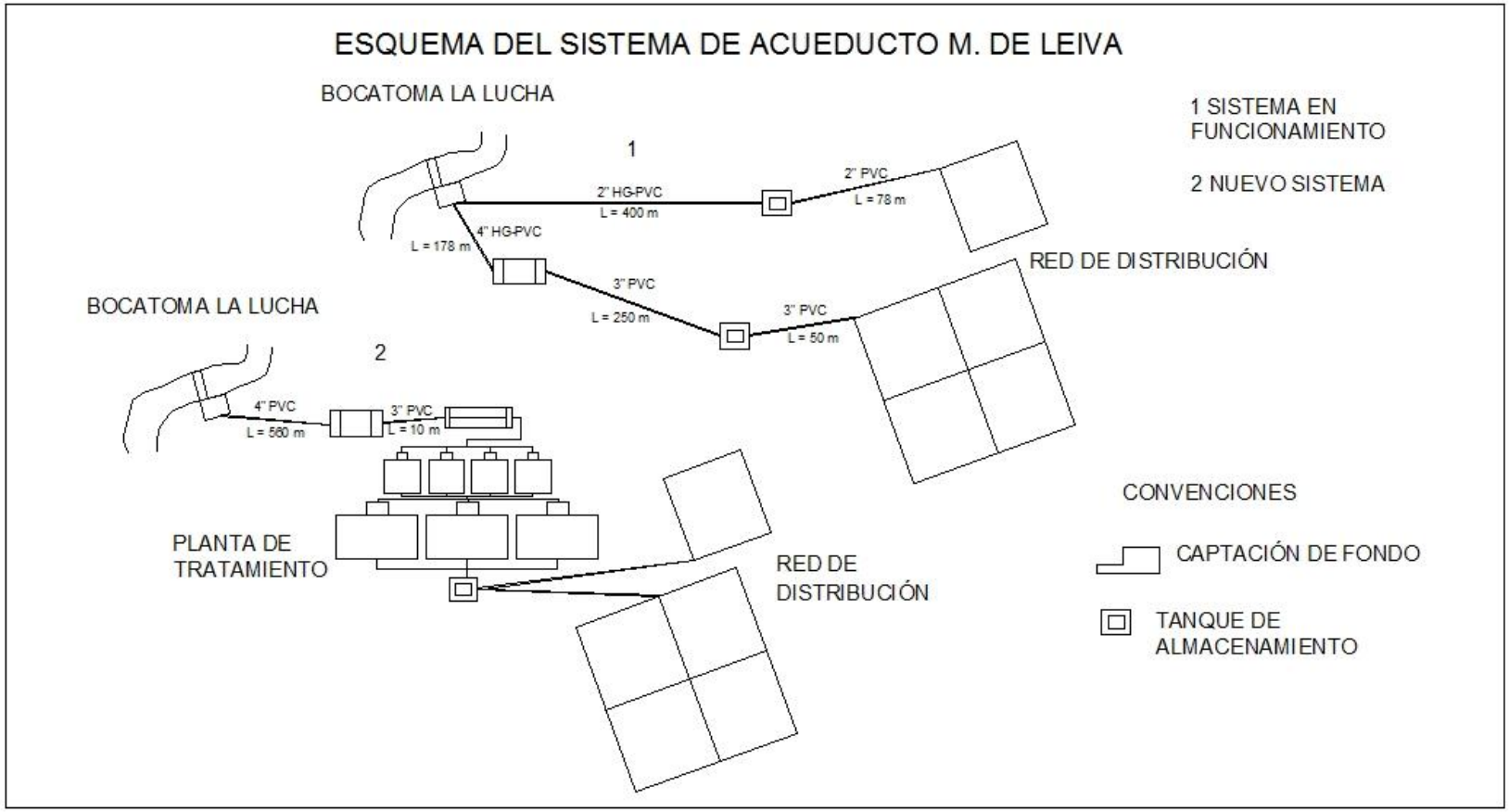
2.2.1. Resumen de indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Se hace un resumen de la población proyectada que determina un nivel de complejidad medio, demandas de agua, dotaciones, suscriptores, porcentajes de cobertura y otros indicadores que se adoptaron para la evaluación de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo del Municipio de Leiva, como se indica en el siguiente cuadro No 39.

Cuadro 35. Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo – M. de Leiva

ITEM	INDICADOR	Und	BASE	AÑOS PROYECTADOS						
			2011	2012	2013	2016	2021	2026	2031	2036
1	Pob. total del área urbana	hab	3.547	3.590	3.633	3.765	3.996	4.242	4.503	4.779
2	Inmuebles Urbanos	No	751	760	769	797	846	898	953	1.012
3	Cobertura acueducto	%	100	100	100	100	100	100	100	100
4	Pob. Atendida acueducto	hab	3.547	3.590	3.633	3.765	3.996	4.242	4.503	4.779
5	Usuarios activos acueducto	No	751	760	769	797	846	898	953	1.012
6	Continuidad del Servicio	h	24	24	24	24	24	24	24	24
7	Capacidad utilizada	l/s	16,57	8,28	8,38	8,69	9,22	9,79	10,39	11,03
8	Agua Producida	m3/mes	42.949	16.512	16.710	17.319	18.383	19.513	20.712	21.985
9	Agua a Facturar	m3/mes	0	12.384	12.532	12.989	13.787	14.634	15.534	16.489
10	Dotación Neta	l/hab-día	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0
11	Porcentaje de Perdidas	%	71,5%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
12	Dotación Bruta	l/hab-día	403,6	153,3	153,3	153,3	153,3	153,3	153,3	153,3
13	Factor Consumo Máximo Diario	k1	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
14	Factor Consumo Máximo Horario	k2	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
15	Caudal Medio Diario	l/s	16,57	6,37	6,45	6,68	7,09	7,53	7,99	8,48
16	Caudal Máximo Diario	l/s	21,54	8,28	8,38	8,69	9,22	9,79	10,39	11,03
17	Caudal Máximo Horario	l/s	34,47	13,25	13,41	13,90	14,75	15,66	16,62	17,64
18	Micromedidores Instalados	No	0	760	769	797	846	898	953	1.012
19	Cobertura de Micromedición	No	0	100	100	100	100	100	100	100
20	Medidores en mal estado	No	0	0	0	40	42	45	48	51
21	Micromedición Efectiva	%	-	100%	100%	95%	95%	95%	95%	95%
22	Agua Facturada	m3/mes	-	12.384	12.532	12.337	13.103	13.901	14.752	15.658
23	Suscriptores Alcantarillado	No	656	760	769	797	846	898	953	1.012
24	Cobertura Alcantarillado	%	87	100	100	100	100	100	100	100
25	Calidad del Agua (IRCA)	%	58,3	5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
26	Almacenamiento	m3	620,00	239,00	241,00	250,00	266,00	282,00	299,00	318,00
27	Suscriptores Aseo	No	751	760	769	797	846	898	953	1.012
28	Cobertura Aseo	%	100	100	100	100	100	100	100	100

2.2.2. Diagnóstico técnico del acueducto urbano del municipio de Leiva. En la actualidad el casco urbano de Leiva cuenta con dos sistemas, el primero ya cumplió su vida útil o periodo de diseño, siendo este el que se encuentra en funcionamiento, el segundo o nuevo sistema no ha entrado en operación por falta de adecuación y terminación de sus componentes. El esquema general del sistema se presenta en la figura 13.

Figura 12. Esquema general del sistema de acueducto – M. de Leiva



El análisis se ejecutó tanto al sistema en funcionamiento como al nuevo sistema, a continuación se presenta los resultados más importantes por cada componente en cada sistema.

- **Sistema en funcionamiento**

La fuente que abastece el sistema en funcionamiento, no cuenta con características de agua que permitan clasificarla y determinar el tratamiento que se debe implementar.

El sistema no aplica ningún tratamiento al agua, por tal razón no se estiman dosificaciones de insumos químicos, así como tampoco se cuenta con un laboratorio que permita realizar el control de calidad del agua.

El cuadro que se presenta a continuación establece los componentes que posee este sistema. (ver cuadro 40

Cuadro 36. Sistema en funcionamiento – M. de Leiva

Componente	Tipo	Estado	Capacidad instalada	Capacidad utilizada
Fuente	Superficial	Regular	-	15 - 20 L/s
Estructura de Captación	Bocatoma de fondo	Regular	12,9 L/s	15 - 20 L/s
2 Líneas de aducción	Cerrada Ø 4" en HG-PVC	Regular	11,23 L/s	10 - 18 L/s
	Cerrada Ø 2" en HG-PVC	Regular	3,49 L/s	2 - 4 L/s
Desarenador	Convencional	Regular	6,34 L/s	10 - 18 L/s
Línea de conducción	Cerrada Ø 3" en PVC	Regular	9,67 L/s	14,36 L/s
2 Tanques de almacenamiento	N°1. Semienterrado	Regular	48,49 m3	48,49 m3
	N°2. Semienterrado	Regular	48,34 m3	48,34 m3

No se cuenta con información que permita establecer el estado de las redes de distribución del sistema en funcionamiento, tampoco se cuenta con cálculos hidráulicos que permitan conocer su capacidad; en el siguiente cuadro se presenta una síntesis de los datos obtenidos de este componente. (ver cuadro 41)

Cuadro 37. Red de distribución – M. de Leiva

Parámetros evaluativos para la red de distribución	
Tipo	Ramificado - Mallado
Memorias de diseño y planos del sistema	No se cuenta con esta información
Diámetro red matriz	3 Pulg
Diámetro red secundaria	2 Pulg
Registro de presiones	No se cuenta con registro
Catastro de redes	No se cuenta con catastro
Sectorización de redes	No se dispone de información
Plano de presiones	No se cuenta con plano de presiones de la red en servicio
Puntos muertos	Se presentan en la red, pero estos no han sido referenciados
Puntos de toma de muestras	No se cuenta con puntos de toma de muestras
Conexiones domiciliarias	Las acometidas cuentan con los accesorios mínimos, aunque aun no se ha instalado micromedición

Se determina que los diámetros instalados actualmente Ø 3” y Ø 2”, no cumpliría con la especificación dada por el RAS-2000 diámetro mínimo de la red matriz (4”), para un nivel de complejidad medio en el cual se encuentra este sistema.

- **Nuevo sistema**

El nuevo sistema aún no ha entrado en operación desde su concepción, la falta de terminación, adecuación y empalme de los componentes, han sido factores que impiden la entrada en operación del sistema. El proceso de mayor importancia que será implementado, sin lugar a duda será la planta de potabilización de agua tipo FIME, incluyendo proceso de desinfección. Con la implementación y puesta en marcha de este sistema se pretende mejorar las características del agua suministrada a la población y con ello conseguir una mejor prestación del servicio.
El cuadro que se presenta a continuación determina los componentes del nuevo sistema. (ver cuadro 42)

Cuadro 38. Nuevo sistema – M. de Leiva

Componente	Tipo	Estado	Capacidad instalada	Capacidad utilizada
Fuente	Superficial	Regular	-	0 L/s
Estructura de Captación	Bocatoma de fondo	Bueno	10 L/s	0 L/s
Líneas de aducción	Cerrada Ø 4" en PVC	Bueno	31,42 L/s	0 L/s
Desarenador	Convencional	Bueno	19,62 L/s	0 L/s
Planta de tratamiento de agua potable	FIME	Bueno	16,5 L/s	0 L/s
Sistema de cloración	Cloro gaseoso	Bueno	-	-
Tanque de almacenamiento	Semienterrado	Bueno	326,36 m3	0 m3

Inicialmente este sistema, se piensa conectar a las redes de distribución que actualmente se encuentran en funcionamiento; el plan maestro de acueducto contempla la optimización de las redes, para un mejor funcionamiento con el nuevo sistema.

2.2.3. Diagnóstico técnico del alcantarillado urbano del municipio de Leiva. Leiva dispone de un sistema de alcantarillado para evacuar las aguas servidas y las aguas lluvias, con una cobertura del 87,3%. Sin embargo no se cuenta con un catastro de redes que especifique características de evaluación como año de instalación y estado de la tubería.

Los problemas que presenta el sistema radican en la baja cobertura, un mal mantenimiento de los componentes del mismo y una descarga incontrolada de las aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento. (ver cuadro 43)

En el siguiente cuadro se presentan los aspectos técnicos del sistema.

Cuadro 39. Principales aspectos técnicos del sistema – M. de Leiva

Parámetros evaluativos para la red de alcantarillado	
Tipo	Combinado
Longitud total	5,263 Km
Áreas de drenaje	58,05 Ha
Año y etapas de construcción	Se desconoce el tiempo de operación del sistema y sus etapas de construcción
Capacidad	El PSMV y el PMAL determinan la capacidad por cada tramo
N° de emisarios finales	Se determinan cinco emisarios finales que descargan a las microcuencas La Lucha Y El Zorro
Catastro	No se dispone de un catastro

El sistema cuenta con los siguientes componentes.

Cuadro 40. Características principales de los componentes – M. de Leiva

Componentes del sistema de alcantarillado							
Redes de recolección, colectores y emisario final	Redes de recolección - colectores	Características de la red de alcantarillado del casco urbano del Municipio de Leiva					
		Material	Concreto	Concreto	PVC	PVC	PVC
		Diámetro en Plg (")	12	8	12	10	8
		Longitud Total / Cada tipo de tubería en (m)	59,97	2571,52	919,17	1377,93	335,09
		% de participación	1,14	48,85	17,46	26,18	6,37
	Emisario final - Punto de vertimiento	Ubicación		N°	Material	Diámetro Plg (")	
		Aguas abajo del sector del cementerio		1	PVC	12	
		Calle 3 carrera 1		2	Concreto	8	
		Calle 5 carrera 1		3	Concreto	8	
		Aguas abajo del matadero		4	Concreto	12	
		Barrió Ciudad Real		5	Concreto	8	
Cámaras de inspección		125 cámaras de inspección debidamente construidas, en su gran mayoría en buen estado					
Sumideros		Se desconoce numero y estado de este componente					
Domiciliarias		Las acometidas domiciliarias se encuentran en Ø 4" PVC - Concreto, se desconoce su estado					

Los tramos que poseen tubería en PVC, se encuentran en buen estado, con un funcionamiento normal sin registro de inconvenientes o problemas.

Se considera necesario la reposición de tubería en el mediano plazo a los tramos que se encuentran en tubería de concreto, lo anterior teniendo en cuenta su estado actual.

2.2.4. Diagnóstico técnico del servicio de aseo en la parte urbana del municipio de Leiva. Según información extractada del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS Municipio de Leiva; los residuos presentan la siguiente caracterización y producción. (ver cuadro 45)

Cuadro 41. Caracterización y producción de los residuos sólidos – M. de Leiva

	Tipo de material	% en Peso
Caracterización	Residuos sólidos organicos	78,20
	Residuos sólidos inorganicos	13,35
	No aprovechables	8,45
Producción	30,65 Tn / mes	
Producción per cápita	0.2 Kg/hab-día	

No hay procesos de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos a pesar de su evidente participación. Los residuos sólidos inorgánicos son aprovechados por grupos de personas que no se encuentran oficialmente conformados, por tal razón no se presenta ninguna información al respecto.

El PGIRS establece dos rutas para la recolección de los residuos sólidos, con una frecuencia de dos veces por semana recorriendo las dos rutas; los días Lunes y Viernes. Sin embargo no se ha elaborado un estudio que optimice el proceso e identifique en plano las áreas de recolección, direccionamientos de ruta, distancias de las rutas al sitio de disposición, tiempos muertos y de recolección.

El sistema considera la limpieza de vías y áreas públicas, sin embargo es importante desarrollar un estudio que optimice el proceso e incremente la cobertura.

El equipo que se encarga de recorrer las rutas recolectando los residuos, está compuesto por 1 conductor y tres operarios. Como medio de transporte desde su recolección hasta la llegada a su sitio de disposición, se hace uso de la volqueta propiedad del municipio; este vehículo de tipo mecánico con una capacidad $5m^3$, y combustible ACPM, se encuentra en buen estado.

La disposición final se localiza en la vereda pueblo viejo que comunica este sector con el casco urbano a una distancia de 1 km. Afectando a la población, ya que es un relleno sin ningún tipo de control, ocasionado impactos negativos que repercuten sobre los recursos naturales como son el suelo, el agua, el aire y los cultivos. Por otra parte se genera una proliferación de vectores infectocontagiosos, peligrosos para la salud de la población circundante al sitio de disposición final.

- **Relleno sanitario**

Ubicación general: El sitio de disposición final se localiza en la vereda Pueblo Viejo, sobre la vía que comunica este sector con el casco urbano, a una distancia de 1 Km. No se cuenta con planos del relleno sanitario. (ver cuadro 46)

Cuadro 42. Características del relleno – M. de Leiva

Area (m2)	1814
Vida util (años)	15
Volumen disponible (m3)	1093

El relleno sanitario no cuenta con cercamiento, convirtiéndose en un problema ya que personas y animales pueden ingresar y transitar libremente por este sector.

- **Tratamiento de los residuos solidos**

Los residuos sólidos son transportados en la volqueta recolectora llegando hasta el sitio de disposición final, aquí estos son descargados, continuando con un proceso de separación y recolección de residuos sólidos aprovechables y posteriormente los residuos sólidos no aprovechables son dispuestos en celdas.
El tratamiento de separación y recolección se lleva de una forma artesanal y rudimentaria por grupos de personas que aún no están organizados; estos grupos se encargan de realizar una separación de residuos aprovechables como papel, cartón, plástico y vidrio.

Los residuos no aprovechables son enterrados siguiendo los parámetros mínimos requeridos para el manejo tecnificado de los residuos sólidos no aprovechables. El proceso que se sigue para depositar los residuos en la celda es el siguiente:

- Se excava una celda de dimensiones 9,20 m de largo, 8,50 m de ancho y 2,70 m de profundidad.

- Se instala tubería diámetro 4 pulgadas material PVC, para el manejo de lixiviados en la parte inferior de la celda, conjuntamente con la instalación de geomembranas para evitar contaminación de suelo con lixiviados o cualquier sistema de aguas subterráneas que se encuentre en el sitio.

- Se elabora un sistema rudimentario de chimeneas para el manejo de gases, aunque este solamente se elabora en unas celdas no en todas, esto se pudo constatar en la visita que realizo el grupo técnico de TZ SANEAR al relleno sanitario de Leiva.

- Se va colocando capas de residuos en espesor de 20 cm para ser compactadas y posteriormente cubiertas con material que brindo la excavación de la celda. La distribución y compactación cubriendo el área de la celda se realiza de forma manual. Este proceso se lleva acabo únicamente cada fin de semana hasta cubrir el volumen total de la celda, según las versiones del operador cada celda tiene un periodo de vida de 3 meses.

Los lixiviados se descargan sin ningún tipo de tratamiento a la microcuenca La Lucha. Los gases son evacuados por chimeneas artesanales sin ninguna especificación y control técnico en cuanto a la distribución en cada vaso. Tanto los lixiviados como los gases expulsados por el relleno, no están recibiendo tratamientos para mitigar el impacto ambiental, generando contaminación a la red hídrica y riesgos a la población que ronda el sector. Los residuos sólidos peligrosos o especiales son generados en el Centro de Salud, estos son manejados y tratados por la empresa privada SALVI de la ciudad de Pasto.

2.3. APOYO TÉCNICO EN LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO PARA EL MUNICIPIO DE LA UNIÓN

Para la realización de la evaluación de los sistemas en el municipio de La Unión, se siguió la misma metodología anteriormente aplicada al municipio de Los Andes, por tal razón se traerán a consideración los resultados más representativos de esta valoración.

2.3.1. Resumen de indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Se hace un resumen de la población proyectada que determina un nivel de complejidad medio alto, demandas de agua, dotaciones, suscriptores, porcentajes de cobertura y otros indicadores que se adoptaron para la evaluación de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo del Municipio de La Unión, como se indica en el siguiente cuadro No. 17.

Cuadro 43. Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo – M. de La Unión

ITEM	INDICADOR	Und	BASE	AÑOS PROYECTADOS						
			2011	2012	2013	2016	2021	2026	2031	2036
1	Pob. total del área urbana	hab	11.000	11.132	11.265	11.676	12.393	13.155	13.963	14.822
2	Inmuebles Urbanos	No	2.560	2.591	2.622	2.717	2.884	3.062	3.250	3.449
3	Cobertura acueducto	%	100	100	100	100	100	100	100	100
4	Pob. Atendida acueducto	hab	11.000	11.132	11.265	11.676	12.393	13.155	13.963	14.822
5	Usuarios activos acueducto	No	2.560	2.591	2.622	2.717	2.884	3.062	3.250	3.449
6	Continuidad del Servicio	h	24	24	24	24	24	24	24	24
7	Capacidad utilizada	l/s	53,05	25,77	26,08	27,03	28,69	30,45	32,32	34,31
8	Agua Producida	m3/mes	137.508	55.660	56.328	58.380	61.968	65.776	69.819	74.110
9	Agua a Facturar	m3/mes	41.252	41.745	42.246	43.785	46.476	49.332	52.364	55.582
10	Dotación Neta	l/hab-día	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0
11	Porcentaje de Perdidas	%	70,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
12	Dotación Bruta	l/hab-día	416,7	166,7	166,7	166,7	166,7	166,7	166,7	166,7
13	Factor Consumo Máximo Diario	k1	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
14	Factor Consumo Máximo Horario	k2	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
15	Caudal Medio Diario	l/s	53,05	21,47	21,73	22,52	23,91	25,38	26,94	28,59
16	Caudal Máximo Diario	l/s	63,66	25,77	26,08	27,03	28,69	30,45	32,32	34,31
17	Caudal Máximo Horario	l/s	95,49	38,65	39,12	40,54	43,03	45,68	48,49	51,47
18	Micromedidores Instalados	No	1.665	2.591	2.622	2.717	2.884	3.062	3.250	3.449

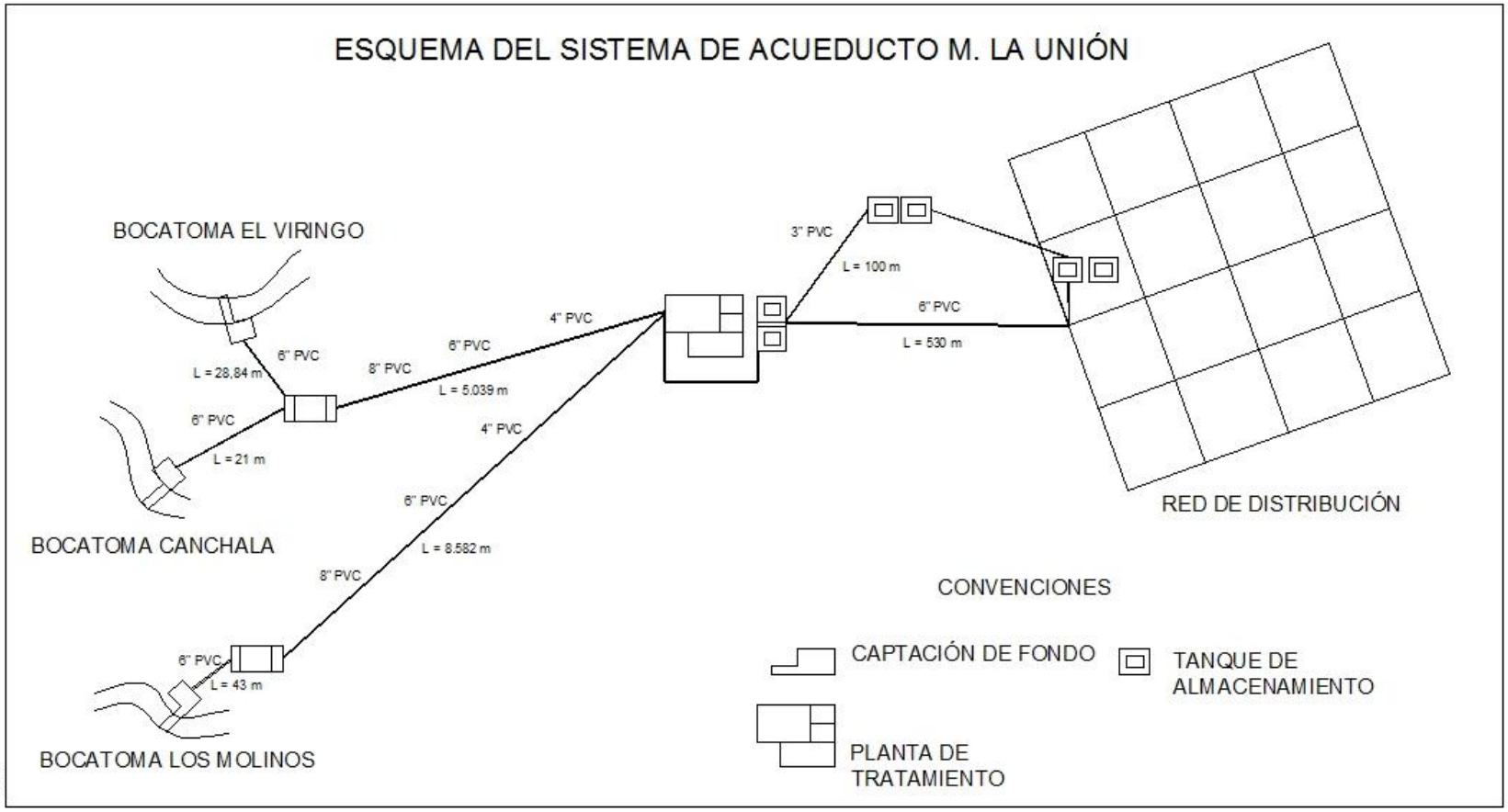
Cuadro 47. (Continuación)

19	Cobertura de Micromedición	No	65	100	100	100	100	100	100	100
20	Medidores en mal estado	No	356	0	0	136	144	153	162	172
21	Micromedición Efectiva	%	78,6%	100,0%	100,0%	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%	95,0%
22	Agua Facturada	m3/mes	21.094	41.745	42.246	41.594	44.156	46.867	49.754	52.811
23	Suscriptores Alcantarillado	No	2.467	2.591	2.622	2.717	2.884	3.062	3.250	3.449
24	Cobertura Alcantarillado	%	96	100	100	100	100	100	100	100
25	Calidad del Agua (IRCA)	%	5,8	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
26	Almacenamiento	m3	1.833,00	742,00	751,00	778,00	826,00	877,00	931,00	988,00
27	Suscriptores Aseo	No	2.276	2.591	2.622	2.717	2.884	3.062	3.250	3.449
28	Cobertura Aseo	%	95,59	100	100	100	100	100	100	100

2.3.2. Diagnóstico técnico del acueducto urbano del municipio de La Unión

El sistema ha sido optimizado en varias ocasiones debido a que este ya cumplió con su periodo de diseño. La última intervención se registra en el año 2.007, construyendo y optimizando varios componentes, como estructuras de captación, líneas de aducción y conducción, Desarenadores, tanques de almacenamiento y ampliación de redes de distribución. Sin embargo no se ha realizado ninguna optimización en la planta de tratamiento de agua potable tipo convencional, la cual esta presentando múltiples inconvenientes especialmente con su capacidad instalada, ya que actualmente la capacidad utilizada es superior. El esquema general del sistema se presenta en la figura 14.

Figura 13. Esquema general del sistema de acueducto – M. La Unión



Son tres fuentes que se encargan de abastecer el sistema, estas no cuentan con características de agua que permitan clasificarlas y determinar el tratamiento que se debe implementar.

El cuadro que se presenta a continuación establece los componentes que posee este sistema con sus principales características. (ver cuadro 48)

Cuadro 44. Componentes del sistema de acueducto – M. de La Unión

Componente	Tipo	Estado	Capacidad instalada	Capacidad utilizada
3 Fuentes	Superficiales	Regular	-	50 - 60 L/s
3 Estructuras de Captación	Bocatoma de fondo Los Molinos	Bueno	29,7 L/s	50 - 60 L/s
	Bocatoma de fondo Canchala	Bueno	82,1 L/s	
	Bocatoma de fondo El Viringo	Bueno	8,3 L/s	
3 Líneas de aducción	Cerrada Ø 6" en PVC UM RDE 41	Bueno	-	50 - 60 L/s
	Cerrada Ø 6" en PVC UM RDE 41	Bueno	-	
	Cerrada Ø 6" en PVC UM RDE 41	Bueno	-	
2 Desarenadores	Desarenador convencional Los Molinos	Bueno	35 L/s	50 - 60 L/s
	Desarenador convencional Cancha - El Viringo	Bueno	23,28 L/s	
2 Líneas de conducción	Cerrada Ø (8"-6"-4") en PVC - Acero, conducción Los Molinos	Regular	-	50 - 60 L/s
	Cerrada Ø (8"-6"-4") en PVC, Conducción Canchala - El Viringo	Bueno	-	
Planta de tratamiento de agua potable	Convencional	Regular	37,5 L/s	53 L/s
Sistema de cloración	Cloro gaseoso	Regular	-	53 L/s
6 Tanques de almacenamiento	N°1 PTAP - semienterrado	Regular	64,98 m3	64,98 m3
	N°2 PTAP - semienterrado	Regular	64,98 m3	64,98 m3
	N°3 Polideportivo - superficial	Bueno	70,69 m3	70,69 m3
	N°4 Polideportivo - superficial	Bueno	70,69 m3	70,69 m3
	N°5 Prado - semienterrado	Bueno	219,17 m3	219,17 m3
	N°6 Palmita - semienterrado	Bueno	151,08 m3	151,08 m3

Si el sistema redujera sus pérdidas a las establecidas por las normas, el proceso de potabilización de agua sería capaz de tratar el caudal determinado al período de diseño año 2.036 (QMD 34,31 L/s). Sin embargo es prioritaria la intervención y optimización de la PTAP, esto debido a la evaluación por cada componente que se realizó. Los procesos de coagulación y desinfección del agua utilizan como químicos a aplicar sulfato de aluminio tipo B y cloro gaseoso respectivamente. En el siguiente cuadro se determinan las dosificaciones de estos dos químicos. (ver cuadro 49)

Cuadro 45. Dosificaciones actuales de químicos utilizados en los procesos – M. de La Unión

Sulfato de Aluminio Tipo B		
Condición	Dosificación gr/hr	Dosis aplicada mg/L
Normal	2084	10,92
Alta turbiedad	3125	16,38
Cloro gaseoso		
Q Másico Cloro (gr/hr)	Caudal Entrada (lps)	Dosis Aplicada (mg/l)
300	53,05	1,57

Los procesos de dosificación no presentan una sustentación teórica que determine las cantidades óptimas de químicos a aplicar.

La falta de un laboratorio completo y un personal capacitado que lo opere, son factores que impiden realizar un control de calidad al agua, así como también niegan la posibilidad de conocer mediante ensayo de jarras, las dosificaciones óptimas de coagulante y mediante características del agua y estudios que generen la curva de demanda de cloro, las dosis recomendables de este. (ver cuadro 50)

Cuadro 46. Operación, falencias y posibles soluciones de la PTAP – M. de La Unión

COMPONENTE	OPERACIÓN	FALENCIAS	SOLUCIONES
Cámara de Aquietamiento	Se vigila la entrada de caudales al sistema de tratamiento. Mediante una inspección visual se determina si el agua llega con altas turbiedades. En algunas ocasiones se hace necesario reducir el caudal, especialmente cuando baja el consumo.	Es evidente la gran velocidad con la cual entra el agua a esta cámara, como consecuencia la cámara de aquietamiento se a quedado sin capacidad para cumplir las funciones de uniformizar y distribuir el flujo de una forma laminar rompiendo la presión del mismo. se desconoce la velocidad a la cual trabaja el sistema de conducción que estrega a la planta. No se realizan análisis de agua influente a la PTAP.	Realizar un levantamiento topográfico de la conducción, el cual permitirá determinar las velocidades de operación y entrega del agua a la PTAP. Con el caudal conocido y la velocidad determinada se deberá analizar si es factible la optimización de la estructura, de lo contrario se necesitara construir una nueva cámara, capas de trabajar en las condiciones actuales de una forma eficiente. adicionalmente se deberá verificar si al reducir el caudal de entrada al sistema, esta cámara cumple con su objetivo. Se deberá implementar un laboratorio con personal capacitado que determine y lleve un control de las características del agua influente a la PTAP.
Canaleta Parshall	Se afora el caudal inmediatamente este llega a esta estructura.	No se lleva un registro de caudales que ingresan al sistema. No se realizan análisis de agua influente a la planta, por tal razón no se cuenta con métodos que determinen la aplicación del coagulante. La aplicación de la mezcla de coagulante no se distribuye uniformemente, solo se aplica puntualmente. No se aprovecha el resalto hidráulico como punto de aplicación del coagulante, el canal que conduce el agua junto con la Canaleta Parshall en varios puntos genera turbulencias que pueden afectar el proceso de coagulación y desestabilizar la mezcla.	Realizar mediciones de caudal registrando los datos en un formato. Se deben implementar análisis de agua que determinen por medio de prueba de jarras la dosis de coagulante necesaria para aplicar en el resalto hidráulico de esta estructura. Habrá que implementar una instalación que descargue uniformemente a todo su ancho, la mezcla de coagulante. Se tendrá que adaptar las condiciones del flujo para desaparecer los puntos donde el fluido forma turbulencias, esto se logrará con una reducción del caudal de entrada, ofreciendo así la generación de un solo punto de turbulencia que brinde el mejor escenario para el proceso de mezcla rápida sin desestabilizar la mezcla.
Floculadores Hidráulicos de Flujo Horizontal con Tabiques	Se revisan caudales de entrada y que la unidad de floculación no presente reboses, constatan si se produce sedimentación en los últimos tramos del floculador y se extrae manualmente el sedimento, retirar los solidos de la superficie de agua, lo demás se limita a mantenimiento.	A pesar que esta estructura esta bien conformada y a simple vista el proceso funciona, la están sobrecargando ya que al sistema le ingresa un caudal superior, que sobrepasa la capacidad instalada, esto también se evidencia en los primeros compartimientos de cada unidad debido a que el agua pasa por la parte superior de las placas. No se realizan inspecciones visuales de la formación del floc por tal razón no se verifica en que parte se forma. La alta concentración de sedimentos en los compartimientos finales de cada unidad, genera inconvenientes para ser extraídos de estos. Los accesorios para operación y mantenimiento se encuentran en condiciones deficientes.	Se tendrán que reducir los caudales de entrada a estas estructuras, e impedir que sobrepasen la capacidad instalada. Desarrollar un estudio que permita determinar la dosificación optima de coagulante. Donde se inicia el canal de entrada al sitio del floculador llenar un vaso de vidrio en el extremo opuesto a la salida de la mezcla, subir el vaso a la altura de los ojos y observar si se empiezan a formar los floculos, normalmente los floculos se encuentran en los primeros compartimientos de la unidad; realizar el mismo procedimiento a la salida del floculador, esto permitiría determinar y controlar la formación del floc, comprobando en que sección de las unidades se esta sedimentando, con el fin de llevar una optimización en ella. Se tendrá que dotar e instalar de nuevos accesorios a estas estructuras que permitan tener un control tanto en la operación como en el mantenimiento.

Cuadro 50. (Continuación)

Sedimentadores Convencionales	Su operación se basa en la revisión de la distribución uniforme de caudales de entrada a las tres unidades de sedimentación, esto se realiza mediante el accionamiento de válvulas. Observación del comportamiento de cada unidad, de la presencia de lodos en la superficie y anomalías en los niveles.	Estos componentes son los que limitan la capacidad de la PTAP a 37,5 L/s, el caudal que ingresa al sistema sobrepasa la capacidad instalada de las unidades de sedimentación. No se realizan ensayos que determinen en algún porcentaje la eficiencia en el proceso. Los accesorios para operación y mantenimiento se encuentran en condiciones deficientes.	Se tendrán que reducir los caudales de entrada a estos componentes, impidiendo que sobrepasen la capacidad instalada. Cuando sea posible la realización de ensayos se deberán determinar y evaluar los porcentajes de remoción que determinan la eficiencia en el proceso. Por ello la importancia de dotar al sistema de un laboratorio completo con personal capacitado que realice su operación. Se tendrá que dotar e instalar de nuevos accesorios a estas estructuras que permitan tener un control tanto en la operación como en el mantenimiento.
Filtros Rápidos Descendentes Tasa de Filtración Constante	Revisión para mantenimiento diario, lavado de filtros mediante el accionamiento de válvulas.	En la operación actual no se tienen en cuenta mediciones de la perdida de carga, caudal de agua filtrada y numero total de horas de filtración por cada filtro en servicio. No se realizan ensayos para determinar la eficiencia de cada unidad. Los accesorios para operación y mantenimiento se encuentran en condiciones deficientes.	Se tendrá que adoptar un sistema que permita registrar tiempos de servicio de cada filtro y caudal filtrado. Cada vez que se lave cada unidad de filtración y antes de ponerla en operación se deberá llevar el control del tiempo, determinando la perdida de carga. Esto permitirá conocer el nivel de colmatación del medio filtrante, se debe evitar que el nivel del agua dentro del filtro este por encima del nivel que se desea encontrar. Cuando sea posible la realización de ensayos se deberán determinar y evaluar los porcentajes de remoción que determinan la eficiencia en el proceso. Se tendrá que dotar e instalar de nuevos accesorios a estas estructuras que permitan tener un control tanto en la operación como en el mantenimiento.
Sistema de Cloración	Se revisa que se este aplicando una correcta dosificación y se remplaza el cilindro cuando este se acabe. El inyector que dosifica el cloro gaseoso es manipulado para lograr valores de cloro libre residual entre 0,3 y 2 mg/L.	La dosificación de cloro no tiene una sustentación teórica valida que relacione características del agua a tratar con una curva de demanda de cloro. El punto de aplicación del cloro no genera una condición eficiente de contacto cloro-agua-tiempo. No se dispone de un plan de contingencia, el cual permita aplicar otro tipo de desinfectante u otra presentación del mismo. No se tiene en cuenta la seguridad industrial para la operación del sistema de dosificación de cloro.	Realizar caracterizaciones de agua influente al sistema, determinando curvas de demanda de cloro, con el fin de determinar dosis optimas del desinfectante. Se tendrá que optimizar el canal de aplicación del cloro, donde se generen las condiciones esenciales que permitan una buena desinfección del agua. Implementar y adecuar las instalaciones, con el fin de aplicar otra presentación de desinfectante usado, esto como plan de contingencia. Dotar a los operadores de instrumentos de seguridad industrial.

No se cuenta con información que permita establecer el estado de las redes de distribución del sistema en funcionamiento, tampoco se cuenta con cálculos hidráulicos que permitan conocer su capacidad; en el siguiente cuadro se presenta una síntesis de los datos obtenidos de este componente. (ver cuadro 51)

Cuadro 47. Red de distribución – M. de La Unión

Parámetros evaluativos para la red de distribución	
Tipo	Ramificado - Mallado
Memorias de diseño y planos del sistema	No se cuenta con esta información
Diámetro red matriz	6 Pulg
Diámetro red secundaria	4-3-2-1 Pulg
Registro de presiones	No se cuenta con registro
Catastro de redes	No se cuenta con catastro
Sectorización de redes	No se dispone de información
Plano de presiones	No se cuenta con plano de presiones de la red en servicio
Puntos muertos	Se presentan en la red, pero estos no han sido referenciados
Puntos de toma de muestras	Se cuenta con dos puntos, de los seis que exigen las normas. Su instalación es inadecuada.
Conexiones domiciliarias	Las acometidas cuentan con los accesorios mínimos y un 65% del total de suscriptores ya cuenta con micromedición

El sistema cuenta con una red matriz de diámetro Ø 6”, como sugiere el reglamento RAS – 2000 de acuerdo al nivel de complejidad. La red menor de distribución en algunos trayectos tiene instalados tramos menores a Ø $2^{1/2}$” incumpliendo con la normatividad exigida.

La red de distribución fue instalada hace 10 años, posee una longitud de 19 Kilómetros en material PVC -P, en diámetros que varían de Ø 1” hasta Ø 6”, esta se encuentra enterrada a una profundidad que varía entre 0,70m a 1m.

En el año 2.007 se amplió la cobertura de estas redes y hasta el momento no se ha presentado ningún tipo de inconveniente. Con ello se podría deducir que el estado de este componente es bueno, sin embargo se hace necesario elaborar el catastro de redes, estudio que clasificaría su estado de una manera precisa.

2.3.3. Diagnóstico técnico del alcantarillado urbano del municipio de La Unión. La Unión dispone de un sistema de alcantarillado para evacuar las aguas servidas de todo tipo, con una cobertura del 96,37%. Se cuenta con catastro de redes que especifica características de evaluación como año de instalación y estado de la tubería.

Los problemas que presenta el sistema radican, en el cumplimiento del periodo de diseño, un mal mantenimiento de los componentes del mismo y una descarga incontrolada de las aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento. (ver cuadro 52)

En el siguiente cuadro se presentan los aspectos técnicos del sistema.

Cuadro 48. Principales aspectos técnicos del sistema – M. de La Unión

Parámetros evaluativos para la red de alcantarillado	
Tipo	Combinado
Longitud total	16,683 Km
Áreas de drenaje	104 Ha
Año y etapas de construcción	El catastro de redes reporta tramos con edades mayores a 20 y 30 años, desconociendo las etapas de construcción
Capacidad	El PSMV determinan la capacidad por cada tramo, donde se evidencia que la capacidad instalada no alcanza a cubrir el aporte actual de aguas sanitarias y pluviales
N° de emisarios finales	Se determinan once emisarios finales que descargan a la quebrada Grande y La Fragua
Catastro	Se dispone de un catastro

Las tuberías han superado los 20 años de servicio presentando un mal estado, en algunos sectores aplastamiento de la misma por mala instalación y diámetros que presentan insuficiencia para trasportar los caudales sanitarios y pluviales.

De acuerdo a la evaluación realizada en el PSMV del municipio, algunos tramos de tubería presentan un diámetro insuficiente, incapaz de transportar y evacuar el caudal recolectado (sanitario y pluvial) bajo condiciones técnicas de operación adecuadas, como las establecidas en título D del RAS 2000. En el Anexo E se determinan los puntos críticos, resultado del análisis hidráulico del PSMV.

El tiempo de servicio, el caudal a transportar y el material de las tuberías, han sido los principales factores para determinar la optimización del sistema, ya que la mayoría de tramos exceden los 20 años de servicio, los diámetros instalados no

brindan las condiciones para transportar los caudales actuales y es evidente el desgaste de las tuberías de concreto que tienen una gran participación en el sistema. (ver cuadro 53)

El sistema cuenta con los siguientes componentes.

Cuadro 49. Características principales de los componentes del alcantarillado – M. de La Unión

Componentes del sistema de alcantarillado					
Redes de recolección, colectores y emisario final	Redes de recolección - colectores	Características de la red de alcantarillado del casco urbano del Municipio de La Unión			
		Material	Concreto		PVC
		Diámetro en Plg (")	6 - 8 - 10 - 12 - 16 - 20 - 24		8 - 10 - 20 - 24 - 36 - 40
	Emisario final - Punto de vertimiento	Ubicación	N°	Material	Diámetro Plg (")
		Vía Nacional	1	Concreto	36
		Vía Nacional	2	Concreto	12
		Barrio Sucre	3	Concreto	12
		Barrio La Pascuita	4	Concreto	8
		Barrio Carlos Lleras	5	Concreto	8
		Barrio Carlos Lleras	6	PVC	40
		Barrio La Policía	7	PVC	8
		-	8	-	-
		Barrio San Fernando	9	-	8
		Cementerio	10	-	-
		-	11	PVC	16
Cámaras de inspección		254 el 30 % de ellas están en mal estado, el resto en condiciones regulares. El mantenimiento inadecuado genera que se presente taponamiento en cada cámara y con ello inundaciones que posteriormente afectan la estructura			
Sumideros		En los planos se evidencian 15 sumideros, en general no se encuentra inventariado el numero total. En la visita se evidenciaron sumideros en mal estado y completamente taponados por residuos solidos, ratificando un nulo mantenimiento			
Domiciliarias		Las acometidas domiciliarias se encuentran en Ø 4" PVC - Concreto, se desconoce su estado			

2.3.4. Diagnóstico técnico del servicio de aseo en la parte urbano del municipio de La Unión. Según información extractada del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS Municipio de La Unión; los residuos presentan la siguiente caracterización y producción. (ver cuadro 54)

Cuadro 50. Caracterización y producción de los residuos sólidos – M. de La Unión

	Tipo de material	% en Peso
Caracterización	Residuos sólidos organicos	69,00
	Residuos sólidos inorganicos	23,00
	No aprovechables	8,00
Producción	190 Tn / mes	
Producción per cápita	0,575 Kg/hab-día	

La gran participación de los residuos sólidos orgánicos es aprovechada con la generación del compost para efectos de abono orgánico, ya que el municipio se caracteriza por ser netamente agrícola, en especial con cultivos de café.

Los residuos sólidos de tipo inorgánico son aprovechados por personas particulares, haciendo una recolección en el casco urbano antes de pasar la volqueta recolectora.

El sistema cuenta con macrorutas y microrutas las cuales no han sido debidamente diseñadas no presentan esquemas donde se identifiquen áreas de recolección, direccionamientos de cada ruta, distancias de las rutas al sitio de disposición, tiempos muertos y de recolección; únicamente se presenta el número de usuarios atendidos por cada ruta siendo incierta su ubicación.

Para la recolección de los residuos sólidos EMLAUNIÓN, tiene establecido dentro de la prestación del servicio, una frecuencia de una vez a la semana por macroruta, que para este caso se realiza de lunes a sábado, atendiendo cada día una macroruta, de las seis planteadas.

El sistema no cuenta con un diseño de rutas óptimo, que le permita agilizar los procesos de recolección y transporte de los residuos sólidos hasta su sitio de disposición.

El sistema considera la limpieza de vías y áreas públicas, sin embargo es importante desarrollar un estudio que optimice el proceso e incremente la cobertura.

El equipo que se encarga de recorrer las rutas recolectando los residuos, está compuesto por 2 conductores y 4 operarios. Como medio de transporte desde su recolección hasta la llegada a su sitio de disposición, se hace uso de tres volquetas, estas no son propiedad de la empresa administradora del sistema, estando en mal estado una de ellas, causando suspensión en la prestación del servicio.

Los residuos sólidos son transportados hacia el relleno sanitario ubicado en la Vereda Llano Grande Municipio de la Unión, para una disposición final tipo enterramiento, previamente se realiza la separación de materia orgánica para proceso de compostaje.

- **Relleno sanitario**

Ubicación general: El sitio de disposición final se localiza en la vereda Llano Grande, Corregimiento Quiroz, Municipio La Unión; a una distancia de 11 Km desde el casco urbano. (ver cuadro 55)

Cuadro 51. Características del relleno – M. de La Unión

Area (Ha)	15,46
Vida util (años)	20
Volumen disponible (m3)	20.000

El cerramiento del rellenó es deficiente y casi nulo, no tiene sectores cercados brindando un acceso fácil a personas particulares y animales que transitan por el sector.

➢ **Tratamiento de los residuos solidos**

Los residuos sólidos son transportados en la volqueta recolectora llegando hasta el sitio de disposición final, aquí estos son descargados, continuando con un proceso de separación y recolección de residuos sólidos aprovechables en este caso orgánicos y posteriormente los residuos sólidos no aprovechables inorgánicos son dispuestos en celdas que conforman el vaso en servicio. Según las declaraciones de los operarios, no se realiza recuperación de papel, cartón, plástico ni vidrio, razón por la cual se han denominado residuos sólidos inorgánicos no aprovechables.

El día sábado se recolectan los residuos sólidos producidos en el sector de la galería – mercado, la volqueta es cargada en su mayoría por residuos orgánicos que son transportados al sitio de disposición, aquí son descargados directamente en la rampa que se conecta con un canal y este a su vez con la máquina trituradora de la materia orgánica para así dar origen al proceso de compostaje.
Los residuos no aprovechables son enterrados siguiendo los parámetros mínimos requeridos para el manejo tecnificado de los residuos sólidos no aprovechables. El proceso que se sigue para depositar los residuos en el vaso es el siguiente:

- Se determina un vaso en servicio de 1.605,4 m2, se desconoce la fecha que fue puesto en operación, el volumen útil a la fecha, las dimensiones de cada celda y el volumen de diseño del vaso. Aparentemente los métodos utilizados para la excavación y conformación del vaso son combinados ya que se encuentra el método de trinchera o zanja mezclado con el método del área, para movimientos de tierra se utiliza una retroexcavadora marca HITACHI y un bulldozer marca FIAT – ALLIS se desconoce su tiempo de operación.

- Las paredes y piso del vaso son recubiertos con arcilla y geomembranas para su respectiva impermeabilización como lo estipula el RAS – 2000 en el ítem F.6.4.3 sistema de impermeabilización para un nivel de complejidad medio alto, caso actual del sistema. El vaso fue implementado con sistemas de drenaje, los cuales consistieron en la construcción de filtros internos con piedra rajón, tubería perforada y geotextil; para la recolección de lixiviados producidos por los residuos sólidos a depositar y como lo estipula el RAS – 2000 en el ítem

F.6.4.4.2 recolección de lixiviados para un nivel de complejidad medio alto. Los canales que drenan las aguas lluvias construidos en los límites del relleno no se encuentran revestidos de ningún material lo cual incrementa el escurrimiento de agua superficial hacia los vasos en consecuencia una mayor producción de lixiviados, y por tal razón no se cumple con el ítem F.6.4.4.1 establecido en la norma Ras – 2000.

- El vaso está equipado con varios pozos construidos de forma artesanal con el método permeable o filtros de piedra y cuyo objetivo es permitir el desfogue de los gases generados por la descomposición de los residuos. No se realiza monitoreo a estos gases.

- Una vez preparado el vaso se disponen los residuos sólidos no aprovechables en capas de 50 a 60 cm. Realizando una compactación diaria en cada celda con ayuda del bulldozer y cubriendo la superficie cada 7 días; dando como resultado una altura de la celda de 4,5 m. iguales a 4,2 m. de altura de la celda en cuanto a residuos sólidos compactados cada 60 cm. Por siete días, más 0,30 m. de espesor del cubrimiento. La operación en cuanto a dimensionamiento, compactación y cubrimiento de cada celda no está cumpliendo las normas establecidas en el RAS – 2000 ítem F.6.4.5.1 la altura máxima de la celda diaria debe ser de 3 m. incluido el espesor de los residuos a disponer y el material de cubierta requerido, de todas maneras la altura depende de la estabilidad del sitio, pero no se han presentado estudios de estabilidad, ítem F.6.4.5.3 la cobertura debe hacerse como mínimo una vez por cada día de operación.

- No se tiene información de la procedencia del material de cubierta.

- Actualmente se aprovechan los residuos sólidos orgánicos para procesos de compostaje; una vez seleccionada la materia orgánica se deposita en un canal que la conduce hasta la tolva del equipo mecánico de trituración para obtener moléculas más simples, se dispone el producto ya triturado con una pala manual formando pilas dentro de un cobertizo sin paredes y encima de un pavimento adecuado para la recogida de lixiviados. Se mantienen condiciones de humedad, temperatura y concentración de oxigeno suficiente, la humedad se mantiene regando periódicamente las pilas, la oxigenación se consigue moviendo totalmente las pilas con una pala manualmente.

Los líquidos que desprenden las pilas se recogen y sirven para seguir regando las pilas. Toda la superficie de la planta esta pavimentada de manera que las aguas pluviales puedan ser recogidas y aprovechadas para el riego del compost.

Al cabo de 12-14 semanas, el compost se criba para obtener un material homogéneo y fino. El desecho vegetal que pueda quedar se retorna al principio del proceso, y el compost se deja madurar entre dos y tres meses.

A través de diversos tamices, se eliminan impurezas y se distribuye el material según su tamaño. Finalmente se obtiene un compost maduro que puede ser comercializado como abono o corrector de suelos. Se contabiliza que por 1 Tn de residuos orgánicos se está produciendo 0,25 Tn de compost.

Adicionalmente el relleno cuenta con una pequeña infraestructura que es utilizada como bodega para depositar herramienta menor como carretas, palas, picas, y machetes; aquí también se almacena productos químicos y dotaciones personales de los operarios del relleno.

Actualmente se tienen tratamientos primarios y secundarios para el manejo de lixiviados los cuales operan desarrollando las siguientes actividades.

Los lixiviados son capturados por el sistema de drenaje implementado en la construcción del vaso, estos son conducidos mediante tubería PVC a un tanque de recepción el cual se comunica con un filtro, del cual no se posee ninguna información en cuanto a sus componentes interiores y su sentido de flujo, los lixiviados que pasan por el filtro se disponen en un tanque de almacenamiento del cual se bombea hacia una laguna de oxidación donde estos se dejan evaporar, los residuos sobrantes son enterrados. (ver cuadro 56)

Cuadro 52. Capacidad hidráulica de las estructuras de tratamiento de lixiviados – M. de La Unión

Componente	Dimensiones			Capacidad	
	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)		
Tanque de recepción	3	1,5	2,3	10,35	m^3
Filtro	1,75	1,55	2,3	-	L/S
Tanque de almacenamiento	3,55	2,3	3	24,50	m^3
Laguna de oxidación	20	10	2,5	500,00	m^3

No se han realizado mediciones de caudal de entrada al tanque de recepción de lixiviados, dato importante para determinar el funcionamiento del drenaje si se contara con un modelo matemático que estime la producción de lixiviados.

No se cuenta con información de la composición y tipo de filtro que se encuentra funcionando en el sistema. Del tanque de almacenamiento se impulsa el líquido hacia la laguna de oxidación mediante una bomba de 5,5 HP, no se cuenta con información acerca de la frecuencia de bombeo.

Mediante chimeneas los gases son conducidos y liberados a la superficie, aun no se presentan procesos de combustión u aprovechamiento de ellos, tampoco se realiza monitoreo de estos.

Estas chimeneas se construyen verticalmente elevándose a medida que avanza el relleno sanitario, procurando siempre una buena compactación a su alrededor. Están espaciadas cada 20 m con una sección de 0,5 m por 0,5 m.

Los residuos peligrosos son manejados y tratados por cada generador, siendo recogidos por EMLAUNIÓN únicamente los residuos inertes que producen estos establecimientos.

3. CONCLUSIONES

De acuerdo a las actividades y a la evaluación realizada en esta pasantía, se puntualizan en cada sistema las respectivas conclusiones dando cumplimiento a los objetivos propuestos por este estudio.

Evaluación técnica de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, que operan en la cabecera urbana del municipio de Los Andes:

Sistema de acueducto:

Realizado el chequeo hidráulico de la captación y del Desarenador, se verificó que la bocatoma cumple con la capacidad de diseño requerida por el sistema; la estructura de desarenado está diseñada para un caudal inferior al que está siendo tratado, sobrecargando este componente e impidiendo un tratamiento en un rango óptimo.

El sistema de acueducto registra una continuidad promedio de servicio de 24 horas diarias, y el caudal influente al sistema (23,5 L/s) es suficiente para atender la demanda inclusive hasta el horizonte del proyecto.

En condiciones de operación actuales no se lleva registros de caudal influente a la PTAP y consumos de coagulante.

La Canaleta Parshall no presenta inconvenientes para tratar el caudal actual que está entrando a la planta y el caudal futuro que se ha estimado.

La unidad de floculación limita la capacidad de la PTAP, ya que actualmente no se encuentra operando de manera eficiente.

Las unidades de sedimentación no tienen inconveniente en tratar el caudal actual ni el proyectado hasta el año 2036.

Las unidades de filtración no tienen inconveniente en tratar el caudal actual ni el proyectado hasta el año 2036.

A través de las mediciones de caudal influente y efluente al sistema y con base en los requerimientos de la población actualmente atendida, se obtuvo un porcentaje de pérdidas técnicas cercanas al 65%.

Sistema de alcantarillado

De acuerdo a los resultados obtenidos por el análisis hidráulico elaborado en el PSMV, todos los colectores trabajan a velocidades mayores a 0,60m/s.

Se generan inundaciones en las partes bajas por falta de implementación de sumideros que recojan el agua de escorrentía y la descarguen a las redes de alcantarillado. Estos tramos se encuentran identificados en esquemas, los barrios que más se afectan por esta situación son La Calle 3, entre carreras 3 y 8, del barrio colon, la avenida Bolívar entre las calles 7 y 9, la calle 5 entre la carrera 6 y 7, y la carrera sexta entre las calles 6 y 7 del barrio el comercio, tal como se indica en el Anexo F.

El sistema se clasifica como semi-combinado, pero es mínima la información que se encontró de las tuberías instaladas para el desagüe de aguas lluvias, el PSMV informa que estas tuberías se conectan en los tramos finales del alcantarillado combinado para ser posteriormente descargadas a las fuentes receptoras.

No se cuenta con planos detallados del sistema, donde se determine información topográfica, estructuras y diámetros de las redes.

Sistema de aseo

El aprovechamiento total de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, disminuiría en un 94,75% en peso los residuos sólidos a ser dispuestos y manejados por el relleno sanitario, esto incrementaría la vida útil del relleno.

La alta producción de los residuos sólidos orgánicos genera los procesos de compostaje, para su aprovechamiento se hace necesario tener un control de este proceso que determine las cantidades que son aprovechadas y cantidades producidas del compost.

La producción total de residuos sólidos generados por el casco urbano del municipio de Los Andes se encuentra alrededor de las 60,205 Ton/mes, determinando Ppc de 0,348 Kg/hab.día.

El PGIRS determina la existencia del diseño de las microrutas y los horarios de recolección.

A pesar de la limpieza y barrido de las aceras por parte de la población, se hace necesario que el sistema incremente la cobertura de barrido y limpieza de áreas y vías públicas, ya que como se vio en el sistema de alcantarillado los sumideros son taponados por los residuos sólidos.

En el proceso de disposición de residuos sólidos, no se conto con información que permita conocer y verificar el espesor y tipo de compactación que se le dan a cada capa.

El relleno sanitario no cuenta con tratamientos tecnificados para el manejo de lixiviados y gases.

El tratamiento que el centro de salud realiza a los residuos sólidos peligrosos, no es el más adecuado y puede generar un problema de salud pública, al cual se debe prestar atención y tomar los correctivos pertinentes.

Evaluación técnica de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, que operan en la cabecera urbana del municipio de Leiva:

Sistema de acueducto:

Los chequeos hidráulicos determinados en este estudio para el sistema en funcionamiento y los estados de cada estructura, son factores contundentes para suspender su operación, igualmente este sistema ya ha excedido su periodo de diseño, siendo incapaz de tratar adecuadamente la demanda actual y proyectada generada por la población.

A través de las mediciones de caudal influente y efluente al sistema en funcionamiento y con base en los requerimientos de la población actualmente atendida, se obtuvo un porcentaje de pérdidas técnicas cercanas al 71,5%. Este valor se brinda como guía y su significado debe tenerse en cuenta en la operación futura del nuevo sistema.

El nuevo sistema de acueducto, a corto plazo debe adecuarse por completo y entrar en operación, ya que su necesidad es manifiesta.

El filtro grueso dinámico limita la capacidad de la PTAP a 16,50 L/s, adoptándose como capacidad instalada del nuevo sistema. Caudales superiores a esta capacidad, serán tratados inadecuadamente por los procesos.

La única estructura del nuevo sistema que presentaría problemas para tratar caudales en condiciones de operación sugeridas por las normas, es la bocatoma ya que su capacidad instalada es de 10 L/s, y las demandas proyectadas al periodo de diseño año 2.036 se encuentran por el orden de 11,3 L/s.

Sistema de alcantarillado:

La cobertura del sistema (87,3%), incrementa los problemas de saneamiento, aumentando puntos de vertimiento o instalación de pozos sépticos en condiciones

inadecuadas. Lo cual define la calidad de la prestación del servicio como regular y puede generar problemas de salubridad en la población.

El incontrolado número de puntos de vertimiento contamina la red hídrica superficial del sector urbano del municipio.

Sistema de aseo:

El aprovechamiento total de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, disminuiría en un 91,55% en peso los residuos sólidos a ser dispuestos y manejados por el relleno sanitario, esto incrementaría la vida útil del relleno.

La alta producción de los residuos sólidos inorgánicos, debe ser aprovechada mediante procesos de compostaje para generar abonos con destino agrícola.

La producción total de residuos sólidos generados por el casco urbano del municipio de Leiva se encuentra alrededor de las 30,65 Ton/mes, determinando Ppc de 0,2 Kg/hab.día.

Es necesario ampliar la cobertura de barrido y limpieza de las vías del sector urbano, para ello la persona administradora deberá elaborar un estudio que optimice el proceso.

La ubicación del sitio de disposición, afecta la población ya que este se encuentra a 1 Km de distancia del casco urbano y entre sus procesos no se ha implementado manejo de olores y plagas, generando una proliferación de vectores infectocontagiosos, peligrosos para la salud de la población circundante al sitio de disposición final.

El relleno sanitario no cuenta con tratamientos tecnificados para el manejo de lixiviados y gases.

En la visita al relleno se evidencio la incineración de residuos sólidos, según los operadores, esta actividad es realizada por la población aledaña al sitio de disposición, ya que el relleno no cuenta con cercamiento que impida y restrinja el acceso a personal no autorizado e inclusive a animales.

Evaluación técnica de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, que operan en la cabecera urbana del municipio de La Unión:

Sistema de acueducto:

Realizado el chequeo hidráulico de las captaciones y de los Desarenadores, se verificó que cumplen con la capacidad de diseño requerida por el sistema; sin

embargo es necesario tomar medidas que permitan la optimización de los Desarenadores, como es la instalación de cajas controladoras de caudal y la adecuación de la zona de lodos para mejorar así la eficiencia y funcionalidad de las estructuras.

La línea de conducción Los Molinos presenta tres sectores que reinciden en daños en cortos periodos, dos de estos tramos se encuentran en depresiones topográficas sin ninguna estructura adicional que los sujete en su trayecto. El tercer tramo se encuentra enterrado al filo de un talud en terrenos inestables.

El sistema de acueducto registra una continuidad promedio de servicio de 24 horas diarias, y el caudal influente al sistema (53,0 L/s) es suficiente para atender la demanda inclusive hasta el horizonte del proyecto.

El punto de aplicación del coagulante, ubicado inmediatamente aguas arriba de la canaleta Parshall, de acuerdo a lo verificado en planta puede ser el sitio de mayor turbulencia, así como también se identificó varios puntos donde el fluido forma grandes turbulencias, estos ubicados después del punto de aplicación del sulfato de aluminio, entre ellos el resalto hidráulico de la misma canaleta Parshall, esto ocasiona una desestabilización de la mezcla que influye directamente en la eficiencia del proceso y de los procesos posteriores. Por lo tanto se debe regular o controlar la posición del punto de aplicación del coagulante, definiendo punto de mayor turbulencia y teniendo en consideración que aguas abajo de este punto no se presenten puntos turbulentos que puedan desestabilizar la mezcla y disminuir la eficiencia de este y todos los procesos llevados en la PTAP.

La Canaleta Parshall no presenta inconvenientes para tratar el caudal actual que está entrando a la planta y el caudal futuro que se ha estimado.

Las unidades de floculación y sedimentación están presentando problemas, ya que la capacidad utilizada es mayor que la instalada , no obstante, si se realiza una buena optimización en el sistema, bajando las pérdidas técnicas según la normatividad establecida RAS-2000, la capacidad de las estructuras son suficientes para tratar el caudal hasta el horizonte del proyecto año 2036.

Las unidades de filtración no tienen inconveniente en tratar el caudal actual ni el proyectado hasta el año 2036.

En la PTAP existen estructuras que presentan problemas de filtraciones, resquebrajamientos, grietas y fisuras, las cuales deben ser intervenidas y reforzadas, si es el caso impermeabilizarlas para que estas presenten un óptimo desempeño y la apariencia misma de la planta mejore. Existe filtración de la losa estructura de la bodega de químicos y oficina de operación. Filtraciones de pared en cámaras de entrada y aquietamiento. Resquebrajamiento de pedestales donde se encuentran ubicadas las válvulas que operan los filtros.

La totalidad de las válvulas instaladas en la planta están deterioradas y algunas no funcionan debido a que ya cumplieron su vida útil, siendo necesario el cambio de estos accesorios, para garantizar el funcionamiento de la PTAP, la operación y el mantenimiento de la misma.

De la visita de campo se evidenció el incumplimiento del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE); ya que se encontraron redes eléctricas expuestas, falta de señalización, carencia de sistema de puesta a tierra, falta de mantenimiento entre otros, que generan riesgo a los operadores y a las personas que ingresan a la caseta de operación. Adicionalmente los procesos llevados en la PTAP se verían afectados en caso de cortos eléctricos.

A través de las mediciones de caudal influente y efluente al sistema y con base en los requerimiento de la población actualmente atendida, se obtuvo un porcentaje de pérdidas técnicas cercanas al 70%, por lo tanto, es necesario la implementación de un programa de reducción y control de las mismas que permita obtener un porcentaje máximo del 25%, tal como lo establece en el artículo 1° de la resolución 2320 del 2009.

Sistema de alcantarillado:

Considerando que el diseño inicial ya cumplió su vida útil, las redes no tienen la capacidad hidráulica para transportar el caudal actual, debido a que el diámetro de la tubería es inferior al requerido, incumpliendo con las especificaciones técnicas del RAS-2000 en su título D.

El sistema actual vierte sus aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento a 11 puntos específicos que afectan considerablemente las quebradas La Fragua y Quebrada La Grande.

Sistema de aseo:

El aprovechamiento total de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, disminuiría en un 92% en peso los residuos sólidos a ser dispuestos y manejados por el relleno sanitario, esto incrementaría la vida útil del relleno.

La alta producción de los residuos sólidos inorgánicos genera los procesos de compostaje para su aprovechamiento, se hace necesario tener un control de este proceso que determine las cantidades que son aprovechadas, y cantidades producidas del compost.

La producción total de residuos sólidos generados por el casco urbano del municipio de Los Andes se encuentra alrededor de las 190 Ton/mes, determinando Ppc de 0,575 Kg/hab.día.

El sistema no cuenta con planos de ruta, donde se identifique claramente las áreas de recolección, direccionamientos de ruta, distancias de las rutas al sitio de disposición, tiempos muertos y de recolección. Procesos que optimizarían los tiempos en los recorridos y garantizarían la calidad y continuidad en el servicio de aseo.

La cobertura de barrido y limpieza de áreas públicas presenta un estimado del 24,5% en relación al área total del casco urbano, siendo necesario que el sistema elabore estrategias para el incremento de la misma, con lo cual se reducirían los residuos sólidos que transitan por las calles, cunetas y sumideros en algunos sectores.

La falta de vehículos propios para la recolección es uno de los principales problemas que causa intermitencia en la prestación del servicio. Al no presentarse el servicio de aseo por un periodo prolongado se genera un problema de salud pública y bienestar social.

El cerramiento del rellenó es deficiente y casi nulo, no tiene sectores cercados brindando un acceso fácil a personas particulares y animales que transitan por el sector. Siendo la principal causa que impide tener un cierto control sobre el sitio.

No se tiene controlada la producción de lixiviados, sin embargo se les brinda un tratamiento mínimo compuesto por procesos primarios y secundarios, los cuales permiten mitigar en algún grado el manejo de los mismos.

No se cuenta con una caracterización completa de los lixiviados producidos, así como del tratamiento que reciben. Se determina la existencia de un filtro pero se desconoce su tipo y su funcionamiento. No se han realizado ensayos que determinen la eficiencia del tratamiento de estos líquidos.

El relleno aun no ha implementado tecnologías que permitan aprovechar, monitorear o realizar procesos de combustión de los gases producidos por este.

El no aprovechamiento de residuos como el papel, cartón, plástico, vidrio y metal aumentan el volumen de residuos a ser enterrados y como consecuencia disminuye la capacidad y la vida útil del relleno.

CONCLUSIONES GENERALES

La evaluación técnica de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo que operan en las cabeceras urbanas de los municipios Los Andes, Leiva y La Unión; arrojo las siguientes conclusiones por cada sistema en los tres municipios.

Sistema de acueducto:

Con el propósito de asegurar la prestación del servicio, es necesario adelantar estudios hidrológicos de las fuentes de abastecimiento del casco urbano de estos municipios, a fin de determinar caudales máximos, medios y mínimos en el tiempo.

Adelantar un programa en conjunto con las administraciones municipales, en pro del cuidado de las microcuencas abastecedoras, que incluya concientización sobre la importancia del recurso hídrico y sus implicaciones en la salud pública, en especial a los pobladores aledaños a las microcuencas.

En los sectores de captación, aducción y desarenado, se debe instalar el cerco de protección, a fin proveer aislamiento a las estructuras y fuentes de abastecimiento, y así evitar posibles alteraciones en la calidad y funcionamiento de los sistemas.

Se deben realizar caracterizaciones de agua cruda a las fuentes de abastecimiento, con el objeto de comprobar si el tratamiento existente es el adecuado y si no es así establecer la optimización de los tratamientos para determinar cuáles son los parámetros fundamentales que deben ser removidos. Con ello se daría cumplimiento a las normas Ras -2000 ítem B.3.3.2.1 y consecuentemente al decreto 1594 de 1984.

No se han adelantado estudios ni análisis que permitan determinar dosificaciones óptimas para el consumo de coagulante y cloro, a través de la elaboración de ensayos de jarras y curvas de demanda de cloro.

Como primera medida para el control y manejo de pérdidas técnicas, así como para la reducción de demanda, implementar micromedición al 100% de los suscriptores del sistema.

Los sistemas no cuentan con, planos de algunos elementos, catastro de redes y presiones de servicio, lo cual dificulta el análisis correspondiente a componentes de conducción y distribución del agua.

Sistema de alcantarillado:

No se cuenta con un catastro de redes que permita evidenciar completamente las estructuras existentes y los accesorios con los que cuenta la red, este ayudaría a determinado el estado de la misma.

El mantenimiento de estos sistemas es deficiente, se evidencian sumideros completamente deteriorados y algunos cubiertos por residuos sólidos que impiden la entrada del agua al sistema, lo cual imposibilita una operación adecuada de estos componentes. En su interior las cámaras de inspección se encuentran cubiertas por sedimentos lo cual genera taponamientos en los sistemas.

Sistema de aseo:

Los rellenos sanitarios no cuenta con planos, estos ayudarían a identificar topografía, dimensionamiento del vaso e instalación de sistemas de drenaje de lixiviados y gases, área total y volumen total.

Es necesario desarrollar un programa de contingencia en caso de no prestar el servicio de aseo, y máxime si se tiene en cuenta, que los vehículos de recolección presenta problemas que puede incurrir en la no prestación del servicio; por cuanto al no recogerse los residuos sólidos por un periodo prolongado, se genera un problema de salud pública y bienestar social.

Se requiere realizar campañas educativas de sensibilización para el manejo adecuado de los residuos sólidos, además de generar estrategias de incentivos o sanciones para quienes cumplan y para quienes incumplan con este requerimiento.

4. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones se basan en las conclusiones obtenidas por la evaluación realizada a cada sistema.

Recomendaciones propuestas para los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, que operan en la cabecera urbana del municipio de Los Andes:

Sistema de acueducto:

Realizar estudios que determinen una optimización del Desarenador existente o una construcción de un nuevo Desarenador, este componente deberá ser capaz de tratar adecuadamente caudales actuales y futuros calculados por este estudio.

Realizar un levantamiento topográfico de las estructuras de captación, líneas de aducción, Desarenador y conducción, a fin de contar con información precisa dada en planos que contengan las estructuras facilitando su ubicación y evaluación. Con esto se podrán determinar capacidades hidráulicas de las líneas de aducción y conducción.

Realizar un levantamiento topográfico de la PTAP, el cual permitirá conocer todas y cada una de las instalaciones, información precisa dada en planos que contengan las estructuras, facilitando posteriores evaluaciones y optimizaciones de los componentes.

Sistema de alcantarillado:

Verificar si los tramos que presentan fuerzas tractivas inferiores a la especificada en la norma, en condiciones de operación reales contienen depósito de sedimentos que generen taponamientos, si es así se deberá optimizar y rediseñar estos tramos.

Verificar la existencia de planos detallados de la red de alcantarillado, de lo contrario se tendrá que desarrollar su levantamiento a nivel detallado.

Instalar sumideros en las zonas determinadas, que ayuden a evacuar el caudal de escorrentía.

Sistema de aseo:

De acuerdo al tratamiento de los residuos sólidos, se debe ajustar el espesor y la compactación de las capas a las normas mencionadas en el mismo numeral.

Recomendaciones propuestas para los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, que operan en la cabecera urbana del municipio de Leiva:

Sistema de acueducto:

Adecuar y dotar elementos faltantes a todos los componentes del nuevo sistema, con el fin de complementar todas y cada una de las estructuras, poniéndolas de inmediato en operación.

Deberá mantenerse como un plan de contingencia, cuando el nuevo sistema entre en operación.

Realizar en el Municipio de Leiva los respectivos requerimientos que efectúo la entidad vigilante (CORPONARIÑO) al Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua, para su respectiva aprobación, una vez este se encuentre aprobado, la persona prestadora, en este caso la E.S.P de Leiva deberá solicitar una copia del plan; esto permitirá poseer mayor información del sistema de acueducto que facilitara posteriores evaluaciones.

Sistema de alcantarillado:

Incluir la ampliación de cobertura del sistema de alcantarillado, desarrollando el estudio específico para determinar los sectores no cubiertos y que deben ser conectados al sistema general.

Realizar en el Municipio de Leiva los respectivos requerimientos que efectúo la entidad vigilante (CORPONARIÑO) al Plan de Saneamiento y Mejo de Vertimientos, para su respectiva aprobación, una vez este se encuentre aprobado, la persona prestadora, en este caso la E.S.P de Leiva deberá solicitar una copia del plan; esto permitirá poseer mayor información del sistema de alcantarillado que facilitara posteriores evaluaciones.

Sistema de aseo:

Construir un cercamiento perimetral al sitio de disposición final, el cual impedirá el acceso a personas y animales.

Implementar los diferentes procesos para dar un tratamiento completo a los residuos sólidos, en los cuales se incluya manejo tecnificado de lixiviados, gases, plagas y olores; llevando siempre un control de estos tratamientos.

Revisar la la alta producción de residuos orgánicos, por lo cual se recomienda aprovecharlos mediante la instalación de procesos de compostaje, esto reduciría los residuos a ser enterrados y aumentaría la vida útil del relleno.

Deberán organizarse, y comenzar a controlar el proceso de reciclaje, con el fin de conocer la cantidad de residuos sólidos aprovechados.

Desarrollar un estudio que determine, si es conveniente la reubicación del relleno sanitario.

Recomendaciones propuestas para los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, que operan en la cabecera urbana del municipio de La Unión:

Sistema de acueducto:

Realizar un levantamiento topográfico de las estructuras de captación, líneas de aducción, Desarenador y conducción, a fin de contar con información precisa dada en planos que contengan las estructuras facilitando su ubicación y evaluación. Con esto se podrán determinar capacidades hidráulicas de las líneas de aducción y conducción.

Realizar un levantamiento topográfico de la PTAP, el cual permitirá conocer todas y cada una de las instalaciones, información precisa dada en planos que contengan las estructuras, facilitando posteriores evaluaciones y optimizaciones de los componentes.

Dotar de báscula para montar el cilindro de cloro gaseoso de 68 kg, para monitorear periódicamente el consumo de este desinfectante.

Tener un proceso alterno al de desinfección con cloro gaseoso, podría ser cloro granulado, esto permitiría aplicaciones permanentes del desinfectante, en cualquier eventualidad que determine la suspensión del cloro gaseoso.

Sistema de alcantarillado:

Ejecutar la optimización del sistema del alcantarillado que presenta el proyecto “Optimización de Alcantarillado Sanitario y Pluvial en la Cabecera Municipal de La Unión Departamento de Nariño”, para dar solución a la problemática que hoy presenta el municipio.

Elaborar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para el nuevo sistema de alcantarillado una vez se construya y entre a operar.

Sistema de aseo:

Elaborar un diseño de rutas que determine, las áreas de recolección en plano, direccionamientos de ruta, distancias de las rutas al sitio de disposición, tiempos muertos y de recolección.

Realizar un estudio que establezca la cantidad optima de operadores destinados a las actividades de barrido y limpieza, en pro de incrementar la cobertura de este servicio. Teniendo en cuenta la importancia que tiene el municipio en los sectores poblacional, comercial y agropecuario para la región del norte del departamento de Nariño y sur del departamento del Cauca, en el estudio se deberá contemplar como alternativa, el barrido mecánico, como una opción para mejorar el servicio de aseo.

Disponer de vehículos para los procesos de recolección, es indispensable que los camiones de recolección estén dispuestos en cualquier momento para atender este servicio, guardando una exclusividad para tal fin. La administración deberá implementar procesos de coordinación con la alcaldía municipal, los cuales permitan tener asignados los vehículos recolectores en su respectiva programación sin ningún tipo de alteración. Más sin embargo la empresa deberá proyectar a un mediano plazo la obtención de vehículos propios.

Construir un cercamiento perimetral al sitio de disposición final, el cual impedirá el acceso a personas y animales.

Implementar los diferentes procesos para dar un tratamiento completo a los residuos sólidos, en los cuales se incluya manejo tecnificado de lixiviados, gases, plagas y olores; llevando siempre un control de estos tratamientos.

Organizar y comenzar a controlar el proceso de reciclaje, con el fin de conocer la cantidad de residuos sólidos aprovechados.

RECOMENDACIONES GENERALES

Se determinan las siguientes recomendaciones generales para los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo que operan en las cabeceras urbanas de los municipios Los Andes, Leiva y La Unión.

Sistema de Acueducto:

Diseñar y construir estructuras hidráulicas que permitan establecer caudales captados desde las fuentes de abastecimiento, para tener un control de los caudales otorgados por la concesión de aguas.

Revisar la entrada de la PTAP, por lo que se cuenta con una canaleta Parshall, mediante la cual es posible la determinación de caudales influentes, podría requerirse de la instalación de un macromedidor para la obtención de datos de caudales de entrada con ello se verificaría la aforación y se tendrían resultados con mayor precisión siempre y cuando se lleve un registro diario.

Resisar la salida de la PTAP, por lo cual debe instalarse de un macromedidor con el fin de establecer los volúmenes entregados al sistema de distribución de agua potable y así capturar datos de consumos confiables, además de obtener el consumo real en la PTAP.

Dotar a la PTAP de un equipo completo de laboratorio para el control de calidad del agua influente y efluente al sistema de tratamiento, que este a cargo de una persona capacitada para tales fines. Se debe disponer de la serie de dosis y condiciones óptimas para la aplicación de coagulante, cloro gaseoso y granulado, a aplicar dentro un rango de calidad de agua dada a la entrada y en la PTAP misma.

Adoptar un método de dosificación que se sustente en ensayos de laboratorio u otros estudios como el ensayo de jarras para determinar la dosis optima de sulfato de aluminio para el proceso de coagulación; el estudio y determinación de la curva de demanda de cloro dependiendo de las características del agua a tratar.

Llevar registros de caudal influente a la PTAP y consumos de coagulante.

Dotar un dosificador de cloro gaseoso para reserva.

Elaborar un plan que permita identificar conexiones erradas y fraudulentas con el fin de controlar la demanda y las pérdidas técnicas.

Implementar de un programa de reducción y control de las mismas que permita obtener un porcentaje máximo del 25%, tal como lo establece en el artículo 1° de la resolución 2320 del 2009, por lo que el porcentaje de pérdidas técnicas de los sistemas de acueducto, Los Andes con 65%, Leiva con 71,5% y La Unión con 70%; por lo tanto,

Instalar los puntos de muestreo en la red de distribución de agua, ciñéndose a las normas establecidas.

Realizar un levantamiento topográfico del sistema de distribución, a fin de contar con información precisa dada en planos facilitando su evaluación. Con esto se podrán determinar capacidades hidráulicas y presiones de servicio. Se deberá elaborar el catastro de redes esto permitirá conocer y determinar en qué estado se encuentran.

Elaborar manuales de operación y mantenimiento del sistema, donde se identifiquen y desarrollen todos los procedimientos técnicos que se implementen para el buen funcionamiento de los componentes del mismo, considerando mantenimientos preventivos a cada estructura para evitar problemas mayores en el futuro. Y con ello se da cumplimiento a las normas establecidas para estos sistemas.

Sistema de alcantarillado:

Elaborar el catastro de redes de alcantarillado, esto determinaría una completa evaluación.

Reducir los puntos de vertimiento, con el fin de poder implementar tratamientos de aguas residuales y disminuir los niveles de contaminación a las fuentes hídricas.

Implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales, que reduzca los niveles de contaminación en las fuentes receptoras.

Realizar un mantenimiento periódico, para evitar taponamientos.

Sistema de aseo:

Actualizar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Dotar a los procesos de barrido y limpieza con carros manuales, herramientas que optimizarían el proceso de limpieza.

Dotar al personal involucrado en la recolección y manejo de los residuos, de los elementos necesarios de protección. Se requiere brindar capacitación permanente a los operarios del sistema de tratamiento de los residuos sólidos.

Implementar un método que permita conocer y registrar el peso del vehículo recolector a la entrada del relleno sanitario.

Realizar mediciones y llevar un registro, de caudal de entrada al tanque de almacenamiento de lixiviados, dato importante para determinar el funcionamiento del drenaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCALDÍA MUNICIPAL DE LOS ANDES. Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA), Los Andes 2008.

--------, Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), Sotomayor Diciembre de 2010.

--------, Empresa de Servicios Públicos de Sotomayor S.A. E.S.P. Plan de Saneamientos y Manejo de Vertimientos (PSMV), Sotomayor Junio de 2007.

--------. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Los Andes (PGIRS), Los Andes Octubre de 2005.

--------. Plan de Desarrollo "Con la participación de todos hacia el progreso de Los Andes, con dios obras y lucha, el amigo de siempre vuelve al servicio del pueblo", Los Andes 2008.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE LEIVA. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), Leiva 2008.

--------. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), Leiva Noviembre de 2009.

--------. Proyecto Plan Maestro de Acueducto, Leiva Agosto de 2009.

--------. Plan de Contingencia Acueductos, Leiva 2008 – 2011.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE LA UNIÓN. Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA), La Unión 2009.

--------. Plan de Saneamientos y Manejo de Vertimientos (PSMV), La Unión 2008 – 2011.

--------. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de La Unión (PGIRS), La Unión 2008 – 2011.

--------. Justificación del proyecto "Optimización Alcantarillado Sanitario y Pluvial en la Cabecera Municipal de La Unión Departamento de Nariño", La Unión 2011.

EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS MUNICIPALES "EMLAUNIÓN". Plan de Contingencias Acueducto, La Unión Abril de 2011.

--------. Indicadores de Los Servicios Públicos, La Unión 2010 – 2011.

CORPONARIÑO. Caracterización Ambiental de Nariño, San Juan de Pasto Julio de 2010.

GOBERNACIÓN DE NARIÑO. Plan Estratégico de Inversiones PDA Nariño – Secretaria de Planeación Departamental, San Juan de Pasto Abril de 2010.

--------. Plan de Desarrollo Departamental – Gabinete Departamental, San Juan de Pasto Mayo de 2012.

--------. Manual Operativo PDA Nariño – Secretaria de Planeación Departamental, San Juan de Pasto Abril de 2010.

--------. Pliego de Condiciones Definitivo del contrato de consultoría para la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, San Juan de Pasto Febrero de 2011.

--------. Plan de Desarrollo Departamental Nariño Mejor, San Juan de Pasto Mayo de 2012.

INSTITUTO DEPARTAMENTAL DE SALUD. Informe Gestión Vigilancia de la Calidad de Agua Para Consumo Humano Año 2010, San Juan de Pasto 2010.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 3200 de 2008: Normas sobre Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento y se dictan otras disposiciones, Bogotá D.C Agosto de 2008.

--------. Resolución Número 2115: Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencia del sistema de control y vigilancia para la calidad de agua para consumo humano, Santafé de Bogotá D.C Junio de 2007.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamente Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000, Santafé de Bogotá D.C Noviembre de 2000.

--------. Inventario Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Tomo 8 Pacifico Esquemas de Los Sistemas Municipales, Santafé de Bogotá D.C Octubre de 2001.

UNIÓN TEMPORAL COLOMBIA. Diagnóstico Componente Técnico – Municipio de Los Andes, Junio 2008.

--------. Diagnóstico Componente Técnico – Municipio de Leiva, Junio 2008.

ANEXOS

Anexo A. Mediciones volumétricas en los tanques de almacenamiento de Los Andes

Dimensiones Tanques de Almacenamiento PTAP			
N°1	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
Total	9,64	4,94	4
Útil	8,98	4,45	3,7
N°2	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
Total	9,64	4,94	4
Útil	8,98	4,45	3,7
Volumen de Almacenamiento en Funcionamiento m3 (T.N°1 Y N°2)			295,71

Aforación de Tanques de Almacenamiento 1/09/2011					
N°1	Caudal de Entrada			Volumen de agua (m3)	Caudal (l/s)
Tiempo (Min)		Lectura h (m)			
T0 =	0	h0 =	3,10	0,80	2,66
T1 =	5	h1 =	3,08	0,40	1,33
T2 =	10	h2 =	3,07	0,40	1,33
T3 =	15	h3 =	3,06	PROMEDIO	1,78
Aforación de Tanques de Almacenamiento 1/09/2011					
N°2	Caudal de Entrada			Volumen de agua (m3)	Caudal (l/s)
Tiempo (Min)		Lectura h (m)			
T0 =	0,00	h0 =	1,08	2,80	23,08
T1 =	2,02	h1 =	1,01	2,80	23,42
T2 =	4,01	h2 =	0,94	2,00	16,74
T3 =	6,00	h3 =	0,89	2,40	19,98
T4 =	8,00	h4 =	0,83	2,00	16,57
T5 =	10,01	h5 =	0,78	PROMEDIO	19,96
Total Agua producida (l/s)					21,73

Anexo B. Especificaciones técnicas tubería alcantarillado sanitario de Los Andes

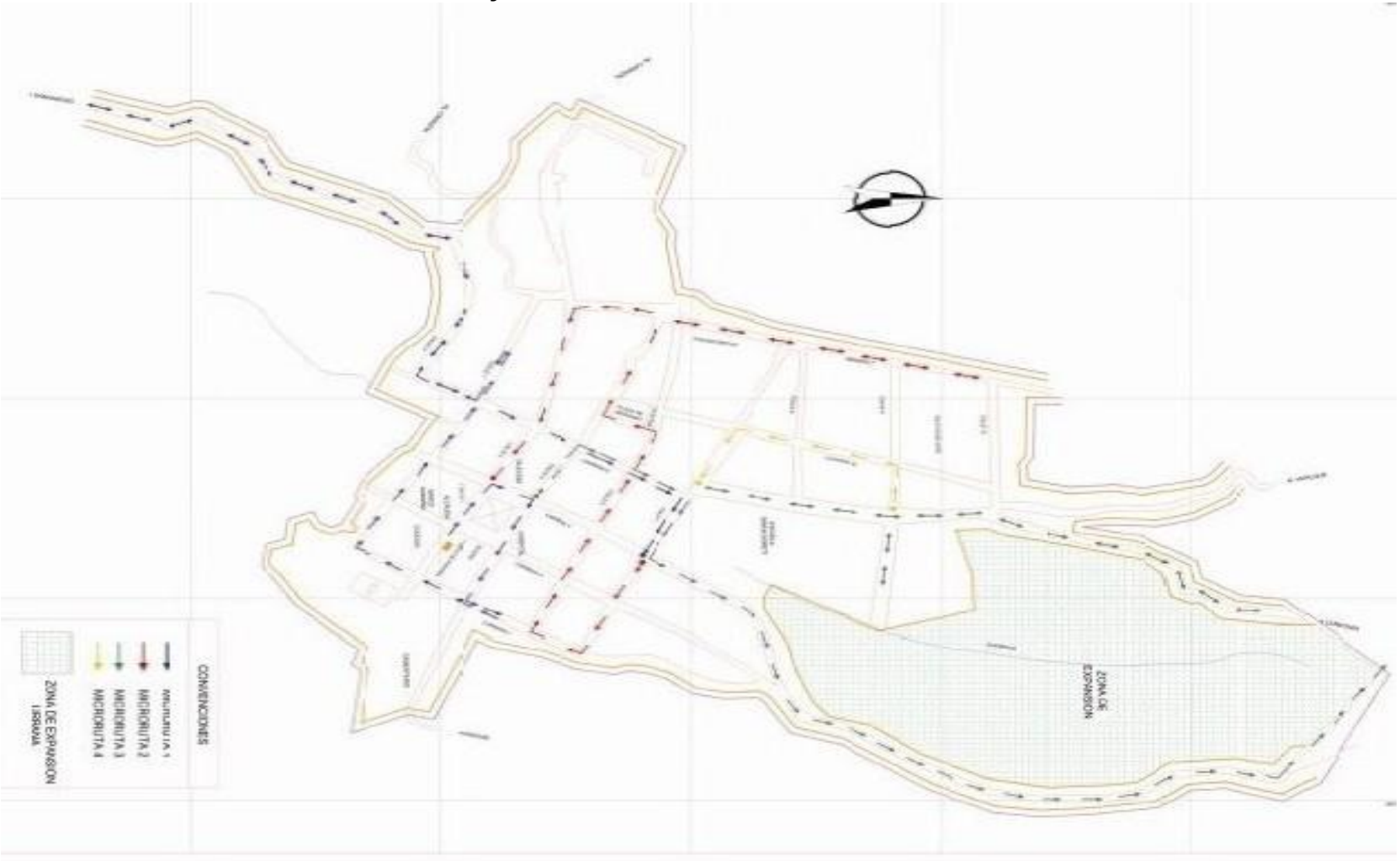
No	TRAMO		CAUDAL DISEÑO	LONGITUD	PEND	ESPECIFICACIONES TUBERÍA			
	DE	A		m	%	MAT	DIAM	EX	INT
1	P0	P1	6,15	40	3,25	PVC	8	200	182
2	P1	P2	5,46	32	7,97	PVC	8	200	182
3	P2	P3	4,58	24	27,29	PVC	8	200	182
4	P3	P4	5,01	28	12,68	PVC	8	200	182
5	P4	P5	4,79	30	3,17	PVC	8	200	182
6	P5	P6	7,04	40	16,13	PVC	8	200	182
7	P6	P7	5,50	30	19,83	PVC	8	200	182
8	P7	P8	6,58	38	12,24	PVC	8	200	182
9	P8	P9	7,81	46	12,07	PVC	8	200	182
10	P14	P9	12,31	84	6,19	PVC	8	200	182
11	P9	P11	9,73	65	5,15	PVC	8	200	182
12	PIT	P59	3,47	144	1,50	PVC	8	200	182
13	P58	P12	5,87	189	0,19	PVC	8	200	182
14	P12	P11	9,91	50	1,60	PVC	8	200	182
15	P15	P11	4,88	66	18,64	PVC	8	200	182
16	P11	P13	10,15	64	6,80	PVC	8	200	182
17	P17	P14	8,93	65	2,77	PVC	8	200	182
18	P14	P15	11,40	50	21,10	PVC	8	200	182
19	P21	P22	5,35	58	0,78	PVC	8	200	182
20	P22	P14	7,62	72	1,25	PVC	8	200	182
21	P20	P19	9,75	68	2,72	PVC	8	200	182
22	P19	P18	9,67	62	2,98	PVC	8	200	182
23	P18	P16	9,60	30	2,17	PVC	8	200	182
24	P16	P15	4,67	70	9,07	PVC	8	200	182
25	P15	P13	9,87	70	3,36	PVC	8	200	182
26	P17	P19	8,10	148	2,30	PVC	8	200	182
27	P17	P16	20,67	111	5,40	PVC	8	200	182
28	P37	P24	LPS	136	12,21	PVC	8	200	182
29	P24	P23	19,83	46	3,80	PVC	8	200	182
30	P9	P23	7,09	52	3,46	PVC	8	200	182
31	P22	P23	7,84	80	10,63	PVC	8	200	182
32	P23	P28	12,56	64	8,98	PVC	8	200	182
33	P35	P34	10,21	28	8,93	PVC	8	200	182
34	P34	P28	4,91	54	10,09	PVC	8	200	182
35	P27	P28	8,85	54	5,56	PVC	8	200	182
36	P28	P32	11,41	63	12,46	PVC	8	200	182
37	P33	P32	10,30	22	4,55	PVC	8	200	182
38	P32	P31	3,77	80	3,44	PVC	8	200	182
39	P22	P27	11,30	74	15,27	PVC	8	200	182
40	P27	P31	12,19	60	22,75	PVC	8	200	182
41	P21	P26	10,46	74	15,95	PVC	8	200	182
42	P25	P26	12,12	74	4,19	PVC	8	200	182
43	P20	P25	10,79	75	10,00	PVC	8	200	182

No	TRAMO		CAUDAL DISEÑO	LONGITUD	ESPECIFICACIONES TUBERÍA			
44	P26	P27	9,87	80	PVC	8	200	182
45	P25	P29	11,88	58	PVC	8	200	182
46	P29	P30	9,69	70	PVC	8	200	182
47	P26	P30	10,47	60	PVC	8	200	182
48	P51	P30	10,03	90	PVC	8	200	182
49	P30	P31	11,76	67	PVC	8	200	182
50	P31	P52	10,33	50	PVC	8	200	182
51	P52	P53	7,93	57	PVC	8	200	182
52	P38	P36	12,75	129	PVC	8	200	182
53	P36	P35	4,61	44	PVC	8	200	182
54	P35	P43	10,59	118	PVC	8	200	182
55	P39	P40	9,06	103	PVC	8	200	182
56	P43	P44	9,28	97	PVC	8	200	182
57	P39	P43	14,36	176	PVC	8	200	182
58	P43	P33	8,41	64	PVC	8	200	182
59	P41	P40	12,52	141	PVC	8	200	182
60	P40	P44	16,80	176	PVC	8	200	182
61	P44	P45	13,24	153	PVC	8	200	182
62	P41	P45	18,76	188	PVC	8	200	182
63	P45	P46	13,63	153	PVC	8	200	182
64	P41	P42	9,45	150	PVC	8	200	182
65	P42	P46	18,97	194	PVC	8	200	182
66	P46	P47	3,2	41	PVC	8	200	182
67	P46	P50	3,91	32	PVC	8	200	182
68	P50	P49	2,19	18	PVC	8	200	182
69	P43	P33	11,26	118	PVC	8	200	182
70	P33	P47	12,28	150	PVC	8	200	182
71	P44	P47	10,86	109	PVC	8	200	182
72	P47	P48	10,84	144	PVC	8	200	182
73	P45	P48	9,65	91	PVC	8	200	182
74	P48	P49	12,31	150	PVC	8	200	182
75	P49	P50	1,22	10	PVC	8	200	182
76	PIH	P50	7,11	88	PVC	8	200	182
77	P50	P60	3,40	24	PVC	8	200	182
78	P59	P60	30,65	146	PVC	8	200	182
79	PIPL	P61	4,95	73	PVC	8	200	182
80	P52	P53	9,14	57	PVC	8	200	182
81	P53	P54	6,11	66	PVC	8	200	182
82	P51	P54	2,36	84	PVC	8	200	182
83	P54	P55	1,52	89	PVC	8	200	182
84	P55	P56	3,65	388	PVC	8	200	182
85	PIC	P56	2,71	330	PVC	8	200	182
86	P49	P58	2,71	124	PVC	8	200	182
87	PISI	P57	4,83	70	PVC	8	200	182
88	P10	P5	3,08	28	PVC	8	200	182

Anexo C. Esquema general de las redes de alcantarillado de Los Andes

Fuente: PSMV Municipio de Los Andes, año 2007.

Anexo D. Áreas de recolección y direccionamiento de cada ruta. Sistema de aseo de Los Andes



Fuente: PGIRS Municipio de Los Andes, año 2005.

Anexo E. Puntos críticos de la red de alcantarillado del municipio de La Unión

PUNTOS CRITICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE LA UNION		
	TRAMOS	OBSERVACION
EMISOR 1	1,2,	Velocidad inferior
EMISOR 2	18a,19	Velocidad inferior
	11a,19a	Velocidad inferior
	24a,25a	velocidad y esfuerzo inferior
	27a,28a.	velocidad y esfuerzo inferior
EMISOR 3	1b,2b	velocidad esfuerzo y diámetro inferior al mínimo
	2b,3b	diámetro mínimo
	3b,4b	diámetro mínimo
	4b,5b	diámetro mínimo
	5b,6b	diámetro mínimo
	6b,7b	diámetro mínimo
	7b,8b	diámetro mínimo
	8b,9b	diámetro mínimo
	9b,10b	diámetro mínimo
	10b,11b	diámetro mínimo
	11b,12b	diámetro mínimo
	12b,13b	diámetro mínimo
EMISOR 4	BIEN	
EMISOR 5	20,21	velocidad y esfuerzo inferior
	27,28	velocidad y esfuerzo superior
	40E,96	velocidad y esfuerzo superior
	96,98	velocidad y esfuerzo superior
	98A,10	velocidad y esfuerzo superior
	116,117	velocidad y esfuerzo inferior
	117,118	velocidad y esfuerzo inferior
	121,122	velocidad y esfuerzo inferior
	1F,2F	velocidad y esfuerzo inferior
	4F,5F	velocidad y esfuerzo inferior
	5F,6F	velocidad y esfuerzo inferior
	6F,7F	velocidad y esfuerzo inferior
	12F,13F	velocidad y esfuerzo superior
	123,124	velocidad y esfuerzo inferior
	124,125	velocidad y esfuerzo inferior
	127,128	velocidad y esfuerzo inferior
	136,137	velocidad y esfuerzo inferior
	141,142	velocidad y esfuerzo inferior
	144,145	velocidad y esfuerzo superior
	6G,7G	diámetro mínimo
	7G,8G	diámetro mínimo
	8G,9G	diámetro mínimo
	9G,10G	diámetro mínimo
	10G,11G	diámetro mínimo

EMISOR 5	11G,12G	diámetro mínimo
	12G,13G	diámetro mínimo
	13G,14G	diámetro mínimo
	14G,15G	diámetro mínimo
	15G,16G	diámetro mínimo
	16G,148	esfuerzo superior y diámetro mínimo
	148,149	diámetro mínimo
	225,236	diámetro mínimo
	236,237	diámetro mínimo
	237,235	diámetro mínimo
	226,234	diámetro mínimo
	234,235	diámetro mínimo
	235,241	diámetro mínimo
	227,238	diámetro mínimo
	238,239	diámetro mínimo
	239,24	diámetro mínimo
	240,241	diámetro mínimo
	241,242	esfuerzo superior y diámetro mínimo
	242,243	esfuerzo superior y diámetro mínimo
	243,244	diámetro mínimo
	232,233	Velocidad inferior
	12E,151	velocidad y esfuerzo inferior
	183,187	esfuerzo superior
	188A,189	esfuerzo superior
	184,202	velocidad y esfuerzo inferior
	202,203	velocidad y esfuerzo inferior
	210,211	esfuerzo superior
	1J,2J	velocidad esfuerzo y diámetro inferior al mínimo
	2J,3J	diámetro mínimo
	3J,4J	diámetro mínimo
	4J,5J	diámetro mínimo
	5J,6J	diámetro mínimo
	6J,7J	diámetro mínimo
	7J,8J	diámetro mínimo
	8J,9J	diámetro mínimo
	9J,10J	esfuerzo superior y diámetro mínimo
	10J,213	diámetro mínimo
	1K,2K	diámetro mínimo
	2K,3K	diámetro mínimo
	3K,4K	diámetro mínimo
	4K,5K	diámetro mínimo
	5K,6K	esfuerzo superior y diámetro mínimo
	8K,7K	diámetro mínimo
	7K,6K	diámetro mínimo
	6K,224	diámetro mínimo
	224,225	diámetro mínimo
	225,226	diámetro mínimo
	226,227	diámetro mínimo
	227,228	esfuerzo superior y diámetro mínimo
	228,229	diámetro mínimo
	229,22A	diámetro mínimo

EMISOR 5	22A,230	diametro minimo
	230,22	diametro minimo
	220,221	diametro minimo
	251,252	esfuerzo superior
	253,254	velocidad y esfuerzo superior
	255, DESCARGA	esfuerzo superior
EMISOR 6	OK	
EMISOR 7	7J, DESCARGA	esfuerzo superior

Fuente: PSMV Municipio de La Unión, año 2010.

Anexo F. Colmatación de sumideros en el casco urbano de Los andes

Fuente: EOT Municipio de Los Andes, año 2010.

Anexo G. Capacidad hidráulica de Desarenadores

FICHA TECNICA DESARENADOR - EL CUCHO MUNICIPIO DE LOS ANDES

1. Cálculo de la velocidad de sedimentación (V_s)		**3. Cálculo del tiempo de retención hidráulica (a)**	
Parámetros básicos para el chequeo		Grado del desarenador:	1
Temperatura del Agua, (T)	20 °C	**Clasificación:**	
Viscosidad Cinemática del Agua (µ)	0,01011 cm^2/s	Malos deflectores o sin ellos	1
Tamaño de Partícula (d) - según RAS (Con Tratamiento Posterior)	0,009 cm	Deflectores Buenos	2
		Muy Buenos Deflectores	3
Porcentaje de Remoción (%R)	87,5 %	Eficiencia (rango de 75-87,5)	87,5%
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s^2	Factor a/t (Numero de Hazen)	7
Peso Específico de la Arena - r_S	2,65 gr/cm^3	**Tiempo de Retención Hidráulica**	**24,3 mínutos**
Peso Específico del Agua - r	1 gr/cm^3	**4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador (Q)**	
Con la ecuación de STOKES se calcula la velocidad de sedimentación		Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	**Q= 10,72 L/s**
V_S= [g * (r_S - r) * d^2] / (18 * µ)	**V_S= 0,721 cm/s**	Chequeo Número de Reynolds (ØpartxVsed)/(Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,642
2. Cálculo del tiempo de sedimentación (t)			
Dimensiones del Desarenador		**5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal**	
Profundidad Útil (Hu)	1,5 m cumple		
Largo Útil (Lu)	4,34 m	Velocidad Horizontal VH = Q/Área Transversal (VH < 0,25 m/s) RAS	**0,003 m/s OK**
Ancho Útil (Au)	2,4 m		
Volumen del Desarenador (Vt)	15,62 m^3	Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv<20 RAS 2000)	**Rv = 2,42 OK**
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,6 m		
Relación entre (Lu/Hu)	7 **No** cumple	**Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,009 cm, eficiencia del 87,5%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 10,72 L/s.**	
Pendiente de fondo (%)	6,7 cumple		
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	**208,15 s**		

FICHA TECNICA DESARENADOR EN FUNCIONAMIENTO - LA LUCHA MUNICIPIO DE LEIVA

1. Cálculo de la velocidad de sedimentación (V_s)		**3. Cálculo del tiempo de retención hidráulica (a)**	
Parámetros básicos para el chequeo		Grado del desarenador:	1
Temperatura del Agua, (T)	20 °C	**Clasificación:**	
Viscosidad Cinemática del Agua (µ)	0,01011 cm^2/s	Malos deflectores o sin ellos	1
Tamaño de Partícula (d) - según RAS (Con Tratamiento Posterior)	0,009 cm	Deflectores Buenos	2
		Muy Buenos Deflectores	3
Porcentaje de Remoción (%R)	87,5 %	Eficiencia (rango de 75-87,5)	87,5%
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s^2	Factor a/t (Numero de Hazen)	7
Peso Específico de la Arena - r_S	2,65 gr/cm^3	**Tiempo de Retención Hidráulica**	**24,3 mínutos**
Peso Específico del Agua - r	1 gr/cm^3	**4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador (Q)**	
Con la ecuación de STOKES se calcula la velocidad de sedimentación		Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	**Q= 6,34 L/s**
V_S= [g * (r_S - r) * d^2] / (18 * µ)	**V_S= 0,721 cm/s**	Chequeo Número de Reynolds (ØpartxVsed)/(Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,642
2. Cálculo del tiempo de sedimentación (t)			
Dimensiones del Desarenador		**5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal**	
Profundidad Útil (Hu)	1,5 m cumple		
Largo Útil (Lu)	5,6 m	Velocidad Horizontal VH = Q/Área Transversal (VH < 0,25 m/s) RAS	**0,004 m/s OK**
Ancho Útil (Au)	1,1 m		
Volumen del Desarenador (Vt)	9,24 m^3	Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv<20 RAS 2000)	**Rv = 1,88 OK**
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,45 m		
Relación entre (Lu/Hu)	12 **No** cumple	**Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,009 cm, eficiencia del 87,5%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 6,34 L/s.**	
Pendiente de fondo (%)	6,7 cumple		
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	**208,15 s**		

FICHA TECNICA DESARENADOR NUEVO SISTEMA (AUN NO ENTRA EN OPERACIÓN) - LA LUCHA MUNICIPIO DE LEIVA

1. Cálculo de la velocidad de sedimentación (V_s)	
Parámetros básicos para el chequeo	
Temperatura del Agua, (T)	20 °C
Viscosidad Cinemática del Agua (µ)	0,01011 cm^2/s
Tamaño de Partícula (d) - según RAS (Con Tratamiento Posterior)	0,009 cm
Porcentaje de Remoción (%R)	87,5 %
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s^2
Peso Específico de la Arena - r_S	2,65 gr/cm^3
Peso Específico del Agua - r	1 gr/cm^3
Con la ecuación de STOKES se calcula la velocidad de sedimentación	
$V_S = [g * (r_S - r) * d^2] / (18 * \mu)$	**V_S= 0,721 cm/s**
2. Cálculo del tiempo de sedimentación (t)	
Dimensiones del Desarenador	
Profundidad Útil (Hu)	1,5 m cumple
Largo Útil (Lu)	7,78 m
Ancho Útil (Au)	2,45 m
Volumen del Desarenador (Vt)	28,59 m^3
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,45 m
Relación entre (Lu/Hu)	17 **No** cumple
Pendiente de fondo (%)	6,7 cumple
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	**208,15 s**

3. Cálculo del tiempo de retención hidráulica (a)	
Grado del desarenador:	1
Clasificación:	
Malos deflectores o sin ellos	1
Deflectores Buenos	2
Muy Buenos Deflectores	3
Eficiencia (rango de 75-87,5)	87,5%
Factor a/t (Numero de Hazen)	7
Tiempo de Retención Hidráulica (a)	**24,3 mínutos**
4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador (Q)	
Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	**Q= 19,62 L/s**
Chequeo Número de Reynolds (ØpartxVsed)/(Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,642
5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal	
Velocidad Horizontal VH = Q/Área Transversal (VH < 0,25 m/s) RAS	**0,005 m/s OK**
Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv<20 RAS 2000)	**Rv = 1,35 OK**
Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,009 cm, eficiencia del 87,5%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 19,62 L/s.	

FICHA TECNICA DESARENADOR - LOS MOLINOS MUNICIPIO DE LA UNIÓN

1. Cálculo de la velocidad de sedimentación (V_s)	
Parámetros básicos para el chequeo	
Temperatura del Agua, (T)	20 °C
Viscosidad Cinemática del Agua (µ)	0,01011 cm^2/s
Tamaño de Partícula (d) - según RAS (Con Tratamiento Posterior)	0,009 cm
Porcentaje de Remoción (%R)	87,5 %
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s^2
Peso Específico de la Arena - r_S	2,65 gr/cm^3
Peso Específico del Agua - r	1 gr/cm^3
Con la ecuación de STOKES se calcula la velocidad de sedimentación	
$V_S = [g * (r_S - r) * d^2] / (18 * \mu)$	**V_S= 0,721 cm/s**
2. Cálculo del tiempo de sedimentación (t)	
Dimensiones del Desarenador	
Profundidad Útil (Hu)	1,7 m **No** cumple
Largo Útil (Lu)	9,34 m
Ancho Útil (Au)	3,65 m
Volumen del Desarenador (Vt)	57,95 m^3
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,3 m
Relación entre (Lu/Hu)	31 **No** cumple
Pendiente de fondo (%)	6,7 cumple
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	**235,91 s**

3. Cálculo del tiempo de retención hidráulica (a)	
Grado del desarenador:	1
Clasificación:	
Malos deflectores o sin ellos	1
Deflectores Buenos	2
Muy Buenos Deflectores	3
Eficiencia (rango de 75-87,5)	87,5%
Factor a/t (Numero de Hazen)	7
Tiempo de Retención Hidráulica (a)	**27,5 mínutos**
4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador (Q)	
Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	**Q= 35,10 L/s**
Chequeo Número de Reynolds (ØpartxVsed)/(Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,642
5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal	
Velocidad Horizontal VH = Q/Área Transversal (VH < 0,25 m/s) RAS	**0,006 m/s OK**
Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv<20 RAS 2000)	**Rv = 1,27 OK**
Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,009 cm, eficiencia del 87,5%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 35,10 L/s.	

FICHA TECNICA DESARENADOR - CANCHALA - EL VIRINGO MUNICIPIO DE LA UNIÓN			
1. Cálculo de la velocidad de sedimentación (V_s)		**3. Cálculo del tiempo de retención hidráulica (a)**	
Parámetros básicos para el chequeo		Grado del desarenador:	1
Temperatura del Agua, (T)	20 °C	**Clasificación:**	
Viscosidad Cinemática del Agua (μ)	0,01011 cm^2/s	Malos deflectores o sin ellos	1
Tamaño de Partícula (d) - según RAS (Con Tratamiento Posterior)	0,009 cm	Deflectores Buenos	2
		Muy Buenos Deflectores	3
Porcentaje de Remoción (%R)	87,5 %	Eficiencia (rango de 75-87,5)	87,5%
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s^2	Factor a/t (Numero de Hazen)	7
Peso Específico de la Arena - r_S	2,65 gr/cm^3	**Tiempo de Retención Hidráulica (a)**	**23,5 mínutos**
Peso Específico del Agua - r	1 gr/cm^3	**4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador (Q)**	
Con la ecuación de STOKES se calcula la velocidad de sedimentación		Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	**Q= 23,28 L/s**
V_S= [g * (r_S - r) * d^2] / (18 * μ)	**V_S= 0,721 cm/s**	Chequeo Número de Reynolds (ØpartxVsed)/(Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,642
2. Cálculo del tiempo de sedimentación (t)		**5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal**	
Dimensiones del Desarenador			
Profundidad Útil (Hu)	1,45 m cumple		
Largo Útil (Lu)	9,5 m	Velocidad Horizontal VH = Q/Área Transversal (VH < 0,25 m/s) RAS	**0,007 m/s OK**
Ancho Útil (Au)	2,38 m		
Volumen del Desarenador (Vt)	32,78 m^3	Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv<20 RAS 2000)	**Rv = 1,07 OK**
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,45 m		
Relación entre (Lu/Hu)	21 **No** cumple	**Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,009 cm, eficiencia del 87,5%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 23,28 L/s.**	
Pendiente de fondo (%)	6,7 cumple		
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	**201,22 s**		

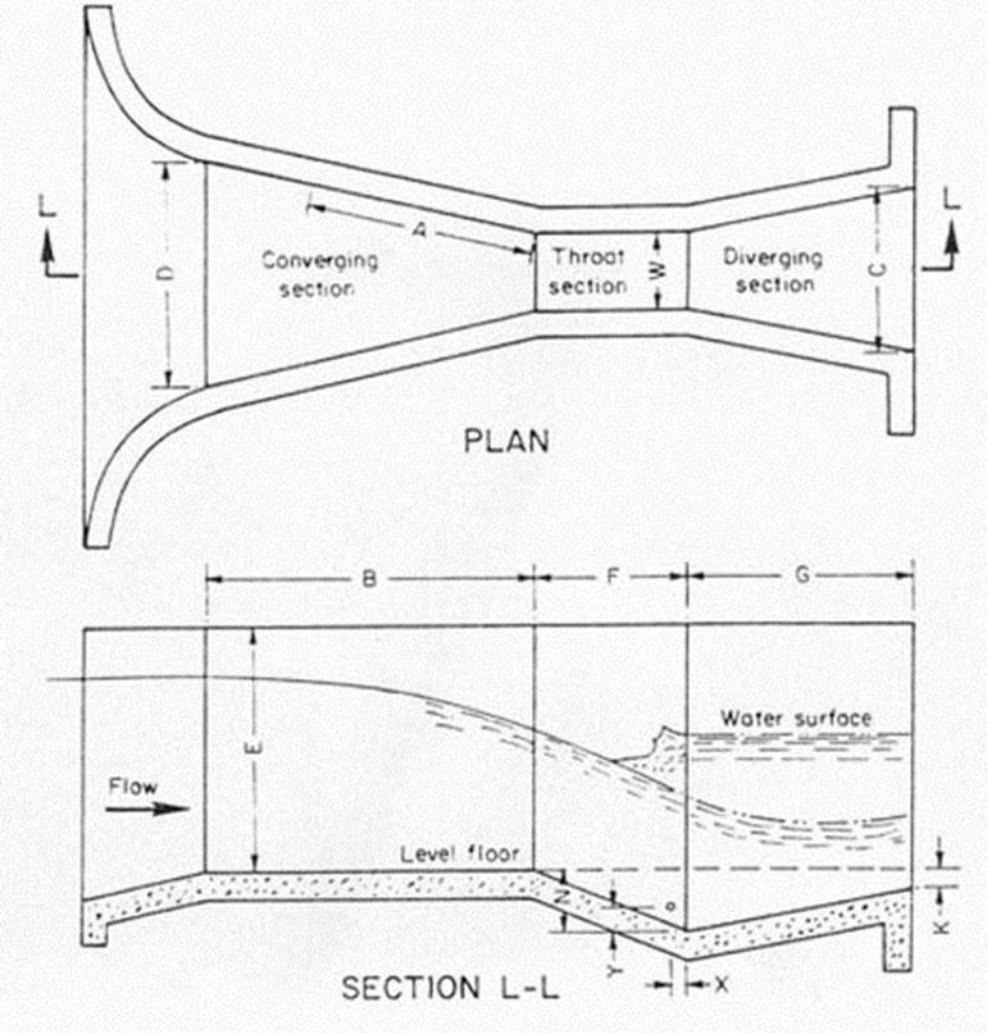
Anexo H. Tabla de peso específico y velocidad del agua para diferentes temperaturas, numero de Hazen

Temperatura (º C)	Peso Específico (Kgf/m^3)	Viscosidad Absoluta (g/cm-s)	Viscosidad Absoluta ($Kgf\text{-}s/m^3$)	Viscosidad Cinematica (cm^2/s)
0	1000	0,017920	0,000183	0,017922
1	1000	0,017320	0,000177	0,017321
2	1000	0,016740	0,000171	0,016741
3	1000	0,016190	0,000165	0,016190
4	1000	0,015680	0,000160	0,015680
5	1000	0,015190	0,000155	0,015190
6	1000	0,014730	0,000150	0,014730
7	1000	0,014290	0,000146	0,014291
8	1000	0,013870	0,000142	0,013872
9	1000	0,013480	0,000138	0,013483
10	1000	0,013100	0,000134	0,013104
11	1000	0,012740	0,000130	0,012745
12	1000	0,012390	0,000126	0,012396
13	999	0,012060	0,000123	0,012067
14	999	0,011750	0,000120	0,011759
15	999	0,011450	0,000117	0,011460
16	999	0,011160	0,000114	0,011173
17	999	0,010880	0,000111	0,010893
18	999	0,010600	0,000108	0,010615
19	998	0,010340	0,000106	0,010356
20	998	0,010090	0,000103	0,010108
21	998	0,009840	0,000100	0,009860
22	998	0,009610	0,000098	0,009631
23	998	0,009380	0,000096	0,009403
24	997	0,009160	0,000093	0,009185
25	997	0,008950	0,000091	0,008976
26	997	0,008750	0,000089	0,008778
27	997	0,008550	0,000087	0,008580
28	996	0,008360	0,000085	0,008391
29	996	0,008180	0,000083	0,008213
30	996	0,008000	0,000082	0,008035

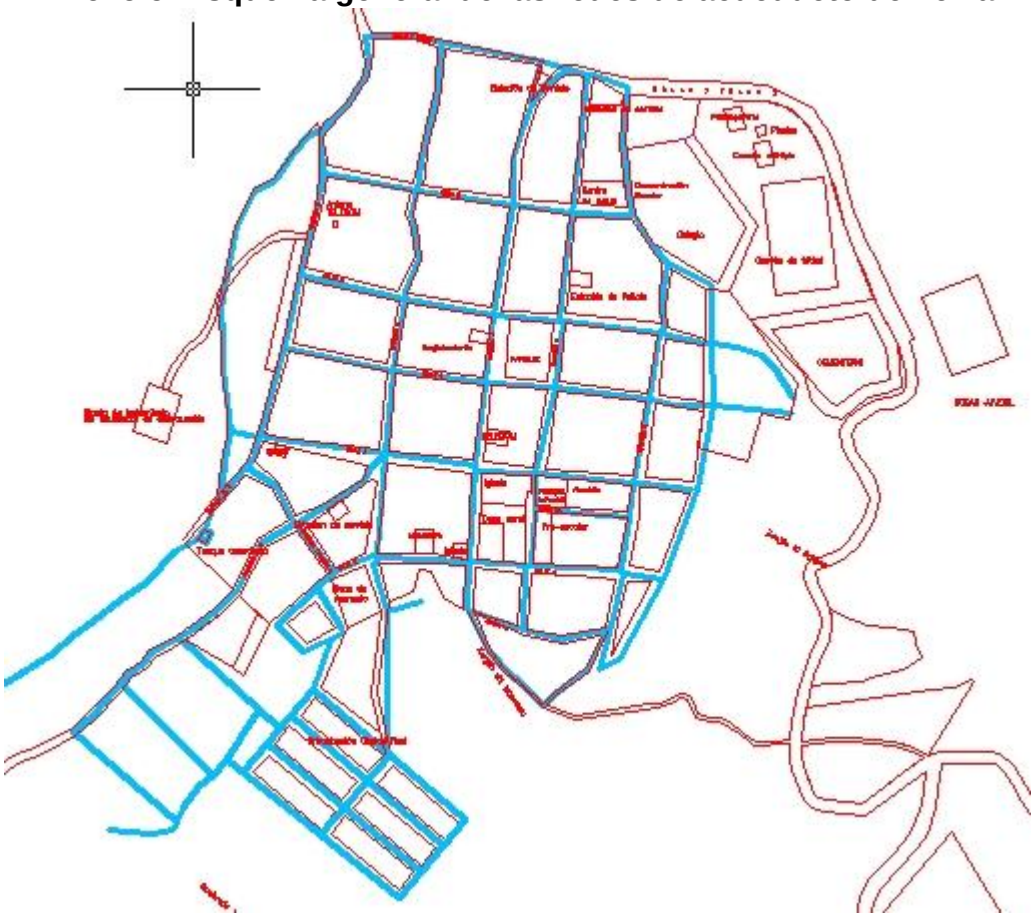
NUMERO DE HAZEN		
Eficiencia Condiciones	**87,5**	**75**
1	7,00	3,00
2	2,75	1,66
3	2,37	1,52

Anexo I. Capacidad hidráulica canaleta Parshall

Ancho de garganta (W):	A	B	C	D	E	F	G	K	N	K	n	Capacidad (L/s)	
												Mínima	Máxima
1	0,3630	0,3560	0,0930	0,1680	0,2290	0,0760	0,2030	0,0190	0,0290				
3	0,4660	0,4570	0,1780	0,2590	0,3810	0,1520	0,3050	0,0250	0,0570	0,176	1,547	0,85	53,80
6	**0,6210**	**0,6100**	**0,3940**	**0,4030**	**0,4570**	**0,3050**	**0,6100**	**0,0760**	**0,1140**	**0,381**	**1,580**	**1,52**	**110,40**
9	0,8800	0,8640	0,3800	0,5750	0,6100	0,3050	0,4570	0,0760	0,1140	0,535	1,530	2,55	251,90

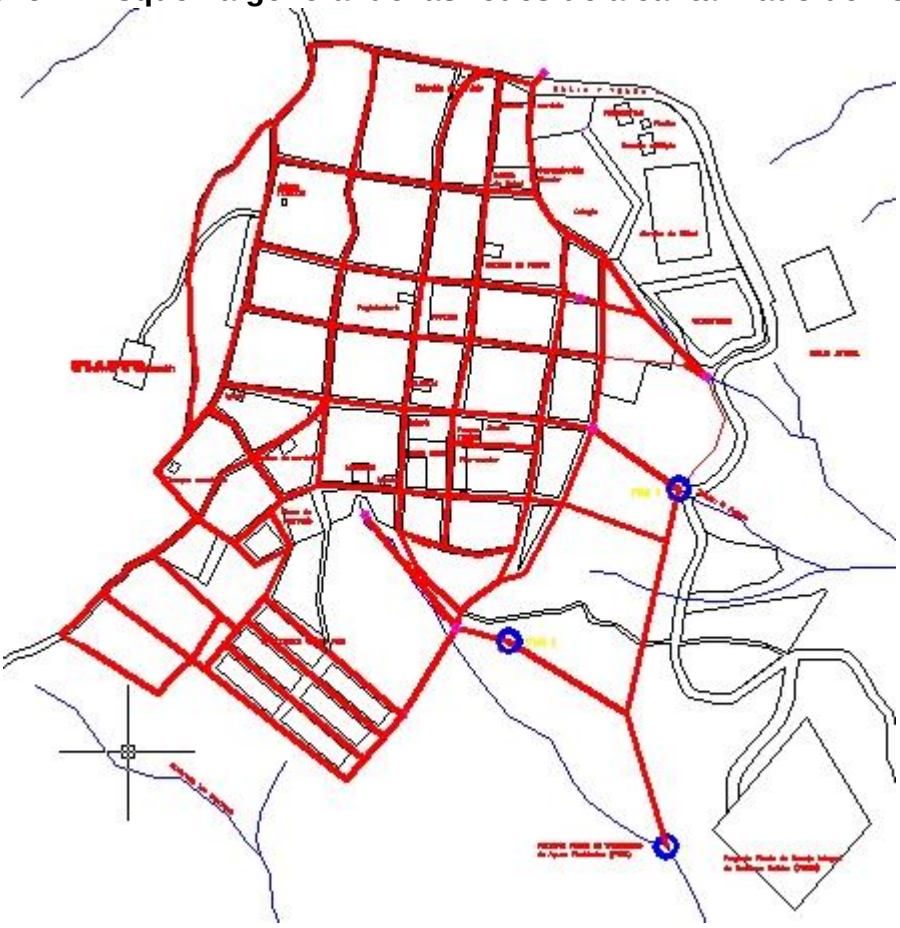


Anexo J. Esquema general de las redes de acueducto de Leiva



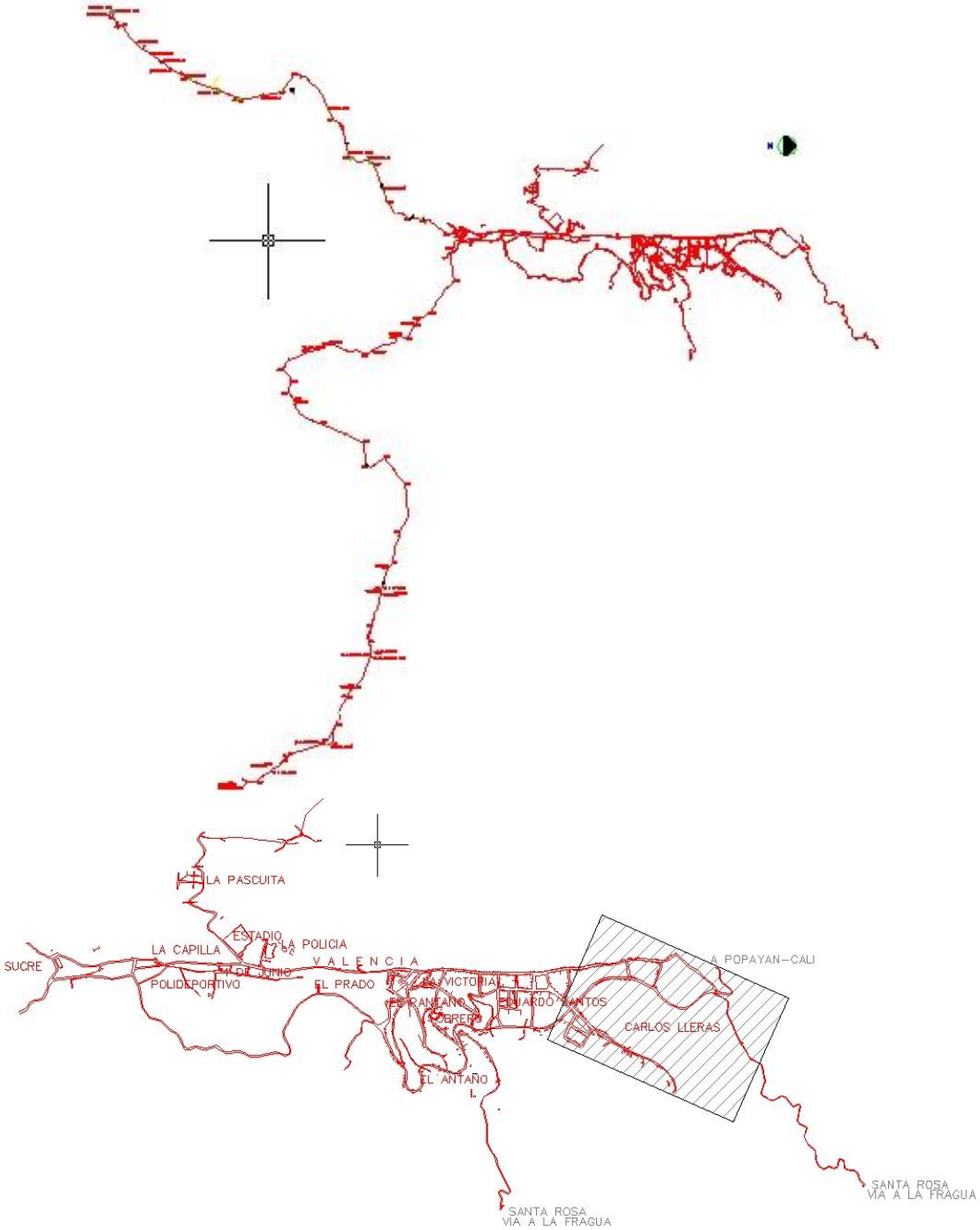
Fuente: Plan Maestro de Acueducto Municipio de Leiva, año 2009.

Anexo K. Esquema general de las redes de alcantarillado de Leiva



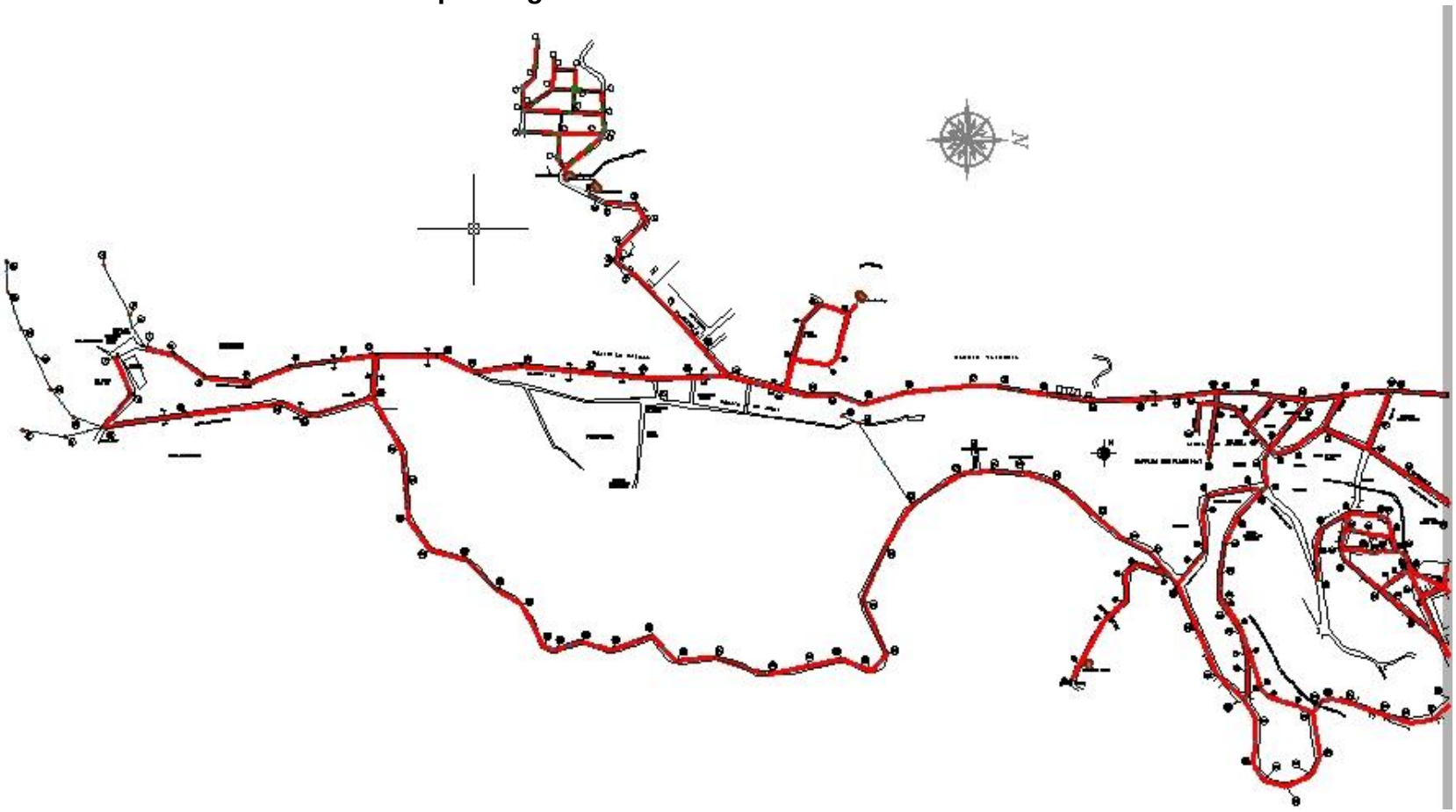
Fuente: PSMV Municipio de La Unión, año 2008.

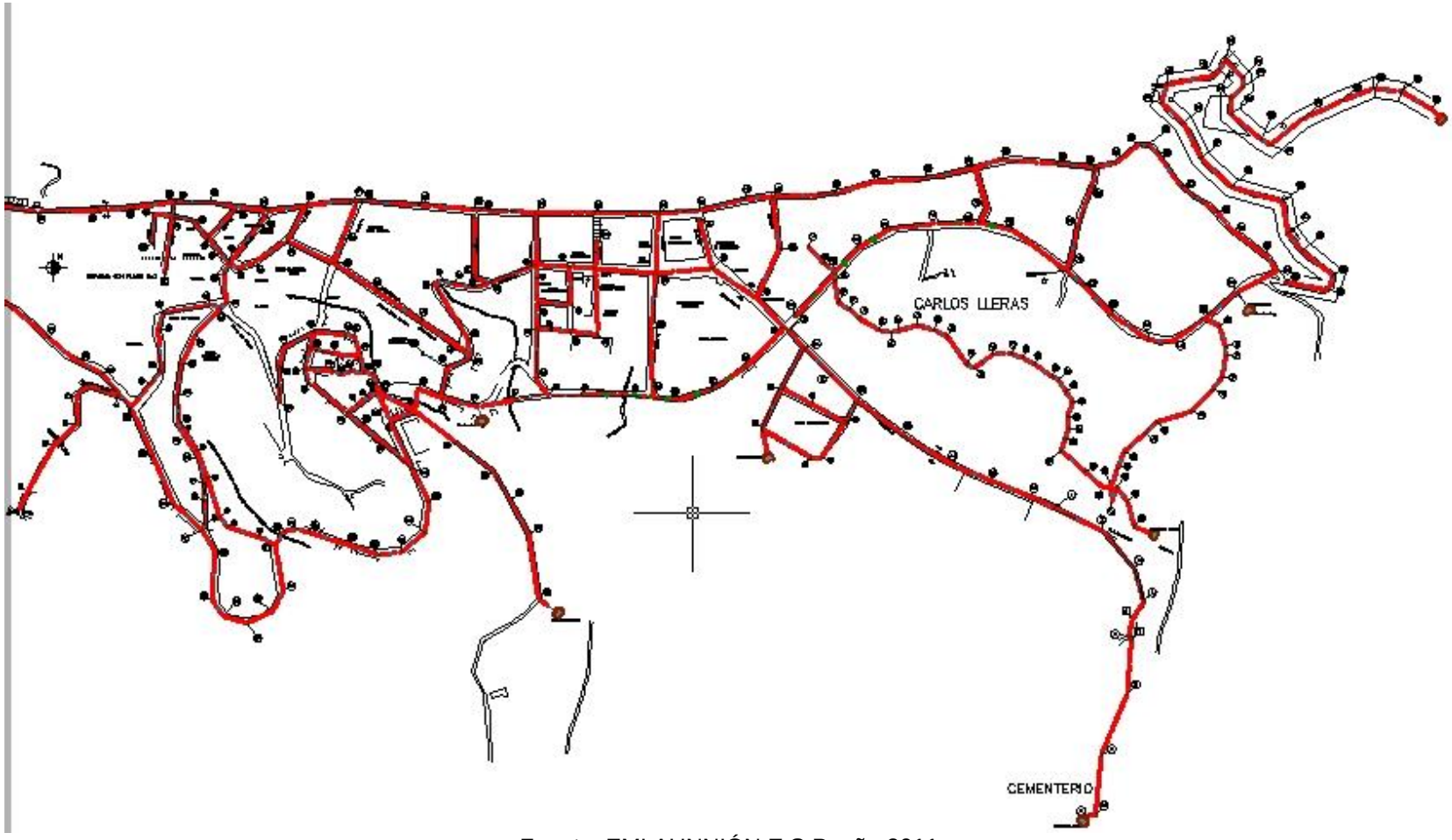
Anexo L. Esquema general del sistema de acueducto del casco urbano de La Unión



Fuente: EMLAUNNIÓN E.S.P, año 2011.

Anexo M. Esquema general del sistema de alcantarillado de La Unión





Fuente: EMLAUNNIÓN E.S.P, año 2011.

Anexo N. Capacidad hidráulica de los floculadores

FICHA TÉCNICA FLOCULADOR HIDRÁULICO CON TABIQUES - PLANTA DE TRATAMIENTO MUNICIPIO DE LOS ANDES	
1. Dimensiones	
Longitud (L)	14,65 m
Ancho (A)	2,46 m
Número de Placas (N)	14
Espacio entre Placas (e)	1 m
Profundidad Agua (H)	1,2 m
Longitud de recorrido (L_R)	36,9 m
2. Parámetros para Revisión Hidráulica	
Caudal Máximo (Q_{max})	23,5 L/s
Temperatura (T)	20 ºC
Gravedad (g)	9,81 m/s^2
Peso Específico del Agua - r	998,23 kgf/m^3
Viscosidad absoluta (μ)	0,0001 $kgf\ s/m^2$
3. Cálculo del Gradiente Hidráulico	
Área Seccional de Flujo (A_s)	1,2 m^2
Velocidad (V_H)	0,02 m/s No cumple
	Rango: (0,2- 0,6 m/s RAS)
Tiempo de Floculación (T_F)	31,4 minutos
Pérdidas en Giros $\Delta h1=(3N*VH2) / 2g$	8,21E-04 m
Perdidas Unitarias (S_f)	2,60E-07 m/m
Pérdidas en Tramos Rectos $\Delta h2=(Sf * LR)$	9,59E-06 m
Pérdidas Totales $\Delta h_T=\Delta h_1+\Delta h_2$	8,31E-04 m
Se calcula el gradiente de velocidad con la formula:	
G = $[(r / \mu) * (\Delta h_T / T_F)]^{1/2}$	1,82 s^{-1} No cumple
	Rango: ($20 < G < 70 s^{-1}$ RAS)

FICHA TÉCNICA FLOCULADOR HIDRÁULICO CON TABIQUES - PLANTA DE TRATAMIENTO MUNICIPIO DE LA UNIÓN	
1. Dimensiones	
Longitud (L)	32,2 m
Ancho (A)	5,28 m
Número de Placas (N)	156
Espacio entre Placas (e)	0,25 m
Profundidad Agua (H)	0,7 m
Longitud de recorrido (L_R)	828,96 m
2. Parámetros para Revisión Hidráulica	
Caudal Máximo (Q_{max})	47,8 L/s
Temperatura (T)	20 ºC
Gravedad (g)	9,81 m/s^2
Peso Específico del Agua - r	998,23 kgf/m^3
Viscosidad absoluta (μ)	0,0001 $kgf\ s/m^2$
3. Cálculo del Gradiente Hidráulico	
Área Seccional de Flujo (A_s)	0,18 m^2
Velocidad (V_H)	0,27 m/s Cumple
	Rango: (0,2- 0,6 m/s RAS)
Tiempo de Floculación (T_F)	50,6 minutos
Pérdidas en Giros $\Delta h1=(3N*VH2) / 2g$	1,78 m
Perdidas Unitarias (S_f)	0,00025 m/m
Pérdidas en Tramos Rectos $\Delta h2=(Sf * LR)$	0,20820 m
Pérdidas Totales $\Delta h_T=\Delta h_1+\Delta h_2$	1,99 m
Se calcula el gradiente de velocidad con la formula:	
G = $[(r / \mu) * (\Delta h_T / T_F)]^{1/2}$	69,99 s^{-1} Cumple
	Rango: ($20 < G < 70s^{-1}$ RAS)