

**APOYO TÉCNICO EN LA CONSULTORÍA PARA LA GERENCIA ASESORA
DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA Y SANEAMIENTO DE NARIÑO EN
LOS MUNICIPIOS DE SAN BERNARDO, LA LLANADA Y PROVIDENCIA.**

OSCAR ANDRÈS CERÒN QUIROZ

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2013**

**APOYO TÉCNICO EN LA CONSULTORÍA PARA LA GERENCIA ASESORA
DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA Y SANEAMIENTO DE NARIÑO EN
LOS MUNICIPIOS DE SAN BERNARDO, LA LLANADA Y PROVIDENCIA.**

OSCAR ANDRÈS CERÒN QUIROZ

**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
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2013**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y las conclusiones aportadas en este trabajo de grado son de responsabilidad exclusiva del autor”

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

Nota de aceptación:

Firma Presidente de Tesis

Firma del Jurado

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, Mayo de 2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarme, iluminarme y darme fuerzas, fe, paciencia y perseverancia para luchar y salir adelante a pesar de los tropiezos.

A mi familia que fue mi estímulo para terminar este sueño, especialmente a mi madre quien me apoyó incondicionalmente.

Al Ing. Edgar Narváez, por brindarme su apoyo, además fue quien me enseñó muchas cosas para mi vida personal como profesional.

Al Ing. José Alfredo Jiménez, quien en calidad de Codirector de esta Pasantía se constituyó en un apoyo permanente durante todo el transcurso del desarrollo de este Trabajo de Grado.

A todas aquellas personas que de alguna u otra manera hicieron posible esta meta

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. METODOLOGÍA	23
1.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	23
1.2 REVISIÓN	25
1.3 ESTRUCTURACIÓN DEL DIAGNÓSTICO TECNICO.....	25
2. ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PASANTÍA.....	28
2.1 APOYO TÉCNICO EN LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO PARA EL MUNICIPIO DE SAN BERNARDO.....	28
2.1.1 Generalidades del municipio de San Bernardo	28
2.1.2 Dinámica demográfica y tendencias:.....	28
2.1.3 Indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.	30
2.1.4 Diagnóstico técnico del acueducto urbano del municipio de San Bernardo.	34
2.1.5 Diagnóstico técnico del alcantarillado urbano del municipio de San Bernardo.	56
2.1.6 Diagnóstico técnico del servicio de aseo en la parte urbana del municipio de San Bernardo.	58
2.2 APOYO TÉCNICO EN LA EVALUACIÓN D E LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO PARA EL MUNICIPIO DE LA LLANADA	62
2.2.1 Resumen de indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo	62
2.2.2 Diagnóstico técnico del acueducto urbano del municipio de La Llanada.	63
2.2.3 Diagnóstico técnico del alcantarillado urbano del municipio de La Llanada.	66

2.2.4	Diagnòstico tècnico del servicio de aseo en la parte urbana del municipio de La Llanada.	67
2.3	APOYO TÈCNICO EN LA EVALUACIÒN DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO PARA EL MUNICIPIO DE PROVIDENCIA	69
2.3.1	Resumen de indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.	69
2.3.2	Diagnòstico tècnico del acueducto urbano del municipio de Providencia.	70
2.3.3	Diagnòstico tècnico del alcantarillado urbano del municipio de Providencia.	73
2.3.4	Diagnòstico tècnico del servicio de aseo en la parte urbana del municipio de Providencia.	74
3.	CONCLUSIONES.....	76
4.	RECOMENDACIONES	86
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
	ANEXOS	118

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Población del municipio Censo DANE	29
Cuadro 2. Ratas de crecimiento poblacional	29
Cuadro 3. Proyección de población.....	30
Cuadro 4. Volúmenes de agua producida, suministrada, facturada estimada y pérdidas técnicas	31
Cuadro 5. Proyección de caudales medio diario, máximo diario, máximo horario y almacenamiento requerido para atender la demanda urbana	33
Cuadro 6. Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto y alcantarillado en el municipio de San Bernardo	34
Cuadro 7. Captación de la fuente El Rollo.....	39
Cuadro 8. Captación de la fuente La Florida	40
Cuadro 9. Características aducción El Rollo	40
Cuadro 10. Características aducción La Florida.....	41
Cuadro 11. Características desarenador El Rollo	42
Cuadro 12. Características desarenador La Florida	43
Cuadro 13. Conducción El Rollo	44
Cuadro 14. Conducción La Florida.....	44
Cuadro 15. Dimensiones de la Cámaras.....	45
Cuadro 16. Características del filtro grueso dinámico	46
Cuadro 17. Características del filtro grueso ascendente en capas	47
Cuadro 18. Características del filtro lento en arena	48
Cuadro 19. Equipo para dosificación de cloro gaseoso	50
Cuadro 20. Tanque de almacenamiento	51
Cuadro 21. Características de la red de distribución.....	52

Cuadro 22.	Puntos de toma de muestras municipio de San Bernardo.....	53
Cuadro 23.	Caracterización física de los residuos sólidos producidos.....	58
Cuadro 24.	Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo – m. de La Llanada.....	62
Cuadro 25.	Sistema en funcionamiento – M. de La Llanada.....	65
Cuadro 26.	Red de distribución – M. de La Llanada	65
Cuadro 27.	Aspectos técnicos del sistema – M. de La Llanada	66
Cuadro 28.	Caracterización y producción de los residuos sólidos – M. de La Llanada.....	68
Cuadro 29.	Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo – m. de Providencia.....	70
Cuadro 30.	Sistema de acueducto - M. de Providencia	71
Cuadro 31.	Red de distribución – M. de Providencia	72
Cuadro 32.	Aspectos técnicos del sistema – m. de Providencia	73
Cuadro 33.	Caracterización y producción de los residuos sólidos – M. Providencia.....	74

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización Municipio	28
Figura 2. Esquema general del sistema de acueducto – M. San Bernardo	35
Figura 3. Quebrada El Rollo – municipio San Bernardo	36
Figura 4. Quebrada La Florida – municipio San Bernardo	36
Figura 5. Caudal concesionado en función del caudal máximo diario demandado por la población actual y futura - municipio de San Bernardo	38
Figura 6. Capacidad instalada vs capacidad utilizada.	49
Figura 7. Punto de toma de muestras red de distribución.....	54
Figura 8. Construcción de pozos de inspección.....	56
Figura 9. Puntos de vertimiento – municipio de San Bernardo.	57
Figura 10. Proceso de compostaje	60
Figura 11. Esquema general del sistema de acueducto – M. de La Llanada.....	64
Figura 12. Esquema general del sistema de acueducto – M. de Providencia.....	71

LISTA DE ANEXOS

Pág.

- Anexo A. Apoyo técnico en la evaluación de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo para el municipio de La Llanada
- Anexo B. Apoyo técnico en la evaluación de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo para el municipio de Providencia
- Anexo C. Tabla de peso específico y velocidad del agua para diferentes temperaturas, número de hazen

RESUMEN

El presente trabajo contiene un informe final de las actividades realizadas durante el periodo de pasantía en la Gerencia Asesora del Plan Departamental de Agua de Nariño, representada por el consorcio TZ SANEAR. Estas actividades consisten en el apoyo técnico para realizar el trabajo de campo, la evaluación y elaboración del diagnóstico de los sistemas de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del casco urbano para los municipios de San Bernardo, La Llanada y Providencia.

En la visita técnica realizada a los municipios asignados se realizó el levantamiento de la infraestructura existente de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, también se recolectó documentación importante para realizar su respectivo análisis y poder identificar sus fortalezas y debilidades para brindar la respectiva asesoría a cada municipio.

Además, en este informe de trabajo de grado en modalidad pasantía se desarrollaron actividades de proyección de población, cálculos de indicadores de los servicios, chequeos hidráulicos, descripción del estado de la infraestructura y del proceso de potabilización del agua, encaminadas al logro de una prestación eficiente de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo.

Finalmente, se realizaron las conclusiones y recomendaciones pertinentes para los diferentes sistemas correspondientes a cada municipio.

ABSTRACT

The present paper work contains a final report of the activities developed during the field work-internship program, in the management advisory of the Nariño water department plan, represented by the TZ consortium SANEAR.

These activities have to see with the technical support to perform the field work, the assessment and development of the diagnostic for the systems of water supply pipe, sewerage and garbage collection around the urban areas for the towns of San Bernardo, La Llanada and Providencia.

During the technical visit to the assigned municipalities, it was developed the existing infrastructure lifting of the water supply pipe, sewerage and cleaning systems. Also, it was collected relevant documentation to develop the respective analysis to try to identify the strengths and weaknesses to provide advice to each town.

Besides, in this final work report, in the field work model, were developed population's projection activities, estimation in service indicators, hydraulic fixing, description of the infrastructure state, and the water treatment process aimed at achieving an efficient provision of the public services of aqueduct, sewerage and garbage collection.

Finally, conclusions and recommendations were done relevant to each system for each town.

GLOSARIO

ACUEDUCTO: es un sistema o conjunto de sistemas acoplados, que permite transportar agua en forma de flujo continuo desde un lugar en el que ésta es accesible en la naturaleza, hasta un punto de consumo distante.

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

ALCANTARILLADO: es un sistema de estructuras y tuberías usadas para el transporte de aguas residuales o servidas (alcantarillado sanitario), o aguas de lluvia, (alcantarillado pluvial) desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten a cauce o se tratan.

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

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.

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: 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.

INDICE 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.

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.

PATÓGENO: o agente biológico patógeno es toda aquella entidad biológica capaz de producir enfermedad o daño en la biología de un huésped (humano, animal, vegetal, etc.) sensiblemente predispuesto.

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

RDE: es la relación diámetro espesor para tuberías comerciales entre las que se encuentra la tubería sanitaria en PVC. Su valor se relaciona directamente con la presión máxima de servicio y el diámetro de la tubería.

RED DE DISTRIBUCIÓN: es el conjunto de tuberías, cuya función es suministrar el agua potable a los consumidores de la localidad en condiciones de cantidad y calidad aceptables.

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

VALVULA PURGA: son válvulas colocadas en todos los puntos bajos de la red y su función es eliminar el exceso de polvo que ingresa a la tubería.

VALVULA VENTOSA: son válvulas instaladas en todos los puntos altos de la red para permitir la remoción de aire.

INTRODUCCIÓN

El progreso de la región así como la calidad de vida de las personas depende de muchos factores, entre los principales se encuentra la salud, la cual permite el bienestar y tranquilidad de todo ser humano, un factor indispensable es contar con una buena prestación de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo. Por tal razón, el gobierno nacional crea una serie de planes y estrategias entre los cuales se encuentra el “Plan Departamental Para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento – PDA”.

“El Plan Departamental de Agua, 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

Las entidades que participan en el plan departamental de agua – PDA son los departamentos, municipios o distritos, el MAVDT, el Departamento Nacional de Planeación y las autoridades ambientales del respectivo departamento; también hacen parte integral las estructuras operativas como el Comité Directivo, el Gestor, la Gerencia Asesora y el Esquema Fiduciario para el manejo de los recursos.

La gerencia asesora del Plan Departamental de Agua de Nariño esta a cargo del Consorcio TZ- Sanear, cuya función es brindar apoyo al Gestor, a los municipios y a los prestadores de servicios, para 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.

Es así como el estudiante entra a ser parte del Consorcio TZ SANEAR, donde pone en práctica todos los conocimientos adquiridos durante su carrera profesional con el fin de participar en el desarrollo de distintas actividades para evaluar los problemas y necesidades de cada municipio y poder encontrar su respectiva solución, además se logra adquirir experiencia laboral.

De esta manera, se cumple con uno de los tantos objetivos que tiene la Universidad de Nariño, el cual es formar profesionales en distintas áreas del conocimiento reconocidos por su excelencia en su ética profesional y en su compromiso con el desarrollo humano, social, científico y tecnológico; de aquí que el profesional en ingeniería civil está formando integralmente y preparado para liderar en diferentes áreas, a fin de poder presentar soluciones eficientes y eficaces a los diferentes problemas que se puedan presentar en su entorno y prestar un servicio que beneficie a la comunidad.

¹ Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 3200. Pag 1, año 2008.

Título:

APOYO TÉCNICO EN LA CONSULTORÍA PARA LA GERENCIA ASESORA DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA DE NARIÑO EN LOS MUNICIPIOS DE SAN BERNARDO, LA LLANADA Y PROVIDENCIA.

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:

La gerencia asesora del plan departamental de agua de Nariño brinda apoyo y fortalecimiento a los municipios de San Bernardo, La Llanada y Providencia y a sus respectivas entidades prestadoras de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo para la prestación eficiente de estos servicios.

Por tal razón, se prestó el apoyo técnico a la gerencia asesora para la realización del diagnóstico sobre los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo de cada municipio y en base a este estudio se realizó el trabajo de grado en la modalidad de pasantía, aquí se logró aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera universitaria de ingeniería civil además de adquirir nuevos conocimientos. La duración de este periodo fue de seis (6) meses, en el cual se desarrollaron las siguientes actividades.

- Recolección de información general sobre cada municipio, a demás información específica de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo como también sus proyectos propuestos.
- Visita técnica a los municipios de San Bernardo, La Llanada y Providencia, donde se inspeccionaron las diferentes estructuras y componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo.
- Se realizó como trabajo de campo el levantamiento a las estructuras del sistema de acueducto como bocatoma, desarenador, válvulas, planta de tratamiento, tanque de almacenamiento, sistema de desinfección y red de distribución, también cuando fue posible se realizaron aforos en las diferentes unidades.
- Con la información recolectada y los levantamientos realizados en campo se realizó los chequeos hidráulicos para cada uno de sus componentes y así obtener la capacidad total del sistema de acueducto para cada uno de los municipios.

- Para el sistema de alcantarillado, se realizó el recorrido por las diferentes estructuras que conforman el sistema como cámaras de inspección, sumideros, pozos sépticos, red de recolección, emisarios finales y puntos de vertimiento.
- Para el sistema de aseo, se hizo visita al sitio de disposición final y planta de tratamiento de residuos sólidos, también se verificó los elementos utilizados para la prestación del servicio de recolección y barrido como la dotación del personal entre otros. A demás se tuvo en cuenta si la entidad prestadora cuenta con micro rutas, su frecuencia y horario de recorrido.
- Finalmente, se realizó el diagnóstico técnico de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo para los municipios de San Bernardo, La Llanada y Providencia.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Descripción del problema: De acuerdo al Informe Gestión Vigilancia de la Calidad de Agua para Consumo Humano correspondiente al año 2011 por el Instituto Departamental de Salud de Nariño IDSN, en el departamento de Nariño el 78% del total de la población tiene acceso al sistema de acueducto, de los cuales la mayoría de las personas que tienen acceso a este sistema pertenecen a la zona urbana con un 95% y apenas con un 63% de las personas que pertenecen a la zona rural tienen acceso a este sistema. El suministro de agua es muy importante para la población por lo cual la falta de cobertura del sistema de acueducto afecta directamente la calidad de vida de las personas.

Según el Informe Gestión Vigilancia de la Calidad de Agua para Consumo Humano, dice que el Departamento cuenta con 1356 acueductos de los cuales 108 son urbanos. Cada acueducto ha sido programado para que se realice la vigilancia de la calidad de agua, para el análisis de la calidad de agua en el departamento de Nariño, se realizó de acuerdo a los parámetros básicos establecidos en la resolución 2115 de 2007 del MPS. El estudio consolidado de los análisis de cada uno de los acueductos programados en el departamento de Nariño, determina que el 5,2% suministran agua sin riesgo, el 6,2% con riesgo bajo, el 18,4% con riesgo medio, el 69% con riesgo alto y el 1,5% con riesgo inviable sanitariamente, índices verdaderamente preocupantes ya que el consumo de agua potable es muy importante para el bienestar de las personas, caso contrario se pueden adquirir enfermedades de origen hídrico las cuales afectan la salud del ser humano.

En el departamento de Nariño, en las cabeceras municipales el 57% de la población consume agua sin riesgo de acuerdo a los parámetros básicos analizados, y el 43% consumen agua con riesgo. Los parámetros que más se ven

afectados son turbiedad, color, coliformes totales y fecales lo que indica que los sistemas implementados deben ser optimizados.²

Un problema muy importante que se ha venido aumentando a través del tiempo es la falta de protección de los recursos hídricos razón por la cual se han venido disminuyendo notablemente sus cauces. Estas fuentes son muy importantes para el desarrollo de la región ya que abastecen de agua a las poblaciones, además, también son utilizadas para actividades como la agricultura y la ganadería, por lo tanto estas fuentes se deben proteger y recuperar por medio de campañas educativas, actividades de reforestación entre otras.

Teniendo en cuenta el documento Plan General Estratégico de Inversiones del Plan Departamental del Agua de Nariño 2010, la cobertura para la prestación del servicio de alcantarillado urbano para el municipio de San Bernardo es del 95%, para La Llanada del 94,6% y del 2,4% para Providencia, lo cual indica que existen algunos sectores que no se encuentran conectados a la red principal de alcantarillado, estos realizan su descarga de manera puntual o directa los cuales pueden generar problemas de salud pública.

En la mayoría de los municipios del departamento no realizan tratamiento a las aguas residuales, por lo general estas son vertidas directamente a una fuente receptora, afectando su calidad de agua y ocasionando problemas en el medio ambiente.

En los municipios de San Bernardo, La Llanada y Providencia la cobertura del servicio de aseo en el casco urbano es del 100% lo cual garantiza la prestación del servicio a todos los usuarios. El problema que se presenta en este componente es en el tratamiento de los residuos sólidos ya que en algunos municipios no se realiza ningún tipo de aprovechamiento y en los que realizan reciclaje y compostaje presentan algunas deficiencias en los diferentes procesos, además la disposición final de los residuos sólidos no es la adecuada por lo cual es necesario el fortalecimiento en estos aspectos.

De acuerdo a lo anterior es importante que la Gerencia Asesora del PDA conozca el estado actual de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo de cada municipio identificando sus fortalezas y debilidades para poder brindar el respectivo apoyo y fortalecimiento a la entidad prestadora con el fin de lograr una buena prestación de los servicios públicos domiciliarios.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

² Instituto Departamental de salud de Nariño. Informe de gestión programa calidad de agua. Pag 16, año 2011.

Con la realización del diagnóstico de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo de cada municipio se podrá conocer la calidad de los servicios públicos domiciliarios que se presta en cada uno de ellos, además se puede conocer datos importantes como la cobertura y la capacidad que tiene cada sistema, identificando cuáles son sus falencias para poder dar las soluciones respectivas a cada uno de ellos y así lograr la prestación eficiente de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo.

El diagnóstico también brinda una evaluación sobre el estado y la capacidad hidráulica de la infraestructura existente de cada sistema, aquí se da un concepto si la estructura tiene o no la suficiente capacidad hidráulica, si necesita de optimización o si ya cumplió con su vida útil, también se recomienda actividades de operación y mantenimiento para su correcto funcionamiento, lo anterior se realizó con el fin de dar soluciones a posibles falencias que dificultan la buena prestación de los servicios debido al estado y a la capacidad de la infraestructura. Cuando algún sistema no cuente con alguna estructura y sea necesaria se recomienda realizar los estudios pertinentes para poder mirar si es viable su construcción.

De acuerdo a lo anterior es importante realizar la visita técnica a los municipios, ya que permite conocer las fortalezas y debilidades de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, para poder identificar sus principales problemas, para posteriormente analizarlos y priorizarlos y así brindar recomendaciones o soluciones a corto, mediano y largo plazo según las necesidades de cada municipio.

Uno de los principales objetivos de este estudio es brindar el apoyo y el fortalecimiento a las entidades prestadoras de los servicios públicos domiciliarios con el fin de dar soluciones a sus problemas y mejorar sus debilidades, para lograr la prestación eficiente del servicio de acueducto, alcantarillado y aseo en la cabecera municipal de San Bernardo, La Llanada y Providencia.

OBJETIVOS

Objetivo general: Contribuir con un apoyo técnico durante el tiempo de duración de la pasantía para realizar el diagnóstico de los municipios de San Bernardo, La Llanada y Providencia correspondiente a los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo; tarea que realiza la gerencia asesora del plan departamental de agua de Nariño.

Objetivos específicos:

- Realizar el reconocimiento al sistema de acueducto del casco urbano de los municipios de San Bernardo, La Llanada y Providencia, realizar el recorrido desde su captación y pasar por todos sus componentes hasta llegar a la red de

distribución, con el fin de identificar el tipo de infraestructura que tiene cada sistema, observar su funcionamiento y evaluar el estado de cada una de ellas.

- Realizar el levantamiento de la infraestructura que conforma el sistema de acueducto, así como también hacer aforos de caudales en las estructuras donde sea posible realizarlos.
- Evaluar la planta de tratamiento de agua potable tipo FIME para los municipios de San Bernardo y Providencia, determinando la capacidad de cada unidad, observar su operación y mantenimiento para poder identificar sus falencias y así encontrar soluciones para su correcto funcionamiento. También es importante evaluar el proceso de desinfección con que cuenta cada sistema.
- Determinar la capacidad instalada y utilizada de la infraestructura del sistema de acueducto, tomando como lineamientos los parámetros utilizados en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000.
- Cuantificar el porcentaje de pérdidas técnicas que se producen en el sistema de acueducto y compararlas con el porcentaje de pérdidas establecidas por el RAS 2000.
- Realizar un recorrido por el sistema de alcantarillado del casco urbano de cada municipio identificando las estructuras existentes, observando el trazado de la red de alcantarillado y así poder clasificar el tipo de sistema, también es necesario evaluar el estado de sus estructuras.
- Observar como se presta el servicio de aseo en el casco urbano en los municipios de San Bernardo, La Llanada y Providencia, identificando rutas, frecuencia, capacidad y estado del vehículo recolector, vías de acceso entre otras.
- Determinar los procesos que se realizan en la planta de tratamiento de residuos sólidos de los Municipios de San Bernardo y Providencia, como también en el relleno sanitario se observa la forma en que se realiza la disposición final de los residuos que no son aprovechados.
- Determinar el funcionamiento del sistema de acueducto, alcantarillado y aseo identificando los problemas existentes de cada uno tomando como guía el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, además también realizar las respectivas observaciones y recomendaciones tomando como referencia el documento antes mencionado, así como también de otros documentos que pueden servir de ayuda, además también es importante tener en cuenta la experiencia de los profesionales que hacen parte del grupo técnico de la gerencia asesora del PDA.

JUSTIFICACIÓN

El Gobierno Nacional ha implementado proyectos consolidados de inversión para los entes territoriales del país a través de los planes departamentales de agua con el objeto de ampliar y/o mejorar la infraestructura existente para los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, de esta manera poder ampliar la cobertura de los servicios y garantizar el suministro de agua potable mejorando la calidad de vida de la población.

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 los servicios públicos 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.³

El consorcio TZ SANEAR como Gerencia Asesora del PDA, será el responsable de brindar el apoyo y la asistencia técnica necesaria a los entes territoriales y las personas prestadoras de los servicios públicos por medio del diagnóstico realizado para cada sistema con el fin de conocer sus problemas y así poder encontrar las respectivas soluciones para lograr la prestación eficiente de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo.

Por último con esta pasantía se busca aportar con un apoyo técnico para la ejecución de estos diagnósticos, desarrollando actividades relacionadas en el campo de la ingeniería civil en lo que concierne al área de las aguas y saneamiento básico. De igual manera adquirir conocimientos y experiencia en este tipo de proyectos.

³Manual Operativo Plan Departamental de Agua, Departamento de Nariño. Pag 4, año 2010.

1. METODOLOGÍA

Dentro de las actividades a desarrollar por la Gerencia Asesora del PDA para el aseguramiento de la prestación de los servicios se encuentra la Fase I correspondiente a la parte de “Diagnóstico y Pre-factibilidad”, en estas actividades fue donde se brindó el apoyo técnico objeto de este proyecto.

La metodología a seguir para el desarrollo de la Primera Fase, se basó en los lineamientos impartidos y definidos por la parte técnica del consorcio TZ-SANEAR.

Esta etapa se inicio realizando la visita técnica a los municipios de San Bernardo, La Llanada y Providencia, donde se inspeccionaron los diferentes elementos que conforman los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, utilizados para la prestación de los servicios públicos en el casco urbano de cada municipio.

Posteriormente, se realizó la revisión y el análisis de la información recolectada de cada municipio como estudios y diseños de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo entre los cuales se encuentran: 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), Plan maestro de acueducto y alcantarillado, Manuales de operación y mantenimiento, diseños del relleno sanitario entre otros.

Finalmente, se elaboró el diagnóstico técnico, trabajo que 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.

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

1.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la recolección de información de cada municipio se siguieron los siguientes procedimientos:

- Como primer punto en la visita realizada a cada municipio el grupo técnico de la Gerencia Asesora del PDA se reunió con el gerente y el personal administrativo y técnico de la entidad prestadora de los servicios públicos con el fin de dar a conocer los objetivos de la visita y el itinerario a seguir.
- Se continuo con la recolección de la información siguiendo una lista de chequeo en donde se solicitó los siguientes documentos: Catastro de usuarios para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, concesión de agua,

esquema de ordenamiento territorial (EOT), plan de uso eficiente de ahorro de agua (PUEAA), plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV), plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS), plan maestro de acueducto y alcantarillado, planos del sistema de acueducto, alcantarillado y aseo, reportes de análisis de calidad de agua del prestador y de la entidad que ejerce control y vigilancia, actas de inspección sanitaria realizada por el instituto departamental de salud de Nariño (IDSN), registro de caudales captados, tratados y distribuidos, registro de consumo de insumos químicos, manual de operación y mantenimiento entre otros. La información disponible fue entregada en medio físico o magnético.

- Posteriormente, en compañía del fontanero, se continuó con el trabajo de campo, iniciando el recorrido por el sistema de acueducto, se empezó con el reconocimiento de la fuente de abastecimiento mirando su estado y los predios que se encuentran a su alrededor.
- Se continuo con la bocatoma, aquí se tomó sus respectivas medidas, se evaluó su estado y funcionalidad, cuando fue posible se realizaron aforos sobre el caudal captado.
- Luego se realizó el recorrido por la línea de aducción, se tomaron datos como material, diámetro, longitud y estado. Cuando no fue posible su reconocimiento se tomó la información suministrada por el operador.
- En el desarenador se realizó su levantamiento, se evaluó su estado y se observó su funcionamiento, en algunos casos fue posible realizar el lavado de la estructura.
- Continuando con el recorrido se llegó a la línea de conducción, donde se tomaron datos importantes como su material, diámetro, longitud y estado, también si contaban con cámara de quiebre y válvulas de purga y ventosa se evaluó su estado y funcionamiento. Cuando no fue posible su reconocimiento se tomó la información suministrada por el operador.
- En la planta de tratamiento el primer paso fue realizar el levantamiento de cada unidad mirando su funcionamiento, se realizaron aforos a la entrada y a la salida de la planta también se evaluó el estado de las estructuras como de los accesorios existentes. Después se continuó con la inspección al proceso de desinfección, mirando el tipo de insumo químico utilizado, su dosificación, aplicación y estado. Finalmente, se realizó el levantamiento al tanque de almacenamiento realizando aforos de caudal de entrada y de salida, observando el estado de la estructura y de sus accesorios. Fue muy importante la colaboración del operador de la planta ya que nos mostró su funcionamiento, operación, mantenimiento y los problemas existentes.

- Para terminar se realizó el reconocimiento de la red de distribución, mirando las acometidas y su estado en general para encontrar posibles fugas en la red, también se visitó los puntos de muestreo y accesorios existentes.
- Continuamos con el sistema de alcantarillado, iniciando el recorrido por la red de distribución teniendo en cuenta puntos críticos donde presentan problemas por rotura o taponamientos, también se evaluó el estado de sumideros y cámaras de inspección.
- Luego, se visitó los puntos de vertimiento de las aguas residuales evaluando las condiciones de descarga, el material de la tubería, su diámetro y estado, así como también el impacto generado a la fuente receptora.
- En lo correspondiente al sistema de aseo se observó cómo se presta este servicio, desde la recolección y transporte de los residuos sólidos, hasta su tratamiento y disposición final. También se miró el barrido y limpieza de áreas públicas teniendo en cuenta la dotación del personal.
- Para cada sistema se llevó un registro fotográfico.

1.2 REVISIÓN

Una vez terminada la recolección de la documentación existente de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo en cada municipio, se consolidaron los datos tomados en campo y se procedió al análisis de esta información, trabajo que se realizó en las instalaciones de la Gerencia Asesora del PDA en la ciudad de Pasto. El anterior análisis sirvió como base para la elaboración del diagnóstico técnico para los municipios de San Bernardo, La Llanada y Providencia.

1.3 ESTRUCTURACIÓN DEL DIAGNÓSTICO TECNICO

Después de haber terminado el análisis de la información se procedió con la estructuración del diagnóstico técnico para cada municipio, estos fueron ajustados de acuerdo a la normatividad que rige este sector, a continuación 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 Coordinación Técnica del consorcio TZ SANEAR fue la encargada de definir la estructura de cada informe la cual predomina para la valoración de los sistemas de cada municipio, a continuación se resume de forma general la implementación del método a seguir para el desarrollo de cada informe.

- Se realizó el análisis de crecimiento y proyección poblacional para los diferentes municipios, siendo determinación de la gerencia asesora manejar las proyecciones de población con la tasa de crecimiento utilizada por el DANE en el estudio “Proyecciones Nacionales y Departamentales de Población”. Para realizar la proyección del crecimiento poblacional se adoptó el método geométrico dado las características socioeconómicas y de expansión de cada municipio.
- 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 2037), se determinó el nivel de complejidad para cada municipio.
- Para realizar el análisis de los indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en el casco urbano; se calculó la densidad poblacional, se determinó los suscriptores y la cobertura, también se calculó el agua producida y suministrada para determinar sus pérdidas. Además se adoptaron dotaciones y factores de consumo, adicionalmente se realizó el análisis de capacidad instalada y utilizada del acueducto, finalmente se proyectan demandas máximas de agua potable.
- Posteriormente, se realizó el diagnóstico técnico del acueducto urbano de cada municipio, aquí se desarrollaron los siguientes puntos: descripción de las fuentes abastecedoras, se verificó la existencia de caracterizaciones de agua de las fuentes para su posterior análisis y clasificación. Se verificó la existencia de la concesión de aguas, teniendo en cuenta el caudal concesionado y su

vigencia. Se evaluó la capacidad instalada y utilizada para las estructuras que componen el sistema de acueducto. Se miró las dosis aplicadas de insumos químicos, los consumos de energía y sus costos respectivos. Se observó la existencia de laboratorio para el control de calidad de agua y su equipamiento, se verificaron controles de calidad del agua y pruebas de dosis óptimas. Cuando fue posible se realizaron aforos en las diferentes estructuras con el fin de estimar el caudal captado, producido y suministrado. Se hizo análisis del volumen de almacenamiento. De acuerdo a la información recolectada se evaluó y se analizó la red de distribución de agua. También se hizo un análisis de los reportes sanitarios y de calidad de agua tratada realizado por el IDSN. Se determinó la existencia de documentos importantes para este sistema como el manual de operación y mantenimiento, plan operativo y de contingencia y el plan de uso eficiente y ahorro del agua PUEAA. Para finalizar se realizaron conclusiones y recomendaciones del sistema.

- Para el desarrollo del diagnóstico técnico del alcantarillado urbano de cada municipio, se tuvieron aspectos técnicos del sistema, componentes y redes. Se observó la delimitación del perímetro sanitario urbano y áreas de drenaje. Se verificó la caracterización de aguas residuales y de las fuentes receptoras, identificación de los puntos de vertimiento. También se determinaron las actividades de operación y mantenimiento que realizan al sistema, se tuvo en cuenta la existencia de documentos importantes como planos del sistema y el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos. Finalmente, se realizaron conclusiones y recomendaciones del sistema.
- Después se realizó el diagnóstico técnico del servicio de aseo en el área urbana, aquí se tuvo en cuenta la documentación existente para tomar información importante como caracterizaciones de los residuos sólidos, producción total y per cápita, rutas y frecuencia de recolección, barrido y limpieza de áreas públicas, recolección, transporte y disposición final y el manejo de los residuos sólidos peligrosos. Además se tuvo en cuenta la operación del relleno sanitario observando los procesos técnicos utilizados en la planta de tratamiento y en el sitio de disposición final. También se comprobó la existencia de planos de ruteo y recolección, planos del relleno sanitario y el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Finalmente se realizaron conclusiones y recomendaciones del sistema.
- Finalmente se procedió a consolidar el informe en medio físico y magnético sobre los diagnósticos técnicos de cada municipio teniendo en cuenta las respectivas correcciones efectuadas tanto por Asesor y Co-Asesor del proyecto como por la Coordinación Técnica del consorcio TZ-SANEAR.

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 SAN BERNARDO

2.1.1 Generalidades del municipio de San Bernardo

a. Ubicación y localización: El municipio se encuentra localizado en un área de influencia del macizo Colombiano, pertenece a la subregión del río Mayo, su ubicación es Latitud $1^{\circ} 30' 59''$ N y Longitud $77^{\circ} 2' 48''$ W, a una altitud de 2.259 msnm, con temperatura media de 18° C y una superficie de 6.570,09 Ha, San Bernardo limita con los siguientes municipios: al norte con Belén y La Cruz, al sur con San José de Albán, al oriente con el Tablón de Gómez y al occidente con San Pedro de Cartago (ver figura 1).

Figura 1. Localización municipio



Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/San_Bernardo_\(Nari%C3%B1o\)](http://es.wikipedia.org/wiki/San_Bernardo_(Nari%C3%B1o))

2.1.2 Dinámica demográfica y tendencias:

a. Evolución demográfica: San Bernardo se constituyó como municipio mediante ordenanza número 023 de noviembre 26 de 1992, segregándose del municipio de San José de Albán. Por lo tanto, para determinar el crecimiento poblacional se tomará la información reportada por el DANE, por los censos realizados en los años de 1993 y 2005 para calcular las ratas de crecimiento y proyectar la población.

A partir de lo anterior, se calcularon las ratas de crecimiento por los métodos exponencial, y geométrico para la población de la cabecera, obteniéndose tasas

que varían entre 3,3 y 3,5% siendo muy similares entre sí, información que se consigna en el cuadro 1:

Cuadro 1. Población del municipio Censo DANE

CENSO DANE			RATAS DE CRECIMIENTO CABECERA URBANA		
AÑO	POBLACION			URBANA	
	CABECERA	RESTO	TOTAL	EXPONENCIAL	GEOMETRICA
1.993	2.103	6.961	9.064	3,30%	3,35%
2.005	3.124	11.363	14.487		
PROYECCION 2.010	3.587	13.030	16.617		

Para obtener una tasa de crecimiento más confiable, se evaluó la población proyectada por el DANE en los estudios postcensales “Proyecciones Nacionales y Departamentales de Población (2005-2020)” por los métodos de crecimiento exponencial y geométrico, obteniéndose tasas que varían entre 2,86 y 2,91%. Tal como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro2.Ratas de crecimiento poblacional

PROYECCION DANE		RATAS DE CRECIMIENTO	
AÑO	POBLACIÓN	RATA DE CRECIMIENTO EXPONENCIAL	RATA DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICA
	CABECERA		
2005	3.124	2,76%	2,80%
2010	3.587	2,98%	3,02%
2015	4.163	2,85%	2,89%
2020	4.801		
Promedio		2,86%	2,91%

b. Proyecciones de población urbana del municipio: Tal como se mencionó en el ítem anterior, para obtener una tasa de crecimiento más confiable se evaluó la población proyectada por el DANE para los años 2005, 2010, 2015 y 2020 por los métodos de crecimiento exponencial y geométrico, obteniéndose tasas que varían entre 2,86 y 2,91%, para efectos de cálculo del presente estudio, se adopta la tasa de 2,91% por corresponder a información oficial de las “Proyecciones Nacionales y Departamentales de Población”.

A continuación, se presentan las fórmulas utilizadas para calcular las ratas de crecimiento mencionadas anteriormente por el método geométrico y exponencial

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

$$\text{Método Exponencial } \left(\frac{\text{Ln}\left(\frac{P_f}{P_i}\right)}{(T_f - T_i)}\right) \text{ expresada en \%} \quad [2]$$

En e cuadro 3 se presentan las proyecciones de población urbana de San Bernardo, haciendo aclaración que se toman las proyecciones estimadas por el DANE para los años 2011-2020; a partir del año 2021 hasta el horizonte del proyecto se determina con la rata de crecimiento estimada de 2,91%.

Cuadro3. Proyección de población

PROYECCION POBLACION - CABECERA MUNICIPIO DE SAN BERNARDO 2011 - 2037														
CABECERA	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	3.697	3.810	3.925	4.042	4.163	4.285	4.410	4.538	4.668	4.801	4.943	5.087	5.235	5.388
CABECERA	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	
	5.545	5.706	5.872	6.043	6.219	6.400	6.586	6.777	6.975	7.178	7.386	7.601	7.823	

c. Asignación del nivel de complejidad: 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 2037) de 7.823 habitantes, se determinó un nivel de complejidad “medio”.

2.1.3 Indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Para el análisis de los indicadores de los servicios, se partió de la información suministrada por la empresa. También se utilizaron los registros reportados por el DANE-Censo 2.005, así como los resultados de las evaluaciones realizadas por el equipo técnico, teniendo como base lo establecido en el RAS-2.000.

a. Suscriptores y coberturas de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo: Según la información suministrada por la empresa el número de suscriptores en el casco urbano es de 632 usuarios para acueducto, alcantarillado y aseo.

El Plan Operativo Anual de Inversiones POAI 2012 registra para el año 2010 - 2011, una cobertura del servicio de acueducto del 100% y para el servicio de alcantarillado del 95%. Por otra parte de acuerdo a la información proporcionada por la empresa el día de la visita la cobertura del servicio de aseo es del 100%.

b. Producción, facturación y pérdidas en el acueducto urbano: En la planta de tratamiento de agua potable, se trata un caudal promedio de 14,3L/s, de acuerdo con las mediciones efectuadas por el personal técnico de la gerencia asesora y el operador del sistema.

Debido a que el acueducto urbano de San Bernardo no tiene instalado un sistema de macromedición, para contabilizar el agua suministrada, se trabajó con el caudal aforado en la planta de tratamiento tipo FIME; teniendo en cuenta un consumo interno según RAS 2000, numeral B.2.5.2, del orden del 3% del Caudal Medio Diario, obteniéndose un caudal suministrado de 13,87 l/s. También se tomó como dato de referencia el caudal tratado de 13,6 l/s que aparece en las actas de inspección sanitaria realizadas por el IDSN para el año 2011.

La información correspondiente a estas variables operativas, se relacionan en el cuadro 4, aclarando que el volumen de agua facturada no es un dato disponible, debido a que la empresa no cuenta con esta información; razón por la cual, se estima a partir de la dotación neta máxima establecida normativamente en función del nivel de complejidad del sistema.

Cuadro4. Volúmenes de agua producida, suministrada, facturada estimada y pérdidas técnicas

VARIABLES	VOLUMENES DE AGUA (m ³)				
	Q(L/s)	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL
VOLUMEN PRODUCIDO (m ³)	14,3	1.236	8.649	37.066	450.965
CONSUMO INTERNO (m ³) 3% Qmd	0,43	37	259	1.112	13.529
VOLUMEN SUMINISTRADO (m ³)	13,87	1.198	8.389	35.954	437.436
DOTACION NETA MAXIMA	115(L/Hab.dia)				
POBLACION TOTAL SERVIDA 2011	3.697				
VOLUMEN FACTURADO ESTIMADO (m ³)		425	2.976	12.755	155.182
PERDIDAS (%)	64,52%				

En conclusión, las pérdidas obtenidas del 64,52% son altas con relación al porcentaje de pérdidas que la norma admite, 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.

c. Dotación de agua del servicio de acueducto urbano: La dotación neta máxima es la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante, sin considerar las pérdidas que ocurren en el sistema de acueducto.

Según la resolución 2320 de noviembre del 2009, la dotación neta máxima depende del nivel de complejidad del sistema y a su vez de la población urbana proyectada al último año del periodo del proyecto. Para San Bernardo el nivel de

complejidad es medio con un clima frío/templado por estar ubicado a una altura superior a los 1.000 msnm, las dotaciones, de acuerdo a lo anterior son de 115 (l/hab-día) para nivel de complejidad medio.

Dotación Neta Máxima = 115 l/hab./día (Tabla No 9, Resolución 2320 de 2009)

A partir de este valor se calcula la Dotación Bruta, que es la cantidad máxima 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 con un máximo de 25%, independiente del nivel de complejidad.

La ecuación para calcular la dotación bruta es la siguiente:

$$d \text{ bruta} = \frac{d \text{ neta}}{1 - \% \text{ de pérdidas}} \quad [3]$$

De acuerdo a lo anterior la dotación bruta es de 153,33 (l/hab-día) para una dotación neta máxima de 115 (l/hab-día) y pérdidas del 25%.

d. Dotaciones y pérdidas del acueducto urbano: La dotación neta y bruta y las pérdidas técnicas determinadas anteriormente se calcularon según el RAS 2000, ahora se calculan en base a mediciones de campo de acuerdo al caudal que ingresa a la planta de tratamiento, información que permite aproximarse a la situación real que se presenta en el municipio.

De acuerdo a lo anterior se tomo como dotación neta máxima 115 (l/hab-día) con unas pérdidas técnicas calculadas para los años 2011 y 2012 del 64,52% considerando que el sistema se encuentra en iguales condiciones para estos años, se obtuvo una dotación bruta de 324,15 (l/hab-día) dotación muy superior a la calculada según la norma, para este calculo también se tuvo en cuenta la población servida de acuerdo al % de cobertura del acueducto.

e. 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 adoptó el valor recomendado por el RAS 2000, tabla B.2.5 y B.2.6 respectivamente:

- Factor de Consumo Máximo Diario (K1) = QMD/Qmd = 1,30
- Factor de Consumo Máximo Horario (K2) = QMH/QMD = 1,60

f. Proyecciones de población y demandas máximas de agua potable: Se calcularon las demandas media diaria y máxima diaria, el almacenamiento de agua requerido para el horizonte del proyecto, con base en las proyecciones de población, la dotación bruta adoptada, y los coeficientes de consumo máximo diario y horario, hasta el año 2037, como se muestra en el cuadro 5, teniendo en cuenta la siguiente formulación:

$$Qmd = \frac{p * d \text{ bruta}}{86.400}$$

- Caudal medio diario (Qmd):
- Caudal Máximo Diario (QMD): $QMD = Qmd \times K_1$
- Caudal Máximo Horario (QMH): $QMH = QMD \times K_2$

Cuadro 5. Proyección de caudales medio diario, máximo diario, máximo horario y almacenamiento requerido para atender la demanda urbana

AÑO	POBLACIÓN TOTAL (hab)	COBERTURA ACUEDUCTO (%)	POBLACIÓN ATENDIDA (hab)	DOTACIÓN NETA (l/hab-d)	PÉRDIDAS (%)	DOTACIÓN BRUTA (l/hab-d)	DEMANDA MEDIA qmd = (l/s)	DEMANDA MÁXIMA QMD = (l/s)	ALMACENAMIENTO REQUERIDO (QMD/3) (m³)
2.011	3.697	100	3.697	115,0	64,5%	324,1	13,87	18,03	519
2.012	3.810	100	3.810	115,0	64,5%	324,2	14,29	18,58	535
2.013	3.925	100	3.925	115,0	25,0%	153,3	6,97	9,06	261
2.017	4.410	100	4.410	115,0	25,0%	153,3	7,83	10,17	293
2.022	5.087	100	5.087	115,0	25,0%	153,3	9,03	11,74	338
2.027	5.872	100	5.872	115,0	25,0%	153,3	10,42	13,55	390
2.032	6.777	100	6.777	115,0	25,0%	153,3	12,03	15,64	450
2.037	7.823	100	7.823	115,0	25,0%	153,3	13,88	18,04	520

g. Resumen de indicadores de los servicios de acueducto y alcantarillado: Recopilando lo analizado hasta este punto del informe, en el cuadro 6 se resumen los principales indicadores actuales y los proyectados para los próximos años hasta el final del horizonte del proyecto año 2037, de los servicios de acueducto y alcantarillado urbano de San Bernardo, asumiendo que dichos indicadores ayudaran a mejorar la prestación de estos servicios.

Cuadro6. Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto y alcantarillado en el municipio de San Bernardo

ITEM	INDICADOR	Und	BASE	AÑOS PROYECTADOS					
			2011	2012	2013	2017	2018	2026	2037
1	Pob. total del área urbana	hab	3.697	3.810	3.925	4.410	4.538	5.706	7.823
2	Inmuebles Urbanos	No	632	650	669	751	773	972	1.332
3	Cobertura acueducto	%	100	100	100	100	100	100	100
4	Pob. Atendida acueducto	hab	3.697	3.810	3.925	4.410	4.538	5.706	7.823
5	Usuarios activos acueducto	No	632	650	669	751	773	972	1.332
6	Continuidad del Servicio	h	24	24	24	24	24	24	24
7	Capacidad utilizada	l/s	18,03	18,58	9,06	10,17	10,47	13,16	18,05
8	Agua Producida	m3/mes	35.951	37.050	18.055	20.286	20.874	26.246	35.983
9	Agua a Facturar	m3/mes	-	-	13.541	15.214	15.656	19.685	26.988
10	Dotación Neta	l/hab-día	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0
11	Porcentaje de Perdidas	%	64,5%	64,5%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
12	Dotación Bruta	l/hab-día	324,1	324,2	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
14	Factor Consumo Máximo Horario	k2	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
15	Caudal Medio Diario	l/s	13,87	14,29	6,97	7,83	8,05	10,13	13,88
16	Caudal Máximo Diario	l/s	18,03	18,58	9,06	10,17	10,47	13,16	18,05
17	Caudal Máximo Horario	l/s	28,85	29,73	14,49	16,28	16,75	21,06	28,88
18	Micromedidores Instalados	No	0	0	669	751	773	972	1.332
19	Cobertura de Micromedición	No	0	0	100	100	100	100	100
20	Medidores en mal estado	No	-	-	0	0	39	49	67
21	Micromedición Efectiva	%	-	-	100%	100%	95%	95%	95%
22	Agua Facturada	m3/mes	-	-	13.541	15.214	14.865	18.692	25.630
23	Suscriptores Alcantarillado	No	632	650	669	751	773	972	1.332
24	Cobertura Alcantarillado	%	100	100	100	100	100	100	100
25	Calidad del Agua (IRCA)	%	16,2	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
26	Almacenamiento	m3	519,00	535,00	261,00	293,00	302,00	379,00	520,00

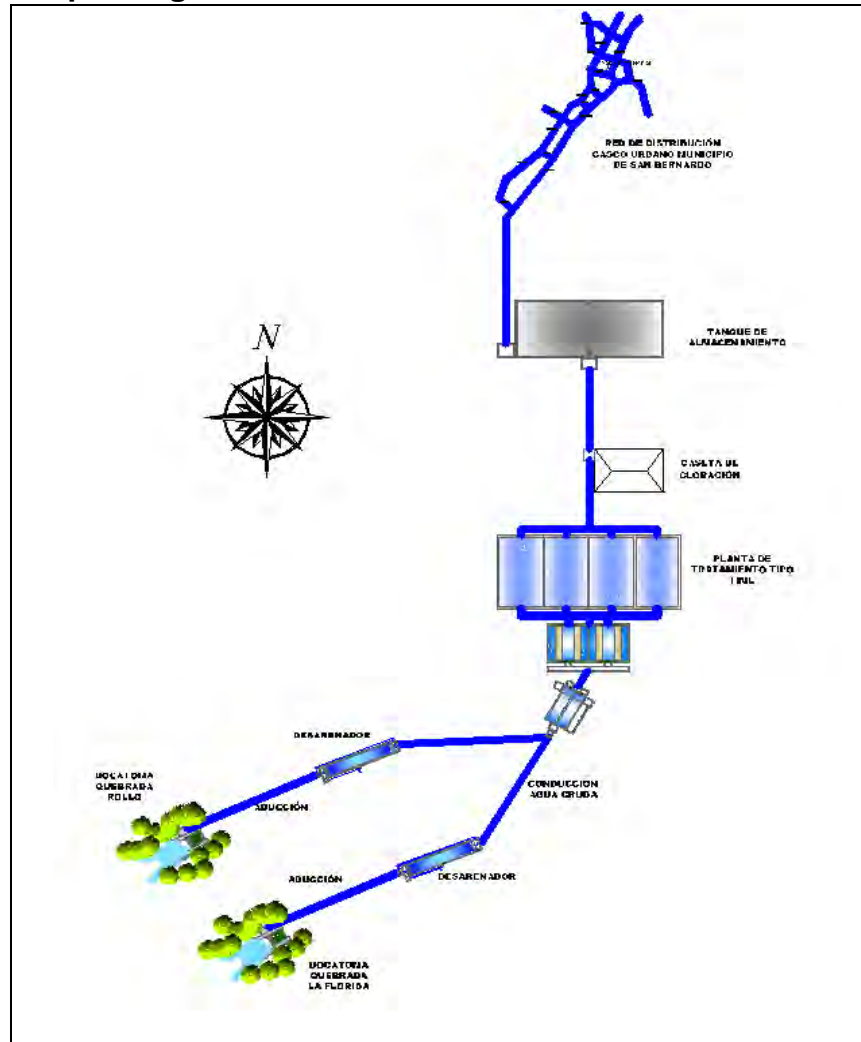
Cabe aclarar que en el cuadro 6 se asumieron algunos datos a partir del año 2013 como la cobertura de micro medición, el porcentaje de perdidas según el RAS del 25% y por ende el resto de indicadores asumiendo que para estos años ya se tomaron las medidas pertinentes para solucionar los problemas existentes.

2.1.4 Diagnóstico técnico del acueducto urbano del municipio de San Bernardo. El servicio de acueducto se encuentra a cargo de la Empresa de Servicios Públicos EMPOSAN E.S.P, la cual fue constituida el 8 de septiembre de 1998.

El sistema de acueducto está integrado por los siguientes componentes: captación de agua por medio de dos bocatomas de fondo, tres líneas de aducción y dos líneas de conducción, dos desarenadores, Planta de Tratamiento tipo FIME,

caseta de operación, un tanque de almacenamiento, redes de conducción y distribución de agua de consumo y conexiones domiciliarias. En la figura 2, se presenta el esquema general del sistema, identificando sus principales estructuras:

Figura 2. Esquema general del sistema de acueducto – M. San Bernardo



En seguida, se describe las principales características, su funcionamiento y el estado actual de cada uno de los componentes que integran este sistema.

a. Fuentes de abastecimiento actuales:

- **Quebrada El Rollo**

La quebrada está ubicada en la vereda Los Alpes, aquí se tiene construida la bocatoma, la línea de aducción y conducción de agua cruda y el desarenador. Con esta fuente se suple las necesidades de los habitantes del casco urbano que se benefician del servicio de acueducto. De acuerdo a la concesión de aguas la fuente tiene un caudal de 3,25 L/s y un caudal concedido de 3,0 L/s. (Ver figura 3)

Figura3. Quebrada El Rollo – municipio San Bernardo



➤ **Quebrada La Florida**

Se encuentra ubicada en la vereda la Florida, se tiene construida la bocatoma, la línea de aducción y conducción de agua cruda y el desarenador. Con esta fuente se suple las necesidades de los habitantes del casco urbano. De acuerdo a la concesión de aguas tiene un caudal de 10,3 l/s y un caudal concedido de 5,8 l/s. (Ver figura 4).

Figura 4. Quebrada La Florida – municipio San Bernardo



➤ **Estado de las fuentes de abastecimiento**

Según el personal técnico en la visita realizada al sector donde están ubicadas las bocatomas y durante el recorrido de las fuentes se observó a su alrededor una actividad antrópica indiscriminada especialmente por cultivos de fique, lo que genera un impacto en el ecosistema por el mal manejo de suelos, tala del bosque protector y la ampliación de la frontera agrícola y ganadera que ha ocasionado

problemas de erosión y riesgo de contaminación de las fuentes por uso de fertilizantes y agroquímicos.

Por tal razón, se recomienda proteger, conservar y recuperar estas fuentes, con el fin de garantizar la sostenibilidad ambiental del recurso hídrico. Todo lo anterior se logra con la presencia de vegetación en los nacimientos, con esta acción se genera un aumento de su cantidad, como también de calidad.

➤ **Caracterización de las aguas de la fuente de abastecimiento**

De acuerdo al RAS 2000, título C, literal C.2.3 y Tabla C.2.1, la fuente de agua debe caracterizarse de la manera más completa posible con el fin de determinar el tipo de tratamiento que necesita. Además se debe verificar que, la fuente cumpla con lo exigido en los artículos 37, 38 y 39 del decreto 1594 de 1984 que establece los criterios de calidad para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico.

Para este caso, no se dispone de análisis físicoquímicos y microbiológicos que permitan conocer el tipo de tratamiento y calidad de la fuente de abastecimiento en función de sus características.

➤ **Calificación de la fuente de agua**

No se cuenta con reportes rutinarios de análisis de las características organolépticas, físicoquímicas y microbiológicas del agua cruda de la fuente La Florida y El Rollo, con el fin de calificar la fuente según lo establecido en el Título C, Literal C.2.3 del RAS 2000 y el Decreto 1594 de 1984.

➤ **Tecnología de tratamiento en función de las características de las aguas de la fuente**

Debido a que no se tiene información relevante frente a calidad del agua de las fuentes de abastecimiento del acueducto, no es posible establecer con certeza el tipo de tratamiento que se requiere, lo que permitiría verificar que la tecnología de tratamiento existente, es la adecuada para tratar el agua tanto en época seca como en períodos de invierno en los que generalmente se presentan alteraciones en las características de las aguas por efecto de las lluvias.

➤ **Concesiones de agua**

Según resolución número 087 del 12 de marzo del año 2007, se legaliza su concesión de aguas a la empresa de servicios públicos EMPOSAN con una cantidad de **“ocho punto ochenta litros por segundo” (8,80) L/s**, distribuidos así: 3,0 l/s de la fuente El Rollo equivalente al 92,30 % del caudal total aforado y 5,8 l/s de la fuente La Florida equivalente al 56,75%. Su destino es exclusivamente

para uso doméstico de la cabecera municipal, la vigencia de este permiso es de cinco (5) años a partir de la ejecutoria de la resolución.

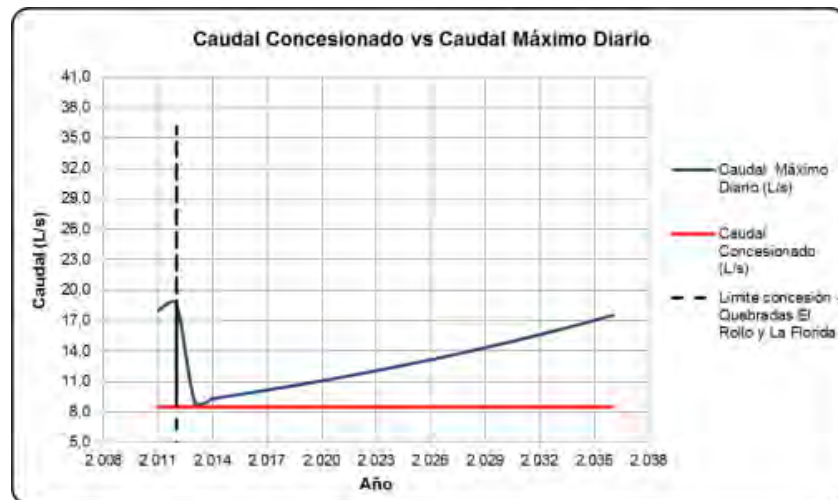
➤ **Análisis oferta vs demanda**

Haciendo un análisis de la oferta de acuerdo a la concesión otorgada por CORPONARIÑO de 8,8 L/s y comparándolo con el Caudal Máximo Diario (QMD) actual y futuro se concluye lo siguiente:

El caudal demandado actualmente en las condiciones operativas y de funcionamiento del sistema de acueducto, del orden de 13,6 l/s, consistente con el caudal aforado en la planta de tratamiento de agua potable de 14,3 l/s, es mayor a 8,8 l/s que es el caudal concesionado, razón por demás, que obliga a controlar los consumos mediante la reducción de las perdidas en el sistema a fin de evitar sanciones por hacer uso de caudales no autorizados.

En la figura 5 se presenta la relación de caudal concesionado versus la demanda actual y futura, observándose que el caudal concesionado no supe las necesidades actuales y futuras con pérdidas del 25% por lo cual se recomienda realizar los trámites pertinentes para aumentar el caudal concesionado.

Figura5.Caudal concesionado en función del caudal máximo diario demandado por la población actual y futura - municipio de San Bernardo



a. Estructura de captación:

➤ **Bocatoma El Rollo**

La bocatoma de fondo se encuentra ubicada en la vereda Los Alpes. Es una estructura en concreto reforzado, su estado es bueno a pesar del desgaste que ha sufrido a través del tiempo. La captación se hace por medio de una rejilla central

de (1,68x0,44)m con longitud de barrotes de 36 cm. Para impedir el paso de elementos que puedan obstruir la estructura utilizan piedras y un costal como medida de protección.

A continuación, se presenta las características principales de la estructura de captación, las fórmulas utilizadas y el resultado del chequeo hidráulico realizado, por el método de la velocidad especificada, según el literal B.4.4.5 del RAS 2000. (Ver cuadro 7).

Cuadro 7. Captación de la fuente El Rollo

FICHA TECNICA - CAPTACION DE AGUA FUENTE EL ROLLO					
Bocatoma - Captacion de fondo					
Tipo:	Dimensiones (Mts)				Estado
Componente	Longitud	Ancho	Altura		
Aleta derecha	4,9	0,3	0,9	Bueno	
Aleta izquierda	1,9	0,3	0,9	Bueno	
Canaleta	2,5	0,4	0,6	Bueno	
Camara de derivacion	2	1,5	1,5	Bueno	
Rejilla					
Capacidad de la rejilla	Dimensiones (Mts)		Diametro de la varilla	Espaciamiento	No.varillas
	Largo	Ancho	Pulgadas	Centimetros	
(L/s)	1,68	0,44	1/2	1	78
34,6					
Formulas utilizadas para realizar el chequeo hidraulico					
Caudal de captación (Qc)	$Qc = C \times At \times e \times Vp$			V = Velocidad de flujo en la rejilla según RAS 2000 - B.4.4.5.5. (V = 1,5 m/s) C = Coeficiente de contracción de la vena líquida (C = 0,9)	
Área total de la rejilla (At)	$At = L \times Lr$			L = Longitud de la rejilla Lr = Ancho de la rejilla	
Porcentaje útil de la rejilla (e)	$e = (eb)/(eb+\phi b)$			eb = Espaciamiento entre barrotes ϕb = Diametro de barras	



➤ **Bocatoma La Florida**

La bocatoma de fondo se localiza en la vereda la Florida, su estructura es en concreto reforzado en buen estado. Cuenta con una rejilla metálica de (0,78x 0,35) m con una longitud de barrotes de 27 cm. Como medida de protección tiene instalada la rejilla y un costal o tamiz que le sirve para retener las hojas de los árboles, ramas o piedras que pueden obstruir el canal de derivación.

A continuación, se presenta las características principales de la bocatoma, las fórmulas utilizadas y el resultado del chequeo hidráulico realizado, por el método de la velocidad especificada, según el literal B.4.4.5 del RAS 2000. (Ver cuadro 8).

Cuadro 8. Captación de la fuente La Florida

FICHA TECNICA - CAPTACION DE AGUA FUENTE LA FLORIDA					
Tipo:	Bocatoma - Captacion de fondo				
Componente	Dimensiones (Mts)			Estado	
	Longitud	Ancho	Altura		
Aleta derecha	3,7	0,4	0,65	Bueno	
Aleta izquierda	3,7	0,4	0,6	Bueno	
Canaleta	0,9	0,35	0,8	Bueno	
Camara de derivacion	1	1	1,4	Bueno	
Chequeo	Rejilla				
Capacidad de la rejilla	Dimensiones (Mts)		Diametro de la varilla	Espaciamiento	No. varillas
	(L/s)	Largo	Ancho	Pulgadas	
15,7	0,78	0,35	1/2	2	21
Formulas utilizadas para realizar el chequeo hidraulico					
Caudal de captación (Qc)	$Qc = C \times At \times e \times Vp$		V = Velocidad de flujo en la rejilla según RAS 2000 - B.4.4.5.5. (V = 1,5 m/s) C = Coeficiente de contracción de la vena líquida (C = 0,9)		
Área total de la rejilla (At)	$At = L \times Lr$		L = Longitud de la rejilla Lr = Ancho de la rejilla		
Porcentaje útil de la rejilla (e)	$e = (eb / (eb + \phi b))$		eb = Espaciamiento entre barrotes ϕb = Diametro de barras		



b. Línea de aducción:

➤ Línea de aducción El Rollo

La línea de aducción es a gravedad, esta se encuentra integrada por 2 tramos de igual longitud y diferente diámetro, a continuación se presentan sus principales características. (Ver cuadro 9)

Cuadro 9. Características aducción El Rollo

FICHA TECNICA - ADUCCION MUNICIPIO DE SAN BERNARDO	
ADUCCION EL ROLLO	
Estado: Bueno	
Longitud Tubería: C/U 50 m	
Diámetro Tubería: 4" Y 3"	
Material: PVC	
Capacidad: NA	
OBSERVACIONES:	
No se cuentan con planos de diseños, ni cotas que permitan calcular su capacidad.	



➤ Línea de aducción La Florida

La línea de aducción de agua cruda es a gravedad, compuesta por un solo tramo, en el cuadro 10 se presentan sus principales características.

Cuadro 10. Características aducción La Florida

FICHA TECNICA - ADUCCION MUNICIPIO DE SAN BERNARDO	
ADUCCION LA FLORIDA	
Estado: Bueno	
Longitud Tubería: 10 m	
Diámetro Tubería: 4"	
Material: PVC	
Capacidad: NA	
OBSERVACIONES: No se cuentan con planos de diseños, ni cotas que permitan calcular su capacidad.	

En las anteriores líneas de aducción no existe ninguna estructura adicional como cámara de quiebre de presión, tampoco de válvulas de purga ni de ventosas. El mantenimiento de este componente no es preventivo, simplemente se realiza cuando se presentan problemas por taponamiento, fugas o daños en la tubería.

c. Desarenador:

➤ Desarenador El Rollo

Es un desarenador tipo convencional semienterrado construido en concreto reforzado, cuenta con zona de entrada, sedimentación y salida. Las dimensiones externas del desarenador son de 4,75 m de longitud, 1,50 m de ancho y 1,95m de profundidad, la tubería de llegada tiene un diámetro de Ø 3" y Ø 4" en PVC RDE 21 y la salida es una tubería de Ø 3" en PVC RDE 21, el desagüe y el rebose son de Ø 4". A lo largo de la estructura se observan tres tapas de inspección de sección cuadrada de 0,6m x 0,6m y tres respiraderos en regular estado. Para realizar labores de operación y mantenimiento tiene instalado un bypass.

Para calcular la capacidad del desarenador se utilizó la longitud, ancho y profundidad efectiva, dimensiones tomadas en la visita que se realizó al municipio de San Bernardo, asumiéndose parámetros como remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,0075 cm y un porcentaje de eficiencia del 75%.

En el cuadro 11 se consigna las dimensiones del desarenador y el chequeo hidráulico realizado

Cuadro 11. Características desarenador El Rollo

FICHA TECNICA DESARENADOR DEL ACUEDUCTO DE SAN BERNARDO			
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)	10°C	Clasificación:	
Viscosidad Cinemática del Agua (μ)	0,01310 cm ² /s	Malos deflectores o sin ellos	1
Tamaño de Partícula (d) - según RAS	0,0075 cm	Deflectores Buenos	2
Con tratamiento posterior		Muy Buenos Deflectores	3
Porcentaje de Remoción (%R)	75 %	Desarenadores con buenos deflectores a / t	3
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s ²	Tiempo de Retención Hidráulica, a	25,3 minutos
Peso Específico de la Arena - r_s	2,65 gr/cm ³	Eficiencia (rango de 75-87,5)	75,0%
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= 6,49 l/s
$V_s = [g * (r_s - r) * d^2] / (18 * \mu)$	$V_s = 0,386 \text{ cm/s}$	Chequeo Número de Reynolds ($(\varnothing \text{ part} \times V_{sed}) / (\text{Viscosidad cinemática})$)	Reynolds=0,221
2. Cálculo del tiempo de sedimentación, t		5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal	
Dimensiones del Desarenador		Velocidad Horizontal $V_H = Q/\text{Área Transversal}$ ($V_H < 0,25 \text{ m/s}$) RAS 2000	0,003 m/s OK
Profundidad Útil (Hu)	1,95 m No cumple	$R_v = \text{Velocidad Sedimentación} / \text{Velocidad Horizontal}$ ($R_v < 20 \text{ RAS } 2000$)	$R_v = 1,39 \text{ OK}$
Largo Útil (Lu)	4,2 m	Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,0075 cm, eficiencia del 75,0%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 6,49 l/s.	
Ancho Útil (Au)	1,2 m		
Volumen del Desarenador (Vt)	9,83 m ³		
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	1,1 m		
Relación entre (Lu/Hu)	2,15 No cumple		
Pendiente de fondo (%)	6 cumple		
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	505,15 s		



➤ **Desarenador La Florida**

Este desarenador es tipo convencional semienterrado construido en concreto reforzado, cuenta con zona de entrada, sedimentación y salida. Las dimensiones externas del desarenador son 5,0 m de longitud, 1,5 m de ancho y 2,1 m de profundidad, la tubería que llega tiene un diámetro de Ø 4” en PVC RDE 21 y sale en una tubería con un diámetro de Ø 4” en PVC RDE 21. Además cuenta con válvulas para regular el flujo, tres respiraderos, tapas metálicas y escaleras para el acceso a las válvulas y al interior del desarenador. No tiene instalado el sistema bypass por lo cual se suspende el suministro de agua cuando se realiza mantenimiento.

Al igual que en el caso anterior para calcular la capacidad del desarenador se utilizó la longitud, ancho y profundidad efectiva, dimensiones tomadas el día de la visita, asumiéndose parámetros como remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,0075 cm y un porcentaje de eficiencia del 75%.

En el cuadro 12 se consigna las dimensiones del desarenador y el chequeo hidráulico realizado

Cuadro 12. Características desarenador La Florida

FICHA TECNICA DESARENADOR DEL ACUEDUCTO DE SAN BERNARDO	
1. Cálculo de la velocidad de sedimentación v_s	
Parámetros básicos para el chequeo	
Temperatura del Agua, (T)	10°C
Viscosidad Cinemática del Agua (μ)	0,01310 cm ² /s
Tamaño de Partícula (d) - según RAS	0,0075 cm
Con tratamiento posterior	
Porcentaje de Remoción (%R)	75 %
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	
$V_s = [g * (r_s - r) * d^2] / (18 * \mu)$	$V_s = 0,386 \text{ cm/s}$
2. Cálculo del tiempo de sedimentación, t	
Dimensiones del Desarenador	
Profundidad Útil (Hu)	1,8 m No cumple
Largo Útil (Lu)	4,55 m
Ancho Útil (Au)	1,2 m
Volumen del Desarenador (Vt)	9,83 m ³
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	1,1 m
Relación entre (Lu/Hu)	2,53 No cumple
Pendiente de fondo (%)	6 cumple
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	466,29 s
3. Cálculo del tiempo de retención hidráulica, a	
Grado del desarenador:	2
Clasificación:	
Malos deflectores o sin ellos	1
Deflectores Buenos	2
Muy Buenos Deflectores	3
Desarenadores con buenos deflectores a / t	3
Tiempo de Retención Hidráulica, a	12,9 minutos
Eficiencia (rango de 75-87,5)	75,0%
4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador, Q	
Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	Q= 12,7 l/s
Chequeo Número de Reynolds ($\phi \text{ part} \times V_{sed}$) / (Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,221
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 2000	0,006 m/s OK
Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv < 20 RAS 2000)	Rv = 0,66 OK
Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,0075 cm, eficiencia del 75,0%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 12,7 L/s.	



Es necesario cercar el desarenador para evitar que personas ajenas ingresen a la estructura y contaminen el agua.

d. Línea de conducción:

➤ **Conducción El Rollo**

La línea de conducción es a gravedad, está llega hasta la planta de tratamiento. Por falta de información no se calculo su capacidad instalada. A continuación, se presentan sus principales características. (Ver cuadro 13).

Cuadro 13. Conducción El Rollo

FICHA TECNICA - CONDUCCION MUNICIPIO DE SAN BERNARDO	
CONDUCCION EL ROLLO	
Estado: Bueno	
Longitud Tubería: 300 m	
Diámetro Tubería: 4"	
Material: PVC	
Capacidad: NA	
OBSERVACIONES: No se cuentan con planos de diseños, ni cotas que permitan calcular su capacidad.	

➤ **Conducción La Florida**

La línea de conducción de agua cruda es a gravedad, tiene un solo tramo el cual llega hasta la planta de tratamiento. Al igual que en el anterior caso no fue posible calcular su capacidad debido a que no se tiene información topográfica detallada de la línea de conducción. A continuación se presentan sus características. (Ver cuadro 14).

Cuadro 14. Conducción La Florida

FICHA TECNICA - CONDUCCION MUNICIPIO DE SAN BERNARDO	
CONDUCCION LA FLORIDA	
Estado: Bueno	
Longitud Tubería: 250 m	
Diámetro Tubería: 4"	
Material: PVC	
Capacidad: NA	
OBSERVACIONES: No se cuentan con planos de diseños, ni cotas que permitan calcular su capacidad.	

La conducción la Florida, cruza el rio San Bernardo a través de un viaducto o vuelo donde se ancla la tubería por medio de abrazaderas. La estructura es una viga empotrada por dos columnas en sus extremos.

e. Planta de tratamiento:

El sistema cuenta con una planta de tratamiento de agua potable construida en el año 2007. Esta planta es de filtración en múltiples etapas (FIME) en la cual se combinan los procesos de filtración gruesa en grava y filtración lenta en arena.

La planta está compuesta por una cámara de aquietamiento, dos filtros dinámicos gruesos, dos filtros gruesos ascendentes y cuatro filtros lentos en arena, para finalizar el proceso se lleva a cabo la desinfección con cloro gaseoso.


A continuación, se describe cada uno de estos procesos y sus respectivas estructuras:

➤ Cámara de aquietamiento

El agua cruda ingresa a una cámara de recolección mediante dos tuberías en PVC de Ø 4". Posteriormente mediante un orificio sumergido pasa el agua cruda a la cámara de aquietamiento la cual tiene a sus lados dos cámaras de rebose, después continua a un vertedero donde se distribuye uniformemente el agua a los dos filtros gruesos con la ayuda de un tabique construido en concreto.

En el cuadro 15 se presenta las medidas de la cámara de recolección, aquietamiento y rebose como también las estructuras mencionadas anteriormente:

Cuadro 15. Dimensiones de la Cámaras
FICHA TECNICA - CAMARA DE RECOLECCION, AQUIETAMIENTO Y REBOSE



CAMARA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	PROFUNDIDAD (cm)
DE RECOLECCION	53	37	90
DE AQUIETAMIENTO	120	53	46
DE REBOSE (2 und)	100	30	90

➤ Filtro grueso dinámico (FGDI)

La estructura se encuentra construida en concreto reforzado, actualmente está en funcionamiento y en buen estado, el sistema consta de un vertedero a la entrada y un tabique para la distribución uniforme del fluido, también tiene dos unidades de filtración descendente en paralelo y una cámara de lavado de material filtrante, cuenta con válvulas de cierre para regular el flujo y para el mantenimiento de los filtros, y un sistema de drenaje y recolección en tubería PVC perforada, además

de un canal para el rebose. El lavado de los filtros se realiza mediante el raspado del lecho filtrante de acuerdo al criterio del operador.

El chequeo hidráulico del filtro grueso se realizó adoptando las velocidades de filtración del RAS 2000 (Tabla C.3.1), las medidas del filtro tomadas en la visita y con base al documento para el diseño de las FIMES, realizado por “CINARA”. (Ver cuadro 16).

Cuadro 16. Características del filtro grueso dinámico

FICHA TECNICA - FILTRO GRUESO DINAMICO (FGDI)			
ESTADO		Bueno	
NUMERO DE FILTROS		2	
DIMENSIONES DEL FILTRO	Ancho util (m)	1,25	
	Largo util (m)	6,1	
	Altura al lecho (m)	0,6	
	Lecho filtrante	Grava	
	Espesor muros (m)	0,25	
	Area de filtracion (m2)	7,63	
DIAMETROS DE LA TUBERIA EN PVC	Entrada (plg)	4	
	Salida (plg)		
	Rebose (plg)		
CHEQUEO HIDRAULICO	Velocidad de filtracion (m/h) según RAS 2000	2	3
	Capacidad de un filtro (L/s)	4,24	6,35
CAUDAL TRATADO ACTUALMENTE (L/s)		14,3	



El FGDI tiene la capacidad para tratar un caudal máximo de 12,70 l/s, capacidad que es inferior al caudal actual producido de 14,3 l/s.

Asumiendo unas pérdidas del 25% el filtro tendría la capacidad máxima para tratar el QMD del periodo comprendido entre los años 2013-2025, a partir de ese año hasta el horizonte del proyecto año 2037 la capacidad es insuficiente, razón por la cual, se recomienda a la empresa realizar un seguimiento exhaustivo del caudal que entra a la planta, dado que en el momento que este supere la tecnología implementada, se realice la optimización de los filtros.

Se recomienda realizar actividades de operación y mantenimiento diarios, periódicos y eventuales de acuerdo al manual de operación y mantenimiento de las FIME (UNIVALLE – CINARA).

➤ **Filtro grueso ascendente en capas (FGAC)**


La estructura está construida en concreto reforzado, actualmente se encuentra en funcionamiento y en buen estado, el sistema consta de un canal rectangular para la distribución uniforme del agua a través de dos vertederos triangulares para las dos unidades de filtración, los filtros funcionan de manera ascendente y en paralelo, también cuentan con dos compuertas metálicas para aislar cada filtro para su mantenimiento y una tubería en PVC perforada ubicada horizontal y

transversalmente para la distribución uniforme del fluido. La recolección del agua filtrada y el rebose se hace a través de tuberías PVC de Ø 4" de diámetro.

Para el chequeo hidráulico realizado, se adoptó las velocidades de filtración establecidas en el RAS 2000 y las especificaciones técnicas del CINARA. El chequeo hidráulico se realizó a una unidad de filtración, ya que las dos unidades de tratamiento tienen las mismas dimensiones. (Ver cuadro 17)

Cuadro 17. Características del filtro grueso ascendente en capas

FICHA TÉCNICA - FILTRO GRUESO ASCENDENTE EN CAPAS (FGAC)			
ESTADO		Bueno	
NUMERO DE FILTROS		2	
DIMENSIONES DEL FILTRO	Ancho util (m)	6,8	
	Largo util (m)	5	
	Altura al lecho (m)	1,8	
	Espesor muros (m)	0,3	
	Area de filtracion por modulo (m2)	34	
DIAMETROS DE LA TUBERIA EN PVC	Recoleccion (plg)	4	
	Rebose (plg)		
CHEQUEO HIDRAULICO	Velocidad de filtracion adoptada según RAS 2000 (m/h)	0,3	0,7
	Capacidad de un filtro (L/s)	2,83	6,61
CAUDAL TRATADO ACTUALMENTE (L/s)		14,3	



De acuerdo a lo anterior se concluye que el filtro tiene una capacidad de 13,3 l/s, asumiendo pérdidas del 25%, las unidades de filtración tendrían la capacidad máxima para tratar el QMD del periodo comprendido entre los años 2013-2025, a partir de ese año hasta el horizonte del proyecto la capacidad instalada es insuficiente, razón por la cual, se recomienda realizar un seguimiento del caudal de entrada a la planta, dado que en el momento que este supere su capacidad se realice la optimización de los filtros, para poder garantizar la demanda requerida.

La operación de los filtros gruesos ascendentes está relacionada con el control de la velocidad de filtración y el control de la calidad de agua efluente. El mantenimiento está asociado con los lavados y las acciones tendientes a prevenir o reparar daños.

➤ **Filtro Lento en arena (FLA)**

El filtro está construido en concreto reforzado, actualmente se encuentra en funcionamiento y en buen estado, el sistema consta de 4 filtros con iguales dimensiones que funcionan de manera descendente y en paralelo, están constituidos por las siguientes estructuras y accesorios: dos canales rectangulares para la distribución uniforme del fluido a través de cuatro vertederos metálicos triangulares uno para cada unidad de filtración, 4 compuertas metálicas para aislar cada filtro al realizar su mantenimiento, tubería en PVC perforada ubicada

transversal y horizontalmente para la recolección de agua filtrada y para el rebose se tiene instalada tubería en PVC de Ø 4”.

Para el chequeo hidráulico realizado, se adoptó las velocidades de filtración establecidas en el RAS 2000 y las especificaciones técnicas del CINARA. (Ver cuadro 18).

Cuadro 18. Características del filtro lento en arena

FICHA TECNICA - FILTRO LENTO EN ARENA (FLA)			
ESTADO		Bueno	
NUMERO DE FILTROS		4	
DIMENSIONES DE UNA UNIDAD DE FILTRACION	Ancho util (m)	7,15	
	Largo util (m)	11,45	
	Altura total (m)	-	
	Espesor muros (m)	0,3	
	Area de filtracion por modulo (m2)	81,87	
DIAMETROS DE LA TUBERIA EN PVC	Recoleccion principal(plg)	4	
	Recoleccion secundaria (plg)	3	
	Rebose (plg)	4	
CHEQUEO HIDRAULICO	Velocidad de filtracion adoptada según RAS 2000 (m/h)	0,1	0,3
	Capacidad de un filtro (L/s)	2	7
CAUDAL TRATADO ACTUALMENTE (L/s)		14,3	



El filtro tiene una capacidad de 28 l/s, capacidad suficiente para tratar el caudal actual de 14,3 l/s y caudal futuro de 18,05l/s.

➤ **Sistema de cloración**

Para la desinfección del agua se dispone de un cilindro de cloro gaseoso de 68 kg de capacidad, éste cuenta con un dosificador de cloro marca REGAL y una bomba marca WEG de ½ HP. El cloro gaseoso es inyectado a una tubería de PVC de Ø 1/2” que transporta un caudal que es bombeado del tanque de contacto (El cloro no se aplica en el tanque de contacto), el desinfectante es aplicado en una cámara a la salida de la caseta de cloración. Actualmente se está dosificando con cloro gaseoso.

f. Medición de caudales de entrada a la PTAP:

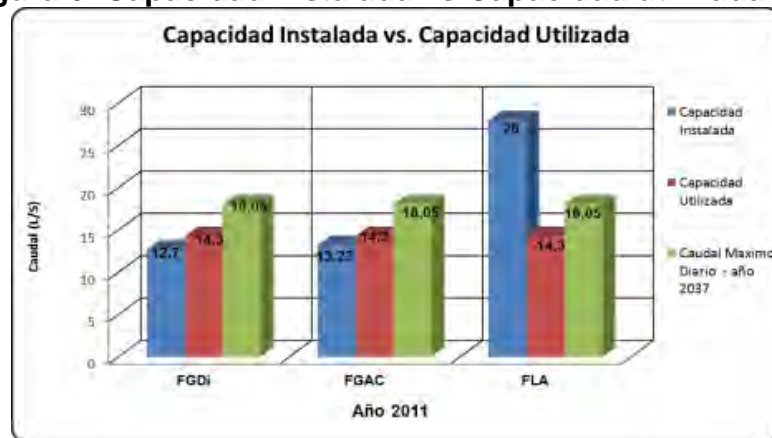
El sistema de acueducto no cuenta con macromedidor a la entrada ni a la salida de la planta de tratamiento, por lo cual no se dispone de un registro de caudales, en la visita se realizó un aforo de caudal a la entrada de la planta de tratamiento en el vertedero ubicado en el filtro grueso dinámico, dio como resultado un caudal de 14,3 l/s.

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

La capacidad del sistema de acueducto, está supeditada a la menor capacidad que se desarrolla en cada uno de los procesos que integran el acueducto. En la evaluación hidráulica de cada uno de los componentes, se obtiene que las unidades limitadoras sean el filtro grueso dinámico y filtro grueso ascendente en capas.

En la grafica 6 se compara la capacidad instalada, la capacidad utilizada y el caudal máximo diario al final del horizonte del proyecto.

Figura 6. Capacidad instalada vs Capacidad utilizada.



g. Dosificación y consumo de insumos químicos:

La dosificación del cloro gaseoso es de 63gr/h para un caudal medio diario (QmD) de 14,3 l/s, para este caudal se tiene una concentración de 1,22 mg/lit, y de acuerdo al registro de cloro residual tomado por EMPOSAN en la red de distribución se tiene un promedio diario de 0,36 tomado en horas de la mañana para el mes de julio del 2011, por lo tanto se puede decir que se tiene una demanda promedio de cloro de 0.86 mg/lit.

En el cuadro19 se presenta un resumen sobre el sistema de desinfección:

Cuadro 19. Equipo para dosificación de cloro gaseoso

FICHA TECNICA - EQUIPO PARA LA DOSIFICACION DE INSUMOS QUIMICOS	
Equipo para dosificar cloro gaseoso	
Cilindro de cloro gaseoso	
Capacidad del cilindro (Kg)	68
Precio (\$)	712.000
Dosificación aplicada (gr/h)	63
Duración aprox. (Días)	45
Dosificador de cloro gaseoso	
Marca del dosificador	REGAL GAS CHLORINATORS
Equipo para dosificar cloro granulado	
Actualmente no tienen cloro granulado como plan de contingencia, ni con otro cilindro de cloro gaseoso simplemente el operador esta pendiente con la duración del cilindro para pedir uno nuevo, por lo cual se recomienda adquirir otro cilindro de reserva o implementar el granulado como contingencia.	



h. 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 bomba utilizada tiene las siguientes características: Marca WEG de ½ HP.

i. Laboratorio de control de calidad:

La empresa no cuenta con laboratorio para el control de la calidad tanto influente como efluente del proceso de tratamiento, tampoco se dispone de equipos, materiales y/o reactivos que permitan determinar parámetros de calidad del agua, ni adelantar ensayos para la determinación de las curvas de demanda de cloro.

Con base en lo anterior, se evidencia que 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.

Según el RAS, título C. Numeral C.14.4.7, toda planta de tratamiento debe tener un laboratorio de control operacional para permitir la realización de ensayos físicos, químicos y microbiológicos del agua en proceso, producida y suministrada.

➤ **Dotación de Laboratorio (equipos, materiales y reactivos)**

La dotación de laboratorio es mínima, ya que solo cuentan con equipo para la determinación de demanda de cloro como un comparador de cloro visual y el reactivo CHLORINE FREE DPD, como dotación de seguridad industrial cuentan con una máscara y un casco, también tienen un botiquín y algunos elementos de aseo.

j. Análisis de calidad de agua:

EMPOSAN E.S.P, no realiza análisis de calidad de agua influente a la planta con el fin de conocer sus características y en función de estas definir condiciones operativas, como tampoco en cada una de las etapas de proceso, que permitirían evidenciar la eficiencia de las unidades, con el fin de garantizar un agua desde planta acorde con las exigencias normativas establecidas en el Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de 2007.

Por lo tanto, no se cuenta con reportes de análisis realizados por parte de la empresa prestadora.

k. Almacenamiento:

El sistema cuenta con un tanque de almacenamiento semienterrado construido en concreto reforzado, dividido por un tabique central que forma dos compartimientos que operan de manera independiente, lo cual permite el suministro continuo de agua al casco urbano, esta característica cumple con lo descrito en el numeral B.9.3.2 del RAS 2000. Tiene instalados cuatro respiraderos, tres tapas para el acceso, tres válvulas de lavado y un sistema de By –Pass.

El lavado del tanque de almacenamiento según el operador se realiza cada 6 meses aproximadamente, cumpliéndose con la normatividad que obliga a un mantenimiento semestral incluyendo la actividad de desinfección de la estructura internamente, especificado en el Decreto 1575 de 2007. En el cuadro 20 se muestra las dimensiones, capacidad de almacenamiento y estado de la infraestructura existente:

Cuadro 20. Tanque de almacenamiento

FICHA TECNICA - TANQUE DE ALMACENAMIENTO			
Material	Concreto reforzado		
Estado	Bueno		
Dimensiones de cada compartimiento			
Dimensiones del tanque	Espesor muro (m)	No. 1	No. 2
	Ancho util (m)	5	5
	Largo util (m)	10	10
	Altura total (m)	2,1	2,1
	Altura util (m)	1,95	1,95
Diametros de tubería en PVC	Entrada (plg)	-	-
	Salida red de distribución (plg)	4	
Capacidad de almacenamiento existente (m3)		195	
Capacidad de almacenamiento requerida actualmente (m3)		519	
Capacidad de almacenamiento futura (m3)		520	



La capacidad de almacenamiento del tanque es de 195m³, la cual comparada con la demanda actual y su necesidad de almacenamiento requerida es de 519m³ y también comparada con la demanda al final del horizonte del proyecto año 2037y su necesidad futura de almacenamiento es de 520m³, se puede concluir que la capacidad del tanque no es suficiente para suplir las necesidades actuales ni futuras de almacenamiento. Por lo cual se recomienda construir a corto plazo un tanque de almacenamiento que tenga la capacidad de abastecer y suplir las necesidades actuales y futuras de la población.

I. 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 sistema de distribución, por lo tanto, se relacionará mas adelante alguna información que se recolectó o que se levantó con ayuda del personal de EMPOSAN E.S.P.

➤ Redes de distribución de agua

La red de distribución del acueducto del casco urbano de San Bernardo fue instalada en Ø 4", Ø 3", Ø 2" y Ø 1", su material es en PVC con una longitud aproximada de 4200 m. En la red se encuentran ubicadas 12 válvulas de sectorización las cuales permiten la suspensión del servicio al sector donde se realiza el mantenimiento o reparaciones por daños en las tuberías, y accesorios.

En el cuadro 21 se muestra la relación de la red por diámetro, longitud y material:

Cuadro 21. Características de la red de distribución

DIAMETRO (plg)	LONGITUD (m)	MATERIAL
1	250	PVC
2	300	PVC
2½	1300	PVC
3	1400	PVC
4	950	PVC

Fuente: Unión Temporal Colombia

➤ Catastro de redes

La entidad prestadora del servicio, no cuenta con un catastro de redes actualizado que brinde la información necesaria sobre materiales, diámetros y longitudes.

Frente a esta situación no es factible establecer el estado actual del sistema, sus condiciones de funcionamiento, adicionalmente la falta de información impide la

realización de un chequeo hidráulico y una simulación hidráulica, factores que permitirían conocer la capacidad para determinar las condiciones del sistema.

➤ Sectorización de redes

La red de distribución en el casco urbano se encuentra sectorizada, por lo tanto cuando se realiza mantenimiento o se presentan daños en la red, el servicio es suspendido a los usuarios del sector afectado, no se pudo determinar con exactitud los sectores debido a que no se cuenta con planos ni memorias.

➤ Plano de presiones

No se dispone de planos de presiones, razón por la cual, no es factible determinar si los daños que se presentan en el sistema de distribución estén asociados a altas presiones o presiones mayores a las de trabajo de las tuberías, es importante tener en cuenta la topografía del municipio, ya que presenta altas pendientes que bien podrían incidir en las presiones.

➤ Puntos muertos

No existe información suministrada por parte de la empresa de servicios públicos sobre puntos muertos en la red de acueducto ni se cuenta con planos de la red de distribución y por ende la existencia de posibles puntos muertos en la misma.

➤ Puntos de toma de muestras

En la cabecera municipal se tiene instalado cinco puntos de muestreo, de acuerdo al acta de concertación de puntos y lugares de muestreo presentado por la empresa de servicios públicos EMPOSAN E.S.P. el 10 de febrero del 2011.

En el cuadro 22 se consignan los cinco puntos de muestreo en la red de distribución, su ubicación y localización.

Cuadro 22. Puntos de toma de muestras municipio de San Bernardo

PUNTO	CODIGO	DESCRIPCION DEL PUNTO	COORDENADAS	
			N	E
Uno	NA	Junto a la piscina municipal	1° 31' 05,7"	77° 02' 41,8"
Dos	NA	Junto al centro de acopio	1° 30' 41,8"	77° 02' 49,4"
Tres	NA	Junto a la vivienda de Amelio Castillo	1° 30' 53,1"	77° 02' 47,6"
Cuatro	NA	Junto a la ESE	1° 30' 28,2"	77° 03' 03,4"
Cinco	NA	Junto a la vivienda de Miguel Chaves	1° 30' 51,8"	77° 03' 00,4"

Fuente: Instituto departamental de Salud de Nariño.

Según la resolución 0811 de 2008, el número mínimo de puntos de muestreo en la red de distribución es de cinco para una población atendida por la persona

prestadora del servicio mayor a 2.501 y menor a 10.000. De acuerdo a lo anterior la cantidad de puntos de muestreo instalada es la correcta para esta población.

En la figura 7 se presenta uno de los puntos de muestreo en la red de distribución de agua para consumo.

Figura 7. Punto de toma de muestras red de Distribución



➤ **Conexiones domiciliarias**

Según información suministrada por la empresa prestadora del servicio existe un total de 632 conexiones domiciliarias instaladas en PVC de diferentes presiones.

En general se encuentran en buen estado, las conexiones domiciliarias se componen de collares de derivación o galápago, registro de incorporación, acople, tubería domiciliar de $\text{Ø}=1/2''$ y acople con unión. En cuanto al mantenimiento se realiza solo de manera correctiva.

m. Control de calidad de agua de consumo en red:

En la resolución 2115 del 2007 se muestra las características, los instrumentos básicos y la frecuencia para el control y vigilancia para la calidad de agua para consumo humano, también se presenta el análisis de los procesos básicos de control tanto para el prestador como para la autoridad sanitaria.

➤ **Reportes de calidad de agua del prestador**

EMPOSAN E.S.P. no realiza caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas de agua de consumo, de acuerdo a la Resolución 2115 del 2007 - artículos 21 y 22, que especifican que la empresa prestadora debe realizar los procesos básicos de control de calidad del agua para consumo humano.

➤ **Reportes de calidad de agua del IDSN**

Las frecuencias y número de muestras de vigilancia de la calidad física, química y microbiológica del agua para consumo humano que debe realizar la autoridad sanitaria se encuentra especificada en la resolución 2115 del 2007 art.24 y art.26.

➤ **Índice de riesgo de la calidad de agua – IRCA**

De acuerdo al informe de seguimiento anual de la calidad de agua suministrada para consumo humano reportado por el IDSN, para el acueducto del casco urbano se tiene que para el **año 2010** se tuvo un IRCA urbano de **16,17%** con un nivel de **riesgo medio**, lo que indica que el agua no es apta para consumo humano y para el **año 2011** se tuvo un IRCA urbano de **3,9%** de nivel **sin riesgo**, lo que indica que el agua es apta para consumo humano.

n. Planos de los componentes del sistema de acueducto:

La empresa no tiene planos generales ni detallados de la bocatoma, líneas de aducción ni conducción, planta de tratamiento, ni de la red de distribución de la cabecera municipal.

o. Aspectos de operación y mantenimiento del sistema de acueducto:

Se encuentran los manuales de operación y mantenimiento, los planes operativos y de contingencia y el plan de uso eficiente y ahorro del agua PUEAA.

➤ **Manual de operación**

La entidad cuenta con un manual de operación y mantenimiento para la planta de tratamiento tipo FIME, en este documento se presentan aspectos generales sobre las labores de operación y mantenimiento para los componentes de la planta. El Título C - Numeral. C.16.5.4 del RAS 2000, exige que toda planta deba contar con un manual de operación.

➤ **Planes operativos y de contingencia**

La empresa cuenta con el plan de contingencia, creado para efectos de manejar y controlar de manera efectiva, ciertos tipos de fenómenos naturales y posibles errores humanos que puedan causar dificultades a la población como la prestación efectiva y eficiente del servicio de acueducto a la población.

➤ **Plan de uso eficiente y ahorro del agua – PUEAA**

En la visita realizada se entregó los ajustes realizados al PUEAA. Según oficio enviado por CORPONARIÑO, de fecha 25 de enero de 2010.

2.1.5 Diagnóstico técnico del alcantarillado urbano del municipio de San Bernardo. Para la descripción del sistema de alcantarillado se partió de la información consignada en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV año 2008, así mismo del Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario del casco urbano municipio de San Bernardo año 2009, como también de los parámetros básicos del RAS 2000 y la información recolectada en la visita de campo.

a. Aspectos técnicos del alcantarillado existente: De acuerdo a la información suministrada por la empresa el sistema de alcantarillado tiene una cobertura del 100% y 632 suscriptores, El sistema de tipo combinado cuenta con 82 pozos de inspección, redes de recolección, 63 sumideros y 5 vertimientos, sin embargo no cuenta con PTAR.

b. Componentes del sistema: A continuación se describen cada uno de sus componentes:

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

Las aguas residuales domésticas llegan al río San Bernardo mediante 5 emisarios finales que colectan las descargas del casco urbano. De acuerdo al Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario del casco urbano municipio de San Bernardo año 2009 la mayoría de la tubería instalada se encuentra en 8" de diámetro y en algunos tramos de 6", 10", 12", 16" y 20", se desconoce su estado actual.

➤ **Cámaras de Inspección**

El sistema de recolección de aguas residuales tiene construidos 82 cámaras de inspección, 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. Estas poseen tapas en hierro fundido o en concreto, en algunas sus peldaños se encuentran en mal estado dificultando el acceso a las cámaras de inspección. (Ver figura 8).

Figura 8. Construcción de pozos de inspección



➤ **Sumideros**

Se tienen instalados un total de 63 sumideros, en su mayoría son de tipo cuneta con rejilla, ubicados en las esquinas de algunas manzanas, los cuales 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.

➤ **Domiciliarias**

En el sistema hay un total de 632 conexiones domiciliarias en PVC en regular estado, en su mayoría de Ø 4". En la mayoría de las 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.

➤ **Puntos de vertimiento**

En total se encuentran cinco vertimientos, los cuales realizan su descarga al río San Bernardo. En la figura 9 se presenta el registro fotográfico tomado el día de la visita, aquí se puede observar el material y el estado en que se encuentran:

Figura 9. Puntos de vertimiento – municipio de San Bernardo.



c. Sistema de tratamiento de aguas residuales: El municipio no cuenta con PTAR para las aguas servidas del casco urbano, en el plan de saneamiento y manejo de vertimientos PSMV 2008 se tienen planteado su construcción.

d. Aspectos de operación y mantenimiento del alcantarillado: No se realiza mantenimiento a las redes de alcantarillado, pozos de inspección y sumideros; sólo se hace cuando se presentan problemas por obstrucción o taponamiento.

e. Planos del sistema de alcantarillado: Se cuenta con planos de la red de alcantarillado, suministrados por la empresa, tomados del plan maestro de alcantarillado del municipio de San Bernardo 1 Etapa.

f. Plan de saneamiento y manejo de vertimientos – PSMV: El municipio de San Bernardo cuenta con el PSMV el cual fue aprobado bajo la resolución No 498 del 14 de Julio de 2009.

2.1.6 Diagnóstico técnico del servicio de aseo en la parte urbana del municipio de San Bernardo. De igual manera que en los servicios de acueducto y alcantarillado, el servicio de aseo en el casco urbano es prestado por EMPOSAN.

a. Caracterización y producción de residuos sólidos: De acuerdo al “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA INSTALACION DE UN RELLENO SANITARIO - 2010” la producción total de residuos al mes es de 18,3 Ton, de las cuales 13,7 ton (75%) corresponden a residuos orgánicos, los residuos inorgánicos aprovechables como papel, cartón, vidrio, plástico y metales su producción mensual es de 1,2 ton (6,4%) y no aprovechables 3,4 ton (18,6%). En el cuadro 23 se muestra la producción de residuos sólidos por componente.

Cuadro 23. Caracterización física de los residuos sólidos producidos

TIPO DE MATERIAL	% EN PESO	RESIDUOS SOLIDOS PRODUCIDOS POR COMPONENTE (Ton/mes)
Organicos facilmente biodegradables		
Residuos de alimentos	75	13,7
Podas y corte de prado	-	0
Otros	-	0
Subtotal (RSO)	75	13,7
Inorganicos		
Papel y carton	2,4	0,44
Vidrio	2	0,37
Plastico	1,4	0,26
Metales	0,6	0,11
Otros aprovechables	-	0
Subtotal (RSI)	6,4	1,2
No aprovechables	18,6	3,4
TOTAL	100	18,3
Esperado	100	18,3

Fuente: Estudio de impacto ambiental para la instalación de un relleno sanitario - 2010.

De lo expuesto anteriormente, se evidencia el alto grado de potencialidad que representa el aprovechamiento de los residuos orgánicos fácilmente biodegradables, dado su alto porcentaje de participación en la composición física, además también es importante el aprovechamiento de materiales como papel, cartón, vidrio, plástico y metales.

b. Rutas y frecuencia de recolección: De acuerdo a la información suministrada por la empresa tiene diseñado una microruta para la recolección de residuos sólidos pero no se entregó el plano o esquema, el recorrido se realiza de acuerdo a la experiencia y conocimiento del conductor del vehículo recolector. El servicio de recolección lo realizan los días lunes y viernes para todos los usuarios.

c. Barrido de vías y limpieza de áreas públicas: El servicio de barrido y limpieza de vías y áreas públicas se presta, en algunas vías del municipio, para una longitud total de 1.83Km. El cual se realiza manualmente utilizando para esta labor herramienta menor como escobas, rastrillo, recogedor y sacas.

d. Recolección, transporte y disposición de residuos sólidos: El servicio de aseo es prestado a toda la población en el casco urbano con una cobertura del 100%, la recolección y transporte de los residuos sólidos se realiza en una volqueta los días lunes y viernes.

Los residuos son dispuestos por los usuarios en bolsas plásticas, costales y recipientes plásticos, estos son llevados a las aceras de las calles o a la esquina más cercana para ser recogidos por el vehículo recolector, estos son llevados a la planta de tratamiento para su selección y aprovechamiento, finalmente se realiza la disposición final de los residuos en el relleno sanitario del municipio.

e. Relleno sanitario: El municipio cuenta con un relleno sanitario, su licencia fue otorgada bajo resolución 049 del 2003 expedida por CORPONARIÑO.

f. Tratamiento de los residuos sólidos: Para el tratamiento de los residuos sólidos inorgánicos se realiza selección, almacenamiento y comercialización de los residuos que pueden ser aprovechados como papel, cartón, vidrio, plástico y metales, el resto es llevado para su disposición final.

Los residuos orgánicos son tratados mediante la alternativa de compostaje, la cual consiste en pasar el componente orgánico a una molienda previa, así iniciar el proceso de compostaje, el cual consiste en ubicar pilas en el área de la planta, agregándoles cal y una mezcla de bacterias con melaza, acelerando el proceso de degradación de la materia orgánica. Estas a su vez reciben dos volteos semanales para airear la materia y matar los huevos de las moscas posteriormente en un

término de 45 días, la materia pasa a un periodo de secamiento y tamizaje para ser empacado mediante el sistema de bultos.⁴ (Ver figura 10).

Figura 10. 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. 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.
- 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. 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.
- El vaso está equipado con varias chimeneas construidas de forma artesanal 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, el 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

⁴Fuente: Estudio de impacto ambiental para la instalación de un relleno sanitario - 2010

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.

g. Manejo y tratamiento de lixiviados y gases: De acuerdo a la información suministrada por la empresa para la evacuación de lixiviados tienen un sistema base de drenaje que consiste en una serie de filtros localizados en las bases de los vasos excavados e impermeabilizados, el lixiviado filtrado se evacua mediante un vertedero rectangular hacia un tanque de almacenamiento de lixiviados. Según el operario del relleno la producción de lixiviados es mínima por lo tanto son vertidos a campo abierto.

Para el control de gases se tiene un sistema de evacuación generados al interior de la masa de residuos, el cual consiste en un conjunto de chimeneas que se van prolongando verticalmente conforme se va teniendo crecimiento de la altura de la celda.

h. Aprovechamiento de los residuos sólidos: Los residuos sólidos que se aprovechan son de tipo orgánico e inorgánico. La cantidad total de residuos sólidos aprovechables es de 10,05 ton/mes lo que corresponde a un 54.9% del total de los producidos según la caracterización es de 18,3 ton/mes, Información extractada del “Estudio de impacto ambiental para la instalación de un relleno sanitario - 2010”.El aprovechamiento de los residuos sólidos disminuye el volumen dispuesto y como consecuencia aumenta la capacidad y la vida útil del relleno.

i. Residuos sólidos peligrosos: Los residuos sólidos hospitalarios generados se estima una cantidad aproximada de 76.6 kg/mes, los cuales son incinerados en el Hospital El Buen Samaritano, en el municipio de La Cruz.

j. Planos de ruteo y recolección: EMPOSAN E.S.P no cuenta con planos de ruteo y recolección de residuos sólidos.

k. Planos del relleno sanitario: La empresa prestadora de los servicios públicos domiciliarios no cuenta con planos del relleno sanitario. 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.

I. Plan de gestión integral de residuos sólidos – PGIRS: El Plan de Gestión integral de Residuos Sólidos, PGIRS del municipio de San Bernardo fue adoptado bajo resolución 128 del 3 de junio del año 2008.

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

Para la realización de la evaluación de los sistemas en el municipio de La Llanada, se siguió la misma metodología anteriormente aplicada al municipio de San Bernardo, por tal razón se tomara a consideración los resultados más representativos de esta valoración y el desarrollo completo se revela en el ANEXO A del presente documento.

2.2.1 Resumen de 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 Patricia López Gerente, dela Empresa de Servicios Públicos Manantial del Cedro SAS E.S.P.con los datos estadísticos reportados por el DANE y las evaluaciones realizadas por el equipo técnico de la Gerencia, con base en lo establecido en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000.

En el cuadro 24, se presenta la información consolidada de la población atendida y proyectada, número de usuarios y los porcentajes de cobertura para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, teniendo en cuenta un nivel de complejidad medio de acuerdo a la población proyectada al horizonte del proyecto año 2037.

También se tomaron datos importantes para el análisis del sistema de acueducto como dotación neta, dotación bruta, porcentaje de pérdidas técnicas, caudal medio y máximo diario, caudal máximo horario y el volumen de almacenamiento requerido, este último calculado con base en lo dispuesto en el literal B.9.4.4 del RAS-2000.

Cuadro 24. Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo– M. de La Llanada

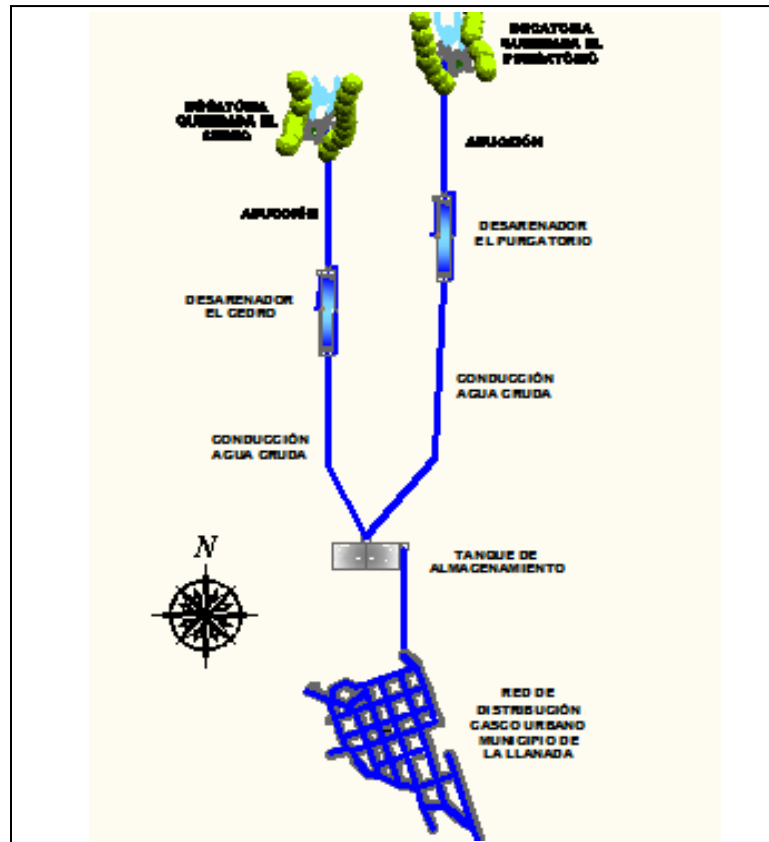
ITEM	INDICADOR	Und	BASE	AÑOS PROYECTADOS							
			2011	2012	2013	2017	2018	2026	2031	2036	2037
1	Pob. total área urbana	hab	2.095	2.120	2.145	2.250	2.277	2.505	2.659	2.822	2.856
2	Inmuebles Urbanos	No.	607	614	622	652	660	726	771	818	828
3	Cobertura acueducto	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	Pob. Atendida acueducto	hab	2.095	2.120	2.145	2.250	2.277	2.505	2.659	2.822	2.856
5	Usuarios activos acueducto	No.	607	614	622	652	660	726	771	818	828
6	Continuidad del Servicio	h	24	24	24	24	24	24	24	24	24
7	Capacidad utilizada	l/s	10,05	10,05	3,81	3,99	4,04	4,45	4,72	5,01	5,07
8	Agua Producida	m3/mes	26.050	26.362	9.868	10.350	10.474	11.523	12.231	12.983	13.139
9	Agua Facturada	m3/mes	7.227	7.313	7.401	7.763	7.856	8.642	9.174	9.737	9.854
10	Dotación Neta	l/hab-día	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0
11	Porcentaje de Pérdidas	%	72,3%	72,3%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
12	Dotación Bruta	l/hab-día	414,5	414,5	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	1,30
14	Factor Consumo Máximo Horario	k2	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
15	Caudal Medio Diario	l/s	10,05	10,05	3,81	3,99	4,04	4,45	4,72	5,01	5,07
16	Caudal Máximo Diario	l/s	13,07	13,07	4,95	5,19	5,25	5,78	6,13	6,51	6,59
17	Caudal Máximo Horario	l/s	20,90	20,90	7,92	8,31	8,41	9,25	9,82	10,42	10,54
18	Micromedidores Instalados	No	0	0	622	652	660	726	771	818	828
19	Cobertura de Micromedición	No	0	0	100	100	100	100	100	100	100
20	Medidores en mal estado	No	-	-	0	0	33	36	39	41	41
21	Micromedición Efectiva	%	-	-	100%	100%	95%	95%	95%	95%	95%
22	Agua a Facturar con micromedición	m3/mes	-	-	7.401	7.763	7.463	8.214	8.709	9.249	9.366
23	Calidad del Agua (IRCA)	%	3,1	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
24	Almacenamiento	m3	376	376	143	150	151	166	177	188	190
25	Suscriptores Alcantarillado	No	574	614	622	652	660	726	771	818	828
26	Cobertura Alcantarillado	%	94,6	100	100	100	100	100	100	100	100
27	Suscriptores Aseo	No	607	614	622	652	660	726	771	818	828
28	Cobertura Aseo	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100

2.2.2 Diagnóstico técnico del acueducto urbano del municipio de La Llanada.

El servicio de acueducto se encuentra a cargo de la Empresa de Servicios Públicos Manantial del Cedro S.A.S. E.S.P. conformada en el mes de septiembre del año 2009. El sistema de acueducto está integrado por dos bocatomas de fondo, dos líneas de aducción, dos desarenadores, dos líneas de conducción, caseta de cloración, un tanque de almacenamiento, redes de conducción y distribución de agua de consumo y conexiones domiciliarias. Cabe resaltar que el sistema no cuenta con planta de tratamiento de agua potable.

A continuación, se presenta el esquema general del sistema de acueducto urbano, identificando las principales estructuras que lo conforman: (Ver figura 11).

Figura 11. Esquema general del sistema de acueducto – M. de La Llanada



A continuación, se presenta un breve resumen sobre los principales componentes del sistema de acueducto:

Las fuentes de abastecimiento del acueducto del casco urbano son El Cedro y El Purgatorio, no se cuenta con caracterización de las aguas de las fuentes abastecedoras por lo tanto no se puede calificar ni determinar el tipo de tratamiento. Según la concesión de aguas se otorga un caudal de 11,3 l/s de la fuente El Cedro 6,5 l/s y 4,8 l/s del Purgatorio.

En el cuadro 25 se presenta un resumen sobre el análisis y resultados obtenidos a los componentes que conforman el sistema de acueducto:

Cuadro 25. Sistema en funcionamiento – M. de La Llanada

COMPONENTES ABASTECIMIENTO		CAPACIDAD (L/s)			
		EL CEDRO		EL PURGATORIO	
		Instalada	Utilizada	Instalada	Utilizada
Agua Cruda	Captación	13,80	7,27	ND	6,85
	Aducción	11,00		7,00	
	Desarenador	12,16		7,01	
	Conducción	9,22	3,63	7,04	5,9
COMPONENTE DISTRIBUCION		Cap. Instalada (m³)		Cap. Utilizada (m³)	
Agua Tratada	Tanque Almacenamiento	223,3		376 (Año 2011)	
		223,3		190 (Año 2037)	

Una vez el agua entra al tanque de almacenamiento es sometida a desinfección, a través, de la aplicación de cloro gaseoso, disponiéndose para ello de un cilindro de cloro convencional de 68 kg con regulador de vacío para la dosificación, proceso que se realiza con una continuidad de 24 horas al día, la dosis aplicada al sistema es de 1,66 mg/l para un caudal máximo diario de 13,07 l/s.

La empresa no cuenta con un laboratorio para el control de la calidad de agua por lo tanto no se tienen análisis del agua influente como efluente del proceso de tratamiento, el único equipo utilizado es para la determinación del cloro residual por medio de un comparador de cloro visual y un reactivo.

No se cuenta con información que permita establecer el estado de las redes de distribución del sistema, tampoco de cálculos hidráulicos que permitan conocer su capacidad; a continuación se presenta una síntesis de los datos obtenidos. (Ver cuadro 26).

Cuadro 26. Red de distribución – M. de La Llanada

Parámetros evaluativos para la red de distribución	
Tipo	Ramificado - Mallado
Memorias de diseño y planos del sistema	Se cuenta con planos de la red existente y redes a construir.
Diámetros red de distribución	4, 3, 2, 1, 3/4, 1/2 Pulg
Longitud red de distribución	7489,84 m
Registro de presiones	No se cuenta con registro
Catastro de redes	Se cuenta con el catastro de redes incluyendo localización, longitud, diámetro y material.
Sectorización de redes	No se encuentra sectorizada
Plano de presiones	No se cuenta con plano de presiones de la red en servicio
Puntos muertos	Se presentan en la red, en total se tienen 12 puntos y su ubicación.
Puntos de toma de muestras	Se tienen instalados 4 puntos de muestreo georeferenciados.
Conexiones domiciliarias	Las conexiones carecen de medidor, constituidas por collarín, registro de incorporación de 1/2 plg, tubería PF+UAD 1/2 plg, unión, registro de corte, basinete en concreto con su respectiva tapa.

Finalmente, se analiza la calidad del agua para consumo para la cual se tiene que la entidad prestadora no realiza toma de muestras en red y los respectivos análisis de calidad de agua por tal razón se tomaron los reportes de calidad realizados por el IDSN entidad encargada del control y vigilancia para los cuales se tiene un IRCA del 13,16% y nivel de riesgo bajo para el año 2010 y un IRCA de 3,1% con nivel de riesgo sin riesgo para el 2011, lo que indica que el agua es apta para consumo humano.

2.2.3 Diagnóstico técnico del alcantarillado urbano del municipio de La Llanada. El sistema de alcantarillado tiene una cobertura del 94,6% contando con un número de 574 suscriptores. La población no atendida descarga sus aguas residuales a través de letrinas y conexiones a pozos sépticos.

El sistema es de tipo combinado, es decir, que recoge y transporta caudales sanitarios y aguas lluvias, aprovechando la topografía del terreno a través de canales de recolección laterales a las vías. El sistema está constituido por tuberías en concreto y en PVC novafort con una longitud aproximada de 6916 m. A la red se encuentran conectadas las domiciliarias en tubería de concreto de 4" de diámetro y otros objetos de reposición se encuentran en tubería PVC novafort.

El alcantarillado combinado que recoge las aguas servidas se divide en seis líneas, tres de ellas descolan en la quebrada El Cedro y las otras tres lo hacen sobre la quebrada El Purgatorio. De los seis emisores existentes, los emisarios 2,4 y 5 hacen tratamiento previo a la descarga mediante tanques sépticos que no funcionan eficientemente debido al precario mantenimiento de los mismos.

En el cuadro 27 se presentan los componentes del sistema de alcantarillado y sus principales características.

Cuadro 27. Aspectos técnicos del sistema– M. de La Llanada

Características del Sistema de Alcantarillado					
Tipo:		Combinado			
Longitud Total:		6916,31 m			
Área de Drenaje:		21,32 Ha			
Catastro de Redes:		Cuentan con catastro de redes del sistema.			
Emisario Final - Punto de Vertimiento	No.	Material	Diámetro (pulg)	Área Aferente (Ha)	Fuente Receptora
	1	PVC	12	9,2	Q. Purgatorio
	2	Concreto	16	5,16	Q. El Cedro
	3	PVC	10	1,35	Q. Purgatorio
	4	PVC	8	1,03	Q. El Cedro
	5	PVC	8	2,22	Q. El Cedro
	6	PVC	8	2,36	Q. Purgatorio
Camaras de Inspección		Camaras de inspección debidamente construidas, algunas en regular estado, se desconoce su número.			
Domicilioarias		Las acometidas domiciliarias se encuentran en diámetro 4 pulgadas en Concreto y PVC, se desconoce su estado			

Los principales problemas del sistema de alcantarillado están referidos a taponamiento de las tuberías por la falta de mantenimiento y al mal estado de algunas cámaras de inspección y tubería por cumplimiento de su vida útil.

De acuerdo a lo anterior, se recomienda mejorar las condiciones en que se encuentran las cámaras, tuberías y demás estructuras existentes y planificar y ejecutar las acciones de mantenimiento periódico para el correcto funcionamiento de los componentes objeto de atención.

También en tramos de las redes de alcantarillado que se encuentran en concreto, presumiblemente han cumplido su vida útil, por lo tanto, es pertinente considerar su reemplazo al igual que la profundización de algunas tuberías que se encuentran instaladas superficialmente o protegerlas para evitar daños futuros.

2.2.4 Diagnóstico técnico del servicio de aseo en la parte urbana del municipio de La Llanada. El servicio de aseo es prestado a toda la población en el casco urbano con una cobertura del 100%, la entidad prestadora de este servicio es MANANTIAL DEL CEDRO SAS E.S.P.

A continuación, se presenta un resumen sobre el diagnóstico del servicio de aseo, el cual fue realizado con base en la información suministrada por los funcionarios de la Empresa y el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS del municipio de La Llanada.

Según información extractada del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS; los residuos presentan la siguiente caracterización y producción. (Ver cuadro 28).

Cuadro 28. Caracterización y producción de los residuos sólidos– M. de La Llanada

TIPO DE MATERIAL	% EN PESO	RESIDUOS SOLIDOS PRODUCIDOS (Ton/mes)
ORGÁNICOS FACILMENTE BIODEGRADABLES	56,39	11,10
INORGÁNICOS	16,68	3,28
OTROS NO APROVECHABLES	26,76	5,27
ESPECIALES	0,17	0,03
TOTAL	100	19,69
PRODUCCIÓN PER CAPITA		0,31 Kg/hab.día

Fuente: Plan de gestión integral de residuos sólidos.

De acuerdo a lo anterior la producción promedio de residuos sólidos es de 19,69 ton/mes, de las cuales 11,1 ton (56%) corresponden a residuos orgánicos con aprovechamiento tan solo de 2,77 ton (25%) en la planta de tratamiento. Algo similar ocurre con los residuos inorgánicos aprovechables como: papel, cartón,

vidrio, plástico y metales, cuya producción mensual es de 3,28ton de las cuales solo 1,07 ton equivalentes al 33% son almacenadas y comercializadas.

En el casco urbano del municipio de La Llanada se tienen establecidas dos microrutas para la recolección de residuos sólidos, actividad que se realiza los días lunes y viernes para todos los usuarios.

MANANTIAL DEL CEDRO SAS E.S.P. presta el servicio de barrido y limpieza de vías y áreas públicas, actividad que se lleva a cabo al igual que la recolección de los residuos sólidos, los días lunes y viernes. Esta actividad se desarrolla manualmente y la realizan los mismos operarios que efectúan la recolección de los residuos sólidos, contando para ello con los elementos básicos como: escobas, recogedores, rastrillos y un pequeño carro transportador para el almacenamiento temporal de los residuos.

La recolección y transporte de los residuos sólidos se realiza en una volqueta los días lunes y viernes, los residuos son dispuestos por los usuarios en bolsas plásticas, costales y recipientes plásticos, estos son llevados a las aceras de las calles o a la esquina más cercana para ser recogidos por el vehículo recolector, estos son llevados a la planta de tratamiento para su selección y aprovechamiento. La planta se encuentra ubicada en la vereda El Canadá a 1,5 km del casco urbano por la vía que conduce al municipio de Samaniego; la disposición final de los residuos se realiza en el relleno sanitario de Antanas a cargo de la Empresa Metropolitana de Aseo de Pasto, EMAS E.S.P.

Debido a que el municipio no cuenta con Relleno Sanitario la empresa prestadora no realiza operaciones de manejo y tratamiento de lixiviados y gases como subproductos de la descomposición de los residuos sólidos, ya que la disposición final de los residuos sólidos se hace en el relleno sanitario de Antanas del municipio de Pasto.

En cuanto a los residuos peligrosos se tienen los hospitalarios, los cuales son recolectados e incinerados por la empresa SALVI, sin embargo, en caso de que dicha empresa no pueda operar o prestar el servicio, el municipio cuenta con un plan de contingencia para realizar la separación, desactivación y encapsulado en el sitio de origen para luego ser enterrados en el sitio dispuesto para tal fin.

También se tiene los residuos que son producto del proceso de explotación en mina, se obtienen residuos de cantera, tipo rocas de gran tamaño las cuales son reducidas con masetas o almádana para su posterior selección en la planta y recuperación con fines de uso en construcción; los residuos sobrantes se destinan a la escombrera. En las plantas también producen estériles y lodos, residuos producidos por los procesos de trituración, molienda, concentración y cianuración que de acuerdo al plan de manejo ambiental de la planta se utilizarán para la elaboración de bloque, baldosa, repello, adoquín y como material para rendimiento

de arena común. Cada generadora de residuos se encarga de su tratamiento y disposición final, por lo tanto, la empresa prestadora del servicio de aseo no ha destinado infraestructura y equipos para el manejo de los mismos.

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

Para poder realizar la evaluación de los sistemas en el municipio de Providencia, se siguió la misma metodología anteriormente aplicada a los municipios de San Bernardo y La Llanada, por tal razón se tomaron los resultados más representativos de esta valoración y el desarrollo completo se muestra en el ANEXO B del presente documento.

2.3.1 Resumen de 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 señora Alba Lucí Rodríguez R. administradora de la oficina de servicios públicos del Municipio de Providencia, el señor Daniel Rodríguez Ing. Sanitario y Ambiental y por el señor Oscar Narváez Técnico en Saneamiento, con los datos estadísticos reportados por el DANE y las evaluaciones realizadas por el equipo técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, también se tomó como guía el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000.

En el cuadro 29 se presenta la información consolidada de la población atendida y proyectada, número de usuarios y los porcentajes de cobertura para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, teniendo en cuenta un nivel de complejidad medio de acuerdo a la población proyectada al horizonte del proyecto año 2037.

También se tomaron datos importantes para el análisis del sistema de acueducto como dotación neta, dotación bruta, porcentaje de pérdidas técnicas, caudal medio y máximo diario, caudal máximo horario y el volumen de almacenamiento requerido, este último calculado con base en lo dispuesto en el literal B.9.4.4 del RAS-2000.

Cuadro 29. Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo– M. de Providencia

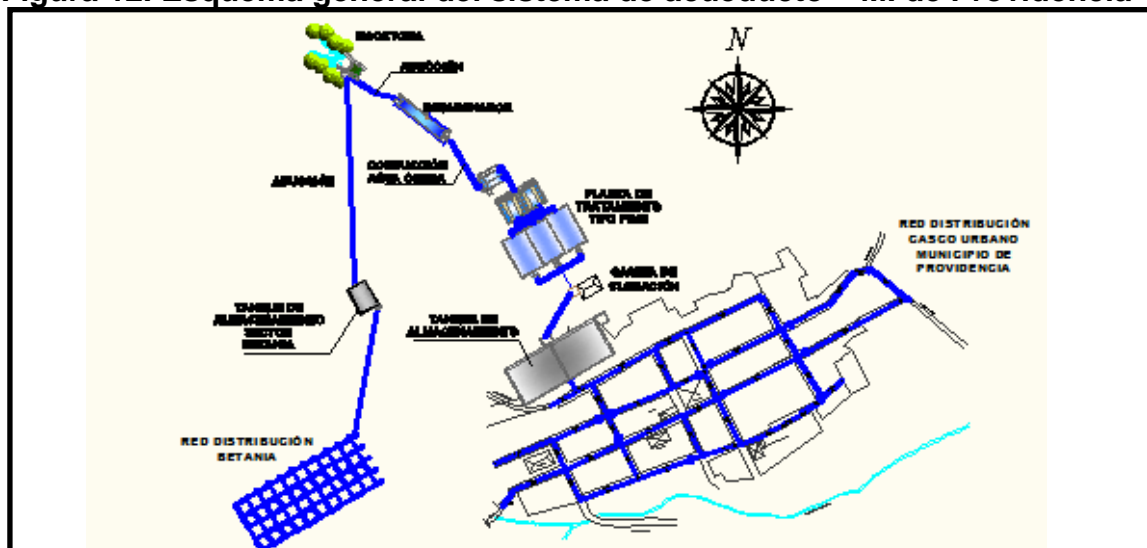
ITEM	INDICADOR	Und	AÑOS PROYECTADOS						
			BASE 2011	2012	2013	2017	2018	2026	2037
1	Pob. Total del Área Urbana	hab	4.902	5.031	5.164	5.661	5.774	6.932	9.053
2	Cobertura Acueducto	%	94,1	94,1	100	100	100	100	100
3	Pob. Atendida Acueducto	hab	4.613	4.734	5.164	5.661	5.774	6.932	9.053
4	Suscriptores	No	353	363	374	421	433	548	756
5	Continuidad del Servicio	h	24	24	24	24	24	24	24
6	Capacidad Utilizada	l/s	15,38	15,79	11,91	13,06	13,32	15,99	20,88
7	Agua Producida	m3/mes	30.674	31.481	23.754	26.040	26.560	31.887	41.641
8	Agua a Facturar	m3/mes	-	-	17.815	19.530	19.920	23.915	31.231
9	Dotación Neta	l/hab-día	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0
10	Porcentaje de Perdidas	%	48,1%	48,1%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
11	Dotación Bruta	l/hab-día	221,66	221,66	153,3	153,3	153,3	153,3	153,3
12	Factor Consumo Máximo Diario	k1	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
13	Factor Consumo Máximo Horario	k2	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
14	Caudal Medio Diario	l/s	11,83	12,15	9,16	10,05	10,25	12,30	16,07
15	Caudal Máximo Diario	l/s	15,38	15,79	11,91	13,06	13,32	15,99	20,88
16	Caudal Máximo Horario	l/s	24,61	25,26	19,06	20,90	21,31	25,59	33,42
17	Micromedidores Instalados	No	0	0	374	421	433	548	756
18	Cobertura de Micromedición	No	0	0	100	100	100	100	100
19	Medidores en mal Estado	No	-	-	0	0	22	27	38
20	Micromedición Efectiva	%	-	-	100%	100%	95%	95%	95%
21	Agua Facturada	m3/mes	-	-	17.815	19.530	18.908	22.736	29.660
22	Calidad del Agua (IRCA)	%	3,4	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
23	Almacenamiento	m3	443,00	455,00	343,00	376,00	384,00	461,00	601,00
24	Suscriptores Alcantarillado	No	353	363	374	421	433	548	756
25	Cobertura Alcantarillado	%	92,4	92,4	100	100	100	100	100
26	Suscriptores Aseo	No	353	363	374	421	433	548	756
27	Cobertura Aseo	%	100	100	100	100	100	100	100

2.3.2 Diagnóstico técnico del acueducto urbano del municipio de Providencia. El servicio de acueducto en la actualidad se encuentra a cargo de la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios, la cual es una dependencia de la administración municipal, en este momento se adelanta el proceso para la creación de una empresa para la prestación de los servicios públicos domiciliarios.

El sistema de acueducto está integrado por los siguientes componentes: captación de agua de la fuente Los Molinos por medio de una bocatoma de fondo, una línea de aducción y de conducción, un desarenador, una planta de tratamiento de agua potable tipo FIME, caseta de operación donde se encuentra el equipo utilizado para la desinfección del agua, un tanque de almacenamiento, redes de conducción y distribución de agua de consumo y conexiones domiciliarias.

En la figura 12, se presenta el esquema general del sistema de acueducto urbano, identificando las principales estructuras que lo conforman.

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



La fuente de abastecimiento del acueducto del casco urbano es la Quebrada Los Molinos, no se cuenta con caracterización del agua de la fuente abastecedora por lo tanto no se puede calificar la fuente ni determinar el tipo de tratamiento. Según COORPONARIÑO no cuentan con concesión de aguas por lo cual se recomienda realizar los tramites pertinentes para evitar futuras sanciones.

En el cuadro 30 se presenta un resumen sobre el análisis y resultados obtenidos a los componentes que conforman el sistema de acueducto.

Cuadro 30. Sistema de acueducto - M. de Providencia

INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO			
COMPONENTE		CAPACIDAD INSTALADA (L/S)	OBSERVACIONES
Bocatoma de Fondo	Bocatoma Los Molinos	17,8	El chequeo hidráulico se lo realizo con la información levantada en campo.
Línea de Aducción	Línea de Aducción Los Molinos (3")	13,73	El chequeo hidráulico que se realizo fue de acuerdo a la información recolectada.
Desarenadores	Desarenador Los Molinos	12,6	El chequeo hidráulico se lo realizo con la información levantada en campo.
Línea de Conducción Agua Cruda	Línea de Conducción Los Molinos (3")	19,0	El chequeo hidráulico que se realizo fue de acuerdo a la información recolectada.
Planta de Tratamiento FIME	Filtro Grueso Dinamico (FGDI)	8,1 - 12,2	El chequeo hidráulico se lo realizo con la información levantada en campo.
	Filtro Grueso Ascendente en Capas (FGAC)	5,7 - 13,2	
	Filtro Lento en Arena (FLA)	6,6 - 20,1	
Tanque de Almacenamiento	Tanque de la PTAP (m3)	60	La capacidad del tanque se lo realizo con la información levantada en campo.

El agua filtrada en la planta de tratamiento pasa a la caseta de cloración donde es sometida al proceso de desinfección, a través, de la aplicación de cloro gaseoso, disponiéndose para ello de un cilindro de cloro convencional de 68 kg con

regulador de vacío para la dosificación para el cual utilizan del sistema de bombeo, este proceso se realiza con una continuidad de 24 horas al día, la dosis aplicada al sistema es de 1,6 mg/l equivalente a 70gr/h para un caudal medio diario (QmD) de 11,83 l/s, finalmente el agua es conducida al tanque de almacenamiento para su distribución.

La empresa no cuenta con un laboratorio para el control de la calidad de agua por lo tanto no se tienen análisis del agua influente como efluente del proceso de tratamiento, el único equipo utilizado es para la determinación del cloro residual por medio de un comparador de cloro visual y un reactivo. Tampoco se dispone de dosis óptimas por lo cual no cuentan con curvas de demanda de cloro.

No se cuenta con cálculos hidráulicos ni información suficiente que permita conocer la capacidad de la red de distribución, de acuerdo con la información extraída del catastro de redes y el operador del sistema la red de distribución se encuentra en buen estado ya que fue remplazada en el año 1999; en el cuadro 31 se presenta una síntesis de los datos obtenidos de este componente.

Cuadro 31. Red de distribución – M. de Providencia

Parámetros evaluativos para la red de distribución	
Tipo	Ramificado - Mallado
Memorias de diseño y planos del sistema	Se cuenta con planos de la red del sistema existente.
Diámetros y material de la red de distribución	3 y 2 Pulg - PVC
Longitud red de distribución	2800 m
Registro de presiones	No se cuenta con registro
Catastro de redes	Se cuenta con el catastro de redes incluyendo tramo, longitud, diámetro, material y estado.
Sectorización de redes	El sistema se encuentra sectorizado por medio de 9 valvulas.
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 tienen instalados 2 puntos de muestreo georeferenciados.
Conexiones domiciliarias	Las acometidas cuentan con los accesorios mínimos, aunque no tienen instalado micromedición

Finalmente, se analiza la calidad del agua para consumo donde se tiene que la entidad prestadora no realiza toma de muestras en red ni los respectivos análisis de calidad de agua, la entidad paga a un laboratorio particular para que realice estos análisis los cuales no fueron suministrados el día de la visita por tal razón se tomaron los reportes de calidad realizados por el IDSN, según el consolidado se tiene un IRCA urbano del 4,24% y nivel de riesgo sin riesgo para el año 2010 y un

IRCA de 3,4% con nivel de riesgo sin riesgo para el 2011, lo que indica que el agua suministrada es apta para consumo humano en estos años.

2.3.3 Diagnóstico técnico del alcantarillado urbano del Municipio de Providencia. El servicio de alcantarillado se encuentra a cargo de la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios, con una cobertura del 92,4% y 353 suscriptores.

Este sistema es de tipo separado, es decir que conduce de manera independiente las aguas residuales domesticas de las aguas lluvias, estas aguas son vertidas directamente a la fuente Los Molinos, las cuales no reciben ningún tipo de tratamiento lo que afecta la calidad del agua del recurso hídrico.

El sistema está conformado por redes de recolección y transporte con una longitud total de 4.136 m de las cuales 905,4 m pertenecen al alcantarillado pluvial y 3231,2 m corresponden al alcantarillado sanitario, 69 pozos de inspección de alcantarillado sanitario y 21 de alcantarillado pluvial, 29 sumideros de aguas lluvias, acometidas domiciliarias, el sistema no cuenta con PTAR. En el cuadro 32 se presentan los componentes del sistema de alcantarillado separado y sus principales características.

Cuadro 32. Aspectos técnicos del sistema – M. de Providencia

Características del Sistema de Alcantarillado - Tipo Separado				
Tipo:		Pluvial		
Longitud Total:		905,4 m		
Camaras de Inspección		Existen 21 camaras, debidamente costruidas, la mayoría se encuentra en buen estado.		
Sumideros		Existen 29 sumideros, sus camaras costruidas en mamposteria y las rejillas metalicas, en buen estado.		
Emisor Final		Existen 4 emisores, todos descargan a la Q. Los Molinos. Se desconoce su diametro y caudales vertidos.		
Catastro del sistema:		Cuentan con catastro de redes del sistema Pluvial,de las camaras y de sumideros.		
Domicilioarias		Existen 353 acometidas en PVC se encuentran en buen estado		
Tipo:		Sanitario		
Longitud Total:		3231,1 m		
Catastro del sistema:		Cuentan con catastro de redes del alcantarillado sanitario y de las camaras de inspección.		
Emisario Final - Punto de Vertimiento	No.	Material	Diametro (pulg)	Fuente Receptora
	1	PVC	8	Q. Los Molinos
	2	PVC	8	Q. Los Molinos
	3	PVC	8	Q. Los Molinos
Camaras de Inspección		Existen 63 camaras, debidamente costruidas, la mayoría se encuentra en buen estado.		
Domicilioarias		Existen 353 acometidas en PVC, se encuentran en buen estado		

Uno de los problemas que presentan es en la fuente Los Molinos por ser la receptora de la totalidad de la carga contaminante producida en el casco urbano y además porque estas aguas no reciben ningún tipo de tratamiento por lo cual se

produce la contaminación del agua y del suelo, olores desagradables y desmejoramiento del paisaje por la muerte de la fauna y flora acuática. Para la recuperación de este recurso hídrico se recomienda tener mayor control, vigilancia e inversión de recursos.

En general, los principales problemas que presenta el sistema de alcantarillado están referidos al taponamiento de las tuberías y sumideros por la falta de mantenimiento y al mal estado de algunas cámaras de inspección.

De acuerdo a lo anterior, se recomienda mejorar las condiciones en que se encuentran las cámaras, como también planificar y ejecutar las acciones de mantenimiento periódico para el correcto funcionamiento de los componentes objeto de atención.

2.3.4 Diagnóstico técnico del servicio de aseo en la parte urbana del municipio de Providencia. El servicio de aseo tiene una cobertura del 100%, la entidad prestadora de este servicio es la unidad de servicios públicos domiciliarios.

En el cuadro 33 se presenta un resumen sobre el diagnóstico del servicio de aseo, el cual fue realizado con base en la información suministrada por los funcionarios de la unidad de servicios públicos domiciliarios y el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - 2005 (PGIRS) del municipio de Providencia.

Según información extractada del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS; los residuos presentan la siguiente caracterización y producción.

Cuadro 33. Caracterización y producción de los residuos sólidos

TIPO DE MATERIAL	% EN PESO	PRODUCCIÓN ESPERADO (Ton/mes)
Orgánicos fácilmente biodegradables		
Residuos de alimentos	53	14.1
Subtotal (RSO)	RSO = 53	14.1
Inorgánicos		
Papel y cartón	0.045	0.013
Vidrio	1.06	0.30
Plástico	19.7	5.58
Metales	0.1	0.03
Otros aprovechables(pet)	0.05	0.015
Subtotal (RSI)	RSI = 21	5.93
No aprovechables	26	6.8
TOTAL	100	26.8

Fuente: Plan de gestión integral de residuos sólidos - 2005

De acuerdo a lo anterior la producción promedio de residuos sólidos es de 26,8 ton/mes, de las cuales 14,1 ton (53%) corresponden a residuos orgánicos, algunos

de ellos son aprovechados por medio del compostaje. Los residuos inorgánicos aprovechables como papel, cartón, vidrio, plástico y metales tienen una producción mensual de 5,93ton (21%) los cuales son seleccionados, almacenados y comercializados y no aprovechables un total de 6,8 ton (26%).

En el casco urbano se tienen establecidas las rutas para la recolección de residuos sólidos, pero no se cuenta con planos ni documentos donde se describan sus recorridos, la actividad de recolección se realiza el día lunes para todos los usuarios.

El servicio de barrido y limpieza de vías y áreas públicas, el barrido solo se realiza a las vías pavimentadas actividad que se realiza de lunes a viernes en horas de la mañana, para lo cual se han destinado 12 personas las cuales se encuentran distribuidas en diferentes sectores, Esta actividad se desarrolla manualmente contando para ello con los elementos básicos como: escobas, recogedores, rastrillos y un carro de mano para el transporte y almacenamiento temporal de los residuos luego son recogidos por la volqueta municipal para ser llevados al sitio de disposición final.

La recolección y transporte de los residuos sólidos se realiza en la volqueta municipal el día lunes, los residuos son dispuestos por los usuarios en bolsas plásticas, costales y recipientes plásticos, estos son llevados a las aceras de las calles o a la esquina más cercana para ser recogidos por el vehículo recolector, después son enviadas a la planta de tratamiento para su selección y aprovechamiento, el resto es llevado para su disposición final al relleno sanitario. El cual se encuentra ubicado en la vereda El Rosario a 1 km del casco urbano

Para el manejo de lixiviados tienen un sistema base de drenaje que consiste en una serie de filtros localizados en las bases de los vasos escavados e impermeabilizados, la producción del lixiviado en el relleno es mínima. Para el control y manejo de gases el relleno tiene un sistema para la evacuación de los gases generados al interior de la masa de los residuos, el cual consiste en un conjunto de chimeneas que se van prolongando verticalmente conforme se va teniendo crecimiento de la altura del relleno.

En cuanto a los residuos sólidos peligrosos producidos en el casco urbano se tienen los Hospitalarios los cuales son llevados para su disposición final al Hospital Lorencita Villegas de Santos – Samaniego donde se realiza su respectiva incineración, este proceso se realiza una vez a la semana. También se tienen los escombros producto de la construcción, reparación y demolición, estos son recolectados por la volqueta municipal y son llevados a lotes donde se necesiten rellenos y por ultimo los lodos producidos por el mantenimiento del alcantarillado los cuales son dispuestos en un sitio diferente de los demás residuos en el relleno.

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 San Bernardo:

Sistema de acueducto:

Las riveras de las fuentes de abastecimiento son objeto de una actividad antrópica especialmente por la agricultura, como los cultivos de fique los cuales pueden generar un impacto en el ecosistema, por lo cual pone en riesgo de contaminación del recurso hídrico por el uso de fertilizantes y agroquímicos.

Encontrar en el sistema unas pérdidas del 64,52%, que al compararlas con el porcentaje de pérdidas que la norma admite, se ve que son demasiado altas lo 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 además de lograr una reducción en costos de producción y a la vez en costos de tasas de uso de agua.

Realizado el chequeo hidráulico a las captaciones se verificó que las bocatomas cumplen con la capacidad de diseño requerida para captar el caudal necesario hasta el final del horizonte del proyecto para poder satisfacer las necesidades de la población.

El desarenador El Rollo presenta problemas graves de agrietamiento, fisuras y fugas por lo cual es necesario realizar su optimización o demoler la estructura y construir uno nuevo. Para el desarenador La Florida es necesario mejorar la eficiencia y funcionalidad por lo cual se deben cambiar sus válvulas de operación, los respiraderos y tapas de ingreso.

Las unidades de filtración lenta (FLA) no tienen inconveniente en tratar el caudal actual ni el proyectado hasta el final del horizonte del proyecto.

De acuerdo a la evaluación realizada al tanque de almacenamiento del sistema de acueducto se concluye que la capacidad del tanque es insuficiente para suplir la demanda actual y futura de la población.

De acuerdo al consolidado del Instituto Departamental de Salud de Nariño IDSN para el municipio de San Bernardo se tuvo un IRCA urbano para el año 2010 de

16,17% con nivel de riesgo medio lo que indica que el agua es no apta para consumo humano y para el año 2011 se obtuvo un IRCA urbano de 3,9% para un nivel de riesgo sin riesgo lo que muestra que el agua es apta para consumo humano, notándose un claro mejoramiento en la calidad de agua distribuida por parte del prestador.

En condiciones de operación actuales no se lleva registros de caudal influente a la PTAP, de consumos de insumos químicos ni tampoco del estado de los equipos mecánicos utilizados, datos importantes para controlar el funcionamiento del sistema.

Sistema de alcantarillado:

El sistema de alcantarillado es de tipo combinado por lo cual se transporta simultáneamente las aguas residuales sanitarias y las aguas lluvias. Este sistema cuenta con pozos de inspección, sumideros, redes de recolección y 5 puntos de vertimiento o descarga.

No se realiza un mantenimiento rutinario a los pozos de inspección ni sumideros presentando taponamientos y colmataciones en estas estructuras generadas por lluvias o por alguna otra circunstancia.

El sistema actual vierte sus aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento a 5 puntos específicos que afectan considerablemente la quebrada San Bernardo, incumpliendo las exigencias del RAS-2000 en su título E.4.3.2 en el cual establece: “se debe asegurar que el cuerpo de agua receptor tenga una calidad de agua tal que pueda sustentar los usos que se le dé a dicho cuerpo de agua, aguas abajo de la descarga. Estos usos existen de hecho por la comunidad, o son establecidos por la entidad responsable de manejar el recurso”.

Los operadores no cuentan con un manual de operación y mantenimiento para las estructuras del sistema de alcantarillado, ni de un registro de daños y reparaciones presentados en el sistema, esta información es importante para llevar un control y seguimiento del funcionamiento del mismo.

Sistema de aseo:

De acuerdo a la caracterización de los residuos sólidos se tiene que en promedio la producción mensual es aproximadamente de 18,3 Ton, generados por la población atendida en el casco urbano.

De acuerdo a la composición de los residuos generados, se evidencia el potencial de aprovechamiento que presentan los residuos sólidos producidos en el casco urbano del municipio, al contar con un porcentaje del 75% en residuos orgánicos, los cuales se pueden aprovechar en procesos de compostaje (13,7 Ton), además,

los residuos con alto potencial para reutilización como: plástico, vidrio, papel y cartón, representan alrededor del 6,4% de los residuos generados.

Sí el material recolectado contiene material putrescible la frecuencia de recolección debe ser, al menos, dos veces por semana, según el literal F.3.3.4 del RAS 2000, actualmente el servicio de recolección se presta los días lunes y viernes para todos los usuarios dando cumplimiento a las anteriores exigencias.

El relleno sanitario del municipio cuenta con un sistema base de drenaje que consiste en una serie de filtros localizados en las bases de los vasos escavados e impermeabilizados para el manejo de lixiviados, debido a que la producción es mínima son esparcidos nuevamente para su evaporación. Para el manejo de gases cuentan con un conjunto de chimeneas que se prolongan verticalmente conforme se va teniendo crecimiento de la altura las celdas ubicadas en el relleno.

Los residuos sólidos peligrosos hospitalarios no los maneja la empresa prestadora del servicio de aseo, estos los maneja internamente el hospital del municipio y se estima que se genera 76.6 Kg/mes de residuos hospitalarios, los cuales son incinerados en el Hospital El Buen Samaritano, en el municipio de La Cruz.

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

Sistema de acueducto:

Las riberas de las quebradas el Cedro y el Purgatorio se encuentra parceladas y son objeto de una actividad antrópica indiscriminada con impacto en el ecosistema por el mal manejo de suelos, tala del bosque protector y la ampliación de la frontera agrícola y ganadera que ha ocasionado problemas de erosión y riesgo de contaminación de las fuentes por uso de fertilizantes y agroquímicos.

Encontrar en el sistema unas pérdidas del 72,3%, que al compararlas con el porcentaje de pérdidas que la norma admite, se concluye que son demasiado altas, por lo cual se captan mayores caudales que los necesarios generando una mayor presión hacia las fuentes abastecedoras, que a la vez también se ve reflejado en los costos de producción y costos de tasas de uso de agua.

Realizado el chequeo hidráulico a la captación se verificó que la bocatoma El Cedro cumple con la capacidad de diseño requerida para captar el caudal necesario hasta el final del horizonte del proyecto para poder satisfacer las necesidades de la población, también se pudo verificar que la estructura se encuentra en buen estado. Caso contrario con la bocatoma El Purgatorio ya que no se pudo realizar el chequeo hidráulico por no contar con rejilla de captación además de que se encuentra en mal estado por lo cual es necesaria su optimización para mejorar la funcionalidad de la estructura.

De acuerdo al chequeo hidráulico realizado a los desarenadores, se concluye que la capacidad de estas estructuras es suficiente para la solicitud actual y futura del sistema, aunque es necesario cambiar algunas válvulas de operación, respiraderos y tapas de ingreso.

De las líneas de aducción y conducción se puede concluir que cuentan con la suficiente capacidad para atender la demanda actual y futura de acuerdo a los chequeos hidráulicos realizados.

En general partiendo de la demanda actual QMD de 13,01 L/s con un comportamiento en las pérdidas de agua que se consideran excesivas del orden del 72,3%, se concluye que la capacidad instalada de los componentes de captación, aducción, desarenación y conducción de agua cruda, es suficiente para la solicitud actual del sistema. En un escenario futuro (2037), con un QMD de 6,59 L/s considerando las pérdidas técnicas admisibles de un 25%, tal como se establece normativamente, la capacidad instalada igualmente es suficiente no generándose requerimientos para la ampliación de la infraestructura referida.

Teniendo en cuenta la capacidad de almacenamiento del tanque existente, se concluye que el sistema no cuenta con la suficiente capacidad para atender la demanda actual debido a las altas pérdidas que se generan en el sistema del orden de 72,3%, razón que obliga al prestador a adelantar las gestiones para la reducción de las pérdidas técnicas al valor admisible, puesto que una ampliación en infraestructura no tiene sustento ni es procedente. Con el QMD proyectado al año horizonte del proyecto considerando las pérdidas en un 25%, la capacidad de almacenamiento requerida es de 190 m³, menor a la capacidad instalada de 223,3 m³, con una capacidad excedentaria de 33,3 m³, no requiriéndose ampliación en almacenamiento a futuro.

De acuerdo al consolidado del Instituto Departamental de Salud de Nariño IDSN para el municipio de La Llanada se tuvo un IRCA urbano para el año 2010 de 13,16% con nivel de riesgo bajo lo que indica que el agua es no apta para consumo humano y para el año 2011 se obtuvo un IRCA urbano de 3,1% para un nivel de riesgo sin riesgo lo que muestra que el agua es apta para consumo humano, notándose un claro mejoramiento en la calidad de agua distribuida por parte del prestador.

Por otro lado, se evidencia la necesidad de la implementación de la sectorización de la red de acueducto y el levantamiento del plano de presiones, herramientas de planificación con que debe contar el prestador para una operación e inversión eficiente en el desarrollo y expansión de su sistema.

Sistema de alcantarillado:

El sistema de alcantarillado en el casco urbano tiene una cobertura del 94,6% para un número de 574 suscriptores, La población no atendida correspondiente al 5,4% descarga sus aguas residuales a través de letrinas y conexiones a pozos sépticos,

Este sistema es de tipo combinado, el sistema está constituido por pozos de inspección, redes de recolección en concreto y PVC con una longitud de 6.916 m, a la red se encuentran conectadas las domiciliarias. Finalmente el sistema descarga las aguas residuales por medio de 6 puntos de vertimiento a las fuentes El Cedro y El Purgatorio.

Con el fin de disminuir el impacto generado por las descargas del sistema a las corrientes de agua receptoras, es necesario la construcción de dos plantas de tratamiento de aguas residuales y la optimización de los sistemas existentes de depuración – pozos sépticos, estableciendo un término para su materialización, es decir, que debe desde ya planificarse la pre-inversión e inversión para dar solución a los problemas ambientales.

Los operadores no cuentan con un manual de operación y mantenimiento para las estructuras del sistema de alcantarillado, ni de un registro de daños y reparaciones presentados en el sistema, esta información es importante para llevar un control y seguimiento del funcionamiento del mismo.

Sistema de aseo:

De acuerdo a la caracterización de los residuos sólidos se tiene que en promedio la producción mensual es aproximadamente de 19,69 Ton, generados por la población atendida en el casco urbano, con una cobertura del servicio del 100%. La producción per cápita de residuos sólidos estimada es de 0,31 kg/hab.día, esta se encuentra dentro del rango (0,30 – 0,95 kg/hab.día) establecido en la Tabla F.1.2 del RAS-2000 para un nivel de complejidad medio, aunque el valor per cápita es menor al promedio sugerido de 0,45 kg/hab.día.

De acuerdo a la composición de los residuos generados, se evidencia el potencial de aprovechamiento que presentan los residuos sólidos producidos en el casco urbano del municipio, al contar con un porcentaje del 56,39% en residuos orgánicos, los cuales se pueden aprovechar en procesos de compostaje (11,1 Ton/mes), además, los residuos con alto potencial para reutilización como: plástico, vidrio, papel y cartón, representan alrededor del 16,68% (3,2 Ton/mes) del total de los residuos generados.

La recolección y transporte de los residuos sólidos se realiza en la volqueta municipal los días lunes y viernes, estos son llevados a la planta de tratamiento ubicada en la vereda El Canadá a 1,5 km del casco urbano, aquí se realiza la selección, almacenamiento y comercialización de los residuos inorgánicos aprovechables; los residuos orgánicos y los no aprovechables son almacenados

para la disposición final la cual se realiza en el relleno sanitario de Antanas a cargo de la Empresa Metropolitana de Aseo de Pasto, EMAS E.S.P., ubicado en el municipio de Pasto,

Los residuos sólidos peligrosos hospitalarios no los maneja la empresa prestadora del servicio de aseo, estos son recolectados e incinerados por la empresa SALVI, sin embargo, en caso de que dicha empresa no pueda prestar el servicio el municipio cuenta con un plan de contingencia para su manejo. También se tienen residuos producto del proceso de explotación minera, como rocas de gran tamaño, estériles y lodos, estos residuos son tratados de acuerdo al plan de manejo ambiental de cada planta, por lo tanto, la empresa prestadora del servicio no ha destinado infraestructura y equipos para el manejo de los mismos.

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

Sistema de acueducto:

Encontrar en el sistema unas pérdidas del 48,1%, que al compararlas con el porcentaje de pérdidas que la norma admite 25%, se ve que son demasiado altas, por lo cual se debe formular e implementar en el corto plazo un programa de reducción de pérdidas, que permitiría mejorar el suministro y ejercer una menor presión hacia la fuente abastecedora además de lograr una reducción en costos de producción y a la vez en costos de tasas de uso de agua.

Según información suministrada por el fontanero, a lo largo de la microcuenca se presentan deslizamientos y avalanchas, hecho preocupante por el riesgo al que se expone la infraestructura, afectada por taponamientos sobre todo en épocas de invierno razón por la cual puede poner fuera de operación y suspensión temporal del servicio.

Realizado el chequeo hidráulico a la captación se verificó que la bocatoma Los Molinos tiene la capacidad suficiente para captar el caudal necesario para satisfacer las necesidades actuales de la población, a mediano plazo será necesario realizar la optimización de la estructura para poder aumentar su capacidad y satisfacer las demandas proyectadas hasta el final del horizonte del proyecto.

Para el desarenador se pudo concluir que la capacidad no es suficiente para suplir la demanda actual y futura de la población, por lo cual se necesita realizar a corto plazo un estudio más detallado sobre esta unidad de tratamiento para encontrar la solución más indicada para que su capacidad sea la suficiente hasta el final del horizonte del proyecto.

De acuerdo al chequeo hidráulico realizado a la aducción se concluye que la capacidad es insuficiente para suplir la demanda actual y futura de la población. Para la línea de conducción la capacidad es suficiente para atender la demanda actual pero es necesario aumentar su capacidad para satisfacer la demanda futura de acuerdo a las proyecciones de demandas realizadas.

En general, se concluye que la capacidad de la PTAP y del sistema en conjunto, está limitada a la menor capacidad de una de las unidades de proceso como es el caso del filtro grueso dinámico (FGDI). Con lo correspondiente a la capacidad utilizada se tomó de acuerdo a la lectura realizada en la regleta de aforo ubicada antes del filtro grueso dinámico (FGDI) para el cual se obtuvo un caudal de 12,2 L/s, este caudal es igual al límite que impone dicha estructura.

De acuerdo a la evaluación realizada al tanque de almacenamiento del sistema de acueducto se concluye que la capacidad del tanque es insuficiente para suplir la demanda actual y futura de la población.

De acuerdo al consolidado del Instituto Departamental de Salud de Nariño IDSN para el municipio de Providencia se tuvo un IRCA urbano para el año 2010 de 4,24% con nivel de riesgo sin riesgo lo que indica que el agua es apta para consumo humano al igual que para el año 2011 en el cual se obtuvo un IRCA urbano de 3,4%, notándose la buena calidad de agua distribuida por parte del prestador para estos años.

En condiciones de operación actuales no se lleva registros de caudal influente a la PTAP, de consumos de insumos químicos ni tampoco del estado de los equipos mecánicos utilizados, datos importantes para controlar el funcionamiento del sistema.

Sistema de alcantarillado:

El sistema de alcantarillado en el casco urbano tiene una cobertura del 92,4% para un número de 353 suscriptores, La población no atendida descarga sus aguas residuales a través de letrinas y conexiones a pozos sépticos,

El sistema de alcantarillado es de tipo separado, las aguas son vertidas sin recibir ningún tipo de tratamiento a la fuente Los Molinos. El sistema está conformado por redes de recolección y transporte, 69 pozos de inspección de alcantarillado sanitario y 21 de alcantarillado pluvial, 29 sumideros de aguas lluvias y acometidas domiciliarias.

El sistema de alcantarillado pluvial presenta problemas por la falta de control de escorrentías especialmente en las partes bajas del casco urbano debido a la falta de sumideros, por lo cual se presentan inundaciones afectando a los habitantes de este sector.

En el plan de saneamiento y manejo de vertimientos PSMV 2009 se tienen planteado proyectos de Infraestructura, estudios y diseños, fortalecimiento y de educación ambiental, entre ellos se tiene la Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales La Providencia, Plan maestro de alcantarillado y catastro de redes urbanas, Realce de 15 cámaras de inspección, Mantenimiento general del alcantarillado, Fortalecimiento del personal para el cargue de información al Sistema Único de Información (SUI), Implementación de costos y tarifas según metodología CRA y Educación ambiental.

La unidad prestadora de servicios públicos domiciliarios cuenta con un manual de procesos y procedimientos para el mantenimiento de acueducto y alcantarillado, aquí llevan un registro de novedades del acueducto y alcantarillado donde se especifica nombre del usuario, fecha, sector, tipo de daño, insumos, costos, tiempo, operario y observaciones, datos importantes para llevar un control y seguimiento del sistema.

Sistema de aseo:

De acuerdo a la caracterización de los residuos sólidos se tiene que en promedio la producción mensual es aproximadamente de 26,8 Ton, generados por la población atendida en el casco urbano, con una cobertura del servicio del 100%.

De acuerdo a la composición de los residuos generados, se evidencia el potencial de aprovechamiento que presentan los residuos sólidos producidos en el casco urbano, al contar con un porcentaje del 53% en residuos orgánicos, los cuales se pueden aprovechar en procesos de compostaje, además los residuos con alto potencial para reutilización como: plástico, vidrio, papel y cartón, representan alrededor del 21% del total de los residuos generados mensualmente.

Sí el material recolectado contiene material putrescible la frecuencia de recolección debe ser, al menos, dos veces por semana, como se establece en el literal F.3.3.4 del RAS 2000, actualmente el servicio de recolección se presta el día lunes para todos los usuarios, incumpliendo con la anterior exigencia.

El relleno sanitario del municipio cuenta con un sistema base de drenaje que consiste en una serie de filtros localizados en las bases de los vasos excavados e impermeabilizados para el manejo de lixiviados, debido a que la producción es mínima son esparcidos nuevamente para su evaporación. Para el manejo de gases cuentan con un conjunto de chimeneas que se van prolongando verticalmente conforme se va teniendo crecimiento de la altura de la celda.

En el casco urbano se producen residuos sólidos especiales como los residuos Hospitalarios, escombros y lodos por la limpieza del sistema de alcantarillado. Los residuos sólidos hospitalarios no los maneja la empresa prestadora del servicio de aseo, estos los maneja internamente el Centro de Salud de Providencia E.S.E. los

cuales son llevados para su disposición final al Hospital Lorencita Villegas de Santos – Samaniego donde se realiza su respectiva incineración. Los escombros producto especialmente de la construcción, reparación y demolición son recolectados por la volqueta municipal y son llevados a lotes donde se necesiten rellenos. Finalmente, los lodos producidos por el mantenimiento del alcantarillado son responsabilidad de la unidad prestadora de servicios los públicos domiciliarios y son dispuestos en el relleno un sitio diferente de los demás residuos.

CONCLUSIONES GENERALES

La evaluación técnica de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo que operan en las cabeceras urbanas de los municipios de San Bernardo, La Llanada y Providencia; arrojo las siguientes conclusiones por cada sistema en los tres municipios.

Sistema de acueducto:

Atendiendo la normatividad vigente, es evidente la necesidad que tiene cada prestador de implementar un programa de control de calidad de agua que le permita conocer desde la fuente la calidad o características del recurso hídrico, con el fin de direccionar sus acciones operativas y controlar la calidad del influente en cada etapa del proceso de tratamiento hasta su entrega al consumidor.

El prestador debe dar cumplimiento a lo establecido en el RAS 2000 con el sentido de caracterizar de la manera más completa posible la calidad de la fuente para poder identificar el tipo de tratamiento que necesita, también se debe tener en cuenta los criterios de calidad exigidos por el decreto 1575 de 2007 y la resolución 2115 de 2007.

Es indispensable contar con la infraestructura física (laboratorio y bodega de materiales), los equipos, materiales y reactivos, los procedimientos y técnicas analíticas, el personal competente, demostrando adicionalmente la competencia del laboratorio que permiten evidenciar la confiabilidad de los resultados de los análisis y habilitar legalmente al laboratorio para realizar los análisis de calidad de agua.

La dosificación de insumos químicos, (Cloro gaseoso) se determina en función del caudal a tratar, condición que requiere que el sistema esté dotado de medición para garantizar la aplicación de la dosis óptima, caso contrario se puede sobre dosificar (sobrecostos de producción) o sub dosificar con consecuencias de afectación en la calidad de agua por residuales fuera de norma que inducen al riesgo microbiológico por no tener un proceso de desinfección adecuado.

Sistema de alcantarillado:

La caracterización de las aguas residuales en la actualidad, le permitirá a cada prestador realizar la autoliquidación de las tasas retributivas ajustadas a las condiciones específicas y reales de cada sistema y no sobre cargas presuntivas.

No se realiza un mantenimiento rutinario a estos sistemas; sólo se hace cuando se presentan problemas por taponamiento de la red, cámaras o sumideros o por daños presentados en las estructuras, los daños son reportados por los usuarios o por el operador del sistema. Debido a esto se observaron algunos sumideros deteriorados y otros cubiertos por residuos sólidos lo cual impiden la entrada del agua al sistema, también en el interior de las cámaras de inspección se encontraron sedimentos ocasionando taponamientos, las anteriores razones son las que impiden el correcto funcionamiento de estos sistemas de alcantarillado.

La operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado se concentra en resolver inconvenientes de obstrucción o taponamiento en las redes, los pozos de inspección y sumideros, utilizando básicamente para ello herramienta menor (picas, palas, macetas, sondas),

Sistema de aseo:

En cada municipio la persona prestadora del servicio de aseo es la encargada de la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos así como también del barrido de las principales vías del casco urbano y de la limpieza de las áreas publicas.

Los prestadores no llevan registros mensuales ni anuales sobre datos importantes como producción total y producción per cápita, ni del tipo de residuos y su nivel de aprovechamiento, datos importantes para identificar la eficiencia del servicio.

Es necesario desarrollar un programa de contingencia en caso de no prestar el servicio de aseo; por cuanto al no recogerse los residuos sólidos por un periodo prolongado, se genera un problema de salud pública y bienestar social.

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 San Bernardo:

Sistema de acueducto:

Implementar procesos de conservación y recuperación de las fuentes de abastecimiento y adquirir los predios aledaños a las fuentes los que en el momento pertenecen a particulares.

Cercar las estructuras de captación y desarenado para su protección y evitar el ingreso de personal no autorizado o animales, los cuales pueden contaminar el agua.

Considerando que la capacidad del tanque de almacenamiento es insuficiente para suplir la demanda actual y futura de la población, exigiendo la ampliación mediante la construcción de otra unidad, se recomienda realizar un estudio detallado acerca de este componente limitante del sistema de acueducto.

Definir herramientas para el registro de información referente a las variables operativas, registro de actividades de mantenimientos rutinarios en todos los componentes del sistema, registro de tipo y número de daños en redes del sistema de distribución conjuntamente con información relativa a materiales empleados y costos asociados, información que permite conocer cómo funciona el sistema, como se opera, que debilidades se presentan y en qué sectores se concentran, información fundamental para la toma de decisiones.

Sistema de alcantarillado:

Debido a que el sistema actual vierte sus aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento afectando considerablemente la quebrada San Bernardo se recomienda construir un sistema de tratamiento que permita disminuir el impacto sobre la fuente y poder dar cumplimiento a la normatividad vigente.

Una vez el sistema cuente con un tipo de tratamiento de las aguas residuales se deberán realizar las caracterizaciones según la norma establecida, antes y después de tratamiento, con el fin de controlar las condiciones de operación del

sistema, la calidad del influente y del efluente, determinar la eficiencia del sistema en la remoción de las cargas contaminantes y el cumplimiento de los objetivos de calidad.

Finalmente, se considera que el prestador debe elaborar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para el nuevo sistema de alcantarillado una vez entre a operar.

Sistema de aseo:

Dado que EMPOSAN E.S.P se encarga generalmente de la recolección, transporte y disposición final de los residuos, es necesario realizar la caracterización física, química y biológica de los mismos de acuerdo a los análisis establecidos en la tabla F.1.3 del RAS-2000 para un nivel medio de complejidad.

En general, se recomienda operar el relleno sanitario del municipio de San Bernardo, acorde con lo dispuesto y reglamentado en el literal F.6.6 del RAS 2000, en relación al acceso, frentes de trabajo, restricción e identificación de residuos, compactación, material de cobertura, control de infiltración y escorrentía, tratamiento de lixiviados e instrumentación.

Así mismo, para todos los procesos y operaciones realizadas en el sitio de disposición final, debe realizar un programa de monitoreo ambiental, el cual debe incluir medición y control de los impactos generados, información que debe almacenarse en un banco de datos para su análisis y toma de medidas adecuadas para el control respectivo, como se establece en el literal F.6.5 del RAS 2000.

Se recomienda, manejar y operar las celdas en el relleno sanitario sujeto a lo reglamentado en el literal F.6.4.5 del RAS 2000, referido a su dimensionamiento, compactación y material de cobertura, de acuerdo al nivel de complejidad del sistema, que en este caso es un nivel medio.

El sistema de impermeabilización de las celdas de disposición debe cumplir con lo estipulado en el literal F.6.4.3 del RAS 2000; igualmente, el sistema de recolección de lixiviados y drenaje de gases deben estar sujetos y operarse de acuerdo a lo dispuesto en los literales F.6.4.4.2 y F.6.4.4.4 del RAS 2000 respectivamente.

Es necesario, contar con los respectivos planos de la configuración y características del relleno sanitario, disponiendo así de información vital para la delimitación de nuevas áreas y sectores de trabajo, así como la planificar los nuevos proyectos a implementar en el sitio de disposición final.

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

Sistema de acueducto:

Dar un tratamiento adecuado e implementar procesos de conservación y recuperación de las microcuencas El Cedro y El Purgatorio asociados al mantenimiento de las riberas de las quebradas en el sector de localización de la bocatoma. Para poder abordar lo anterior, se deben adquirir los predios aledaños a la bocatoma los que en el momento pertenecen a particulares.

Se recomienda, formular e implementar a corto plazo un programa de reducción de pérdidas en caminado a acercarse a los índices y pérdidas proyectadas, el cual permitiría mejorar el suministro y ejercer una menor presión hacia las fuentes abastecedoras además de lograr una reducción en costos de producción y a la vez en costos de tasas de uso de agua, así como también se lograr una mayor sostenibilidad de la empresa.

A fin de evitar riesgos de contaminación se debe adecuar el sistema de alimentación de agua para desinfección de tal manera que el suministro se realice con agua potable y no con agua cruda como ocurre en la actualidad. Todo lavado de estructuras debe realizarse con agua tratada, refiriéndose en este caso específico al tanque de almacenamiento en ausencia de una planta de tratamiento.

De las muestras reportadas por el IDSN, para efectos de atender su competencia en lo relacionado con la vigilancia y control a la calidad de agua suministrada por MANANTIAL DEL CEDRO SAS E.S.P. algunas presentaron no conformidades en el parámetro de coliformes totales y de E-Coli, la no conformidad está referida a contaminación de tipo microbiológico, resultado del cual se recomienda a nivel operativo revisar y mejorar el proceso de desinfección. Aunque cabe resaltar que el agua suministrada en el 2011 fue apta para consumo humano con un IRCA urbano de 3,1%.

De acuerdo a lo evidenciado en la visita de campo y ante la ausencia de registros, se recomienda al prestador implementar un procedimiento para el seguimiento, y verificación de cumplimiento de las actividades de operación y mantenimiento con el fin de mantener en buen estado operacional la infraestructura y planificar y ejecutar los mantenimientos preventivos y correctivos acordes a la naturaleza y magnitud de la no conformidad.

Para el mejoramiento del servicio y del concepto sanitario que expide la autoridad sanitaria se recomienda al prestador adelantar acciones para la certificación de su personal operativo de acueducto en competencias laborales sobre la base de las titulaciones y normas vigentes.

Sistema de alcantarillado:

De acuerdo a la información reportada en el PSMV, teniendo en cuenta que algunos de los componentes del sistema de alcantarillado no se encuentran en buen estado, se recomienda mejorar las condiciones en que se encuentran las cámaras, tuberías y demás estructuras existentes y planificar y ejecutar las acciones de mantenimiento periódico para el correcto funcionamiento de los componentes objeto de atención.

Los tramos de las redes de alcantarillado que se encuentran en concreto, presumiblemente han cumplido su vida útil, por lo tanto, es pertinente reemplazar y profundizar algunas tuberías que se encuentran instaladas superficialmente o protegerlas para evitar daños futuros.

Así mismo, se debe implementar un seguimiento continuo al desarrollo o avance en la ejecución de los programas, proyectos y objetivos de calidad presentados en el PSMV, puesto que se encuentra aprobado como un plan de cumplimiento por parte de la autoridad ambiental y su incumplimiento se traduce en el incremento del factor regional, variable incidente en la liquidación de las tasas retributivas.

Sistema de aseo:

Dado que en el momento MANANTIAL DEL CEDRO SAS E.S.P., es responsable de la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos, se recomienda realizar al prestador la caracterización física, química y biológica de los mismos, de acuerdo a los análisis establecidos en la tabla F.1.3 del RAS-2000 para un nivel medio de complejidad, determinando igualmente a partir de la composición, la potencialidad de aprovechamiento.

Debido a la alta producción de residuos orgánicos, se recomienda realizar el estudio de factibilidad económica para determinar la viabilidad en la implementación del programa de compostaje como se establece en el literal F.4.2.2 del RAS 2000, siguiendo los lineamientos básicos consignados en el literal F.4.3.4 del RAS 2000, para la realización del proceso de operación de este método de aprovechamiento.

En general, se debe operar la planta de tratamiento teniendo en cuenta los impactos ambientales que puedan generarse por las actividades de selección y separación de los residuos inorgánicos, así como del almacenamiento de los residuos orgánicos durante la permanencia en la planta, previniendo la proliferación de vectores, mediante tratamiento con cal y fumigaciones periódicas.

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

Sistema de acueducto:

Cambiar el sitio de la captación a un lugar adecuado debido a los constantes deslizamientos y avalanchas que se presentan en el sector, las cuales pueden ocasionar daños o dejar fuera de servicio a la estructura y por ende al sistema.

Cercar las estructuras de captación y desarenado para su protección y evitar el ingreso de personal no autorizado o animales, los cuales pueden contaminar el agua.

De acuerdo a la información entregada por la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO, la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios del municipio de Providencia no cuenta con la concesión de aguas de la fuente Los Molinos, por lo cual se recomienda realizar los trámites pertinentes para legalizar la concesión de aguas y evitar futuras sanciones por parte de las autoridades competentes.

Considerando la capacidad del tanque de almacenamiento el cual ofrecería una limitante en su capacidad actualmente y al final del horizonte del proyecto, debiéndose ampliar mediante la construcción de otra unidad por lo cual se recomienda realizar un estudio más detallado acerca de esta posibilidad.

Se recomienda, actualizar el número de suscriptores atendidos por la unidad prestadora para cada uno de los servicios prestados, también se debe realizar el levantamiento del plano de presiones y el inventario de puntos muertos en la red de distribución.

Sistema de alcantarillado:

Los problemas del alcantarillado pluvial se deben a la falta de control de escorrentías especialmente en las partes bajas del casco urbano, debido a la escases de sumideros en esta zona, por tal razón se recomienda realizar los estudios respectivos y tomar las acciones pertinentes para solucionar este problema.

Debido a que el sistema actual vierte sus aguas residuales domesticas y aguas lluvias sin ningún tipo de tratamiento afectando considerablemente la quebrada Los Molinos se recomienda llevar a cabo el proyecto “Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales La Providencia” el cual permitirá disminuir el impacto sobre la fuente receptora así como también se podrá dar cumplimiento a la normatividad vigente.

Una vez el sistema cuente con un tipo de tratamiento adecuado se deberán realizar las caracterizaciones según la norma establecida, antes y después del tratamiento, con el fin de controlar las condiciones de operación del sistema, la calidad del influente y del efluente, determinar la eficiencia del sistema en la

remoción de las cargas contaminantes y el cumplimiento de los objetivos de calidad.

Así mismo, se debe implementar un seguimiento continuo al desarrollo o avance en la ejecución de los programas, proyectos y objetivos de calidad presentados en el PSMV, puesto que se encuentra aprobado como un plan de cumplimiento por parte de la autoridad ambiental y su incumplimiento se traduce en el incremento del factor regional, variable incidente en la liquidación de las tasas retributivas.

Sistema de aseo:

Debido a que la persona prestadora se encarga generalmente de la recolección, transporte y disposición final de los residuos, es necesario realizar la caracterización física, química y biológica de los mismos de acuerdo a los análisis establecidos en la tabla F.1.3 del RAS-2000 para un nivel medio de complejidad.

En general, se recomienda operar el relleno sanitario del municipio de Providencia, acorde con lo dispuesto y reglamentado en el literal F.6.6 del RAS 2000, en relación al acceso, frentes de trabajo, restricción e identificación de residuos, compactación, material de cobertura, control de infiltración y escorrentía, tratamiento de lixiviados e instrumentación.

Así mismo, para todos los procesos y operaciones realizadas en el sitio de disposición final, debe implementar un programa de monitoreo ambiental, el cual debe incluir medición y control de los impactos generados, información que debe almacenarse en un banco de datos para su análisis y toma de medidas adecuadas para el control respectivo, como se establece en el literal F.6.5 del RAS 2000.

Se recomienda manejar y operar las celdas en el relleno sanitario de acuerdo a lo reglamentado en el literal F.6.4.5 del RAS 2000, referido a su dimensionamiento, compactación y material de cobertura, de acuerdo al nivel de complejidad del sistema, que en este caso es un nivel medio.

El sistema de impermeabilización de las celdas de disposición debe cumplir con lo estipulado en el literal F.6.4.3 del RAS 2000; igualmente, el sistema de recolección de lixiviados y drenaje de gases deben estar sujetos y operarse de acuerdo a lo dispuesto en los literales F.6.4.4.2 y F.6.4.4.4 del RAS 2000 respectivamente.

La unidad de servicios públicos domiciliarios ha establecido las microrutas para la recolección de los residuos pero no cuenta con planos de ruteo. Es necesario adelantar los estudios pertinentes para levantar estos planos y así optimizar los tiempos en los recorridos y disminuir gastos, garantizar calidad y continuidad en el servicio de aseo.

Es necesario contar con los respectivos planos de la configuración y características del relleno sanitario, disponiendo así de información vital para la delimitación de nuevas áreas y sectores de trabajo, así como la planificación de nuevos proyectos a implementar en el sitio de disposición final.

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 San Bernardo, La Llanada y Providencia.

Sistema de acueducto:

Atender la exigencia normativa contenida en el literal B.4.6.2 del RAS, realizando muestreo semanal a las aguas que se captan en la bocatoma con el fin de establecer la calidad del agua en la fuente mediante análisis físico químicos y microbiológicos, para detectar en forma temprana cambios o alteraciones indicativas de algún tipo de contaminación de manera de adoptar las medidas contingentes y de seguridad oportunas, sobre todo tratándose de zonas de actividad agrícola y ganadera. De tal forma que se garantice un agua de consumo con los estándares de calidad exigidos en el Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de 2007.

Instalar elementos de medida que pueden ser estructuras hidráulicas o instrumentos o equipos para medición de caudales (macromedición) a la entrada a la planta y a la salida del tanque de almacenamiento, con el fin de establecer las pérdidas que se estén generando en el sistema y consecuentemente adelantar las acciones para su reducción, obteniendo adicionalmente la disminución en costos de producción y minimización de la presión que se ejerce sobre la cuenca en cuanto al requerimiento de mayores caudales para la satisfacción de la demanda.

La desinfección del agua debe ser permanente por lo cual se recomienda adquirir un equipo completo adicional para la dosificación del cloro gaseoso, este se tiene como plan de contingencia en caso de que existan problemas por el suministro del cloro gaseoso o por algún daño en algún equipo.

Se recomienda realizar la curva de demanda de cloro para poder determinar las dosificaciones óptimas de cloro gaseoso.

Es importante contar con un laboratorio para el control de calidad del agua influente y efluente en el sistema de tratamiento así como también de una persona capacitada para su operación. También se debe llevar un control de calidad del agua en la red, mediante el análisis químico correspondiente.

Para la correcta operación del sistema de acueducto se necesita de un personal técnico adecuado por lo cual se recomienda al prestador capacitar a sus trabajadores ante entidades como el SENA, de tal forma que se tiene un personal certificado, capaz de operar correctamente el sistema.

Es muy importante generar concientización en la comunidad sobre el uso racional del agua por lo cual se recomienda realizar campañas en las instituciones educativas y a la población en general sobre la importancia del agua y de su uso adecuado así como el cuidado del medio ambiente en general.

Se debe formular e implementar el programa de mantenimiento anual de toda la infraestructura con informes periódicos de seguimiento y cumplimiento.

Sistema de alcantarillado:

Se recomienda 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.

De otra parte, deben atenderse las exigencias expuestas en el Decreto 3930 del 25 de octubre de 2010, que establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados. El ámbito de aplicación de la normativa se circunscribe a las autoridades ambientales competentes definidas en el artículo 3 del referido decreto, a los generadores de vertimientos y a los prestadores del servicio público domiciliario de alcantarillado.

Debido a que los sistemas vierten sus aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento afectando considerablemente las fuentes receptoras se recomienda construir un sistema de tratamiento que permita disminuir los niveles de contaminación en las fuentes receptoras y poder dar cumplimiento a la normatividad vigente.

Se recomienda que los usuarios que están descargando directamente a las fuentes sean conectados al sistema general, esto reducirá la contaminación en la red hídrica superficial de los municipios.

Debido a los daños presentados en el sistema por taponamientos en sumideros, cámaras de inspección y redes generando colmataciones se recomienda elaborar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para el sistema de alcantarillado existente.

Sistema de aseo:

Se requiere registrar mensual y anualmente los datos de producción total y per cápita del sistema diferenciando claramente sector urbano, rural, tipo de residuos y nivel de aprovechamiento, con el fin de verificar eficiencia del servicio y calcular tasas anuales de generación, como se establece en el literal F.1.4.2.1 del RAS-2000.

Realizar el estudio de factibilidad económico para el uso de residuos sólidos aprovechables, tal como se establece en el literal F.4.2.2 del RAS 2000, además de seguir los lineamientos básicos consignados en el literal F.4.3 del RAS 2000, para la realización del proceso de operación de estos métodos de aprovechamiento.

Las actividades de aprovechamiento de los residuos inorgánicos que se lleven a cabo por parte del prestador deben ceñirse a lo recomendado en los literales F.4.3.2-Reutilización y F.4.3.3-Reciclaje, según lo establecido en el RAS 2000 y para el proceso de compostaje deben seguir los lineamientos básicos consignados en el literal F.4.3.4 del RAS 2000.

Se recomienda al prestador ofrecer por lo menos dos veces al año el servicio de recolección de aquellos residuos que por su manejo no puedan ser recogidos por el sistema de recolección ordinario, tales como: neveras, calentadores, estufas, en general línea blanca, árboles, etc. De acuerdo a lo establecido en el literal F.3.3.4 RAS-2000.

Se hace indispensable elaborar los 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. La información consignada en este plano, permitirá que el operador optimice los tiempos en los recorridos y garantice la calidad y continuidad en el servicio de aseo.

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.

Dotar de equipos de protección personal y seguridad industrial para los operarios que trabajan en la recolección de residuos sólidos, barrido y limpieza de áreas públicas. Se deberá dotar también, de herramientas tales como; palas, escobas, rastrillos, recogedores, carretas, entre otras; para que puedan desempeñar sus funciones delegadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCALDÍA MUNICIPAL DE SAN BERNARDO. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), San Bernardo 2008.

-----, Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario del Casco Urbano Municipio de San Bernardo año 2009

-----, Empresa de Servicios Públicos de San Bernardo “EMPOSAN” Estudio de Impacto Ambiental para la Instalación de un Relleno Sanitario – 2010.

-----, Plan de Desarrollo del Municipio de San Bernardo 2008-2011.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE LA LLANADA. Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), La Llanada 2005.

-----, Plan de Saneamientos y Manejo de Vertimientos del Municipio de La Llanada (PSMV), La Llanada 2008.

-----, Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de La Llanada (PGIRS), La Llanada 2005.

-----, Empresa de Servicios Públicos Manantial del CedroSAS E.S.P. “Optimización alcantarillado sanitario del casco urbano municipio de La Llanada - 2010”.

-----, Plan de Desarrollo del Municipio de La Llanada 2008-2011.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE PROVIDENCIA Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA), Providencia 2009.

-----, Plan de Saneamientos y Manejo de Vertimientos del Municipio de Providencia (PSMV), Providencia 2009.

-----, Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Providencia (PGIRS), Providencia 2005.

-----, Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios de Providencia “Catastro de Redes de Acueducto y Alcantarillado del Sector Urbano - 2007”.

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

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA - DANE

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. Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000, Santafé de Bogotá D.C Noviembre de 2000.