

**APOYO TÉCNICO EN LA CONSULTORÍA PARA LA GERENCIA ASESORA
DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA DE NARIÑO PARA LOS municipios
DE TÚQUERRES, SAPUYES Y EL CORREGIMIENTO DEL ENCANO**

CÓRDOBA LEITON ALEJANDRO ANTONIO

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

**APOYO TÉCNICO EN LA CONSULTORÍA PARA LA GERENCIA ASESORA
DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA DE NARIÑO PARA LOS municipios
DE TÚQUERRES, SAPUYES Y EL CORREGIMIENTO DEL ENCANO**

CÓRDOBA LEITON ALEJANDRO ANTONIO

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

Asesor:

I.C. JOSÉ ALFREDO JIMÉNEZ CÓRDOBA

Co-Asesor:

I.S. CARLOS SEBASTIÁN JARAMILLO ROJAS

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

NOTA DE RESPONSABILIDAD

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

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

Nota de aceptación:

Firma del Presidente de tesis

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Agosto de 2012

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su compañía en todas las etapas de la vida, y mediante su inmenso poder me ha dado las fuerzas y esperanzas para continuar en este inmenso camino.

A mis padres NANCY PASTORA LEITON y CLEMENTE ANTONIO CÓRDOBA por su amor y dedicación a lo largo de toda mi vida y más aún en los momentos más difíciles de mi carrera, sin ellos esto no hubiera sido posible.

A mis abuelos GUILLERMO LEITON BALSECA y MERCEDES BETANCOUR DE LEITON que en vida y ahora en el cielo han sido los motivadores de cada uno de mis proyectos a lo largo de mi vida.

A mis hermanos MANUEL E. CORDOBA LEITON y ESTEFANÍA, por estar siempre atentos y acompañarme en cada momento.

Al grupo de personas que conforman el Consorcio TZ – SANEAR, por su dedicación, confianza y apoyo para la realización de mi trabajo de grado.

Al Ingeniero CARLOS SEBASTIÁN JARAMILLO ROJAS, Co-Asesor de la pasantía por brindarme su acompañamiento, confianza, conocimientos y amistad para desarrollar mi trabajo de grado.

Al Ingeniero JOSÉ ALFREDO JIMÉNEZ CÓRDOBA, Asesor de la pasantía por su confianza, y aportes importantes en mi trabajo de grado.

A mis amigos por su constante apoyo durante la realización del trabajo de grado.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	22
1. METODOLOGÍA	29
1.1 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	30
1.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	32
1.3 DIAGNOSTICO TÉCNICO OPERATIVO DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS	32
2. ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLARON EN LA PASANTÍA.....	35
2.1 APOYO TÉCNICO A LA REALIZACIÓN DEL DIAGNOSTICO TÉCNICO OPERATIVO DEL MUNICIPIO DE TÚQUERRES	35
2.1.1 Generalidades del municipio de Túquerres.....	35
2.1.2 Dinámica demográfica y tendencias	36
2.1.3 Indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo	37
2.1.4 Diagnostico técnico del acueducto urbano.....	42
2.1.5 Diagnostico técnico del alcantarillado urbano	66
2.1.6 Diagnostico técnico del servicio de aseo urbano	69
2.2 APOYO TÉCNICO A LA REALIZACIÓN DEL DIAGNOSTICO TÉCNICO OPERATIVO DEL MUNICIPIO DE SAPUYES.....	71
2.2.1 Generalidades del municipio de Sapuyes	71
2.2.2 Dinámica demográfica y tendencias	72
2.2.3 Indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo	73
2.2.4 Diagnostico técnico del acueducto urbano.....	78
2.2.4. Conexiones domiciliarias	93
2.2.5 Diagnostico técnico del alcantarillado urbano	94
2.2.6 Diagnostico técnico del servicio de aseo urbano	98
2.3 APOYO TÉCNICO A LA REALIZACIÓN DEL DIAGNOSTICO TÉCNICO OPERATIVO DEL CORREGIMIENTO DEL ENCANO	100

2.3.1	Generalidades del Corregimiento del Encano.....	100
2.3.1.1	Ubicación y localización	100
2.3.2	Dinámica demográfica y tendencias	101
2.3.3	Indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo	102
2.3.4	Diagnostico técnico acueducto.....	107
2.3.5	Diagnostico técnico alcantarillado	115
2.3.6	Diagnostico técnico del servicio de aseo	118
3.	CONCLUSIONES	119
4.	RECOMENDACIONES	127
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	129
	ANEXOS	131

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Aseguramiento de la prestación de los servicios – fases	29
Cuadro 2. Censo general DANE años 1985, 1993 y 2005 – municipio de Túquerres	36
Cuadro 3. Ratas de crecimiento para proyección población – municipio de Túquerres	36
Cuadro 4. Proyección de población – municipio de Túquerres	37
Cuadro 5. Volumen de consumo año 2010 – municipio de Túquerres	38
Cuadro 6. Volumen de producción de agua – municipio de Túquerres	38
Cuadro 7. Dotaciones y pérdidas técnicas del acueducto urbano – municipio de Túquerres	40
Cuadro 8. Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto y alcantarillado urbano - municipio de Túquerres	41
Cuadro 9. Fuentes de abastecimiento del acueducto urbano - municipio de Túquerres	43
Cuadro 10. Sistema de captación el bordoncillo y la hoja – municipio de Túquerres	44
Cuadro 11. Línea de aducción – municipio de Túquerres	46
Cuadro 12. Desarenadores del sistema – municipio de Túquerres	46
Cuadro 13. Líneas de conducción – municipio de Túquerres.....	48
Cuadro 14. Cámara de aquietamiento – municipio de Túquerres	49
Cuadro 15. Estructura de aforo y coagulación– municipio de Túquerres	49
Cuadro 16. Sistema de floculación – municipio de Túquerres.....	51
Cuadro 17. Aforo de caudal en la planta de tratamiento – municipio de Túquerres	52
Cuadro 18. Sistema de sedimentación – municipio de Túquerres	53
Cuadro 19. Sistema de filtración – municipio de Túquerres	54

Cuadro 20.	Operación, falencias y soluciones planta de tratamiento – municipio de Túquerres	56
Cuadro 21.	Dosificación actual de coagulante – municipio de Túquerres	58
Cuadro 22.	Consumo coagulante – municipio de Túquerres.....	59
Cuadro 23.	Proyección másica de cloro gaseoso – municipio de Túquerres	59
Cuadro 24.	Sistema de almacenamiento – municipio de Túquerres	60
Cuadro 25.	Registro macromedidores mes de Agosto 2011 – municipio de Túquerres	61
Cuadro 26.	Longitud de la red por diámetro y material – municipio de Túquerres	62
Cuadro 27.	Longitudes por material – municipio de Túquerres.	63
Cuadro 28.	Puntos de muestro – municipio de Túquerres	63
Cuadro 29.	Pozos de inspección y sumideros – municipio de Túquerres	67
Cuadro 30.	Red de colectores y emisores – municipio de Túquerres	67
Cuadro 31.	Puntos de vertimiento – municipio de Túquerres.....	68
Cuadro 32.	Caracterización física en porcentaje de residuos sólidos - municipio de Túquerres	70
Cuadro 33.	Censo General DANE Años 1985, 1993 Y 2005 – municipio De Sapuyes.....	72
Cuadro 34.	Calculo rata de crecimiento poblacional – municipio de Sapuyes	72
Cuadro 35.	Proyección de población – municipio de Sapuyes.....	73
Cuadro 36.	Aforo de caudal a la salida de la planta de tratamiento – municipio de Sapuyes.....	74
Cuadro 37.	Volumen de producción de agua – municipio de Sapuyes	74
Cuadro 38.	Dotaciones y pérdidas técnicas del acueducto urbano – municipio de Sapuyes.....	76
Cuadro 39.	Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto y alcantarillado urbano – municipio de Sapuyes.....	77
Cuadro 40.	Fuentes de abastecimiento – municipio de Sapuyes.....	78

Cuadro 41.	Sistema de captación la carbonera y cuarris – municipio de Sapuyes.....	79
Cuadro 42.	Línea de aducción – municipio de Sapuyes.....	80
Cuadro 43.	Desarenador – municipio de Sapuyes	81
Cuadro 44.	Línea de conducción – municipio de Sapuyes.....	81
Cuadro 45.	Planta de tratamiento FIME – municipio de Sapuyes	83
Cuadro 46.	Operación, falencias y soluciones planta de tratamiento - municipio de Sapuyes.....	85
Cuadro 47.	Proyección másica de cloro gaseoso – municipio de Sapuyes.....	87
Cuadro 48.	Sistema de almacenamiento – municipio de Sapuyes.....	88
Cuadro 49.	Longitud de la red por diámetro y material.....	90
Cuadro 50.	Cloro residual puntos de muestreo en la red de distribución	91
Cuadro 51.	Reporte IRCA, por parte del instituto departamental de salud de Nariño, año 2010 – municipio de Sapuyes	92
Cuadro 52.	Reportes IRCA según el IDSN, Año 2011 – municipio de Sapuyes .	93
Cuadro 53.	Características de los puntos de vertimiento del casco urbano Sapuyes.....	97
Cuadro 54.	Censo General DANE años 1985, 1993 y 2005 – corregimiento El Encano	101
Cuadro 55.	Calculo rata de crecimiento poblacional – corregimiento El Encano	101
Cuadro 56.	Proyecciones de población – corregimiento El Encano	102
Cuadro 57.	Aforo de caudal caja bocatoma – corregimiento El Encano.....	103
Cuadro 58.	Volumen de producción de agua – corregimiento El Encano	104
Cuadro 59.	Dotaciones y pérdidas técnicas del acueducto – corregimiento El Encano.....	106
Cuadro 60.	Factores de consumo máximo en el acueducto – corregimiento El Encano	106
Cuadro 61.	Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto y alcantarillado – corregimiento El Encano	107

Cuadro 62.	Fuente de abastecimiento - corregimiento El Encano	108
Cuadro 63.	Sistema de captación de La Torcaza – corregimiento El Encano...	109
Cuadro 64.	Desarenador – Corregimiento El Encano	110
Cuadro 65.	Sistema de almacenamiento – corregimiento El Encano.....	112
Cuadro 66.	Reporte IRCA, por parte del instituto departamental de salud de Nariño, año 2010 – corregimiento de El Encano	114
Cuadro 67.	Pozos de inspección – corregimiento El Encano	116

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización municipio de Túquerres.....	35
Figura 2. Sistema de captación El Azufra – municipio de Túquerres	44
Figura 3. Sistema de cloración – municipio de Túquerres	55
Figura 4. Comparativo de la capacidad instalada por componentes de la PTAP, la utilizada y requerida proyectada – municipio de Túquerres ..	57
Figura 5. Reporte IRCA, por parte del instituto departamental de salud de Nariño año 2010 – municipio de Túquerres	65
Figura 6. Puntos de vertimiento – municipio de Túquerres	69
Figura 7. Localización municipio de Sapuyes	71
Figura 8. Elementos caseta de cloración – municipio de Sapuyes	84
Figura 9. Comparativo de la capacidad instalada por componentes de la PTAP, la utilizada y requerida proyectada – municipio de Sapuyes ...	86
Figura 10. Sistema de bombeo – municipio de Sapuyes	88
Figura 11. Pozos de inspección sistema de alcantarillado – municipio de Sapuyes	95
Figura 12. Sumideros del sistema de alcantarillado – municipio de Sapuyes.....	96
Figura 13. Puntos de vertimiento sistema de alcantarillado – municipio de Sapuyes	97
Figura 14. Localización corregimiento El Encano	100
Figura 15. Comparativo de la capacidad instalada por componente y la utilizada y requerida – corregimiento El Encano	111
Figura 16. Sumidero del sistema de alcantarillado existente – corregimiento El Encano.....	116
Figura 17. Punto de Vertimiento – corregimiento El Encano.....	117

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Chequeo hidráulico captaciones	132
Anexo B. Chequeo hidráulico desarenadores	133
Anexo C. Peso específico y viscosidades del agua para diferentes temperaturas, número de hazen	135
Anexo D. Capacidad hidráulica de la canaleta parshall.....	136
Anexo E. Características que se analizan en calidad de agua y puntaje IRCA	137
Anexo F. Análisis de agua por parte del Instituto Departamental de Salud de Nariño – Resultados IRCA 2010 Túquerres.....	138
Anexo G. Análisis de agua por parte del Instituto Departamental de Salud de Nariño – Resultados IRCA 2010 Sapuyes	140
Anexo H. Análisis de agua por parte del Instituto Departamental de Salud de Nariño – Resultados IRCA 2011 Sapuyes	142
Anexo I. Catastro de redes de alcantarillado – municipio de Sapuyes	143
Anexo J. Esquema general de las redes de alcantarillado del municipio de Túquerres.....	145
Anexo K. Esquema general de las redes de alcantarillado del municipio de Sapuyes	146

RESUMEN

Por medio de los lineamientos establecidos por la Gerencia Asesora del Plan Departamental de Nariño, adjudicada por medio de contrato al Consorcio TZ-SANEAR, se determinó en un marco general la evaluación técnica operativa de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo de los cascos urbanos de los municipios de Túquerres y Sapuyes, además del Corregimiento del Encano; evaluación que se argumenta en los diagnósticos para cada municipio y corregimiento objeto de estudio.

El proceso que conlleva a la realización del diagnóstico se basa en el desarrollo de varias actividades; una de ellas corresponde a la visita de carácter técnico a los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo denotándose esta como información primaria, y otra secundaria a la recolección de documentación que describe cada uno de los sistemas de estudio.

Con esta información primaria y secundaria se hace una estructuración de tipo argumentativa de la evaluación de cada uno de los sistemas, determinando así el estado de estos como además la proyección según las normas considerando una optimización.

En el informe de trabajo de grado en la modalidad de pasantía se describe el apoyo técnico realizado en los diagnósticos técnico operativo de la prestación actual de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en municipios de Túquerres, Sapuyes y El Corregimiento del Encano, enriqueciendo así los conocimientos obtenidos en la Universidad.

ABSTRACT

The technical operational evaluation of water, sewerage and sanitation system for the towns Tuquerres and Sapuyes, and also the corregimiento El Encano was established in a general frame according to the guidelines established by the Gerencia Asesora del Plan Departamental de Narino, adjudicated through contract to the TZ-SANEAR partnership. This evaluation is discussed throughout the diagnoses for each town and corregimiento that are object of this study.

The process that carries to the accomplishment of the diagnoses is based on the development of certain activities; one of these activities corresponds to a technical visit to the water, sewerage and sanitation systems. This is primary information. Data gathering that describe the systems that are object of study is secondary information.

With this primary and secondary information, an argumentative structuring of the evaluation of each system is developed. In this way, it is possible to determine the state of the systems. It is also possible to create a projection considering an optimization, according to the standards.

The technical support made in the technical operational diagnoses of water, sewerage and sanitation systems in Tuquerres and Sapuyes and the corregimiento El Encano is described in the report of the paper grade as an internship. This enriches the knowledge gotten in the University, helping the vocational and personal training that a graduate compromised with the community must carry in order to be a Civil Engineer.

GLOSARIO

ACUEDUCTO: Conducto artificial para conducir agua, especialmente para el abastecimiento de una población.

ALCANTARILLADO: Al sistema de estructuras y tuberías usados para el transporte de aguas residuales o servidas, desde el lugar que se generan hasta el sitio en que se vierten al cauce o se tratan.

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

CAUDAL: Cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo.

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

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

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

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

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

COLECTORES: Son tuberías que se sitúan enterradas en las vías públicas, transportan las aguas servidas hasta su destino final.

COMITÉ DIRECTIVO PDA: Instancia de coordinación sectorial a nivel departamental.

CONCESIONES DE AGUA: Permiso que otorga la autoridad ambiental para el uso y aprovechamiento del recurso hídrico ya sea que se capte de fuentes superficiales como ríos, quebradas, arroyos, nacimientos, acequias, etc. Bien sea

para uso doméstico colectivo o individual, agrícola, pecuario, riego, recreativo, industrial y generación de energía, entre otros.

CONTRATO DE CONSULTORÍA: Son contratos que celebren las entidades estatales referidos a los estudios necesarios para la ejecución de proyectos de inversión, estudios de diagnóstico, prefactibilidad o factibilidad para programas o proyectos específicos, así como a las asesorías técnicas de coordinación, control y supervisión.

CUENCA HIDROGRÁFICA: Es el área de escurrimiento del agua lluvia hacia un río o punto determinado.

DESARENADOR: Estructura hidráulica que tiene como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite pasar.

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

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

FILTRACIÓN: Operación unitaria encargada de la separación de sólido de un líquido, es decir eliminar las partículas no disueltas, o separa una mezcla de sólidos insolubles y líquidos formados en un proceso.

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

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

FILTROS LENTOS EN ARENA: Consiste en un conjunto de procesos físicos y biológicos que destruye los microorganismos patógenos del agua. Ello constituye una tecnología limpia que purifica el agua sin crear una fuente adicional de contaminación para el ambiente.

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

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

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

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

INYECTOR DE CLORO: Diseñados para cumplir dos funciones fundamentales, la generación de vacío de operación y la formación de la solución clorada a partir de la mezcla de cloro gas y agua.

LÍNEA DE ADUCCIÓN: Es el tramo de tubería destinado a conducir los caudales desde la obra de captación hasta el desarenador o planta de tratamiento, transporta agua cruda.

LÍNEA DE CONDUCCIÓN: Tramo de tubería destinado a conducir el agua desde el almacenamiento o la planta de tratamiento hasta la red de distribución.

MACROMEDIDOR: Es un medidor instalado en uno o varios de los diferentes componentes del sistema de acueducto: captación, a la entrada y salida de las plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, en tanques de almacenamiento, en sectores geográficos estratégicos de un sistema de distribución, entre otros.

MÉTODO GEOMÉTRICO: Este método se utiliza para niveles de complejidad bajo, medio y medio alto, para poblaciones de actividad económica importante, el crecimiento es geométrico si el aumento de población es proporcional al tamaño.

MICROCUEENCA HIDROGRÁFICA: Formada por un pequeño río o riachuelo tributario de una sub cuenca, es la unidad mínima de planificación dentro de una cuenca, debido a su pequeña extensión territorial.

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

OPERADOR O PERSONA PRESTADORA: Persona jurídica con experiencia en la dirección, desarrollo y prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y/o aseo en los términos de la Ley 142 de 1994.

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS - PGIRS: Define los lineamientos para la gestión integral de los residuos sólidos del municipio, establece los programas y estrategias de intervención que deben guiar la intervención de las entidades públicas y privadas generadoras de residuos, las autoridades ambientales, las dependencias de la Administración central, los operadores de aseo y los ciudadanos en su conjunto.

PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS - PSMV: Es el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua. El PSMV será aprobado por la autoridad ambiental competente.

PLAN DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA – PUEAA: Conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA – PDA: Conjunto de estrategias de planeación y coordinación interinstitucional, formuladas y ejecutadas con el objeto de lograr la armonización integral de los recursos, y la implementación de esquemas eficientes y sostenibles en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento.

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

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

PLANTA DE TRATAMIENTO FIME: Consiste en la combinación de procesos de filtración gruesa en grava y filtros lentos de arena. Esta tecnología debe estar precedida de un detallado proceso de análisis técnico, social y de las capacidades locales de construcción y operación de la planta. En particular, constituye un factor crítica disponibilidad de asistencia técnica a corto y mediano plazo.

POZO SÉPTICO: Entiéndase por tanques o pozos sépticos, las unidades construidas en zonas carentes de red de alcantarillado, con el objeto de permitir la sedimentación de los sólidos contenidos en las aguas residuales y retener material flotante

POZOS DE INSPECCIÓN: Son cámaras verticales que permiten el acceso a las alcantarillas y colectores, para facilitar su mantenimiento.

PUNTOS DE VERTIMIENTO: Descarga líquida hecha a un cuerpo de agua o a un alcantarillado.

RATA DE CRECIMIENTO: La tasa de variación se aplica normalmente para dos períodos subsiguientes, de denomina "tasa de variación anual" solamente si los períodos son dos años consecutivos. Para períodos más largos se utiliza la tasa de crecimiento (que será anual solo si los períodos considerados son años). Ambas tasas se expresan en porcentajes.

RED DE DISTRIBUCIÓN: Tienen como objeto hacer llegar el agua a cada punto de uso: Uso doméstico, uso industrial, uso de riego de parques y jardines, uso de limpieza varia, uso para incendios, etc.

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

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

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

SISTEMA DE CAPTACIÓN: Componente destinado para captar o extraer una determinada cantidad de agua de una fuente.

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

SUBCUENCA HIDROGRÁFICA: Está constituida por varios ríos tributarios que van a dar a un cauce principal, formando una unidad territorial de menor superficie que la cuenca.

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

TANQUE DE ALMACENAMIENTO: Componente destinado a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos y la demanda contra incendio.

VERTEDERO: Estructura hidráulica destinada a permitir el pase, libre o controlado, del agua en los escurrimientos superficiales.

INTRODUCCIÓN

Por políticas establecidas dentro del Gobierno Nacional se han venido elaborando y gestionando una serie de planes y estrategias para brindar un fortalecimiento en el sector de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo; esto ha encaminado a implementar un conjunto de estructuras operativas encargadas de satisfacer las necesidades que se presentan a la hora de prestar estos servicios.

Esta estructura operativa además de muchas otras, se ha denominado “Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los servicios de Agua y Saneamiento - PDA”, plan elaborado por el antiguo Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se adoptó con el fin de mitigar el impacto a los recursos y dar soluciones que presenta este sector.

Los Planes Departamentales de Aguas (PDA) son un conjunto de estrategias interinstitucionales que sirven como base para la planificación, armonización integral de los recursos e implementación de esquemas eficientes y sostenibles para la prestación de los servicios públicos domiciliario de agua potable y saneamiento básico¹.

Los PDA están constituidos por dos fases, en la primera fase se realiza un convenio entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Departamento donde se acoge las políticas, las implementa y realiza gestiones para la vinculación de los municipios además de dar inicio al PDA. La segunda fase se implementa las estructuras operativas y sistemas de manejo de recursos con el fin de alcanzar las metas del PDA; actualmente el Departamento de Nariño se está implementando la Fase II del PDA.

El PDA se apoya en una estructura institucional capaz de atender la demanda de apoyo de los municipios; siendo necesario que se establezcan unas estructuras operativas conformadas por un Comité Directivo, la Gerencia Asesora, el Gestor, el FIA (Fondo de Inversiones del Agua), entre otros, que por medios de ellos se constituye un soporte disponible para los municipios para que estos puedan atender de manera satisfactoria sus obligaciones constitucionales y legales.

De acuerdo con lo anterior, una de las estructuras operativas que se implementó a principios del año 2011 al PDA del Departamento de Nariño es la Gerencia Asesora a cargo del Consorcio TZ – SANEAR, que dentro de sus funciones esta

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

como primera instancia el aseguramiento para la prestación eficiente de servicios públicos en los municipios vinculados o que se integren al PDA del departamento, la Gerencia Asesora debe llevar a cabo como segunda instancia el Fortalecimiento al Gestor (Subsecretaria de Economía Regional y Agua Potable PDA). Se menciona esto como el esquema general de las actividades y funciones designada al Consorcio TZ – SANEAR pero esta segunda etapa o fase no compete al presente trabajo de grado.

Este aseguramiento a la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo se compone de tres fases, la primera de diagnóstico y pre-factibilidad, la segunda de fortalecimiento a las empresas o personas prestadoras y una tercera de seguimiento y asistencia técnica; para el desarrollo del presente proyecto de grado se llevó a cabo con la ejecución de la primera fase.

En esta Fase I se encuentra el desarrollo del diagnóstico y pre-factibilidad a las personas prestadoras de acueducto, alcantarillado y aseo, y está a su vez está conformada por diferentes actividades que se encaminaron a los municipios del presente proyecto, tales como, recolección de información, análisis de la información y la realización del diagnóstico de la prestación actual de los servicios públicos.

Se inspeccionó los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo que operan en los cascos urbanos en los municipios de Túquerres, Sapuyes y el Corregimiento del Encano proporcionando el apoyo técnico necesario para el desarrollo de los diagnósticos técnico operativo con el fin de identificar las verdaderas necesidades y problemas que se presentan en los sistemas, planteando alternativas de solución que permitan que estos sean eficientes y efectivos.

En este contexto, se presenta sólo los avances del desarrollo de los diagnósticos de cada uno de los municipios y del corregimiento, los cuales estarán sujetos a posibles cambios que se realicen por requerimientos del Gestor y la Gerencia Asesora del PDA de Nariño.

Se escogió a los municipios de Túquerres, Sapuyes y al Corregimiento de El Encano por presentar una diversidad de situaciones técnico operativas en cuanto a los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, permitiendo así la obtención de conocimientos en cuanto a ingeniería civil se refiere en el proceso de consultoría.

TEMA

Título:

APOYO TÉCNICO EN LA CONSULTORÍA PARA LA GERENCIA ASESORA DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA DE NARIÑO PARA LOS municipios DE TÚQUERRES, SAPUYES Y EL CORREGIMIENTO DEL ENCANO. MODALIDAD

El presente trabajo de grado corresponde a la modalidad de **Pasantía Institucional** con el Consorcio TZ-SANEAR contratista para el desarrollo de la consultoría de la Gerencia Asesora del Plan Departamental de Agua de Nariño.

Alcances y delimitación del proyecto:

Para el desarrollo de las actividades dentro de la Gerencia Asesora se siguió una serie de procedimientos, encaminados al aseguramiento de la prestación de los servicios públicos, en este caso para el trabajo designando en la pasantía, en los municipios de Túquerres, Sapuyes y el Corregimiento de El Encano. Para ello se recibió capacitación por parte del Consorcio TZ – SANEAR para llevar a cabo un desempeño óptimo para el apoyo técnico de los diagnósticos de los municipios y corregimiento objeto del proyecto.

Luego de ser asignados los municipios y corregimiento para evaluar su estado actual en la prestación de los servicios, se procedió a realizar la visita técnica – operativa a cada uno de ellos, recolectando toda la información disponible para así evaluar el estado actual de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo. Se resume a continuación lo que se procedió a realizar en cada uno de estos sistemas:

- ✓ En el sistema de acueducto las estructuras visitadas, levantamiento general y aforos de caudal donde fue posible, son: Bocatomas, desarenadores, plantas de tratamiento, sistema de cloración, tanques de almacenamiento y redes de distribución; la información recolectada en campo sirvió para realizar chequeos hidráulicos de cada una de los componentes existentes y determinar capacidades del sistema para los municipios de Túquerres y Sapuyes. El corregimiento El Encano no cuenta con planta de tratamiento y un sistema de cloración, por lo tanto, los chequeos hidráulicos se realizaron sobre lo existente como bocatoma, desarenador y tanque de almacenamiento.
- ✓ En el sistema de alcantarillado se tuvo en cuenta las estructuras tales como: pozos, cámaras, sumideros, colectores, redes secundarias, emisarios finales y puntos de vertimiento.
- ✓ En el sistema de aseo se verificó la recolección, barrido y limpieza de residuos sólidos, y disposición final, para los municipios y corregimiento objeto de estudio

dispone los residuos sólidos generados en el relleno sanitario de Antanas de la ciudad de Pasto.

Una vez se finalizó con la visita técnica a los municipios de Túquerres, Sapuyes y el Corregimiento de El Encano se realizó un trabajo interdisciplinario con el personal encargado de la parte técnica dentro del Consorcio TZ-SANEAR, y con los conocimientos adquiridos y con lineamientos ya preestablecidos se realizó el apoyo técnico a los diagnósticos técnicos operativos.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Planteamiento del problema:

Según la Defensoría del Pueblo en Colombia de 12,9 millones de personas, el 25% de la población no tiene acceso al agua potable y el 30% está expuesto a enfermedades hídricas como consecuencia de la mala calidad del agua.

El Informe de Gestión Programa de Calidad de Agua, correspondiente al año 2010, por el Instituto Departamental de Salud de Nariño presenta que tan solo un 17% de las cabeceras municipales contaron con suministro de agua potable para consumo humano, esto deja en evidencia que un 83% no suministran agua potable. Frente a esto hay una problemática agravante con la deficiente operación de los sistemas de potabilización de las cabeceras municipales.

Además, en el informe anteriormente citado, la población urbana que cuenta con un sistema de acueducto en Nariño es del 91,76% frente a un 8,35% que no cuentan con dicho sistema, esto demuestra que hay una deficiencia en los municipios por la falta de este tipo de sistema que es suma importancia para el bienestar y desarrollo de una población y el mejoramiento de la calidad de vida.

Según el Plan General Estratégico de Inversiones del PDA de Nariño el porcentaje de cobertura de acueducto urbano para el municipio de Túquerres es del 98,7%, habiendo así sectores que no cuentan con conexión domiciliaria o estén fuera del perímetro sanitario, al igual que el caso del municipio de Sapuyes que cuentan con un porcentaje de 99,7%.

Las coberturas en el sistema de alcantarillado para el municipio de Tuquerres y de Sapuyes son del 92,80% y 93,60%, respectivamente, esto nos indica, que en algunos sectores cuentan con un sistema de drenaje propio que no está siendo parte de la red principal de alcantarillado, presentando así problemas en cuanto a salud pública se refiere. Sumando a esto, no cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales, ya que vierten directamente a cuerpos receptores agravando la calidad de agua del receptor.

Los reportes de análisis de agua realizados por el Instituto Departamental de Salud para el municipio de Sapuyes para el año 2009, da como resultado de IRCA un valor de 21,4% asignándole un nivel de riesgo medio dando como consideraciones que el agua suministrada no es apta para consumo humano y debe realizar una gestión directa de la persona prestadora. Para el 2010 se tienen registros de muestras analizadas en los meses de Abril, Julio y Diciembre con resultados de IRCA de 72,2, 16 y 9,6 con un nivel de riesgo alto, medio y bajo, respectivamente.

Por documentación del SIVICAP (Sistema de Información para vigilancia de calidad de agua potable) en el Corregimiento de El Encano en los análisis de agua realizados en los años del 2008 al 2010 el nivel de riesgo por IRCA es Alto, con este nivel de riesgo el agua no es apta para el consumo humano y requiere una vigilancia especial por parte de la persona prestadora.

Por lo anterior, es importante como Gerencia Asesora del PDA de Nariño fortalecer y brindar asesoría a las empresas de servicios públicos con el fin de que se tomen las medidas pertinentes para corregir, mejorar y optimizar las posibles debilidades que se presenten en cuanto a calidad, continuidad, además, de posibles ampliaciones una vez se agote la capacidad hidráulica de los sistemas. Igualmente, generar el aseguramiento para la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo.

Debido a la idoneidad y a la capacidad profesional de los estudiantes del Programa de Ingeniería Civil, el Consorcio TZ – SANEAR con el apoyo técnico brindado por el estudiante se adelantaron acciones encaminadas al fortalecimiento modernización y/o transformación empresarial e institucional, a realizarse en los municipios de Túquerres, Sapuyes y El Corregimiento de El Encano.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La ejecución de este proyecto estuvo encaminado a que cada uno de los prestadores de servicios en Tuquerres, Sapuyes y El Encano tengan un control operativo, integral y eficaz de cada uno de los sistemas de acueducto y saneamiento básico, por eso fue necesario realizar la visita técnica con el fin de conocer las necesidades, problemas presentados y expectativas de cada uno de los municipios y el corregimiento, así como determinar y analizar detenidamente alternativas de solución, para garantizar y satisfacer de manera óptima dichas exigencias.

Con la culminación de cada uno de los diagnósticos se presentó un cuadro resumen por cada uno de los componentes dando a conocer los problemas encontrados y dando así su posible solución.

Se espera que a partir de la entrega documental de los diagnósticos, se realicen proyectos encaminados a optimizar a través del diseño y la construcción los sistemas tanto como para acueducto y alcantarillado los municipios participen dentro del PDA de Nariño como lo son el objeto de este proyecto.

Se deben establecer acciones efectivas de acuerdo a las posibles debilidades encontradas en las personas prestadoras de los servicios públicos de Túquerres, Sapuyes y El Encano, además, fortalecer a estas empresas para la prestación un mejor servicio al casco urbano en estudio.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Proporcionar apoyo técnico al Consorcio TZ – SANEAR en el diagnóstico técnico operativo de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo del casco urbano, actualizando los diagnósticos de los sistemas existentes de los municipios de Túquerres, Sapuyes y el Corregimiento de El Encano.

Objetivos específicos:

- ✓ Realizar un recorrido que cubra la trayectoria perteneciente a los componentes que conforman el sistema de acueducto, alcantarillado y aseo del casco urbano de cada municipio y del corregimiento objeto del proyecto, con el fin de identificar el trazado de la red, los sistemas instalados por componente y observar en qué estado se encuentran actualmente.
- ✓ Realizar aforos de caudales en las bocatomas aprovechando estructuras hidráulicas para determinarlos. Además, por medio de cálculos hidráulicos se verificara caudales a la entrada y salida de la planta de tratamiento para los municipios de estudio.
- ✓ Determinar la dosificación de insumos químicos que están aplicando en las plantas de tratamiento y verificar con las dosificaciones ideales.
- ✓ Determinar la capacidad instalada y utilizada de cada sistema de tratamiento de agua.
- ✓ Verificar la calidad de agua en cuanto a IRCA se refiere, de acuerdo a los análisis de agua realizados por el instituto departamental de salud.
- ✓ Cuantificar cual es el porcentaje de pérdidas técnicas en el sistema de acueducto.

- ✓ Determinar cuáles son los procesos operativos en las plantas de tratamiento de los municipios de Túquerres y Sapuyes, identificando falencias y dando posibles soluciones.
- ✓ Determinar la operación, capacidad, funcionalidad e infraestructura del relleno sanitario, a partir de una visita a éste
- ✓ Identificar los problemas técnicos existentes en los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, según información suministrada y las visitas realizadas a cada uno de estos municipios y corregimiento proponiendo según el caso una alternativa de solución.

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo al documento CONPES el Gobierno Nacional avanza en la implementación de proyectos consolidados de inversión con el objeto de aumentar y/o mejorar la infraestructura actual de los sistemas de acueductos, alcantarillado y aseo para los entes territoriales del país a través de los planes departamentales de agua con el objetivo de ampliar la cobertura, mejorar la calidad de vida y garantizar el suministro de agua potable para consumo a la población.

En este contexto, 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 del Plan Departamental de Agua, con un enfoque de manejo sostenible e integral del recurso hídrico².

El Consorcio TZ – SANEAR como Gerencia Asesora del PDA será la responsable del apoyo y la asistencia técnica para que así cada uno de los entes territoriales y las prestadores de servicios públicos, que en el caso, serían los municipios de Túquerres, Sapuyes y el Corregimiento de El Encano tengan un consolidado por medio de los diagnósticos de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo con el fin de que se tomen las medidas necesarias si hubiere el caso con el fin de mejora cada uno de estos sistemas encaminados al bienestar de la población. En la consultoría a ejecutarse y que hace parte del accionar de la presente pasantía, se presentaran diversas situaciones en el transcurso de las visitas técnicas a los municipios que enriquecen el desarrollo personal y contribuyen con la formación profesional, fortaleciendo además las bases teóricas y siendo un motor de adquisición de experiencia, elementos de importancia en la vida cotidiana del profesional de la Ingeniería Civil.

² Manual Operativo Plan Departamental de Agua – Departamento de Nariño 2010

1. METODOLOGÍA

Entre las obligaciones que tiene que cumplir la Gerencia Asesora del PDA de Nariño, se encuentran, el aseguramiento de la prestación de los servicios y el fortalecimiento del Gestor del PDA. Que para cumplir a cabalidad los objetivos asignados dentro del proyecto de la pasantía, se trabajó, en su primera etapa de aseguramiento de la prestación de los servicios.

El aseguramiento de la prestación de los servicios consta de tres Fases, como se indica en el Cuadro 1, que para el objeto del proyecto se dio apoyo técnico a la Fase I de Diagnóstico y pre-factibilidad.

Cuadro 1. Aseguramiento de la prestación de los servicios – fases

ASEGURAMIENTO DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS	
FASE	ACTIVIDADES A DESARROLLAR
FASE I	Diagnostico y Prefactibilidad
FASE II	Fortalecimiento y/o estructuración de esquemas organizacionales
FASE III	Seguimiento y Asistencia Técnica

Así mismo, esta primera fase consta de una serie de procesos que se enumeran a continuación.

- a. Recolección de la información
- b. Análisis de la información
- c. Estructuración del diagnóstico de la prestación actual de los servicios y resultados.
- d. Estimación de costos para los sistemas proyectados
- e. Calculo y revisión de tarifas y evaluación financiera
- f. Elaboración del documento que integra diagnóstico y propuesta de gestión.

Que para el alcance de este proyecto, se realizó un apoyo técnico hasta el numeral tres, de lo anteriormente citado, y que para su desarrollo en los

municipios de Túquerres, Sapuyes y el corregimiento de El Encano se siguió la siguiente metodología

1.1 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Una vez establecido la información importante necesaria para la realización del diagnóstico, se procede a la visita técnica de los municipios de Túquerres, Sapuyes y el Corregimiento de El Encano.

Para cada uno de los municipios y al corregimiento, se abordó en primera instancia una reunión con las personas prestadoras con el fin de recolectar la documentación necesaria, además, conocer el estado actual de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo.

Entre la documentación necesaria pedida a las personas prestadoras, está la siguiente:

- ✓ Catastro de usuarios o listado de facturación, donde este discriminado por servicios de acueducto, alcantarillado y aseo con los correspondientes porcentajes de cobertura.
- ✓ Facturas de compra de insumos químicos (cloro, sulfato de aluminio), además, facturas que reflejen costos de energía generados por el funcionamiento de la planta de tratamiento u otro proceso electromecánico para el funcionamiento del sistema de acueducto.
- ✓ Resolución de concesiones de agua otorgada por CORPONARIÑO, y si esta se encuentra en trámite, pedir referencia documental para verificar que se esté realizando este trámite.
- ✓ Inspecciones sanitarias realizadas por el Instituto Departamental de Salud IDSN y de los planes de mejoramiento solicitados por dicha institución, como también reportes de análisis de calidad de agua por parte del prestador y del IDSN, para la vigilancia y control de calidad de agua de consumo humano.
- ✓ Registros de caudales captados, tratados y distribuidos (si es que cuentan con este tipo de registros), análisis de calidad de agua en el proceso y producida, consumo de insumos químicos (por hora y/o por día), análisis de dosis óptimas para sistemas de cloración y de dosificación de coagulante.
- ✓ Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA), Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).

- ✓ Planes maestro de acueducto y alcantarillado, estado en el que se encuentran, si están formulados, en revisión, si ya se ejecutaron o se estén ejecutando.
- ✓ Registro de materiales y equipos de laboratorio con que se cuentan para la determinación de la calidad de agua en proceso y producida.
- ✓ Si se cuenta con macro medidores y micro medidores se solicita información sobre caudales suministrados y facturados, un histórico por año desde el 2010, con el fin de determinar las pérdidas técnicas en el sistema de acueducto.
- ✓ Inventario balance de micro medidores instalados, marca, tipo y estado; con el fin de verificar coberturas y mediciones efectivas.
- ✓ Esquemas de ordenamiento territorial (EOT, PBOT)
- ✓ Registro de control diario de análisis, operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento, manuales de mantenimiento de las estructuras del componente de acueducto y alcantarillado.
- ✓ Reportes de daños en las redes de acueducto y alcantarillado.

Alguna documentación antes citada no fue entregada por parte del prestador de servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, lo que dificultó la elaboración y estructuración de los diagnósticos técnicos.

Una vez recolectada la información primaria y secundaria en oficinas de las empresas prestadoras de servicios públicos, se procede a realizar la visita de campo con el acompañamiento de los fontaneros y personas encargadas del sistema de acueducto; levantando y verificando información referente a: ubicación de bocatoma, alineamiento, material y diámetro de las tuberías, válvulas y accesorios existentes en la redes de aducción – conducción de agua cruda, plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento, caseta de dosificación de insumos químicos. Se verificó también, funcionamiento, continuidad en el servicio, calidad del agua tratada, capacidad de la planta, actividades de operación y mantenimiento de la infraestructura

Para el sistema de alcantarillado se realizó una visita a los pozos de inspección con el fin de determinar el estado de cada estructura, tipo de alcantarillado existente (sanitario, pluvial o combinado). Se visitó también, los puntos de vertimiento de las aguas residuales provenientes del sistema del alcantarillado.

1.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se procede al trabajo en oficina con la organización de la información recolectada en campo de cada uno de los municipios y el corregimiento, tanto en medio físico como magnético. Debido a la dificultad que se presenta con los prestadores en el suministro de la información se procede a tratar en lo posible conseguirla para dar término al diagnóstico técnico operativo.

1.3 DIAGNOSTICO TÉCNICO OPERATIVO DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS

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

- ✓ Decreto 3200 de 2008 “Por el cual se dictan normas sobre planes departamentales para el manejo empresarial de los servicios de agua y saneamiento y se dictan otras disposiciones”.
- ✓ Decreto 1575 de 2007 “Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano”.
- ✓ Resolución número 2115 de 2007 “Por medio de la cual se señala características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad de agua para el consumo humano”.
- ✓ Decreto 3930 de 2010 “Por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la ley 9ª de 1979, así como el capítulo II del título VI – parte III – libro II del decreto – ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones”.
- ✓ Ley 142 del 11 de julio de 1994 “por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones”.
- ✓ Norma RAS / 2000.
- ✓ La estructura de cada documento fue otorgada por la Coordinación Técnica del consorcio TZ-SANEAR, y es la que predomina en la valoración de los sistemas para cada municipio. A continuación se sintetiza de una forma general la implementación del método para el desarrollo de cada informe.
- ✓ Se elaborará análisis de crecimiento y proyección poblacional para cada municipio, siendo determinación de la Gerencia Asesora manejar las proyecciones de población con una rata de crecimiento departamental

estimada por el DANE de 1,2%, adoptando un método geométrico de acuerdo a las características socioeconómicas y de expansión de las poblaciones a intervenir por este estudio.

- ✓ Se definirá un nivel de complejidad a cada municipio.
- ✓ Se hará el análisis de los indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo; en donde se calcularon densidades poblacionales y residenciales, se determinaron los suscriptores y la cobertura, se calculó producción de agua del acueducto urbano, se determinó el consumo y se calcularon pérdidas, se adoptaron dotaciones y factores de consumo, se estableció la cobertura de micromedición y la capacidad instalada y utilizada del acueducto urbano. Adicionalmente se proyectan demandas máximas de agua potable.
- ✓ Se realizará el diagnóstico técnico del acueducto urbano de cada municipio, teniendo en cuenta las siguientes actividades desarrolladas: descripción de las fuentes de abastecimiento, verificación de la existencia de caracterizaciones de agua de las fuentes para su posterior análisis y clasificación de acuerdo a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y poder determinar el tipo de tecnología requerida para el tratamiento de agua cruda. Se identificó el caudal concedido, la existencia y vigencia de concesión de aguas por parte de CORPONARIÑO, se elaboraron análisis de oferta vs demanda hídrica, se evaluaron las estructuras que componen el sistema de acueducto y los procesos implementados para el tratamiento de agua. Se calcularon dosis aplicadas de insumos químicos y costos, se calcularon consumos y costos de energía, revisión de laboratorio para el control de calidad de agua con su equipamiento; verificación de controles de calidad del agua en proceso y producida, pruebas de dosis óptimas. Realización de aforos (si era posible) en los tanques de almacenamiento con el fin de estimar el caudal producido, volumen de almacenamiento, análisis de capacidad instalada y requerida. Se analizaron los reportes de calidad de agua tratada, por parte del IDSN. Se determinó la existencia de manuales de operación, los planes operativos y de contingencia, el plan de uso eficiente y ahorro del agua PUEAA. Finalmente se realizaron conclusiones y recomendaciones del sistema.
- ✓ Se realizará el diagnóstico técnico del alcantarillado urbano de cada municipio, se determinaron aspectos técnicos del sistema, componentes y redes. Se verificó la delimitación del perímetro sanitario urbano y áreas de drenaje. Se verificó la caracterización de aguas residuales, puntos de vertimiento y si se contaba con plantas de tratamiento. Se determinaron los aspectos de operación y mantenimiento que se le dan al sistema. Se verificaron cargues de información al SUI, existencia de planos del sistema y existencia del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos. Finalmente se realizaron conclusiones y recomendaciones del sistema.

- ✓ Se realizará el diagnóstico técnico del servicio de aseo en el área urbana de cada municipio, se determinaron caracterizaciones de los residuos sólidos, producción, producción per cápita, rutas y frecuencia de recolección, barrido y limpieza de áreas públicas, recolección, transporte y disposición final.

Una vez efectuada la ejecución de las actividades contempladas por la metodología, se consolidó un informe en medio físico y magnético de los aportes realizados en cada uno de los diagnósticos técnicos de los municipios de Túquerres, Sapuyes y el Corregimiento El Encano, con las respectivas correcciones y observaciones que sean pertinentes, efectuadas tanto por Asesor y Co-Asesor del proyecto como por la Coordinación Técnica del consorcio TZ-SANEAR.

2. ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLARON EN LA PASANTÍA

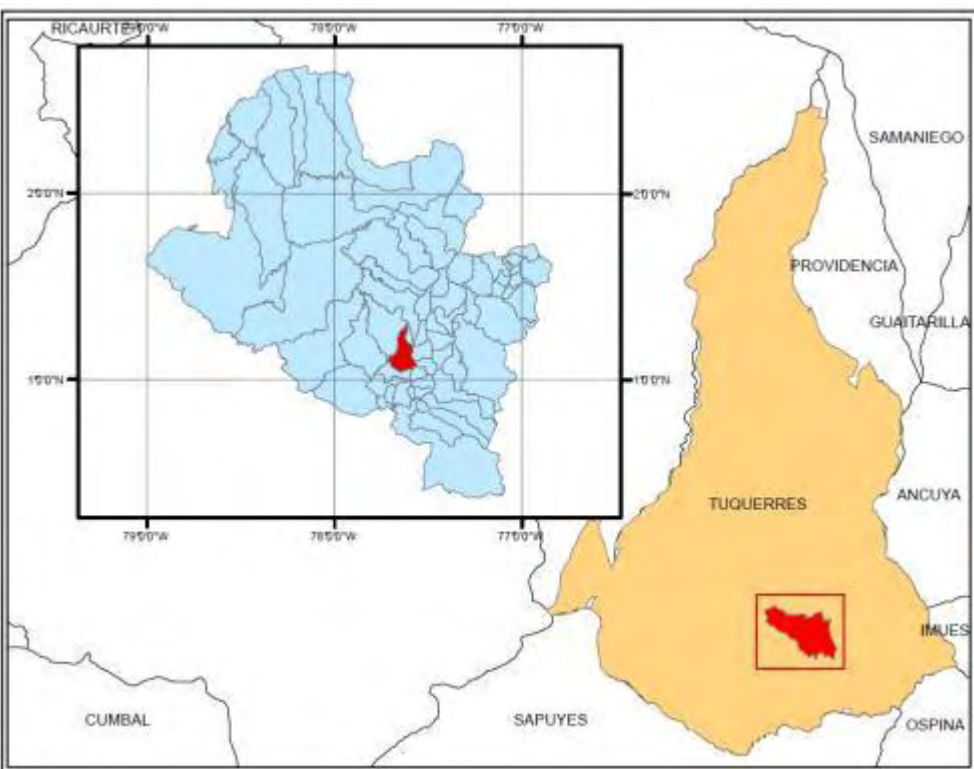
2.1 APOYO TÉCNICO A LA REALIZACIÓN DEL DIAGNOSTICO TÉCNICO OPERATIVO DEL municipio DE TÚQUERRES

2.1.1 Generalidades del municipio de Túquerres

2.1.1.1 Ubicación y localización. El municipio de Túquerres se encuentra ubicado en al sur del Departamento de Nariño, en la altiplanicie más alta del país, a más de 3.100 msnm; dista 72 km de la ciudad de Pasto y su localización geográfica corresponde a las coordenadas 1°5'25"N y 77°32'24"W.

Cuenta con una extensión de 22.799 hectáreas de las cuales 22.353 corresponden al sector rural y 446 a la zona urbana. Cuenta con 77 veredas de las cuales tres pertenecen a resguardos indígenas, quince corregimientos, cinco centros poblados y 50 barrios. (Ver figura 1)

Figura 1. Localización municipio de Túquerres



2.1.2 Dinámica demográfica y tendencias

2.1.2.1 Evolución demográfica. El estudio de la dinámica poblacional del municipio, se basó en la información censal del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE para los años 1985, 1993 y 2005, datos que se expresan en el siguiente cuadro. (Ver cuadro 2)

Cuadro 2. Censo general DANE años 1985, 1993 y 2005 – municipio de Túquerres

Año	Población		
	Cabecera	Resto	Total
1985	12.019	28.266	40.285
1993	13.243	24.906	38.149
2005	16.489	24.716	41.205

2.1.2.2 Tasa de crecimiento poblacional. De acuerdo a la anterior información censal del DANE se obtuvo valores promedio de tasas de crecimiento tanto por el método geométrico y exponencial de 1,54% y 1,55%, respectivamente (ver Cuadro 3); sin embargo la tasa que se ajusta para el cálculo de la población del municipio de Túquerres es la de 1,2% establecida por el DANE para el departamento de Nariño según los estudios Post censales “Proyecciones Nacionales y Departamentales de Población (2005 – 2020)” realizado en el año 2010.

Cuadro 3. Ratasa de crecimiento para proyección población – municipio de Túquerres

CENSO DANE		RATAS DE CRECIMIENTO	
AÑO	POBLACIÓN CABECERA	RATA DE CRECIMIENTO EXPONENCIAL	RATA DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICA
1985	12.019	1,21%	1,22%
1993	13.243	1,83%	1,84%
2005	16.489	1,58%	1,59%
PROMEDIO		1,54%	1,55%

2.1.2.3 Proyecciones de la población urbana. Teniendo en cuenta la tasa de crecimiento de 1,2% se calculó la población con cada uno de los métodos exigidos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS, 2000) consagrados en la Tabla B.2.1. El cálculo de la proyección de población se lo realizó con el método geométrico, siendo este el que más se ajustó. Los resultados de la proyección de población se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Proyección de población – municipio de Túquerres

Año	2005	2011	2016	2021	2026	2031	2036
Población (hab)	16.489	17.712	18.801	19.956	21.183	22.485	23.867

2.1.2.4 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 2036) de 23.867 habitantes, se determinó un nivel de complejidad Medio Alto.

2.1.3 Indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Para el análisis de los indicadores de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, se partió de la información suministrada por la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios EMPSA E.S.P. del municipio de Túquerres, correspondiente al año 2011. Se utilizaron también los registros reportados por el DANE – Censo 2005 y de acuerdo a las evaluaciones realizadas por el equipo técnico del consorcio TZ – SANEAR, con base a lo establecido en el RAS – 2000.

2.1.3.1 Producción, facturación y pérdidas en el acueducto urbano. De acuerdo a la información suministrada por la EMPSA E.S.P. se obtuvieron los datos de volumen en metros cúbicos de agua suministrada, captada y facturada del año 2010, con base a esto se calculó el Índice de agua no contabilizada que representa el porcentaje de pérdidas del sistema.

Cuadro 5. Volumen de consumo año 2010 – municipio de Túquerres

Mes	Agua suministrada m ³	Agua captada m ³	Agua facturada m ³	Consumo Interno PTAP %	Indice de Agua No Contabilizada %
Enero	134.810	136.598	63.283	1,31	53,06
Febrero	120.910	122.379	59.393	1,20	50,88
Marzo	134.500	137.419	64.891	2,12	51,75
Abril	126.280	129.600	47.721	2,56	62,21
Mayo	130.730	134.784	63.097	3,01	51,73
Junio	125.620	130.464	61.145	3,71	51,33
Julio	136.280	147.548	62.397	7,64	54,21
Agosto	134.820	136.598	62.111	1,30	53,93
Septiembre	136.910	140.680	59.212	2,68	56,75
Octubre	126.380	130.032	50.562	2,81	59,99
Noviembre	121.640	124.848	56.837	2,57	53,27
Diciembre	129.050	132.304	65.919	2,46	48,92
Total Año	1.557.930	1.603.254	716.568	2,83	54,01
Promedio	129.828	133.605	59.714	2,78	54,00

Fuente: EMPSA E.S.P.

De acuerdo al cuadro 5anterior el porcentaje promedio de pérdidas para el año 2010 es del 54%.

Para el año 2011 y de acuerdo al aforo de caudales realizados por parte del equipo técnico de la Gerencia Asesora se logró establecer que a la entrada de la Planta de Tratamiento el caudal era de 56,86 l/s, de acuerdo a este valor se determina de manera general la producción diaria, semanal, mensual y anual del volumen de agua como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Volumen de producción de agua– municipio de Túquerres

Producción de Agua (m ³)			
Diaria	Semanal	Mensual	Anual
4.913	34.389	147.381	1.793.137

De acuerdo a lo establecido por la empresa EMPSA E.S.P. se tiene una continuidad de 24 horas por servicio de agua, en este contexto, la cantidad de agua producida para satisfacer las necesidades básicas por habitante, incluyendo pérdidas, es:

$$\frac{\text{Producción}}{\text{Poblacion Atendida}} = \frac{4.912.704 \text{ l/día}}{17.535 \text{ hab}} = 280,2 \text{ l/hab.Día}$$

Se procede a la determinación de la dotación neta máxima, según lo establecido en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000.

Población atendida actual servicio de Acueducto (2011) 17.535hab

Nivel de Complejidad del Sistema: (RAS – Título A Literal A.3.1) Medio Alto

Dotación Neta Máxima: (Art 1 – Res. 2320/2009) 125 L/hab.día

Con base a lo anterior, se determina el porcentaje de perdidas considerando las variables de la dotación real y la dotación neta máxima según norma, obteniéndose un índice de agua no contabilizada del 55,40%

$$\text{Porcentaje de pérdidas (\%)} = \frac{280,2 - 125}{280,2} = 55,4\%$$

Se concluye que para el año 2010 las pérdidas del sistema son del 54% y para el año base del presente proyecto 2011 son del 55,4%, registrando similitud en las perdidas, por lo que se infiere que eso se deba a: conexiones fraudulentas, destinación del recurso hídrico a usos diferentes al de consumo humano, mal estado de las redes de distribución y micro medidores.

2.1.3.2 Dotación de agua del servicio de acueducto urbano. De acuerdo a la resolución número 2320 del 27 de noviembre de 2009 por la cual se modifica parcialmente la resolución número 1096 de 2000 que adopta el RAS, se establece que la dotación neta máxima para el casco urbano del municipio de Túquerres para un nivel de complejidad Medio Alto es lo siguiente:

Dotación Neta = 125 l/hab-día

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

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

Con un porcentaje de pérdidas estimado del 25% ya que el porcentaje de pérdidas técnicas para determinar la dotación bruta no debe ser superior al porcentaje de pérdidas establecido en la Tabla B.2.4 (RAS-2.000)

$$d_{bruta} = \frac{125 \text{ L/(hab. día)}}{1 - 0,25} = 166,67 \text{ L/(hab. día)}$$

Dotación Bruta = 166,67 l/hab.día

2.1.3.3 Dotación y pérdidas del acueducto urbano. Las dotaciones y pérdidas técnicas adoptadas con anterioridad se realizaron de acuerdo a lo establecido en el RAS – 2000, teniendo para el año base (2011) un porcentaje de pérdidas del 55,4%, dotación neta: 125l/hab.día y dotación bruta: 280,2 L/hab.día.

En el cuadro 7 se resume las dotaciones y pérdidas del acueducto urbano, proyectadas a partir del año base hasta el periodo de diseño, y contemplando que para el año 2012 se implemente un programa de reducción y control de pérdidas para así reducir las pérdidas a las máximas admisibles de la resolución 2320 del 2009 del orden del 25%.

Cuadro 7. Dotaciones y pérdidas técnicas del acueducto urbano– municipio de Túquerres

Parámetro	AÑO							
	2011	2012	2013	2016	2021	2026	2031	2036
Dotación Neta (L/hab-d)	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0
Dotación Bruta (L/hab-d)	280,16	166,67	166,67	166,67	166,67	166,67	166,67	166,67
Pérdidas Técnicas (%)	55,4%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%

2.1.3.4 Factores de consumo máximo en el acueducto urbano. Los valores del factor de consumo Máximo Diario (K1) y factor de Consumo máximo horario (K2) se adoptó teniendo en cuenta lo exigido por el RAS, 2000 (Título B, Tabla B.2.5) y de acuerdo al nivel de complejidad Medio Alto:

Factor de Consumo Máximo Diario: K1 = 1,20

Factor de Consumo Máximo Horario: K2 = 1,50

2.1.3.5 Proyecciones de población y demandas máximas de agua potable. De acuerdo a las proyecciones de población realizadas para el casco urbano (Ver numeral 2.1.2.3). A continuación se presenta un modelo de cálculo para la determinación de las demandas Media, Máxima y Horaria para el año 2011.

- Caudal medio diario (Qmd): $Qmd = \frac{p \cdot d_{bruta}}{86.400}$

Caudal medio diario (Qmd): 56,86 L/s

- Caudal Máximo Diario (QMD): $QMD = Qmd \times K_1$

Caudal máximo diario (QMD): 68,23 L/s

- Caudal Máximo Horario (QMH): $QMH = QMD \times K_2$

Caudal máximo horario (QMH): 102,35 L/s

2.1.3.6 Resumen de indicadores de los servicios de acueducto y alcantarillado. En el siguiente cuadro (cuadro 8) se hace un resumen de la población proyectada, demandas de agua, dotaciones, suscriptores, porcentajes de cobertura y otros indicadores que se adoptaron para el diagnóstico técnico operativo del municipio de Túquerres.

Cuadro 8. Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto y alcantarillado urbano - municipio de Túquerres

ÍTEM	INDICADOR	BASE	AÑOS PROYECTADOS						
		2011	2012	2013	2016	2021	2026	2031	2036
1	Población Urbana Proyectada (hab)	17.712	17.925	18.140	18.801	19.956	21.183	22.485	23.867
2	Cobertura acueducto (%)	99	100	100	100	100	100	100	100
3	Población Atendida acueducto (hab)	17.535	17.925	18.140	18.801	19.956	21.183	22.485	23.867
4	Continuidad del Servicio (horas)	24	24	24	24	24	24	24	24
5	Capacidad utilizada (L/s)	68,23	41,49	41,99	43,52	46,20	49,04	52,05	55,25
6	Dotación Neta (L/hab.día)	125	125	125	125	125	125	125	125
7	Porcentaje de Perdidas (%)	55,38	25	25	25	25	25	25	25
8	Dotación Bruta (L/hab.día)	280,16	166,67	166,67	166,67	166,67	166,67	166,67	166,67
9	Factor Consumo Máximo Diario (k1)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
10	Factor Consumo Máximo Horario (k2)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
11	Caudal Medio Diario (L/s)	56,86	34,58	34,99	36,27	38,50	40,86	43,37	46,04
12	Caudal Máximo Diario (L/s)	68,23	41,49	41,99	43,52	46,20	49,04	52,05	55,25
13	Caudal Máximo Horario (L/s)	102,35	62,24	62,99	65,28	69,29	73,55	78,07	82,87
14	Micromedidores Instalados (No.)	4.093	4.184	4.234	4.388	4.658	4.944	5.248	5.570
15	Cobertura de Micromedición (No.)	100	100	100	100	100	100	100	100
16	Suscriptores Alcantarillado (No.)	3.845	4.184	4.234	4.388	4.658	4.944	5.248	5.570
17	Cobertura Alcantarillado (%)	93	100	100	100	100	100	100	100
18	Calidad del Agua (% IRCA)	0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
19	Almacenamiento (m ³)	1.965	1.195	1.209	1.253	1.330	1.412	1.499	1.591

2.1.4 Diagnostico técnico del acueducto urbano. El sistema de acueducto del municipio de Túquerres fue construido hacia el año 1.942 y, en la medida que el urbanismo ha incrementado su cobertura se ha ido también ampliando, sin que la mayoría de los componentes hayan sido ajustados para estos nuevos requerimientos; sin embargo, en el año 2007 se construyó el tanque de almacenamiento Centro que abastece a los barrios céntricos y bajos del casco urbano y se incorpora caudal desde la bocatoma denominada La Hoja.

El sistema de acueducto de Túquerres, se compone de los siguientes componentes.

- ✓ Tres sistemas de captación.
- ✓ Dos desarenadores.
- ✓ Planta de Tratamiento Convencional.
- ✓ Líneas de aducción y conducción de tipo cerrado.
- ✓ Dos tanques de almacenamiento y uno para lavado de filtros de la PTAP.
- ✓ Redes de distribución.
- ✓ Conexiones domiciliarias y micromedición.

2.1.4.1 Fuentes de abastecimiento actual. El sistema de acueducto que sirve a la cabecera municipal de Túquerres es alimentado por tres fuentes pertenecientes a la microcuenca Chaitán, las cuales son: Quebradas Azufral, Bordoncillo y La Hoja; ubicadas sobre la Reserva Natural del Azufral y en los sectores de Quitasol y Guanamá cubriendo un área de 42,59 Has, que corresponden al 19% del municipio. (Ver cuadro 9)

Cuadro 9. Fuentes de abastecimiento del acueducto urbano - municipio de Túquerres

Nombre de la Fuente	EL AZUFRAL	EL BORDONCILLO	LA HOJA
Caudal Concesionado (lps)	30,00	22,40	30,00
Resolución de la Concesión	Resolución No. 478		Resolución No. 479
Vigencia Concesión	5 años a partir del 2008		
Registro Fotográfico			
Observaciones	No se cuenta con estudios sobre caracterización de la fuente, además, las fuentes de abastecimiento El Bordoncillo y La Hoja no cuentan con registros de aforos de caudales, El Azufral cuenta con una regilla de aforo pero no es frecuente la toma de lecturas.		

2.1.4.2 Estructuras de captación. Para el casco urbano del municipio de Túquerres se cuentan tres tipos de estructuras de captación cada una por fuente de abastecimiento las cuales se describen a continuación.

Sistema de captación El Azufral. En este sitio se ha construido un dique o presa de retención de la corriente de agua para efecto de generar sobre-elevación del nivel aguas arriba lo que a su vez origina disminución en la velocidad del flujo y consecuentemente facilita la sedimentación de material decantable, además de encausar el agua hacia el sistema de captación dispuesto sobre el muro de concreto, cuya sección es de 40 cm por 30 cm, dispuesto a una altura de 50 cm por debajo de la corona del mencionado muro, para transportarla por un canal de concreto, hasta la cajilla de derivación, construida en concreto con sección de 60 x 60 cm y una altura de un metro. La rejilla está construida con barrotes de ½" y espaciadas cada 2 cm. A la fecha, parte del canal se encuentra cubierto. El canal se construyó con el propósito de salvar el obstáculo geográfico en el sector.

Figura 2. Sistema de captación El AzufraI – municipio de Túquerres



✓ **Sistema de captación El Bordoncillo y La Hoja.** Las fuentes de abastecimiento de La Hoja y El Bordoncillo cuentan con bocatomas de fondo, a continuación se describe las características principales de las estructuras de captación y el chequeo hidráulico realizado.

Cuadro 10. Sistema de captación El Bordoncillo y La Hoja – municipio de Túquerres

CAPTACIONES DE AGUA ACUEDUCTO URBANO DE TUQUERRES		
VARIABLES	BOCATOMA EL BORDONCILLO	BOCATOMA LA HOJA
Tipo / Estado	Captación de Fondo / Regular	Captación de Fondo / Bueno
Caudal de Captación (Qc)	$Qc = C \times A_t \times e \times V_p$	$Qc = C \times A_t \times e \times V_p$
Velocidad de flujo en la rejilla - V (B.4.4.5.5. - RAS 2000)	$V = 0,15 \text{ m/s}$	$V = 0,15 \text{ m/s}$
Coeficiente de contracción de la vena líquida	$C = 0,9$	$C = 0,9$

Cuadro 10. (Continuación)

Área Total de la Rejilla (At)	$At=L \times Lr = 1,4m \times 0,3m= 0,42 \text{ m}^2$	$At=L \times Lr = 2,1m \times 0,3m= 0,63 \text{ m}^2$
Porcentaje útil de la rejilla (e)	$e=(eb/(eb+\phi b)=0,44$	$e=(eb/(eb+\phi b)=0,44$
Espaciamiento entre barrotes (eb)	0,015 m	0,01 m
Longitud de la rejilla (L)	1,4 m	2,1 m
Ancho de la Reja (Lr)	0,3 m	0,3 m
Diámetro de Barras (ϕb)	$\phi b=3/4"=0,0188 \text{ m}$	$\phi b=1/2"=0,0127 \text{ m}$
Capacidad Instalada	Caudal de captación=Qc= 25,16 L/s	Caudal de captación=Qc= 37,46 L/s
Registro Fotográfico		
Observaciones	Su año de construcción fue en el año de 1.968, el acceso se dificulta por la inestabilidad del terreno y por falta de señalamiento, las válvulas para lavado de la cajilla de recolección están en mal estado lo que dificulta esta labor. No se realizaron aforos a la estructura.	El año de construcción fue del 2006 se encuentra en buen estado. Y es la que mayor caudal suministra hacia la planta de tratamiento, no se realizaron aforos en esta estructura.

2.1.4.3 Línea de aducción. El sistema de acueducto se compone de dos líneas de aducción de la bocatoma El Azufral, una línea de aducción para la bocatoma El Bordoncillo y La Hoja. En el siguiente cuadro se describe las características principales de las líneas de aducción.

Cuadro 11. Línea de aducción – municipio de Túquerres

VARIABLE	Aducción El Azufral	Aducción El Bordoncillo	Aducción La Hoja
Diámetro (pulg)	6	6	8
Recorrido	Bocatoma El Azufral - Desarenador El Azufral	Bocatoma El Bordoncillo - Camara de Union El Azufral - El Bordoncillo	Bocatoma La Hoja - Desarenador La Hoja
Longitud	120 m	4 km	20 m
Material	AC	AC	PVC
Capacidad Instalada (L/s)	No se cuentan con los diseños ni cotas que permitan establecer el caudal transportado		
Capacidad Utilizada (L/s)	25 - 27	18 - 26	25 - 30
Observaciones	Se cuenta con dos tuberías del mismo diámetro, a lo largo de la línea de aducción se cuenta con tres cajas de inspección en concreto de 0,6 x 0,6 x 0,7 m de profundidad	No cuenta con desarenador, esta línea de aducción llega directamente a una cámara de unión cerca de la Planta de Tratamiento.	Esta línea de aducción es nueva y se encuentra en buen estado.

2.1.4.4 Desarenador. El sistema cuenta con dos desarenadores para la fuente de abastecimiento El Azufral y otro para la fuente La Hoja, la fuente de abastecimiento El Bordoncillo no cuenta con desarenador, se tiene proyectado implementar en un futuro.

Cuadro 12. Desarenadores del sistema – municipio de Túquerres

VARIABLE		EL AZUFRAL	LA HOJA
DESARENADOR			
Año de Construcción		1942	2007
Estado		Regular	Bueno
Tubería	Entrada (Pulg) / Material	6" / AC	8" / PVC
	Salida (Pulg) / Material	6" / HF	8" / PVC
	Rebose (pulg) / Material	4" / AC	10" / PVC SANITARIA
Largo Útil (m)		5,85	11
Ancho útil (m)		2,58	2
Altura Útil (m)		2,75	1,5
Espesor de muros (m)		0,35	0,15
Área Útil (m ²)		15,09	22
Volumen Útil (m ³)		41,51	33
Caudal Captado (L/s)		27	25 - 30
Capacidad Instalada (L/s)		28	40,76

REGISTRO FOTOGRAFICO	OBSERVACIONES	
Desarenador El Azufral  Desarenador La Hoja 	Cuadro 12. (Continuación) El desarenador es de tipo convencional, desde su operación en 1942 este se encuentra destapado requiriendo por esto hacer un mantenimiento diario, no cuenta con bypass pero cuenta con una compuerta para el vaciado y limpieza de la estructura.	
	El desarenador es de tipo convencional. A su entrada tiene dos válvulas de 4" que permiten cerrar la entrada al desarenador y dar paso directo hacia la conducción. Posee, además, 10 conos de aireación en buen estado, 3 tapas metálicas de acceso, están ubicadas al inicio sobre la cámara de llegada, en el centro para el acceso a la zona de desarenación y a la salida del canal de recolección y transporte a la conducción.	

2.1.4.5 Líneas de conducción. Para la descripción de las líneas de conducción del Azufral y El Bordoncillo, se dificultó debido a la ausencia de planos, sin embargo, por medio del operador de la planta de tratamiento se pudo describir las líneas de conducción referente a: material, diámetros y longitudes. Para la línea de aducción de La Hoja se contó con información de planos pero estos se encontraban manipulados por ello no se tomó como válida la información contenida. (Ver cuadro 12)

Cuadro 13. Líneas de conducción– municipio de Túquerres

VARIABLE	Conducción El Azufral	Conducción La Hoja	Conducción PTAP
Diámetro (pulg)	6	8 y 6	6
Recorrido	Desarenador El Azufral - Cámara de unión con conducción Azufral - El Bordoncillo	Desarenador La Hoja - Planta de Tratamiento	Cámara de Unión El Azufral - El Bordoncillo - Planta de Tratamiento
Longitud	1 Km	17 Km	6 Km
Material	HF	PVC	HF
Capacidad Instalada (L/s)	No se cuentan con los diseños ni cotas que permitan establecer el caudal transportado		
Capacidad Utilizada (L/s)	25 - 27	25 - 30	-
Observaciones	Esta línea de conducción ya cumplió su vida útil debido a que el tiempo de servicio es de aproximadamente de 66 años.	En la longitud de 17 kilómetros cuenta con 26 válvulas purga de 4 pulgadas, 46 válvulas ventosas, 4 cámaras de quiebre de presión, 4 válvulas reguladoras de presión y 4 válvulas de alivio de cierre automático. Para salvar algunos obstáculos topográficos, en este caso, cauces de quebradas, se dispone de 3 estructuras tipo viaducto.	Línea de conducción que cumplió con su vida útil

2.1.4.6 Planta de tratamiento. La planta de tratamiento del casco urbano del municipio de Túquerres es de tipo convencional y cuenta con los siguientes componentes:

- Cámara de aquietamiento
- Canaleta Parshall
- Floculación hidráulica de flujo helicoidal o cox
- Sedimentadores
- Filtros rápidos descendentes
- Sistema de cloración

A continuación se describe cada una de estas estructuras.

✓ **Cámara de aquietamiento.** El agua proveniente de las fuentes antes descritas llega a la cámara de aquietamiento dispuesta a la entrada de la PTAP cuyo fin es disminuir la velocidad de admisión, de modo que se adecúe el flujo para los propósitos del tratamiento (Ver cuadro 14).

Cuadro 14. Cámara de quietamiento – municipio de Túquerres

Componente	Dimensiones			Registro Fotográfico	
	Largo (m)	Ancho (m)	Altura total (m)		
Cámara de aquietamiento	3,10	2,00	1,00		
Observaciones	Esta cámara se subdivide en tres cámaras continuas, con el fin de romper la turbulencia y uniformizar el flujo a la entrada de la canaleta Parshall.				
Estado: Bueno					

✓ **Canaleta Parshall.** Permite al sistema la mezcla de coagulante y sirve además para determinar el caudal de llegada a la planta de tratamiento, para la medición del caudal se cuenta con un sistema de flotador el cual marca en una reglilla el caudal de entrada, por información del operador de la planta, esta tiene una capacidad para tratar máximo hasta 80 l/s. Al momento de la visita la reglilla marcaba un caudal de 50 l/s. (Ver cuadro 15).

Cuadro 15. Estructura de aforo y coagulación– municipio de Túquerres

Componente	Largo (m)	Ancho de garganta	Longitud de garganta (m)	Altura de la lamina de agua (m)	Ecuación característica	Capacidad Instalada (L/s)	Capacidad Utilizada (L/s)	Capacidad Actual (L/s)
Canaleta Parshall	3,80	0,15 m - 6 "	0,40	0,3	$Q = 0,381 * H^{1,58}$	1,52 - 110,40	50	56,86
Observaciones	La canaleta parshall cuenta con una reglilla que en la actualidad se encuentra descalibrada, ya que no ha sido ajustada desde la construcción de la planta de tratamiento. El sistema cuenta con un punto de aplicación de coagulante que en épocas de verano no se aplica, este, solo es utilizado en invierno o cuando el agua presente alta turbiedad.							
Estado: Regular								
Registro Fotográfico								

✓ **Floculación hidráulica de flujo helicoidal o cox.** La interconexión entre la canaleta Parshall y los floculadores se efectúa por medio de un canal construido en concreto, el cual dispone de un vertedero lateral de excesos para evacuar posibles represamientos que se originen con el proceso de sedimentación y floculación.

En su diseño inicial el sistema de floculación tenía en total cinco cámaras provistas cada una con su abertura para el paso de agua de modo que su flujo fuera de manera rotacional entre cámaras induciendo así la formación de vórtices, se

requiere para ese entonces que se produzcan gradientes bajos para la formación del floc, se tiene provisto para cada una de las aberturas ubicadas en la parte de arriba de las cámaras una válvula de compuerta para regular así el tamaño de la abertura, pero esta se deja a un tamaño fijo de 0,50 m de largo x 0,50 m de ancho, tamaño igual para las aberturas ubicadas en la parte baja de las cámaras.

Debido a la implementación del plan maestro de acueducto y a la deficiente operación de los floculadores se decide introducir pantallas de asbesto cemento en cada una de las cámaras esto con el fin de evitar posibles cortocircuitos con el tiempo se retiraron ya que el proceso de floculación no presentó mejora alguna. Para el cálculo del gradiente de velocidad técnico se basa en la fórmula para floculadores hidráulicos como se indica a continuación.

$$G = \sqrt{\frac{f * v^3}{8 * R_H * \mu}}$$

Donde,

f: coeficiente

v: Velocidad de flujo en la abertura

R_H : Radio medio hidráulico A/P

μ : Viscosidad cinemática

Las pérdidas de carga en las aberturas se determinan como orificios cuadrados de pared gruesa, con la siguiente ecuación.

$$h'_f = \frac{Q^2}{2g * C_d^2 * A^2}$$

A continuación, en el cuadro 16, se presenta las principales características del floculador con los parámetros técnicos ya calculados.

Cuadro 16. Sistema de floculación – municipio de Túquerres

		VARIABLES		REGISTRO FOTOGRÁFICO	
DIMENSIONES EFECTIVAS	Longitud total de la unidad (m)		16,50		
	Ancho total de la unidad (m)		3,20		
	Altura útil de la unidad (m)		3,50		
	Volumen total de la unidad (m³)		184,80		
	Número de cámaras (und.)		5		
	Dimensiones cámara de floculación	Longitud (m)	3,30		
		Ancho (m)	3,20		
		Altura útil (m)	3,50		
	Dimensiones abertura de ingreso de agua	Largo (m)	0,50		
		Ancho (m)	0,50		
Área (m²)		0,25			
PARÁMETROS TÉCNICOS	Tiempo de retención (min)		54		
	Coeficiente, f (Asumido)		0,017		
	Coeficiente de descarga, Cd (Asumido)		0,74		
	Caudal - Q (L/s)		56,86		
	Caudal - Q (m³/min)		3,41		
	Gravedad - g (m/s²)		9,80		
	Temperatura (°C)		10,00		
	Viscosidad Cinemática, μ (m²/s)		1,31E-06		
	Velocidad de Flujo en la abertura (m/s)		0,227		
	Gradiente de velocidad técnico (S⁻¹)		12		
	Perdida de carga hf (m)		0,024		

De acuerdo a lo que estipula el RAS en el numeral C.5.5.1.3 sobre parámetros de diseño para floculadores de flujo helicoidal el tiempo de detención y el gradiente deben determinarse a través de prueba de jarras y calcularse con base en las pérdidas de carga de cada paso, por lo anterior y basados en fórmulas teóricas no es técnicamente viable evaluar si el proceso de floculación es el adecuado en las condiciones actuales ya que no se realizan dichas pruebas para determinar los parámetros de gradiente óptimo y tiempo de retención, sin embargo, si se establece como un rango óptimo de gradientes entre 20 y 70 s⁻¹ y un tiempo de retención entre 20 y 30 minutos (RAS 2000 numeral C.5.5) determinamos así que el sistema de floculación no cumple con los parámetros exigidos por el RAS.

El número de cámaras también es mínimo ya que este sistema de floculación debe poseer de ocho a doce cámaras, se deben realizar estudios para optimizar el proceso de floculación, aunque en la actualidad debido a que no se realiza el proceso de coagulación esta estructura no está siendo utilizada y solo sirve como paso de agua.

✓ **Sedimentadores.** El sistema actual de la planta de tratamiento cuenta con dos sedimentadores de tipo convencional conformados por los siguientes componentes: zona de entrada, pantalla difusora, zona de sedimentación y zona de salida.

En el canal de entrada para la distribución de agua proveniente de los floculadores se realizaron aforos, con el fin de verificar las mediciones realizadas a través de la canaleta Parshall a la entrada de la planta de tratamiento. Los aforos se facilitaron en este lugar ya que se contaba con un flujo laminar y una sección del canal uniforme.

Los aforos de caudal se determinaron a partir de dos variables: el área de la sección transversal (área mojada) y la velocidad superficial en un tramo de longitud de 1,43 m; con estas dos variables se realizó el cálculo de caudal.

Las dimensiones del canal rectangular son las siguientes.

- Longitud del canal: 1,43 m
- Ancho del canal: 0,37 m
- Altura lámina de agua: 0,18 m

Se tomaron tiempos en los cuales una pelota pequeña recorre la distancia del canal obteniendo los siguientes resultados de velocidades y caudal en el canal. (Ver cuadro 17).

Cuadro 17. Aforo de caudal en la planta de tratamiento– municipio de Túquerres

Tiempo (s)	Calculo de Caudal	
1,26	Tiempo promedio (s):	1,38
1,27	Velocidad superficial (m/s):	1,03
1,35	Area mojada (m ²):	0,0657
1,46	Velocidad media (m/s):	0,88
1,69	Caudal (m ³ /s):	0,057743
1,51	Caudal (L/s):	57,7
1,32		
1,32		
1,32		
1,33		

Este caudal de 57,7 l/s es muy similar al obtenido por cálculos en la canaleta Parshall de 56,86 l/s y por lo que se infiere que la estructura hidráulica de aforo de caudal se encuentra calibrada.

Cuadro 18. Sistema de sedimentación– municipio de Túquerres

Componente	Caudal de entrada a la PTAP (L/s)	Caudal de entrada a la PTAP (m³/día)	Dimensiones Sedimentador						Carga Superficial de los sedimentadores (m³/m².día)	Tiempo de Retención (Horas)	Capacidad Instalada (L/s)
			No. de Unidades	Largo (m)	Ancho (m)	Altura Útil (m)	Área Total (m²)	Volumen Total (m³)			
Sedimentador	56,86	4912,70	2	22,30	5,50	3,00	245,30	735,90	20,03	4	85,17
Observaciones	El área total corresponde al área de las dos unidades de sedimentación al igual que su volumen. El agua sedimentada presenta una coloración verdosa, color presentado en la fuente de abastecimiento El Azufral, se ve necesario la implementación del sistema de coagulación para la remoción de color o realizar análisis para determinar el tratamiento de acuerdo a la calidad del agua.										
Estado: Bueno											
Registro Fotográfico											

El cálculo de la capacidad instalada corresponde al funcionamiento de las dos unidades de sedimentación, según los parámetros técnicos de diseño del RAS – 2000 establece que para sedimentadores de flujo horizontal, la carga superficial debe estar entre 15 y 30 m³/m².día y el tiempo de retención debe estar entre 2 y 4 horas. Teniendo en cuenta dichos valores anteriores y al chequeo hidráulico realizado se infiere que la estructura tiene la capacidad para tratar el caudal actual y futuro; sin embargo, se deberán optimizar las estructuras para garantizar su funcionamiento y continuidad. La infraestructura existente cumple con los requerimientos mínimos de capacidad establecidos en el RAS – 2000. (Ver cuadro 18)

✓ **Filtros rápidos descendentes.** El sistema de filtros está constituido por dos unidades de flujo descendente de tasa constante y lecho profundo, cada una provista de viguetas prefabricadas de asbesto cemento con niples PVC de distribución, sobre los cuales se coloca la grava de soporte. Los filtros cuentan con un sistema de drenaje (falsos fondos) para lavado con agua proveniente de un tanque elevado que es alimentado por bombeo desde la PTAP. (Ver cuadro 19).

Cuadro 19. Sistema de filtración– municipio de Túquerres

Componente	Dimensiones					Parametros Técnicos				
	No. de Unidades	Longitud de la unidad (m)	Ancho de la unidad (m)	Área disponible neta de filtración por unidad (m ²)	Área Total de filtración (m ²)	Caudal total (L/s)	Tasa de filtración (m ³ /m ² .día) - 2 Und. en operación	Tasa de filtración (m ³ /m ² .día) - C.7.5.1.3 RAS 2000	Capacidad máxima de filtración por unidad (L/s)	Capacidad Instalada Total (L/s)
Filtración Rápida Descendente	2,00	5,00	3,00	15,00	30,00	56,86	163,76	300,00	52,08	104,17
Observaciones	El lavado de los filtros se realiza una vez por día cuando el agua no presenta alta turbiedad, de lo contrario, se lavan de dos a tres veces por día aumentado así considerablemente el agua de consumo interno de la Planta de Tratamiento.									
Estado: Bueno										
Registro Fotográfico										

Para el caudal actualmente tratado en planta de 56,86l/s, se obtiene una carga de 163,76 m³/m².día cuando se encuentran en operación los dos (2) filtros, sin embargo, es evidente que no es técnicamente aceptable la operación con una sola unidad de filtración cuando es el caso de que se está lavando una unidad, debido a que la tasa o velocidad de filtración ascendería a 327,51 m³/m².día, superando ampliamente el máximo normativo especificados para lechos de antracita sobre arena y a profundidad estándar, establecida en el literal C.7.5.1.3 del RAS-2000.

Para el lavado de los filtros se cuenta un tanque elevado semienterrado, el cual se encuentra en la zona más alta donde está ubicada la planta de tratamiento, con el fin de aprovechar la cabeza de energía y poder suministrar agua a gravedad. Las dimensiones del tanque son de 7,00 m de largo por 7,00 m de ancho con una altura útil de 2,20 m.

✓ **Sistema de cloración.** En la caseta de cloración se cuenta con un sistema de cloro gaseoso con su respectivo inyector de cloro que por fallas en su manejo y deterioro de esta unidad no permite dosificar más de 160 g/h. Además, se tiene provisto de una balanza que permite registrar el peso con el cual se calcula el gasto de insumo químico al interior del cilindro. (ver figura 3).

Figura 3. Sistema de cloración– municipio de Túquerres



2.1.4.7 Operación de los componentes de la planta de tratamiento. En el cuadro siguiente se ilustra la operación de la planta de tratamiento, además, las fallencias encontradas y su respectiva recomendación.

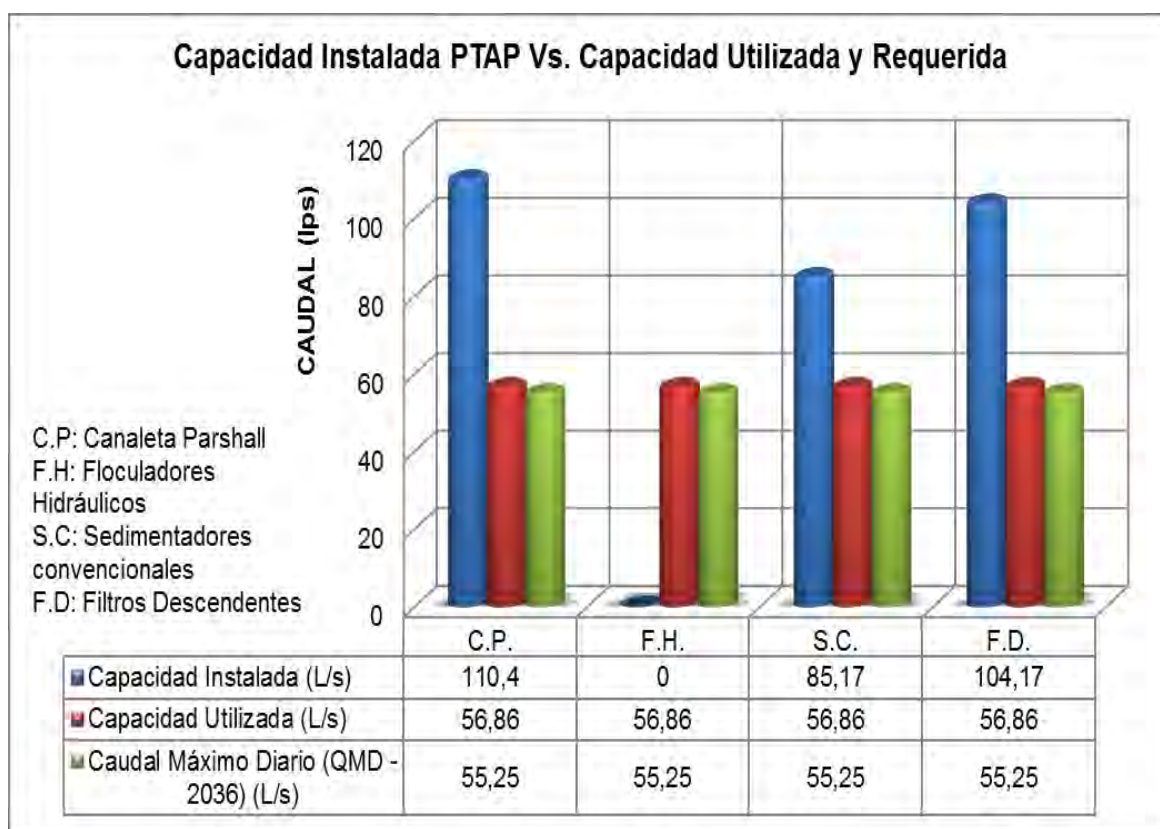
Cuadro 20. Operación, fallencias y soluciones planta de tratamiento – municipio de Túquerres

COMPONENTE	OPERACIÓN	FALENCIAS	SOLUCIONES
Cámara de Aquietamiento	Su operación se limita a observar que no exista una entrada excesiva de caudales de las fuentes de abastecimiento, el técnico de la planta hace que se regulen por medio de válvulas la entrada de agua de la fuente de abastecimiento La Hoja que es la que mayor caudal aporta a la planta de tratamiento.	No se presenta ningún tipo de fallencia, salvo en las tuberías de llegada que ya cumplieron su vida útil y están en mal estado, las tuberías son en HF.	Se recomienda hacer un cambio de tuberías de llegada a la cámara de aquietamiento, además realizar una impermeabilización de esta cámara.
Canaleta Parshall	Se llevan registro de caudales de entrada medidos en la regla de aforo, además, se hacen análisis de turbiedad y pH del agua influente para así tomar medidas como la aplicación de coagulante (sulfato de aluminio Tipo B)	No se tiene calibrada la regla de aforo, y su estructura se encuentra en regular estado por falta de mantenimiento. El punto de aplicación del coagulante se realiza en un punto directo sobre el resalto hidráulico y no sobre todo su ancho produciendo así una mala mezcla.	Realizar mediciones de caudal para calibrar la reglilla de aforo, además se deben implementar análisis de agua que determinen por medio de prueba de jarras la dosis de coagulante necesaria para aplicar en el resalto hidráulico de esta estructura que por ahora solo sirve para medir caudales de entrada.
Floculadores	Se revisan caudales de entrada y que la unidad de floculación no presente reboses, lo demás se limita a mantenimiento.	La unidad de floculación no está funcionando, y por el momento sirve como una estructura de paso de agua. No se sabe con precisión la capacidad instalada de esta unidad.	Realizar análisis para determinar la capacidad real de esta unidad de floculación, además, optimizar o diseñar una nueva unidad que trabaje en paralelo con la ya existente, para tener un eficiente proceso de floculación.
Sedimentadores	Su operación se basa en la revisión de que se estén distribuyendo bien los caudales a las dos unidades de sedimentación, esto se realiza por la operación de válvulas.	No se presenta fallencias en las estructuras, las tuberías son en HF y ya cumplieron su vida útil.	Se debe realizar un análisis para corroborar el verdadero estado de la estructura y así tomar medidas correctivas con el fin de optimizar estas unidades de sedimentación.
Filtración	Revisión para mantenimiento diario, y limpieza con la operación de válvulas encargadas de cerrar el flujo que viene de los sedimentadores y apertura del flujo que proviene desde el tanque de almacenamiento para su lavado, para lo anterior se debe accionar una bomba hidráulica.	Las tuberías de salida y de entrada así como para su lavado se encuentran en muy mal estado, el material es en HF y ya cumplieron su vida útil.	Se recomienda realizar estudios mas a fondo que permitan establecer con claridad el estado actual de la estructura y tomar las medidas correctivas necesarias, como por ejemplo el cambio de tuberías y válvulas de operación de las unidades de filtración.
Sistema de Cloración	Se revisa que se este aplicando una correcta dosificación y se comprueba el peso del cilindro de cloro gaseoso, para ver si es necesario su remplazo.	El dosificador de marca Regal no permite dosificar mas de 160 g/h ya que se encuentra dañado, ocasionando una baja dosificación de cloro para desinfección del agua a la salida de la planta de tratamiento.	Se debe cambiar de manera inmediata el dosificador y tener un sistema de cloración alterno (granulado) en caso de una posible contingencia o daño del cloro gaseoso.

2.1.4.8 Medición de caudales de entrada. Por medio de mediciones realizadas a la canaleta Parshall, se pudo establecer que el caudal que ingresaba a la planta de tratamiento es de 56,86 l/s. De acuerdo a los aforos realizados por el personal técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño se obtuvo un caudal de 57,7 l/s, aforo que se realizó en el canal rectangular de distribución de agua para los sedimentadores convencionales.

Análisis capacidad instalada vs. capacidad utilizada y demandada. En la figura 4 se ilustra la capacidad máxima de la planta de tratamiento tipo convencional, para cada unidad de proceso, la unidad limitante para el tratamiento de agua cruda es el Floculador Hidráulico, como se miró anteriormente esta unidad no está operando de una manera eficiente por problemas de diseño.

Figura 4. Comparativo de la capacidad instalada por componentes de la PTAP, la utilizada y requerida proyectada – municipio de Túquerres



Del análisis de la capacidad instalada, se concluye que la planta de tratamiento posee la capacidad para atender la demanda hasta el 2036, año para el cual el caudal requerido es de 55,25 l/s. Sin embargo se deberá realizar optimización de cada una de las unidades de tratamiento por cumplimiento de vida útil y de

acuerdo a las necesidades que presenta, con el fin de garantizar la operación de la planta de tratamiento.

Dada la limitación del sistema de floculación, deberá realizarse un análisis más a fondo que permitan establecer la capacidad actual y así determinar sus posibles adecuaciones, con el fin de facilitar los procesos de operación y mantenimiento, garantizando la eficiencia de esta unidad. Actualmente no se encuentra cumpliendo la función de floculación, debido a que se registran gradientes de velocidad inferiores a los que estipula el RAS.

2.1.4.9 Dosificación y consumo de insumos químicos. Para el tratamiento del agua de las fuentes de abastecimiento, se utilizan insumos químicos como Sulfato de Aluminio tipo B para el proceso de coagulación que en la actualidad no se está aplicando, y cloro gaseoso para el proceso de desinfección del agua en la Planta de Tratamiento.

Sulfato de aluminio tipo B. La dosificación de coagulante es aplicada únicamente cuando se realiza pruebas de turbiedad y estos valores estén muy por encima de la norma establecida, por información de los operarios de la planta esto ocurre en épocas de invierno. No se realizan ensayos para comprobar la dosificación que necesita el agua a tratar, ni tampoco es controlada, por lo general se gasta 6 bultos de 50 kg por año. (Ver cuadro 21).

Cuadro 21. Dosificación actual de coagulante – municipio de Túquerres

Condición actual	Dosificación gr/hr	Caudal de Entrada (L/s)	Dosis aplicada mg/L
6 bultos de 50 kg/año	34,22	56,86	0,17

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

Según la dosificación actual del coagulante se presenta la proyección másica del sulfato de aluminio tipo B, con la premisa de la implementación de acciones correctivas que brinde la ejecución del proyecto, con el fin de reducir las pérdidas del sistema y por lo tanto, el QMD requerido; desarrollando este proceso y asumiendo que las demandas del coagulante se conservan en el tiempo, el caudal másico de sulfato de aluminio se reducirá. El consumo se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 22. Consumo coagulante – municipio de Túquerres

PARÁMETRO	AÑO						
	2011	2012	2016	2021	2026	2031	2036
Q Masica Sulfato (gr/h)	34,22	25,39	26,64	28,27	30,01	31,85	33,81
Caudal Entrada (L/s)	56,86	41,49	43,52	46,20	49,04	52,05	55,25
Dosis Aplicada (mg/L)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17

Se concluye que si se reduce el QMD a los valores estipulados para el año de diseño, la disminución en el consumo de coagulante según la dosificación actual es apreciable ya que el caudal másico pasa de 34,22 gr/hr en el año 2011 a 25,39 gr/hr en el 2012, llegando a alcanzar valores 33,81 gr/hr en el año 2036.

Cloro gaseoso. Con base en las condiciones de operación del sistema, el dosificador de cloro gaseoso instalado en el cilindro registra una dosis de aplicación de 160 gr/hr, para tratar un caudal de 56,86 l/s, la dosis aplicada al sistema es de 0,78 mg/l, valor que en red se ve sustancialmente reducido debido a la demanda de cloro que genera el agua en la red de distribución.

De acuerdo a los reportes de cloro residual en los puntos de muestreo en la red de distribución, se registra un valor promedio de cloro residual libre de 0,40 mg/l, para una demanda aproximada de 0,38 mg/l. Dicho valor se encuentra dentro del rango que la norma admite de 0,3 a 2 mg/l.

De acuerdo a los registros de dosificación de cloro gaseoso, se presenta la proyección másica de cloro gaseoso, con la premisa de la implementación de las acciones correctivas con la ejecución del proyecto, en pro de reducir las pérdidas del sistema y por lo tanto, el QMD requerido, en ese orden de ideas y asumiendo que las condiciones de demanda de cloro se conserven en el tiempo, el caudal másico de cloro aumentara drásticamente, como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 23. Proyección másica de cloro gaseoso – municipio de Túquerres

PARÁMETRO	UND	AÑO						
		2011	2012	2016	2021	2026	2031	2036
Q Másico Cloro	gr/hr	160,0	298,7	313,3	332,6	353,1	374,8	397,8
Caudal Entrada	L/s	56,86	41,49	43,52	46,20	49,04	52,05	55,25
Demanda	mg/L	0,38	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Dosis Aplicada	mg/L	0,78	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

Esto significa, que si se reduce el QMD a los valores estipulados para el año horizonte, hay un aumento considerable en el consumo de cloro, al pasar de 160,0 gr/hr en el 2011 a 298,7 gr/hr en el 2012 y a 297,8 gr/hr en el año 2036.

2.1.4.10 Sistemas de bombeo. La planta de tratamiento cuenta con dos sistemas de bombeo en regular estado que se describen a continuación:

- ✓ Sistema de bombeo ubicado cerca a la canaleta parshall utilizado para abastecer de agua un tanque elevado, agua que después se dispone para el dosificador de sulfato.
- ✓ Sistema de bombeo ubicado en el cuarto de máquinas y bodega de insumos, se utiliza para abastecer de agua un tanque elevado, agua que se utiliza para el lavado de los filtros.

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

Cuadro 24. Sistema de almacenamiento – municipio de Túquerres

Variables Almacenamiento		Tanque de Almacenamiento San Francisco	Tanque de Almacenamiento Centro	Registro Fotografico
Estado:		Regular	Bueno	
Dimensiones del Tanque	Ancho (m):	10	9,3	
	Largo (m):	20	20	
	Altura Total (m):	3	2,7	
	Altura Útil:	2,85	2,5	
Diámetros de Tubería PVC	Entrada (pulg):	8	8	
	Salida red de distribución (pulg):	10	8	
	Rebose:	8	8	
Capacidad Almacenamiento (m ³):		570	465	
Zona de Servicio:		Barrios altos y parte de la zona centro del casco urbano	Barrios de la zona centro y baja del casco urbano	
Observaciones:		Estructura construida en concreto reforzado	Estructura construida en el 2007 en concreto reforzado.	

Caudales y volúmenes distribuidos. Por medio de las lecturas registradas por el operado de la planta de tratamiento a los Macromedidores que se encuentran instalados a la salida de los tanques de almacenamiento existente, se realizó un promedio de estos datos para así obtener caudales y volúmenes distribuidos. Se registra los datos del mes de agosto de 2011 (Ver cuadro 25) y de acuerdo al

Cuadro 23 se obtuvo un volumen promedio diario de 3.587 m³ y un caudal promedio de 42 l/s.

Cuadro 25. Registro macromedidores mes de Agosto 2011 – municipio de Túquerres

Día	Macromedidor Centro (m ³)	Diferencia de Lectura (m ³)	Macromedidor San Francisco (m ³)	Diferencia de Lectura (m ³)
1	4.977.140		196.600	
2	4.980.100	2.960	196.720	120
3	4.988.060	7.960	196.900	180
4	4.991.330	3.270	197.010	110
5	4.994.620	3.290	197.120	110
6	4.998.150	3.530	197.240	120
7	5.001.210	3.060	197.360	120
8	5.004.330	3.120	197.420	60
9	5.007.610	3.280	197.540	120
10	5.010.860	3.250	197.600	60
11	5.014.010	3.150	197.810	210
12	5.017.720	3.710	197.920	110
13	5.020.940	3.220	198.040	120
14	5.024.230	3.290	198.160	120
15	5.027.620	3.390	198.260	100
16	5.030.190	2.570	198.380	120
17	5.033.760	3.570	198.490	110
18	5.036.870	3.110	198.590	100
19	5.041.310	4.440	198.720	130
20	5.044.420	3.110	198.830	110
21	5.047.740	3.320	198.950	120
22	5.051.060	3.320	199.070	120
23	5.054.250	3.190	199.180	110
24	5.057.630	3.380	199.300	120
25	5.060.840	3.210	199.400	100
26	5.064.210	3.370	199.520	120
27	5.067.530	3.320	199.640	120
28	5.070.070	2.540	199.750	110
29	5.073.320	3.250	199.860	110
30	5.076.540	3.220	199.980	120
31	5.081.260	4.720	200.080	100
Promedio (m ³ /día) Centro:		3.470,7	Promedio (m ³ /día) San Francisco:	116,0

2.1.4.12 Sistema de distribución de agua. No se cuenta con información técnica, referente a memorias de diseño y planos del sistema de distribución que permita determinar de manera específica las características del mismo, por lo tanto, se relaciona en los ítems siguientes alguna información que se recolectó o que se levantó con ayuda del personal de la empresa de servicios públicos de Túquerres EMPSA E.P.S.

Redes de distribución³. Cuenta con 2 redes de distribución; una, denominada San Francisco la cual distribuye agua de consumo a 6.500 habitantes y la red Centro que atiende a 13.000 habitantes.

Las redes de distribución presentan diámetros entre 1 ¼ y 10" de diámetro en materiales de AC. PVC y HF, principalmente PVC. La red de San Francisco tiene una longitud de 8.845m, 3 hidrantes y 12 válvulas de corte o control. La red Centro tiene una longitud total de red de 16.743 m, 75 válvulas de control o corte y 8 hidrantes.

Catastro de redes. Según el Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua del municipio de Túquerres se cuenta con el siguiente catastro de redes (Ver cuadro 26).

Cuadro 26. Longitud de la red por diámetro y material– municipio de Túquerres

Tipo Tubería	Diámetro (pulg.)	Longitud (m)	Total de Tramos
PVC	2	14.021,70	134,00
	2 1/2	2.738,40	27,00
	3	1.904,90	24,00
	4	2.493,05	33,00
	6	516,20	6,00
	8	550,20	6,00
	10	1.175,00	19,00
Total PVC		23.399,45	249,00
HF	2	718,00	11,00
	2 1/2	0,00	0,00
	3	67,00	1,00
	4	684,00	8,00
	6	0,00	0,00
	8	0,00	0,00
	10	0,00	0,00
Total HF		1.469,00	20,00

³ Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua, Túquerres – Nariño

Cuadro 24. (Continuación)

Total HF		1.469,00	20,00
AC	2	0,00	0,00
	2 1/2	0,00	0,00
	3	568,00	7,00
	4	1088,00	9,00
	6	46,00	1,00
	8	0,00	0,00
	10	0,00	0,00
Total AC		1702,00	17,00
Total Red (km)		26,57	286

Cuadro 27. Longitudes por material– municipio de Túquerres.

Tipo tubería	Longitud (m)	Total de Tramos
PVC	23.399,45	249,00
HF	1.469,00	20,00
AC	1.702,00	17,00
TOTAL	26570,45	286

2.1.4.13 Puntos de toma de muestra. El acta de concertación de puntos y lugares de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad de agua para consumo humano se suscribió el 9 de diciembre de 2.009, entre la Secretaria de Salud del municipio de Túquerres y la EMPSA E.S.P.

No se tiene instalado aun para agosto de 2011 las cajillas donde se ubicaran los puntos de muestreo en la red, que se describen a continuación.

Cuadro 28. Puntos de muestro– municipio de Túquerres

Sitio	Coordenadas - Geográficas		Red	Altura
	N	W		
Barrio El Partidero: Cra 9 - Cll 7	77° 38' 24,0"	01° 05' 5,36"	Centro	3.272
Barrio San Luis: Cll 23 - Cra 11	77° 37' 15,6"	01° 05' 8,88"	Centro	3.041
Barrio Cucas Remo: Cra 13B No. 29 40	77° 37' 1,2"	01° 04' 51,6"	Centro	3.034
Capilla Esquina: Cra 9 - Cll 9	77° 37' 58,8"	01° 05' 22,9"	San Francisco	3.175
Barrio Gólgota: Cra 15 - Cll 12	77° 37' 19,2"	01° 05' 38,7"	San Francisco	3.078
Barrio Fátima: Cra 20 - Cll 23	77° 336' 54"	01° 05' 23,28"	San Francisco	3.045

2.1.4.14 Control de calidad de agua de consumo en la red. Con base en lo establecido en la resolución 2115 de 2007 por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano, se presenta el análisis de los procesos básicos de control tanto por el prestador como por la autoridad sanitaria.

Reportes de calidad de agua del prestador. La empresa de servicios públicos de Túquerres EMPSA E.S.P., realiza caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas de agua de consumo apoyados en el laboratorio de Salud Pública – Bromatología de la ciudad de Ipiales. De acuerdo a los análisis de agua de los años 2010 y 2011 los resultados de porcentaje de IRCA, para estos años, fue de 0 % con un nivel de riesgo: **Sin Riesgo**, cumpliendo así con los valores aceptables para cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas contempladas en la Resolución 2115 del 2007.

Cabe resaltar que estos análisis de agua no se están realizando como contra muestras ya que la toma de este tipo de muestras por parte del Instituto Departamental de Salud no corresponden a la misma fecha y hora del muestreo realizado por parte de la empresa EMPSA E.S.P.

Reportes de calidad de agua del IDSN. Según los registros históricos de caracterizaciones físicas, químicas y microbiológicas realizadas por parte del Instituto Nacional de Salud de Nariño (IDSN) para la vigilancia y control de la calidad de agua para consumo humano se presentan los resultados de los años 2010 y 2011. El IDSN realiza análisis para el control de calidad del agua para consumo humano mensualmente.

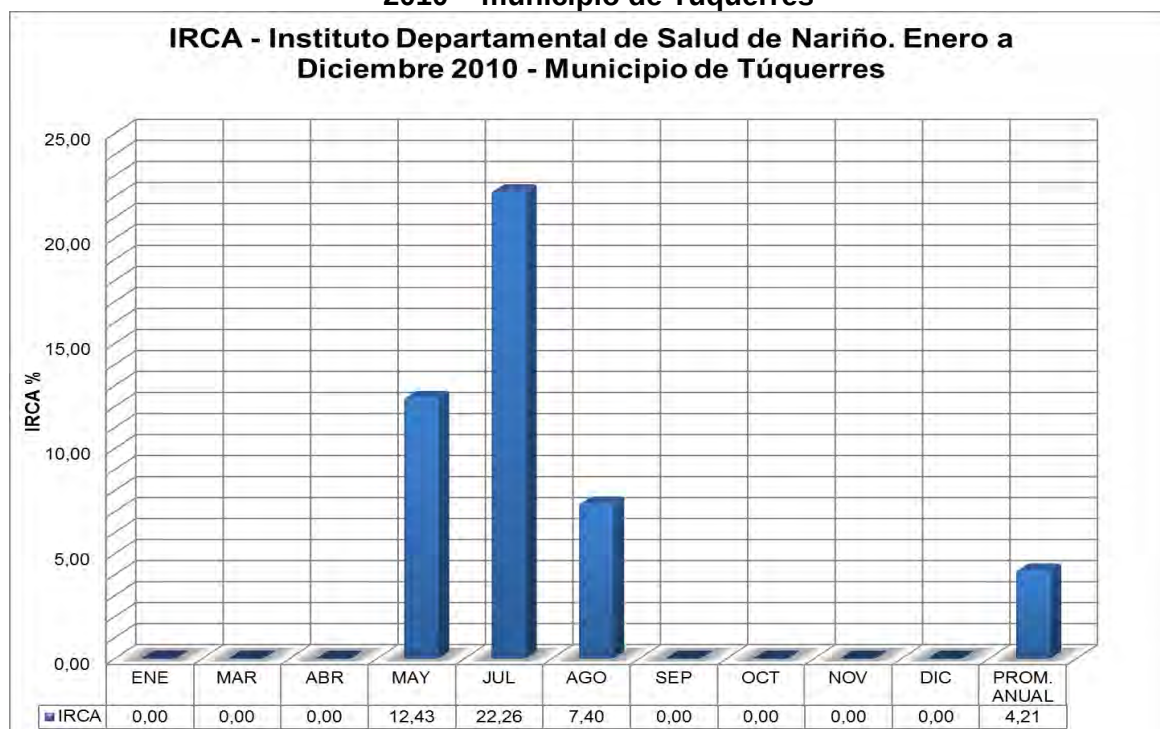
Índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano – IRCA

Con los reportes obtenidos por el IDSN para el año 2010 se obtuvieron los IRCA mensuales para así obtener un valor de IRCA anual de 4,21% lo que indica que no existe riesgo en las muestras de agua, lo que demuestra una buena calidad del agua suministrada al casco urbano de Túquerres.

Se tiene registro de toma de muestras en diferentes sitios de la red de distribución tanto como para la red de San Francisco como la Red Centro, y en el año 2010 para los meses de Enero, Febrero, Marzo, Abril, Junio, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre cumple con los valores aceptables de cada una de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua, de acuerdo al nivel de riesgo del IRCA el agua es apta para el consumo humano.

En la figura siguiente (figura 5), se ilustra los resultados obtenidos de IRCAs mensuales del año 2010.

Figura 5. Reporte IRCA, por parte del instituto departamental de salud de Nariño año 2010 – municipio de Túquerres



En el mes de Agosto se registra un IRCA de 7,4% con nivel de riesgo bajo, para el mes de Mayo se tiene un IRCA de 12,43% con nivel de riesgo Medio, los parámetros que no cumplen son: Color aparente y Coliformes Totales.

Se tiene un nivel de riesgo Alto para el mes de Julio con un IRCA de 22,26% siendo los parámetros que no cumple: color aparente, cloro residual libre y coliformes totales.

De acuerdo a la gráfica anterior se obtiene un promedio anual de IRCA de 4,21% asignándole un nivel de riesgo: Sin Riesgo.

Para el 2011, según los reportes entregados de los meses de Enero a Junio el IRCA anual calculado hasta ese mes es del 0% ya que cumple con los valores aceptables de cada una de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua. De acuerdo a la clasificación del nivel de riesgo, el agua es apta para consumo humano.

2.1.4.15 Conexiones domiciliarias. Las acometidas domiciliarias están construidas en tubería PVC de 1/2", poseen cajas de inspección en concreto y tapa en hierro fundido, se encuentran en buen estado.

2.1.4.16 Planos de los componentes del sistema de acueducto. No se cuenta con planos del sistema, no se pudo obtener información del plan maestro de acueducto ya que la información suministrada estaba incompleta dificultando así la realización del diagnóstico.

2.1.4.17 Aspectos de operación y mantenimiento del sistema de acueducto

Se cuenta con manual de operación, plan de contingencia y el plan de uso eficiente y ahorro de agua (PUEAA).

Manual de operación. Se cuenta con un manual de operación del sistema de acueducto realizado el día 9 de Marzo de 2011 por parte de la empresa prestadora de servicio EMPSA E.S.P. donde se describe el mantenimiento preventivo de cada uno de los componentes del sistema de acueducto.

Planes operativos y de contingencia. La empresa prestadora de servicios EMPSA E.S.P. cuentan con un Plan de Contingencia del 2011 con lo que se genera una herramienta de prevención, mitigación, control y respuesta a posibles contingencias generadas en la operación del sistema de acueducto que abastece al casco urbano de la ciudad de Túquerres el cual es administrado por la empresa de servicios públicos EMPSA E.S.P.

2.1.5 Diagnóstico técnico del alcantarillado urbano

2.1.5.1 Aspectos técnicos del alcantarillado existente. Con base en el documento Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV, El sistema de alcantarillado que sirve al casco urbano del municipio de Túquerres, es combinado, sus redes se han ido renovando sucesivamente entre 1.980 y 1.990 las más antiguas y, conforme se va incrementando el urbanismo se va también expandiendo las redes y se van utilizando nuevas tecnologías de materiales.

La longitud de las redes que sirven de recolección y transporte de aguas domésticas y de lluvias se calcula en 23,8 km de tubería siendo mayoritaria la construcción en tubería de concreto de diámetros entre 8"y 40".

2.1.5.2 Componentes del sistema. La red de alcantarillado está compuesta por:

- ✓ Pozos o cámaras de inspección.
- ✓ Sumideros
- ✓ Red de colectores principales y secundarios
- ✓ Conexiones domiciliarias

Pozos de inspección y sumideros. Se resume cada uno de los componentes pertenecientes al sistema de alcantarillado y con base a lo consignado en el PSMV. (Ver cuadro 29).

Cuadro 29. Pozos de inspección y sumideros – municipio de Túquerres

COMPONENTE	POZO DE INSPECCIÓN	SUMIDEROS
DESCRIPCIÓN	El sistema dispone de 376 pozos de inspección, de sección circular, con diámetro promedio de 1,20m; construidos todos en mampostería con tapas circulares metálicas. Su estado se califica como bueno pues no presentan problemas en su operación.	En la red de alcantarillado del casco urbano se encuentran 1.086 sumideros instalados de tipo convencional, es decir, conformados por cajas de sedimentación, codos y rejillas de captación.
REGISTRO FOTOGRÁFICO		

Red de colectores primarios y secundarios. La infraestructura instalada corresponde a los tipos de sistemas de alcantarillado convencional, es decir, sistemas tradicionales utilizados para la recolección y transporte de aguas residuales y lluvias hasta los sitios de disposición final que en este municipio son cuerpos de agua a cielo abierto, potenciando problemas ambientales sobre la microcuenca principal denominada el Recreo. (Ver cuadro 30).

Cuadro 30. Red de colectores y emisores– municipio de Túquerres

Descripción	Locales	Colectores	Emisores
Longitud (km)	21,85	1,75	0,2
Vida Útil (años)	20		
Diametros (pulg)	8 a 16	18 a 24	12 a 24
Materiales	Concreto y PVC		

Conexiones domiciliarias. En su mayoría los inmuebles urbanos están conectados a la red de alcantarillado existente. Los componentes generalmente son: una caja de inspección en cuya salida no se hace separación de aguas de

excesos por cuanto el sistema al que drenan es combinado. La salida que por tratarse de sistema antiguo se observa aún tubería de concreto de 4 pulgadas de diámetro y que en general no cumplen los ángulos de admisión a la red colectora.

2.1.5.3 Puntos de vertimiento. El sistema de alcantarillado de la cabecera urbana de Túquerres vierte en once puntos, siendo la principal microcuenca Recreo la receptora de los vertimientos puntuales. De esta microcuenca se desprenden las quebradas El Manzano que cuenta con 6 puntos de descarga, San Juan con 3 puntos y Cujaco 2 puntos de descarga de aguas. El siguiente cuadro (cuadro 31) muestra los mencionados sitios.

Cuadro 31. Puntos de vertimiento– municipio de Túquerres

Punto	Cuerpo Receptor	No. Total de contribuyentes	Diámetro pulg	Caudal LPS	Ubicación Coordenadas		
					x	y	z
P1	Q.San Juan	57	18	0.37	610.375	940.413	2950
P2	Q.San Juan	22	16	0.14	610.702	940.492	2960
P3	Q. El Manzano	993	34	6.52	611.693	940.385	3005
P4	Q. El Manzano	29	16	0.19	611.745	940.327	3010
P5	Q. El Manzano	827	22	5.43	611.848	940.242	3012
P6	Q. El Manzano	32	14	0.21	611.905	940.212	3016
P7	Q. El Manzano	662	18	4.35	612.115	940.137	3021
P8	Q. El Manzano	48	18	0.31	612.150	940.134	3023
P9	Q. El Cujaco	41	14	0.27	611.981	941.022	3015
P10	Q. El Cujaco	117	10	0.77	621.225	941.022	3011
P11	Q. San Juan	827	40	5.43	610.375	940.413	2950
TOTAL		3655		24			

Figura 6. Puntos de vertimiento– municipio de Túquerres



2.1.5.4 Sistema de tratamiento de aguas residuales. Actualmente el sistema de alcantarillado no cuenta con Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, pero se tiene contemplado la construcción en la fase del Plan Maestro de Alcantarillado.

2.1.5.5 Planos del sistema de Alcantarillado. Se cuenta con planos de la red actual y la de diseño de acuerdo al Plan Maestro de Alcantarillado del 2009, el plano de la red de alcantarillado se encuentran en el Anexo J.

2.1.6 Diagnóstico técnico del servicio de aseo urbano. La Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Túquerres EMPSA E.S.P, ha adoptado en su Plan de Desarrollo Estratégico 2.008 – 2.011, su política de gestión y objetivos fundamentales donde se incorpora el servicio de aseo; sin embargo, a la fecha se manifiesta que este servicio tiene un nuevo operador, toda vez que el municipio lo contrata con una persona de naturaleza privada denominada TERRASEO, cuya casa matriz radica en la ciudad de Pasto, no disponiendo en la ciudad de Túquerres ni siquiera de oficina para atención al cliente; sin embargo, EMPSA E.S.P. realiza funciones de interventor del contrato.

La información que a continuación se consigna fue obtenida del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS 2007 y de la Caracterización Ambiental por parte de CORPONARIÑO del año 2010.

2.1.6.1 Caracterización y producción de residuos sólidos. Los residuos sólidos producidos en el municipio de Túquerres presentan la siguiente caracterización física. (Ver cuadro 32).

Cuadro 32. Caracterización física en porcentaje de residuos sólidos - municipio de Túquerres

Tipo de Material	% en Peso
Organicos facilmente biodegradables	90
Papel y carton	1,4
Vidrio	2
Plastico	4
Metales	0,5
Otros aprovechables	0,5
Textiles	0,5
Otros no aprovechables	1,1
Total	100

Fuente: PGIRS Túquerres 2007

De acuerdo a la información suministrada en el Plan General Estratégico de Inversiones del PDA de Nariño el municipio de Túquerres tiene una producción per cápita de residuos sólidos de 0,50 kg/hab.día, con un total por mes de 295 toneladas de residuos sólidos.

No se cuenta con información referente a las rutas y frecuencia de recolección y de acuerdo al PGIRS estos datos se encuentran desactualizados a lo que actualmente se evidencia.

2.1.6.2 Barrido de vías y limpieza de área públicas. De acuerdo al PGIRS del municipio, el servicio de barrido y limpieza de vías y áreas públicas se presta, en la plaza principal, plaza de mercado (jueves) y en algunas vías del municipio, para una longitud total de 9,2 km/mes.

El barrido y limpieza se efectúa de forma manual, por (11) operarios, siete (7) veces/semana, los cuales emplean 192 horas/mes.

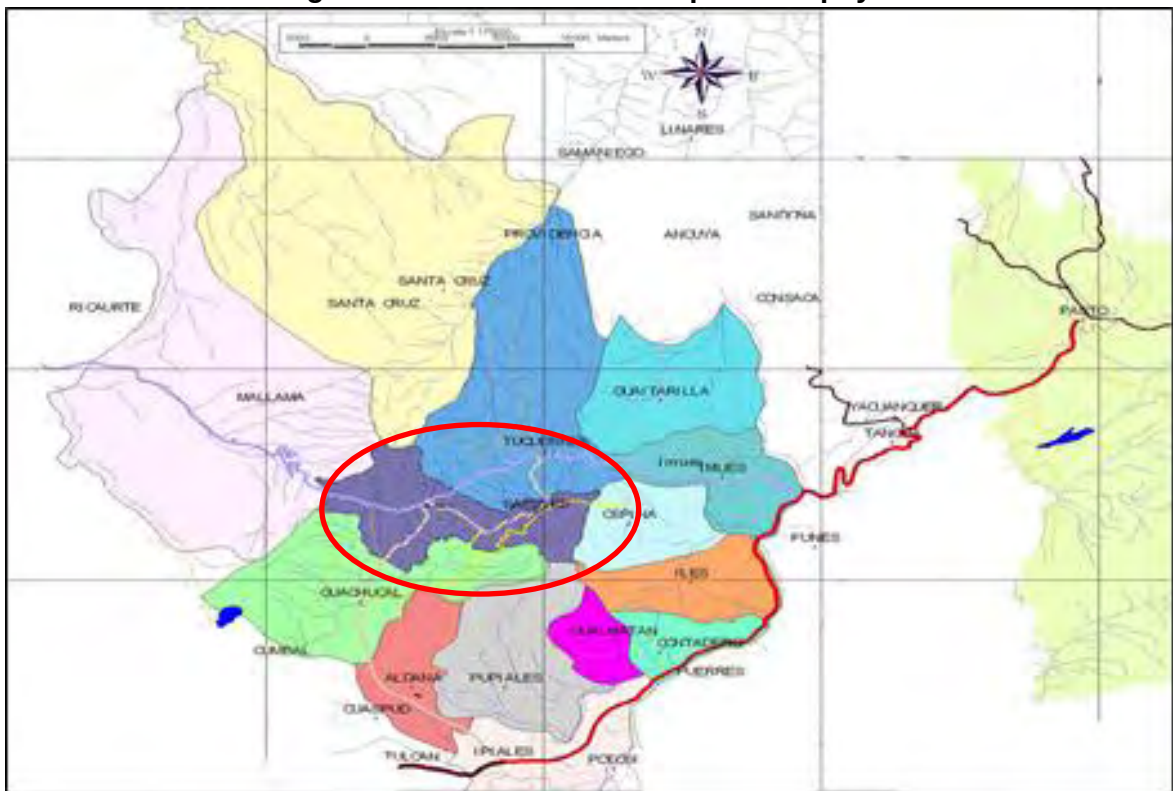
2.1.6.3 Recolección, transporte y disposición de residuos sólidos. Actualmente los residuos sólidos generados en el municipio se disponen en el Relleno Sanitario de Antanas, ubicado en el municipio de Pasto a una distancia de 72 km desde el casco urbano.

2.2 APOYO TÉCNICO A LA REALIZACIÓN DEL DIAGNOSTICO TÉCNICO OPERATIVO DEL municipio DE SAPUYES

2.2.1 Generalidades del municipio de Sapuyes

2.2.1.1 Ubicación y localización. Sapuyes se encuentra ubicado a 79 kilómetros al sur occidente de la ciudad de San Juan de Pasto, su altura sobre el nivel del mar es de 3.000 metros, la temperatura media de 12 grados centígrados, la precipitación media anual de 1.177 milímetros y su área municipal es de 133.1 kilómetros cuadrados. La mayor parte de este territorio es montañoso, destacándose como accidentes orográficos el Volcán Azufral y los páramos La Escubilla, Pajablanca y Utanquer; se distribuyen estos suelos en pisos térmicos fríos y páramo. Se presenta en la figura 7 la localización del municipio. (Ver figura 7).

Figura 7. Localización municipio de Sapuyes



2.2.2 Dinámica demográfica y tendencias

2.2.2.1 Evolución demográfica. Para el análisis del comportamiento poblacional del municipio, se parte de la información reportada de los censos históricos realizados por el DANE para los años 1985, 1993 y 2005 como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 33. Censo general DANE años 1985, 1993 y 2005 – municipio de Sapuyes

Año	Población		
	Cabecera	Resto	Total
1985	1.803	4.819	6.622
1993	2.027	6.462	8.489
2005	1.636	5.733	7.369

Además el acueducto urbano presta el servicio a las veredas de Cuarris, Chunchala, La Cruz, El Rosal y el Morro y de acuerdo al proyecto “Mejoramiento Planta de Tratamiento de Agua Potable (FIME) – municipio de Sapuyes 2010” para estas veredas para el año 2010 su población es de 762 habitantes.

2.2.2.2 Tasa de crecimiento poblacional. De acuerdo a la información censal del DANE consignada en el punto anterior se calculó la tasa crecimiento obteniéndose así valores promedio por el método geométrico y exponencial de -0,26% y -0,27% respectivamente (ver cuadro 34); sin embargo la tasa que se ajusta para el cálculo de la población del municipio de Sapuyes es la de 1,2% establecida por el DANE para el departamento de Nariño según los estudios Postcensales “Proyecciones Nacionales y Departamentales de Población (2005 – 2020)” realizado en el año 2010.

Cuadro 34. Calculo rata de crecimiento poblacional – municipio de Sapuyes

CENSO DANE		RATAS DE CRECIMIENTO	
AÑO	POBLACIÓN CABECERA	RATA DE CRECIMIENTO EXPONENCIAL	RATA DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICA
1985	1.803	1,46%	1,47%
1993	2.027	-1,79%	-1,77%
2005	1.636	-0,49%	-0,48%
PROMEDIO		-0,27%	-0,26%

2.2.2.3 Proyecciones de la población urbana. Teniendo en cuenta la rata de crecimiento de 1,2% se calculó la población con cada uno de los métodos exigidos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS, 2000) consagrados en la Tabla B.2.1. El cálculo de la proyección de población se lo realizó con el método geométrico, siendo este el que más se ajustó. Tanto para la población urbana y de veredas se realizó la proyección de población como se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 35. Proyección de población – municipio de Sapuyes.

Año	2005	2011	2016	2021	2026	2031	2036
Poblacion Urbana	1.636	1.757	1.865	1.980	2.102	2.231	2.368
Poblacion Veredas	718	771	819	869	922	979	1.039
Población Total	2.354	2.529	2.684	2.849	3.024	3.210	3.407

2.2.2.4 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 2036) de 2.368 habitantes, se determinó un nivel de complejidad Bajo.

Cabe anotar que como lo estipula el RAS – 2000 en literal A.3.2 numeral 1 que a la letra reza lo siguiente “1. La población que debe utilizarse para clasificar el nivel de complejidad corresponde a la proyectada en la zona urbana del municipio en el periodo de diseño de cada sistema o cualquiera de sus componentes. Debe considerarse la población flotante.”

Por lo anterior no se tiene en cuenta la población de las veredas para la asignación del nivel de complejidad del sistema.

2.2.3 Indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Para el análisis de los indicadores de los servicios públicos se partió de la información suministrada por la Asociación Administradora de Servicios Públicos de Sapuyes AADES E.S.P. correspondiente al año 2011. Se utilizaron también los registros reportados por el DANE – Censo 2005 y de acuerdo a las evaluaciones realizadas por el equipo técnico del consorcio TZ – SANEAR, con base a lo establecido en el RAS – 2000.

2.2.3.1 Producción, facturación y pérdidas en el acueducto urbano. En el municipio de Sapuyes no cuentan con control para el volumen de producción, facturación y pérdidas en el acueducto urbano, se realizaron aforos a la salida de la planta de tratamiento por el método volumétrico, se tomaron registros de tiempo de llenado para un volumen de 12 litros obteniéndose los siguientes resultados. (Ver cuadro 36).

Cuadro 36. Aforo de caudal a la salida de la Planta de Tratamiento – municipio de Sapuyes

Tiempo (s)	Vol (L)	Q (L/s)
1,08	12	11,11
1,14	12	10,53
1,03	12	11,65
1,02	12	11,76
1,26	12	9,52
1,14	12	10,53
Promedio		10,87

De acuerdo al caudal promedio de **10,87**/s se determina la producción diaria, semanal, mensual y anual del volumen de agua, como se muestra en el siguiente cuadro. (Ver cuadro 37).

Cuadro 37. Volumen de producción de agua – municipio de Sapuyes

Producción de Agua (m3)			
Diaria	Semanal	Mensual	Anual
939	6.574	28.175	342.796

De acuerdo a lo establecido por la empresa AADES E.S.P. se tiene 24 horas por servicio de agua, en este contexto, la cantidad de agua producida para satisfacer las necesidades básicas por habitante, incluyendo pérdidas, es:

$$\frac{\text{Producción}}{\text{Poblacion Atendida}} = \frac{939.168 \text{ L/día}}{2.529 \text{ Hab}} = 372,55 \text{ L/Hab.Día}$$

Se procede a la determinación de la dotación neta máxima, según lo establecido en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000, cabe anotar que la población atendida ya está incluida la población de las veredas que abastece el sistema de acueducto urbano.

Población Atendida Actual servicio de Acueducto (2011)	2.521 hab
Nivel de Complejidad del Sistema: (RAS – Título A Literal A.3.1)	Bajo
Dotación Neta Máxima: (Art 1 – Res. 2320/2009)	90 L/hab.día

Con base a lo anterior, se determinó el porcentaje de perdidas considerando las variables de la dotación real y la dotación neta máxima según norma, obteniéndose un índice de agua no contabilizada del 75,84%.

$$\text{Porcentaje de pérdidas (\%)} = \frac{372,55 - 90}{372,55} = 75,84\%$$

De acuerdo con lo anterior se concluye que las perdidas obtenidas del 75,84% son supremamente altas con relación al porcentaje de pérdidas que la norma admite del 25%, condición que obliga a formular e implementar en corto plazo un programa de reducción de pérdidas, que permitirá mejorar el suministro y ejercer una menor presión hacia las fuentes abastecedoras.

2.2.3.2 Dotación de agua del servicio de acueducto urbano. De acuerdo a la resolución número 2320 del 27 de noviembre de 2009 por el cual se modifica parcialmente la resolución número 1096 de 2000 que adopta el RAS, se establece que la dotación neta máxima para el casco urbano del municipio de Sapuyes para un nivel de complejidad Bajo lo siguiente.

Dotación Neta = 90 l/hab-día

Con un porcentaje de pérdidas estimado del 25% ya que el porcentaje de pérdidas técnicas para determinar la dotación bruta no debe ser superior al porcentaje de pérdidas establecido en la Tabla B.2.4 (RAS-2.000)

$$d_{bruta} = \frac{90 \text{ l/(hab. día)}}{1 - 0,25} = 120 \text{ l/(hab. día)}$$

Dotación Bruta = 120 L/hab.día

Se tiene proyectado para el municipio de Sapuyes la instalación de micromedidores, donde las pérdidas técnicas pueden variar en los primeros años y pueden acercarse al valor establecido en el RAS – 2000, por lo cual la dotación bruta puede tener variaciones en el horizonte del proyecto (hasta el año 2036), teniendo en cuenta que se debe instalar el 100% de micromedición.

2.2.3.3 Dotaciones y pérdidas del acueducto urbano. Las dotaciones y pérdidas técnicas adoptadas con anterioridad se realizaron de acuerdo a lo establecido en el RAS – 2000, teniendo para el año base (2011) un porcentaje de pérdidas del 75,8%, dotación neta: 90 l/hab.día y dotación bruta real: 372,55 l/hab.día.

En el cuadro que se presenta a continuación se resumen las dotaciones y pérdidas del acueducto urbano, proyectadas a partir del año base hasta el periodo de diseño, y esperando que para el año 2012 se implemente un programa de reducción y control de pérdidas para así reducir estas a las máximas admisibles de la resolución 2320 del 2009 del orden del 25%.

Cuadro 38. Dotaciones y pérdidas técnicas del acueducto urbano – municipio de Sapuyes

Parámetro	AÑO							
	2011	2012	2013	2016	2021	2026	2031	2036
Dotación Neta (L/hab-d)	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
Dotación Bruta (L/hab-d)	372,55	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Pérdidas Técnicas (%)	75,8%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%

2.2.3.4 Factores de consumo máximo en el acueducto urbano. Los valores del factor de consumo Máximo Diario (K1) y factor de Consumo máximo horario (K2) se adoptó teniendo en cuenta lo exigido por el RAS, 2000 (Título B, Tabla B.2.5) y de acuerdo al nivel de complejidad Bajo:

Factor de Consumo Máximo Diario: K1 = 1,30

Factor de Consumo Máximo Horario: K2 = 1,60

2.2.3.5 Proyecciones de población y demandas máximas de agua potable. De acuerdo a las proyecciones de población realizadas tanto para el casco urbano y las veredas que abastece el acueducto urbano (Ver numeral 2.2.2.3). A continuación se presenta un modelo de cálculo para la determinación de las demandas Media, Máxima y Horaria para el año 2011.

- Caudal medio diario (Qmd): $Qmd = \frac{p \cdot d_{bruta}}{86.400}$

Caudal medio diario (Qmd): 10,87 L/s

- Caudal Máximo Diario (QMD): $QMD = Qmd \times K_1$

Caudal máximo diario (QMD): 14,13 L/s

- Caudal Máximo Horario (QMH): $QMH = QMD \times K_2$

Caudal máximo horario (QMH): 22,61 L/s

2.2.3.6 Resumen de indicadores de los servicios de acueducto y alcantarillado. Se hace un resumen de la población proyectada, demandas de agua, dotaciones, suscriptores, porcentajes de cobertura y otros indicadores que se adoptaron para el diagnóstico técnico operativo del municipio de Sapuyes como se indica en el siguiente cuadro. (Ver cuadro 39).

Cuadro 39. Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto y alcantarillado urbano – municipio de Sapuyes

ÍTEM	INDICADOR	BASE	AÑOS PROYECTADOS						
		2011	2012	2013	2016	2021	2026	2031	2036
1	Población Total Proyectada (hab)	2.529	2.559	2.590	2.684	2.849	3.024	3.210	3.407
2	Cobertura acueducto (%)	99,7	100	100	100	100	100	100	100
3	Población Atendida acueducto (hab)	2.521	2.559	2.590	2.684	2.849	3.024	3.210	3.407
4	Continuidad del Servicio (horas)	24	24	24	24	24	24	24	24
5	Capacidad utilizada (L/s)	14,13	4,62	4,68	4,85	5,14	5,46	5,80	6,15
6	Dotación Neta (L/hab.día)	90	90	90	90	90	90	90	90
7	Porcentaje de Perdidas (%)	75,84	25	25	25	25	25	25	25
8	Dotación Bruta (L/hab.día)	372,55	120	120	120	120	120	120	120
9	Factor Consumo Máximo Diario (k1)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
10	Factor Consumo Máximo Horario (k2)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
11	Caudal Medio Diario (L/s)	10,87	3,55	3,60	3,73	3,96	4,20	4,46	4,73
12	Caudal Máximo Diario (L/s)	14,13	4,62	4,68	4,85	5,14	5,46	5,80	6,15
13	Caudal Máximo Horario (L/s)	22,61	7,39	7,48	7,75	8,23	8,74	9,27	9,84
14	Micromedidores Instalados (No.)	-	613,91	621,27	643,91	683,48	725,49	770,07	817,40
15	Cobertura de Micromedición (No.)	-	100	100	100	100	100	100	100
16	Suscriptores Alcantarillado (No.)	365	395	399	414	439	466	495	525
17	Cobertura Alcantarillado (%)	93,6	100	100	100	100	100	100	100
18	Calidad del Agua (% IRCA)	10,4	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
19	Almacenamiento (m ³)	407	133	135	140	148	157	167	177

2.2.4 Diagnóstico técnico del acueducto urbano. El sistema de acueducto está integrado por los siguientes componentes: captación de dos fuentes de abastecimiento, línea de aducción y conducción, desarenador, una planta de tratamiento FIME, caseta de cloración, dos tanques de almacenamiento y redes de distribución de agua potable.

En los días de la visita realizada por el equipo técnico de la Gerencia Asesora del Plan Departamental de Agua de Nariño, consorcio TZ – SANEAR se contó con el acompañamiento del fontanero Giraldo Santander, encargado de suministrar la información primaria referente a: ubicación de bocatomas, alineamiento, material y diámetro de las tuberías, válvulas y accesorios existentes en las redes de aducción – conducción de agua cruda, y distribución de agua de consumo.

Además se contó con la colaboración del operador de la planta de tratamiento el señor Tomas Escobar, quien nos suministró información referente a la operación de la planta de tratamiento, su funcionamiento, continuidad del servicio, calidad de agua tratada, capacidad de la planta, caudal tratado, mantenimiento, dosificaciones de cloro y posibles problemas que se presentan en la operación.

2.2.4.1 Fuentes de abastecimiento actual. El municipio de Sapuyes cuenta con dos fuentes de abastecimiento Cuarriz y La Carbonera, pertenecientes a la Cuenca del Rio Guatara, subcuenca Rio Sapuyes.

Por parte de la empresa y por CORPONARIÑO no se han realizado aforos de caudales de las fuentes de abastecimiento.

Cuadro 40. Fuentes de abastecimiento – municipio de Sapuyes

Nombre de la Fuente	LA CARBONERA	CUARRIZ
Caudal Concesionado (lps)	5,00	4,50
Resolución de la Concesión	Resolución No. 242 del 18 de Julio de 2006	
Vigencia Concesión	10 años a partir de la ejecutoria de la concesión	
Registro Fotográfico		
Observaciones	La concesión de aguas cuenta también con el otorgamiento de un caudal de 0,5 lps de una fuente de abastecimiento sin nombre, esta fuente no tiene sistema de captación, por lo que se recomienda renovar la concesión de acuerdo a lo que se tiene instalado actualmente.	

2.2.4.2 Estructuras de captación. Para el caso del municipio de Sapuyes se cuenta con dos bocatomas de fondo, al igual que el municipio de Túquerres se realiza el chequeo hidráulico basados en la dimensiones de la rejilla y espaciamiento entre ellas, no fue posible realizar aforos ya que los volúmenes de las cajillas de recolección no presentaban una sección homogénea variando así las lecturas de tiempo de llenado. Las tablas de cálculo se presentan en el

2.2.4.3 Anexo A.

Cuadro 41. Sistema de captación la carbonera y cuarris– municipio de Sapuyes

VARIABLES	LA CARBONERA	CUARRIS
Tipo / Estado	Captación de Fondo / Buena	Captación de Fondo / Regular
Capacidad Instalada	Caudal de captación=Qc= 17,95 L/s	Caudal de captación=Qc= 13,78 L/s
Registro Fotográfico		
Observaciones	Bocatoma de fondo, construida en 1996, se encuentra en buen estado, tanto el canal de aducción, rejilla y cámara de recolección. Actualmente su funcionamiento es normal. No fue posible realizar el aforo a la estructura.	Bocatoma de fondo, se capta toda el agua de la fuente de abastecimiento dejando a esta sin caudal residual, los terrenos aledaños a la bocatoma se encuentran reforestados y protegidos, permitiendo así, que no ingresen personal y animales a la zona de la bocatoma. No fue posible realizar el aforo a la estructura.

2.2.4.4 Línea de aducción. El sistema de aducción para el sistema de acueducto de Sapuyes se compone de dos líneas que se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 42. Línea de aducción – municipio de Sapuyes

VARIABLE	Aducción La Carbonera	Aducción Cuarris	
Diámetro (pulg)	3	3	2
Recorrido	Bocatoma La Carbonera - Desarenador	Bocatoma Cuarris - Desarenador	Bocatoma Cuarris - Planta de Tratamiento
Longitud	80 600 m	800 m	820 m
Material	PVC	PVC	PVC
No se cuentan con los diseños ni con los permisos			

2.2.4.5 Desarenador. El sistema cuenta con un único desarenador de tipo convencional, se encuentra ubicado a 5 m de la planta de tratamiento, es semienterrado cuenta con válvula de entrada, bypass, zona de aquietamiento, rejilla, vertedero de exceso y válvula de lavado. Se encuentra en buen estado, se presenta en el siguiente cuadro sus dimensiones y capacidad hidráulica. (ver cuadro 43).

Cuadro 43. Desarenador – municipio de Sapuyes

VARIABLE		CARBONERA - CUARRIS	REGISTRO FOTOGRÁFICO
DESARENADOR			
Estado		Bueno	
Tubería	Entrada (Pulg) / Material	6" / PVC	
	Salida (Pulg) / Material	6" / PVC	
	Rebose (pulg) / Material	4" / PVC	
Largo Útil (m)		9,42	
Ancho útil (m)		1,42	
Altura Útil (m)		1,93	
Espesor de muros (m)		0,15	

2.2.4.6 Línea de conducción. La línea de conducción está compuesta por una tubería de PVC de 6", que sale desde el desarenador hasta la planta de tratamiento a una distancia de 5 m, no se tienen un levantamiento topográfico que permitan establecer las cotas de entrada y llegada de esta tubería para realizar su chequeo hidráulico. (Ver cuadro 44).

Cuadro 44. Línea de conducción – municipio de Sapuyes

VARIABLE	Línea de Conducción
Diámetro (pulg)	6
Recorrido	Desarenador - Planta de Tratamiento
Longitud	5 m
Material	PVC
Capacidad Instalada (L/s)	No se cuenta con información
Capacidad Utilizada (L/s)	

2.2.4.7 Planta de tratamiento. La planta de tratamiento es de tipo FIME (Filtración en Múltiples Etapas), cuenta con los siguientes procesos de filtración:

- ✓ Filtración Gruesa Dinámica (FGDi)
- ✓ Filtración Gruesa Ascendente en Capas (FGAC)

✓ Filtración Lenta en Arena (FLA)

Este último proceso de filtración lenta en arena no se encuentra en funcionamiento ya que no cuenta con el lecho filtrante, se tiene construido tres unidades para este tipo de filtración mas no se encuentran adecuadas para cumplir su función.

El estado de las estructuras es bueno, aunque se nota que algunas de estas necesitan mantenimiento y limpieza.

Actualmente se cuenta con el proyecto de Mejoramiento Planta de Tratamiento de Agua Potable (FIME).

En el siguiente cuadro se ilustra cada uno de los componentes de la planta de tratamiento con el cálculo de la capacidad instalada de cada unidad de filtración.

Cuadro 45. Planta de tratamiento FIME – municipio de Sapuyes

COMPONENTE	Número de Unidades de Filtración	Dimensiones de una unidad de Filtración					Diámetros de Tubería PVC			Chequeo Hidráulico							
		Ancho Útil (m)	Largo Útil (m)	Altura al lecho (m)	Espesor de muros (m)	Área Filtración (m ²)	Entrada (pulg)	Salida (pulg)	Rebose (pulg)	Velocidad de Filtración (m/h) según RAS 2000		Capacidad Instalada (L/s)					
Filtro Grueso Dinámico (FGDi)	2	1,2	6,5	0,6	0,15	7,80	6			2	3	8,67	13,00				
Filtro Grueso Ascendente (FGAC)	2	4,97	6,81	1,23	0,25	33,85	6	4	6	0,3	0,7	5,64	13,16				
Filtro Lento en Arena (FLA)	3	16,4	7,7	2,6	0,25	126,28	4			0,1	0,3	10,52	31,57				
OBSERVACIONES																	
Filtro Grueso Dinámico (FGDi)					Filtro Grueso Ascendente (FGAC)					Filtros Lentos en Arena (FLA)							
La entrada tiene un vertedero de excesos, un vertedero triangular de 90 grados en lámina con una regla de medida de caudal, esta estructura no cuenta con sistema de compuertas a la entrada que permita sacar de funcionamiento cada modulo para su lavado, además, no cuenta con cámara para el lavado del lecho filtrante. La zona de salida cuenta con todas las válvulas para un correcto mantenimiento del filtro.					Esta estructura cuenta con dos vertederos de excesos, en la entrada el agua se bifurca por medio de un canal el cual posee al inicio cejas metálicas para la instalación de compuertas de madera con el objeto de suspender el servicio en caso de lavado de un filtro y en sus extremos dos vertederos triangulares de 45 grados en lamina, los cuales miden el caudal aportado a cada uno de los filtros. Esté filtro no posee cámara de lavado de lecho filtrante.					Actualmente este filtro no se encuentra operando por falta del material filtrante, no cuenta con una estructura que permita realizar el lavado de la arena, las unidades construidas están sobredimensionadas para tratar el caudal actual y el proyectado. Se debe poner en marcha el proyecto de mejoramiento de la PTAP para que se realicen los ajustes necesarios para esta unidad de filtración.							
REGISTRO FOTOGRÁFICO																	
																	

Caseta de cloración. La caseta de cloración se encuentra en buenas condiciones, esta se encuentra ubicada cerca de los filtros lentos en arena. Está compuesta de los siguientes equipos: Dos cilindros de cloro gaseoso de 68 kg uno de ellos en funcionamiento y el otro de reserva, Tanque de almacenamiento Ajovert de capacidad de 1000 L, una caneca de cloro granulado de Hi-Clor de 45 kg, una bomba hidráulica para lavado de los filtros, implementos de aseo y registros de dosificación de cloro aplicado. (Ver figura 8).

Actualmente se aplica cloro gaseoso, siendo el cloro granulado una reserva en caso de contingencia, la dosificación utilizada para cloro gaseoso es de 150 g/h.

Figura 8. Elementos caseta de cloración – municipio de Sapuyes



2.2.4.8 Operación de los componentes de la planta de tratamiento. En el cuadro siguiente se ilustra la operación de la planta de tratamiento, además, las fallencias encontradas y su respectiva recomendación. La información consignada en el cuadro siguiente se obtuvo a lo evidenciado en la visita técnica realizada a la Planta de Tratamiento del municipio de Sapuyes.

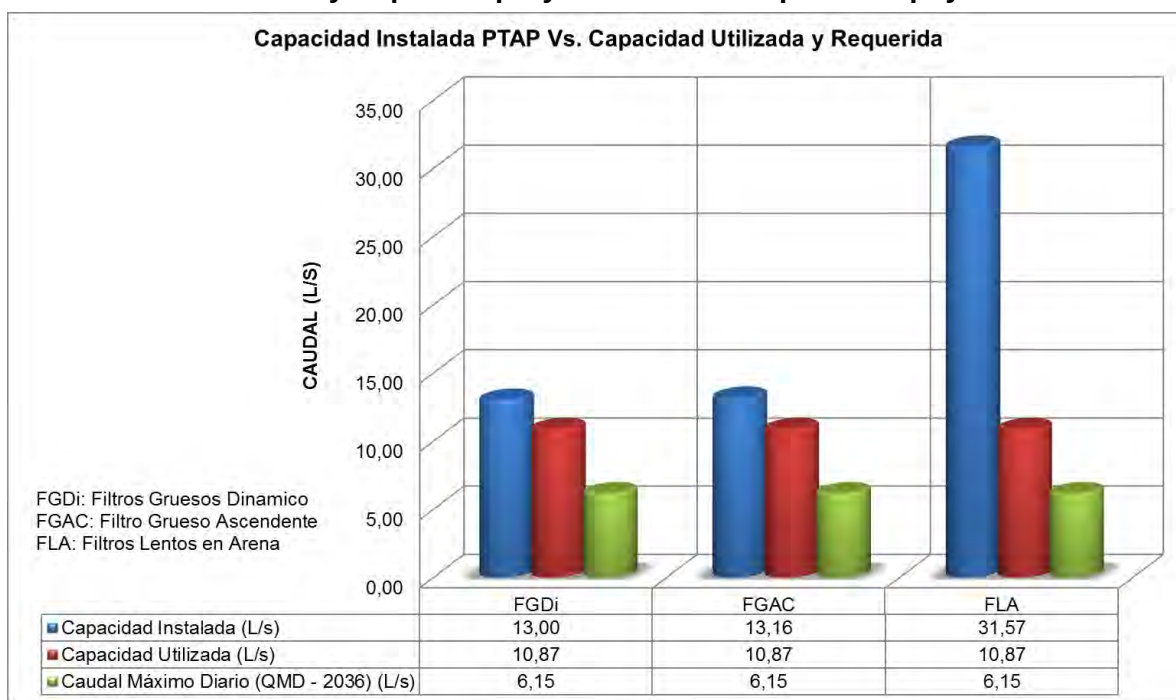
Cuadro 46. Operación, falencias y soluciones planta de tratamiento - municipio de Sapuyes

COMPONENTE	OPERACIÓN	FALENCIAS	SOLUCIONES
Filtro Grueso Dinámico (FGDi)	Para su funcionamiento el agua debe cubrir toda la superficie del filtro y parte de ella debe estar atravesando el material filtrante si esto no ocurre se debe verificar: válvulas de entrada para su total apertura, revisar si no existen daños en las estructuras de captación, cerrar o regular la entrada de agua de los filtros gruesos ascendentes. Además, se debe realizar análisis diarios de la turbiedad del agua y revisar la capa superficial de grava no tenga demasiado lodo acumulado que impida el paso del agua. Las demás tareas se basan en mantenimiento y limpieza.	El agua no cubre toda la superficie del filtro siendo utilizada una pequeña área de filtración, no se regula las válvulas de entrada como a la salida a los filtros gruesos ascendentes. El vertedero de entrada se encuentra en mal estado al igual que la reglilla utilizada para la medición de caudal de entrada, esta no se encuentra calibrada. No se realizan caracterizaciones del agua influente a la planta de tratamiento para medir el nivel de turbiedad y otras características del agua no tratada.	Se debe capacitar al personal que opera la planta de tratamiento, se debe construir tal como lo estipula el proyecto de Mejoramiento de la Planta de Tratamiento del 2009 una estructura que sirva para el lavado de los filtros, se debe prestar cuidado a la entrada de agua al filtro y que cubra toda el área de filtración.
Filtro Grueso Ascendente (FGAC)	Se debe medir caudales utilizando la regla de aforo para comprobar que estos filtros estén trabajando al caudal al cual fueron diseñados, se debe verificar la turbiedad del agua y comprobar con la turbiedad que llega a la Planta de Tratamiento y así tomar medidas para su operación y mantenimiento, verificar la pérdida de carga por lo menos tres veces a la semana para así evitar taponamiento del filtro y evitar la disminución de agua filtrada. Lo demás corresponde a la limpieza y mantenimiento de las unidades de filtración.	El lecho del filtrante se encuentra mezclado, no existiendo un sistema de mallas para dividir las capas del mismo, además no se realizan caracterización del agua, no hay control de caudales ni de pérdidas de carga.	Calibrar las reglas de aforo, cambiar el material filtrante y su separado, tener control con la calidad de agua, verificar pérdidas de carga de agua. Se deben adecuar y construir dos cámaras para el lavado del material filtrante,
Filtro Lento en Arena (FLA)	Al igual que los anteriores filtros se debe realizar mediciones de caudales de entrada y que estos no sobrepasen a los de diseño, como también realizar análisis de agua en cuanto a turbiedad se refiere, revisión y registro diario de la pérdida de carga de agua. Realizar mantenimiento y limpieza de estas unidades.	Estos filtros en la actualidad no se encuentran operando por la falta del material filtrante, presentan una sobredimensionamiento de su área y por ende una mayor capacidad instalada.	De acuerdo al proyecto Mejoramiento Planta de Tratamiento 2009 se recomienda utilizar una unidad de filtración para la construcción de una caseta de cloración y almacenamiento de arena, reduciendo así el área del filtro a dos unidades que tienen la capacidad para tratar el caudal actual y proyectado.
Sistema de Cloración	Se revisa que este dosificando de acuerdo a las especificaciones de cloro residual en la red de distribución, se basa mas en la pericia y experiencia del operario realizar esta operación del sistema.	No se presenta ninguna deficiencia del sistema, esta operando de manera correcta, salvo que no existe una cámara de contacto de cloro para que haya una mezcla uniforme entre la masa de agua y el cloro.	Se tiene proyectado la construcción de una cámara de contacto con tabiques para tener una buena mezcla del desinfectante.

2.2.4.9 Medición de caudales de entrada. El equipo técnico de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño Consorcio TZ – SANEAR se realizaron aforos a cada una de las estructuras del Planta de Tratamiento obteniéndose varios caudales, siendo el más representativo a la salida de la planta de 10,87 l/s.

Análisis capacidad instalada vs. capacidad utilizada y demandada. En la siguiente figura (figura 9) se ilustra la capacidad máxima que tiene la planta de tratamiento tipo FIME, para cada unidad de proceso, denotándose que su capacidad está limitada por el filtro grueso dinámico (FGDi) a un caudal de 13 l/s, superior al que actualmente está tratando la planta y a los caudales demandados futuros.

Figura 9. Comparativo de la capacidad instalada por componentes de la PTAP, la utilizada y requerida proyectada – municipio de Sapuyes



Del análisis de la capacidad instalada para los Filtros Gruesos Ascendentes, se deduce que la planta de tratamiento posee capacidad suficiente para atender la demanda hasta el 2036, año para el cual el caudal requerido es de 6,15l/s.

Con relación a la capacidad de los filtros lentos, la Planta de Tratamiento posee una capacidad suficiente para atender la demanda más allá del año 2036. Dada la limitación con un de los componentes, se deberá construir una unidad de tratamiento FGDí que funcione en paralelo con la estructura existente con el fin de disponer de la capacidad suficiente durante el horizonte del proyecto y para

facilitar los procesos de operación y mantenimiento, garantizando la eficiencia de esta unidad.

2.2.4.10 Dosificación y consumo de insumos químicos. Para el tratamiento del agua de las fuentes de abastecimiento, se utiliza cloro gaseoso para el proceso de desinfección del agua tratada en la Planta de Tratamiento FIME.

Con base en las condiciones de operación del sistema, el dosificador de cloro gaseoso instalado en el cilindro registra 150 gr/hr, y de acuerdo al caudal de entrada de la planta de tratamiento (10,87L/s), la dosis aplicada al sistema es de 3,83 mg/l, valor que en red se ve sustancialmente reducido debido a la demanda de cloro que genera el agua. Según los reportes de cloro libre en los puntos de muestreo de la red de distribución se tiene una concentración en promedio de 0,3 mg/l, para una demanda aproximada de 3,53 mg/l.

Consumos de insumos químicos. De acuerdo a los registros de dosificación de cloro gaseoso, se presenta la proyección másica de cloro gaseoso, con la premisa de la implementación de las acciones correctivas con la ejecución del proyecto, en pro de reducir las pérdidas del sistema y por lo tanto, el QMD requerido, en ese orden de ideas y asumiendo que las condiciones de demanda de cloro se conserven en el tiempo, el caudal másico de cloro disminuye drásticamente, como se observa en el siguiente cuadro:

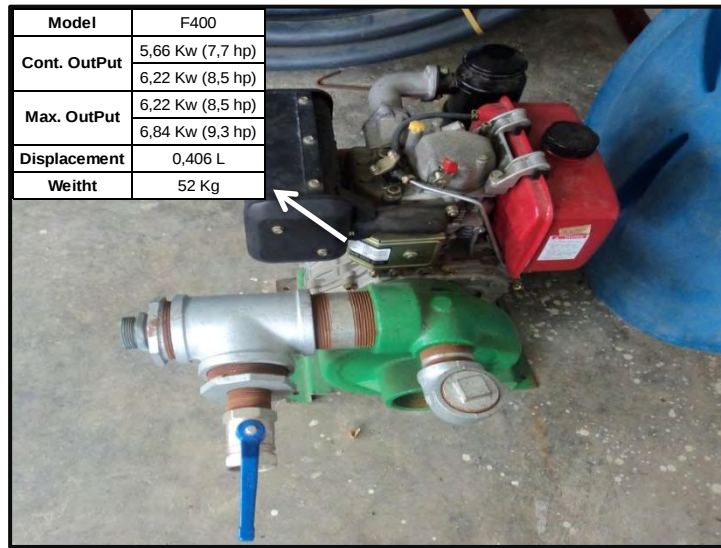
Cuadro 47. Proyección másica de cloro gaseoso – municipio de Sapuyes

PARÁMETRO	UND	AÑO						
		2011	2012	2016	2021	2026	2031	2036
Q Másico Cloro	gr/hr	150,0	33,3	34,9	37,0	39,3	41,8	44,3
Caudal Entrada	L/s	10,87	4,62	4,85	5,14	5,46	5,80	6,15
Demanda	mg/L	3,53	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
Dosis Aplicada	mg/L	3,83	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

Esto significa, que si se reduce el QMD a los valores estipulados para el año horizonte, la disminución en el consumo de cloro es apreciable, al pasar de 150,0 gr/hr en el 2011 a 33,3 gr/hr en el 2012 y a 44,3 gr/hr en el año 2036.

2.2.4.11 Sistemas de bombeo. Se cuenta con un sistema de bombeo que se utiliza para el lavado del Filtro Grueso Dinámico, se coloca en operación por dos horas cada 8 días. (Ver figura 10).

Figura 10. Sistema de bombeo – municipio de Sapuyes



2.2.4.12 Almacenamiento. El acueducto urbano de Sapuyes, cuenta en la actualidad con dos tanques de almacenamiento, ubicados en la planta de tratamiento. Las características de cada uno se describen a continuación. (Ver cuadro 48).

Cuadro 48. Sistema de almacenamiento – municipio de Sapuyes

Variables		Numero 1	Numero 2	Registro Fotográfico
Almacenamiento				
Estado:		Bueno	Regular	 <i>Tanque de Almacenamiento Número 1</i>
Dimensiones del Tanque	Ancho (m):	7,75	5,05	
	Largo (m):	6,20	5,08	
	Altura Total (m):	3,40	2,40	
	Altura Útil (m):	2,00	1,80	
Diámetros de Tubería PVC	Entrada (pulg):	3,00	3,00	 <i>Tanque de Almacenamiento Número 2</i>
	Salida red de distribución (pulg):	6,00	2,00	
	Rebose:	8,00	3,00	
Capacidad Almacenamiento (m ³):		96	46	
Zona de Servicio:		Casco urbano y algunas veredas cercanas al casco urbano	Partes altas casco urbano, además, las veredas Chunchala y Cuaris	
Observaciones:		Estructura en buen estado, necesita impermeabilización y un medidor de niveles de agua.	No se encuentra en muy buen estado, el mantenimiento es escaso a esta unidad.	

Caudales y volúmenes distribuidos. Ya que no se cuenta con macro medición no se tienen caudales de consumo ni volúmenes de distribución.

2.2.4.13 Sistema de distribución de agua. No se cuenta con información técnica, referente a memorias de diseño y planos del sistema de distribución que permita determinar de manera específica las características del mismo, por lo tanto, la información que a continuación se consigna fue lo que se logró recolectar con la ayuda del personal de la Asociación Administradora de Servicios Públicos de Sapuyes AADES E.S.P.

Redes de distribución. La red de distribución de la cabecera municipal, es en su mayoría en tubería de PVC, instalada en el mes de diciembre de 2007, con el fin de brindar a los usuarios una mejor prestación en el servicio de acueducto. La longitud aproximada de la red es de 14,5 km, el diámetro predominante es de 3 pulgadas.

Catastro de redes. Actualmente no se cuenta con un catastro de redes, y de acuerdo al Plan de Uso Eficiente y Ahorro del agua realizó un cuadro resumen de los diámetros, material y longitud de esta, como se muestra a continuación.

Cuadro 49. Longitud de la red por diámetro y material

Diámetro	Material	Longitud (m)
6"	AC	263.1
4"	PVC	353.15
3"	PVC	100.2
3"	AC	110.77
2 ½"	PVC	2000
2"	PVC	1300
2"	AC	155
1"	PVC	250
¾"	PVC	2400
½"	PVC	3100
1 ½"	PVC	500
1"	PVC	890
1"	Polietileno	700
Totales	PVC	10644
	AC	502
	HG	250
	Polietileno	700

2.2.4.14 Puntos de toma de muestra. El municipio de Sapuyes tiene instalado cuatro (4) puntos de muestreo en la red de distribución, ubicados de la siguiente manera.

- ✓ Punto de muestreo ubicado en el barrio el Porvenir a la salida del tanque Numero 2.
- ✓ Punto de muestreo ubicado en la Alcaldía Municipal.
- ✓ Punto de muestreo ubicado en el barrio el Calvario.
- ✓ Punto de muestreo ubicado en el barrio La Merced.
- ✓ En los puntos de muestreo anteriormente descritos, se realizó una prueba de cloro residual, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 50. Cloro residual puntos de muestreo en la red de distribución

Punto de muestreo	Cloro Residual (mg de Cl₂/L)
1	0,5
3	0,2
4	0,3

De acuerdo a la Resolución 2115 del 2007 el cloro residual libre en la red de distribución debe estar entre 0,3 y 2 mg de Cl₂/l, por lo tanto, se evidencia que no existe un buen proceso de desinfección, que garantice los valores exigidos por norma.

2.2.4.15 Control de calidad de agua de consumo en la red. Con base en lo establecido en la resolución 2115 de 2007 por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano, se presenta el análisis de los procesos básicos de control tanto por el prestador como por la autoridad sanitaria.

Reportes de calidad de agua del prestador. La Asociación Administradora de Servicios Públicos de Sapuyes AADES E.S.P no realiza caracterizaciones Fisicoquímicas y Microbiológicas del agua para consumo, desatendiendo lo establecido en la Resolución 2115 del 2007, artículos 21 y 22, donde se especifica que la empresa prestadora debe realizar los procesos básicos de control de calidad del agua para consumo humano, con una frecuencia y número de muestras de control de la calidad física, química y microbiológica como mínimo una muestra al mes.

Reportes de calidad de agua del IDSN. Los registros históricos de los análisis de calidad de agua realizados por el Instituto Departamental de Salud de Nariño (IDSN), entidad que ejerce vigilancia y control a la calidad de agua para consumo humano, y que son objeto de evaluación, corresponden a los resultados obtenidos para los años 2010 y 2011.

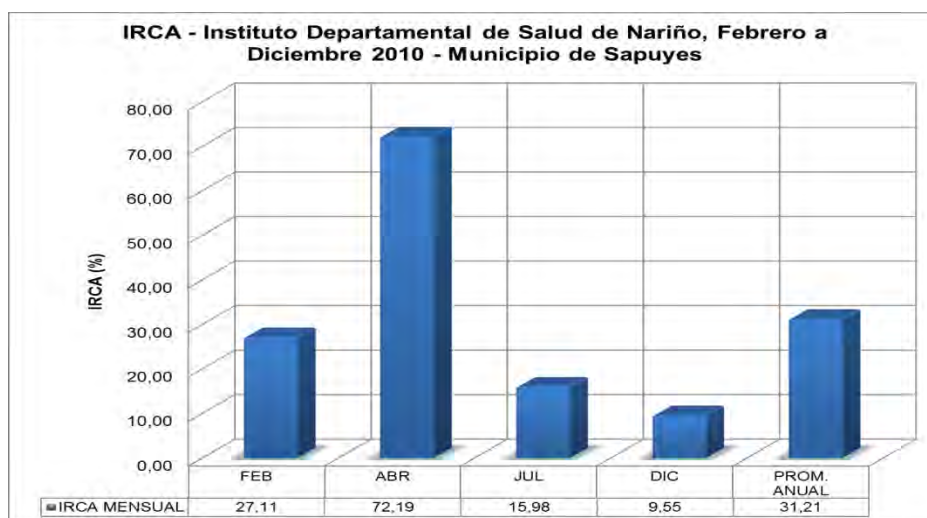
El IDSN realiza análisis para el control de calidad del agua para consumo humano de forma bimestral según la resolución 2115 de 2007.

Índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano – IRCA

Por parte del Instituto Departamental de Salud de Nariño (IDSN) se cuenta con los informes de análisis de calidad de agua para consumo humano reportados para los años 2010 y 2011.

Para el año 2010, el IRCA promedio anual calculado es de 31,21% con un nivel de riesgo Medio, lo que indica que el agua no es apta para consumo humano, se requiere gestión directa por parte de la empresa prestadora del servicio. En la figura que se presenta a continuación se muestra los IRCA promedio de los meses de febrero a diciembre del 2010.

Cuadro 51. Reporte IRCA, por parte del instituto departamental de salud de Nariño, año 2010 – municipio de Sapuyes

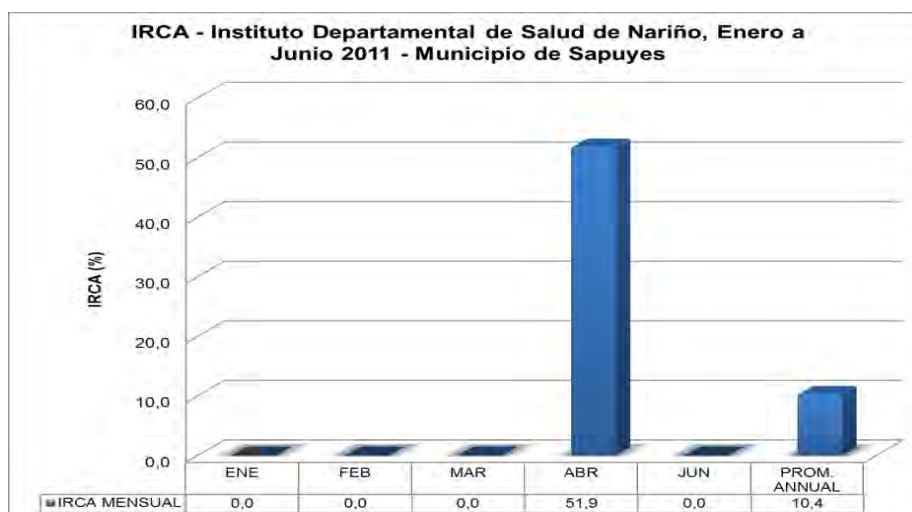


A continuación se describen mes a mes los resultados del IRCA, correspondientes al año 2010:

- ✓ En el mes de febrero, se registran el reporte del análisis de dos muestras de agua, en ambas el parámetro que no cumple es cloro residual libre y en una de ellas se tiene un IRCA de 36,1% con un nivel de riesgo alto y no conformidad e incumplimiento en el parámetro de coliformes totales.
- ✓ Para el mes de abril las dos muestras analizadas se tiene un IRCA de 72,2% con un nivel de riesgo alto y no conformidad en los parámetros de color aparente, cloro residual libre, coliformes totales, E coli. De considerar que estas muestras son representativas de la calidad de agua que se suministra en todo el tiempo, el prestador no está suministrando un agua apta para consumo humano.
- ✓ El IRCA para el mes de julio de las dos muestras analizadas tienen valores de 24,9% y 7,1% con niveles de riesgo medio y bajo respectivamente, siendo los parámetros que no se cumplen color aparente y coliformes totales.
- ✓ En diciembre el IRCA de una de las dos muestras analizadas es de 19,1% con un nivel de riesgo medio, siendo el parámetro que no cumple coliformes totales.

En la figura siguiente, se observa el comportamiento del Índice de Riesgo en la calidad de Agua para consumo Humano durante el año 2011.

Cuadro 52. Reportes IRCA según el IDSN, Año 2011 – municipio de Sapuyes



Como se puede observar de la figura anterior para los meses de enero, febrero, marzo y junio el IRCA reportado es de 0,00% lo que indica un nivel sin riesgo en la calidad del agua, para el mes de abril el nivel de riesgo es alto y los parámetros y no conformidad y cumplimiento en los parámetros de Coliformes Totales y E – Coli.

Así como en el año 2010 se reportó que varias muestras de análisis de agua no cumplen en parámetros de cloro residual libre, color aparente, coliformes totales y e-coli, al 2011 estos dos últimos parámetros no están dentro de los límites establecidos en la resolución 2115 del 2007, lo que implica que no se debe suspender el sistema de desinfección, revisar la red distribución y la dosificación de cloro.

2.2.4.16 Conexiones domiciliarias. Las conexiones domiciliarias se componen de collares de derivación o galápago, registro de incorporación, acople, tubería domiciliar de Ø=1/2”, y acople con unión. No se cuenta con información de válvulas de corte que permitan suspender el suministro de agua en caso de daños en el interior de las viviendas, tampoco de las cajas de andén. Existen conexiones no autorizadas o erradas en las cuales no se utilizan los elementos básicos necesarios de instalación, generando pérdidas del fluido.

2.2.4.17 Planos de los componentes del sistema de acueducto. La Asociación Administradora de Servicios Públicos de Sapuyes no ha realizado un levantamiento actual de la red de distribución, por lo tanto, no se puede inferir en cuanto al estado, diámetro, longitud y material de la tubería instalada.

2.2.4.18 Aspectos de operación y mantenimiento del sistema de acueducto

En los siguientes numerales se especifica sobre cada uno de los manuales con los que cuenta La Asociación Administradora de Servicios Públicos de Sapuyes, como Planes de Contingencia, Manuales de Operación y Mantenimiento de cada uno de sus componentes y El Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua PUEAA.

Manual de operación. No se cuenta con manual de operación, el cual permita conocer la forma en que debe operarse cada uno de los sistemas que compone el acueducto tales como infraestructura, accesorios y equipos mecánicos, eléctricos, electromecánicos y neumáticos en que caso que existan, tampoco se cuenta con procedimientos de operación para dosificación de químicos, mediciones de caudales, análisis de laboratorio y control de calidad de agua en todo proceso productivo.

Planes operativos y de contingencia. La Asociación Administradora de Servicios Públicos de Sapuyes, tiene un Plan de Contingencia del acueducto urbano elaborado en el año 2011.

2.2.5 Diagnóstico técnico del alcantarillado urbano

2.2.5.1 Aspectos técnicos del alcantarillado existente. Para la descripción del sistema de alcantarillado se obtuvo a partir de los datos consignados en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV realizado en el año 2008, además, se cuenta con el proyecto “Diseño Alcantarillado Sapuyes” del año 2009. En estos documentos, se describe cada uno de los componentes del sistema, la caracterización de puntos de vertimiento y demás información inherente al sistema.

De acuerdo al proyecto “Diseño Alcantarillado Sanitario - Año 2009” existe un total del 98,7% de viviendas que canalizan sus aguas negras utilizando diferentes métodos, se estima que el 82,5% utiliza el servicio de alcantarillado tradicional y 12,6% restante han dado solución a través de letrinas y pozos séptico y el 3,6% de las viviendas no cuenta con ningún sistema de aguas servidas. La red de recolección y transporte de aguas residuales, tiene una longitud de 6.027,14 metros lineales.

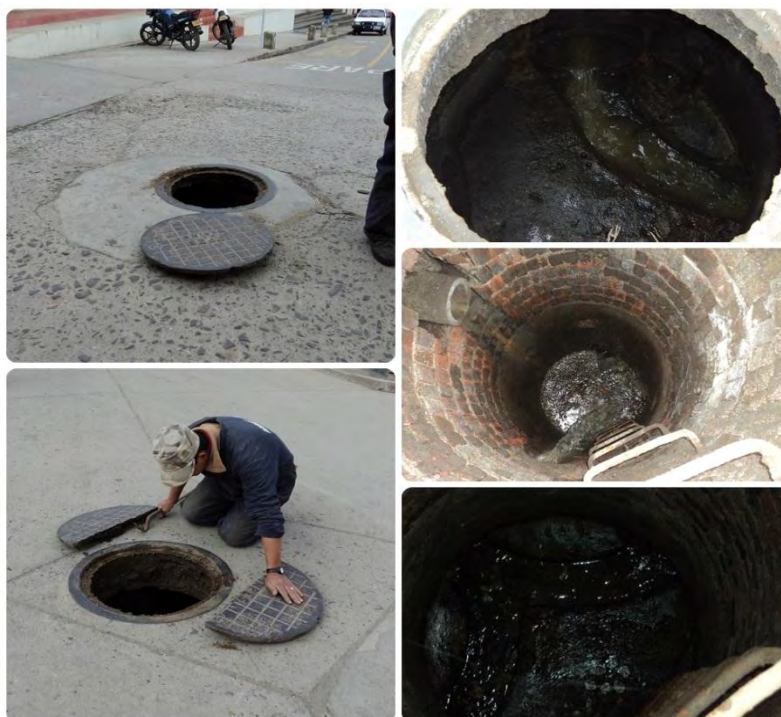
2.2.5.2 Componentes del sistema. El Alcantarillado de la cabecera municipal es de tipo combinado, se compone de dos redes principales y con dos descoles finales.

La red de alcantarillado del casco urbano está compuesta por:

- ✓ Pozos de inspección
- ✓ Sumideros
- ✓ Tubería de recolección
- ✓ Conexión Domiciliaria
- ✓ Se describe cada uno de estas estructuras a continuación.

Pozos o cámaras de inspección. El sistema cuenta con 90 pozos de inspección, de sección circular, con diámetro promedio de 1,2 m, se encuentran en buen estado, las estructuras están construidas en mampostería y concreto, ubicadas a diferentes distancias en las vías vehiculares, algunos se encuentran en buen estado otros están mal estado con tapas que están deterioradas. (Ver figura 11).

Figura 11. Pozos de inspección sistema de alcantarillado – municipio de Sapuyes



Sumideros. No se cuenta con el total de sumideros instalados en el casco urbano, en su mayoría son de tipo cuneta y de rejilla, ubicados en las esquinas y mediante tubería se conectan a los pozos de inspección, donde se descarga la escorrentía que se presenta en las vías públicas por efecto de las lluvias, están en regular estado. (Ver figura 12).

Figura 12. Sumideros del sistema de alcantarillado – municipio de Sapuyes



Tubería de recolección. La red de alcantarillado está construida en su gran mayoría por tubería en concreto de 8", 10", 12", 14" y 16" que fueron instaladas hace más de 40 años y para un periodo de servicio de 20 años, la vida útil de trabajo de la misma ha sido superada considerablemente.

La red de distribución, se encuentra separada por dos redes de recolección de aguas lluvias y sanitarias, que a su vez llegan a dos emisarios finales sobre la Quebrada el Chilco, estas redes tienen diferentes áreas de drenaje y cobertura, en el Anexo I se presentan las principales características de cada una de las redes.

Conexiones domiciliarias. En la mayoría de viviendas urbanas la conexión a la red de alcantarillado se hace por medio de una caja de inspección encargada de recoger las aguas residuales, lluvias o combinadas provenientes del inmueble, y por medio de la tubería de transporte lleva el agua recolectada hacia tramos secundarios o primarios de la red de alcantarillado.

2.2.5.3 Delimitación del perímetro sanitario. De acuerdo al proyecto "Diseño Alcantarillado Sanitario – Sapuyes" del año 2009 define que la cabecera municipal de Sapuyes ocupa una superficie de 35,68 has. Cuenta con un área de 6,59 has de espacio construido y 21 has de espacio no construido, siendo aptos para el desarrollo urbanístico del municipio y 8,09 has para el desarrollo ambiental y espacio público del mismo.

Se han establecido asociaciones de vivienda como la de Porvenir II Etapa (20 Familias) y la urbanización Villas de San Pedro fuera del perímetro urbano preestablecido, que dará solución de vivienda 84 familias, obligando a crear una zona de expansión en estos sectores con un área de 7,48 has.

2.2.5.4 Puntos de vertimiento. El casco urbano del municipio de Sapuyes, cuenta actualmente con dos descargas, cuya única fuente receptora es la quebrada el Chilco, la cual aguas abajo se une con el río Sapuyes.

Colector El Chilco. Tiene una población aferente de 366 habitantes y 82 viviendas beneficiadas, el diámetro final del emisor es de 8 pulgadas en concreto, el caudal promedio de este emisor es de 4,8 l/s.

Colector El Socavón. Tiene una población aferente de 1.375 habitantes y 308 viviendas beneficiadas, el diámetro final del emisor es de 8 pulgadas en concreto. El caudal promedio de este emisor es de 6,25 l/s.

Cuadro 53. Características de los puntos de vertimiento del Casco Urbano Sapuyes

Red No.	Población Aferente (Hab)	Diámetro del emisor (pulg)	Material	Altura (m.s.n.m)	Latitud Norte (m)	Latitud Oeste (m)
1	1.375	8	Concreto	2.975	606.519	939.092
2	366	8	Concreto	2.954	606.768	939.112

Fuente: Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV 2008

Figura 13. Puntos de vertimiento sistema de alcantarillado – municipio de Sapuyes



2.2.5.5 Sistema de tratamiento de aguas residuales. No se cuenta con Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, se tiene proyectada su construcción a futuro según el PSMV 2008.

2.2.5.6 Aspectos de operación y mantenimiento. No se realiza mantenimiento a las redes de alcantarillado, el mantenimiento se limita a evitar taponamientos en la red en la época de invierno.

2.2.5.7 Planos del sistema de alcantarillado. Se cuenta con planos del sistema de alcantarillado actual y el proyectado a futuro a construirse, se detalla en el Anexo K un esquema general de las redes de alcantarillado del casco urbano de Sapuyes.

2.2.6 Diagnóstico técnico del servicio de aseo urbano. De igual manera que en los servicios de Acueducto y Alcantarillado, el servicio de Aseo en el casco urbano del municipio de Sapuyes, es prestado por La Asociación Administradora de Servicios Públicos de Sapuyes AADES E.S.P.

Se presenta a continuación la información diagnóstica del servicio de aseo, con base en la información suministrada por los funcionarios de la AADES E.S.P. y la consignada en el Plan de Gestión de Residuos Sólidos – PGIRS.

2.2.6.1 Caracterización y producción de residuos sólidos. AADES E.S.P, presta el servicio de recolección de residuos sólidos a un total de 419 suscriptores con una cobertura del 82%.

Según el estudio de Caracterización Ambiental de Nariño, CORPONARIÑO – Julio 2010, la cantidad de residuos sólidos generados en el municipio de Sapuyes es de 36 ton/mes de los cuales todos van a disposición final al relleno sanitario de Antanas.

2.2.6.2 Rutas y frecuencia de recolección. De acuerdo al Plan de Gestión de Residuos Sólidos – PGIRS 2005, en el casco urbano del municipio de Sapuyes son recolectados una vez por semana los días lunes para lo cual se dispone de dos volquetas de 8 toneladas, se cuenta con tres rutas de recolección.

2.2.6.3 Barrido de vías y limpieza de áreas públicas. El casco urbano de Sapuyes es relativamente limpio por lo que la frecuencia del barrido se puede hacer una vez al día en las zonas de mayor confluencia poblacional, como el parque central y la alcaldía municipal.

2.2.6.4 Recolección, transporte y disposición de residuos sólidos. La recolección de los residuos sólidos del municipio se realiza en dos volquetas con una capacidad de 8 toneladas, la cual es propiedad de la alcaldía municipal quien es también la encargada de los costos de transporte, combustible y mantenimiento de estas volquetas.

Actualmente los residuos sólidos generados en el municipio se disponen en el Relleno Sanitario Antanas, ubicado en el municipio de Pasto a una distancia de 80 km desde el casco urbano.

El relleno sanitario Antanas cuenta con Licencia Ambiental otorgada mediante resolución 140 del 24 de abril de 2002 por parte de CORPONARIÑO.

2.2.6.5 Relleno sanitario. El municipio de Sapuyes no cuenta con relleno sanitario, dispone los residuos sólidos en el Relleno Sanitario de Antanas de la ciudad de Pasto.

2.2.6.6 Aprovechamiento de residuos sólidos. Actualmente no se realiza aprovechamiento de los residuos sólidos.

2.2.6.7 Residuos sólidos peligrosos

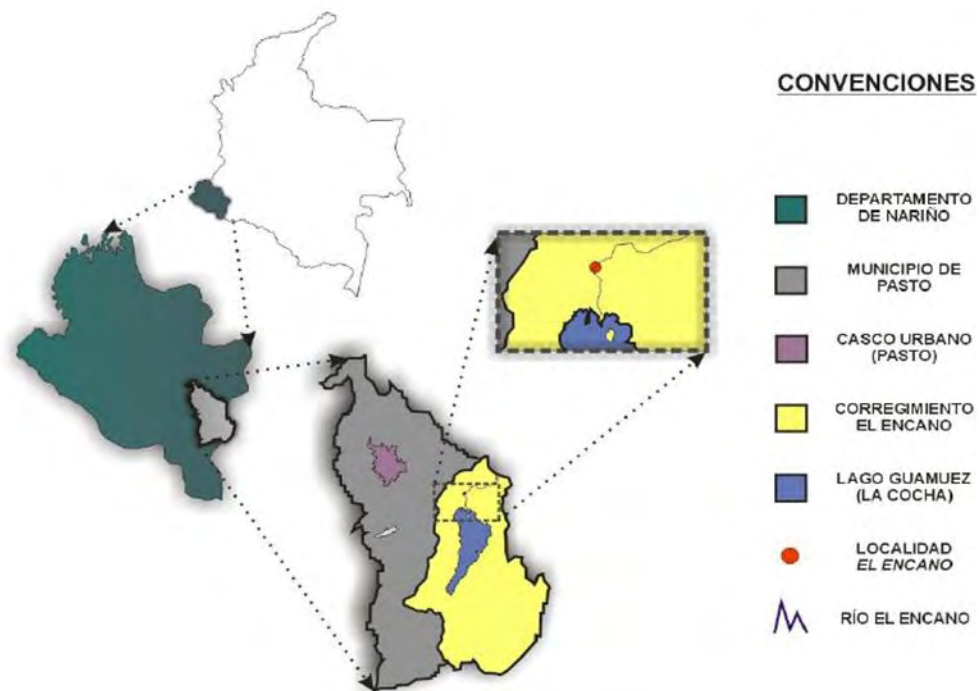
La empresa SALVI Ltda., es la encargada de la recolección de los residuos de desechos especiales y peligrosos, realiza el manejo de los residuos sólidos generados en las instituciones hospitalarias.

2.3 APOYO TÉCNICO A LA REALIZACIÓN DEL DIAGNOSTICO TÉCNICO OPERATIVO DEL CORREGIMIENTO DEL ENCANO

2.3.1 Generalidades del Corregimiento del Encano

2.3.1.1 Ubicación y localización. El Encano se encuentra ubicado a 23 kilómetros del municipio de Pasto, a una altitud entre los 2.800 y 2.900 msnm y una temperatura que oscila entre los 6 y 13° C. En el corregimiento del Encano se encuentra la cuenca alta del río Guamués, cuyo accidente geográfico más conocido es la Laguna de La Cocha. (Ver figura 14).

Figura 14. Localización Corregimiento El Encano



2.3.2 Dinámica demográfica y tendencias:

2.3.2.1 Evolución demográfica. Para el análisis del comportamiento poblacional del corregimiento, se parte de la información reportada de los censos históricos realizados por el DANE para los años 1985, 1993 y 2005 como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 54. Censo General DANE años 1985, 1993 y 2005 – Corregimiento El Encano

Año	Población
1985	600
1993	700
2005	773

2.3.2.2 Tasa de crecimiento poblacional. Para el análisis del comportamiento de las tasas de crecimiento, se tienen en cuenta los censos históricos del DANE para los años 1985, 1993 y 2005, datos por los cuales se calcularon las ratas de crecimiento, obteniéndose así valores promedio por el método geométrico y exponencial de 1,34% y 1,35% respectivamente (ver Cuadro 53).

Sin embargo, la rata que se ajusta para el cálculo de la población para el corregimiento del Encano es la de 1,2% establecida por el DANE para el departamento de Nariño según los estudios Post censales “Proyecciones Nacionales y Departamentales de Población (2005 – 2020)” realizado en el año 2010. (Ver cuadro 55).

Cuadro 55. Calculo rata de crecimiento poblacional – corregimiento El Encano

CENSO DANE		RATAS DE CRECIMIENTO	
AÑO	POBLACIÓN	RATA DE CRECIMIENTO EXPONENCIAL	RATA DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICA
1985	600	1,93%	1,95%
1993	700	0,83%	0,83%
2005	773	1,27%	1,27%
PROMEDIO		1,34%	1,35%

2.3.2.3 Proyecciones de la población. Teniendo en cuenta la rata de crecimiento de 1,2% se calculó la población con cada uno de los métodos exigidos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS, 2000) consagrados en la Tabla B.2.1. El cálculo de la proyección de población se lo realizó con el método geométrico, siendo este el que más se ajustó.

Cuadro 56. Proyecciones de población – corregimiento El Encano

Año	2005	2011	2016	2021	2026	2035	2036
Población (hab)	811	830	881	936	993	1.106	1.119

2.3.2.4 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 del corregimiento al final del horizonte del proyecto (año 2036) de 1.119 habitantes, se determinó un nivel de complejidad Bajo.

2.3.3 Indicadores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Para el análisis de los indicadores de los servicios públicos se partió de la información suministrada por Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado del Corregimiento del Encano, correspondiente al año 2011. Se utilizaron también los registros reportados por el DANE – Censo 2005 y de acuerdo a las evaluaciones realizadas por el equipo técnico del consorcio TZ – SANEAR, con base a lo establecido en el RAS – 2000.

2.3.3.1 Suscriptores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Como no se ha conformado una empresa que administre los servicios de acueducto y alcantarillado, en la actualidad la Junta Administradora no cuenta con registro del número de usuarios, por ende no existe esta información.

De acuerdo al proyecto “Construcción Planta de Tratamiento de Aguas residuales Domesticas del Encano, municipio de Pasto” se tienen las siguientes coberturas: Acueducto aproximadamente del 97%, Alcantarillado del orden del 70% y Aseo del 100%.

2.3.3.2 Producción, facturación y pérdidas en el acueducto. En el corregimiento del Encano no se cuenta con estructuras hidráulicas para medición de volúmenes de agua producida, de igual manera no se tienen instalados sistemas de macro medición y micro medición; con el fin de llevar registros de agua suministrada y facturada, y determinar las pérdidas técnicas en el sistema o índice de agua no contabilizada.

Para determinar el caudal que abastece el sistema de acueducto, se realizó el aforo volumétrico en el sistema de captación específicamente en la caja de recolección de la bocatoma de fondo. Para ello, se tomaron registros de tiempo de llenado para una sección que tiene por dimensiones de 0,8 m de largo x 0,6 m de ancho y una altura de 0,15 m, con un volumen total de llenado de 72 Litros.

Los datos de tiempo de llenado y de caudal se registran en el siguiente cuadro.

Cuadro 57. Aforo de caudal caja bocatoma – corregimiento El Encano

Tiempo (s)	Caudal (L/s)
6,14	11,65
6,53	10,96
6,23	11,48
6,36	11,25
5,65	12,66
5,50	13,01
5,23	13,68
5,66	12,64
5,78	12,38
5,66	12,64
Promedio	12,24

De acuerdo al caudal promedio de **12,24 l/s** se determina la producción diaria, semanal, mensual y anual del volumen de agua, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 58. Volumen de producción de agua – corregimiento El Encano

Producción de Agua (m³)			
Diaria	Semanal	Mensual	Anual
1.058	7.403	31.726	386.001

De acuerdo a lo establecido por la Junta Administradora se tiene 24 horas por servicio de agua, en este contexto, la cantidad de agua producida para satisfacer las necesidades básicas por habitante, incluyendo pérdidas, es:

$$\frac{\text{Producción}}{\text{Población Atendida}} = \frac{1.057.536 \frac{L}{\text{día}}}{805 \text{ Hab}} = 1313 \text{ L/Hab. Día}$$

Se procede a la determinación de la dotación neta máxima, según lo establecido en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000.

Población Atendida Actual servicio de Acueducto (2011)	805 hab
Nivel de Complejidad del Sistema: (RAS – Título A Literal A.3.1)	Bajo
Dotación Neta Máxima: (Art 1 – Res. 2320/2009)	90

Con base a lo anterior, se determina el porcentaje de pérdidas considerando las variables de la dotación real y la dotación neta máxima según norma, obteniéndose un índice de agua no contabilizada.

$$\text{Porcentaje de pérdidas (\%)} = \frac{1313 - 90}{1313} = 93,15 \%$$

De acuerdo a la anterior se concluye que las pérdidas obtenidas del 93,15% son supremamente altas con relación al porcentaje de pérdidas que la norma admite del 25%, condición que obliga a formular e implementar en corto plazo un programa de reducción de pérdidas, que permitirá mejorar el suministro y ejercer una menor presión hacia las fuentes abastecedoras.

Cabe anotar que este porcentaje de pérdidas se debe a que existen tramos de la red de distribución que utilizan tuberías de mangueras conectadas a la red matriz por medio de una conexión artesanal, permitiendo así que se den fugas continuas de agua.

2.3.3.3 Dotación de agua del servicio de acueducto. De acuerdo a la resolución número 2320 del 27 de noviembre de 2009 por el cual se modifica parcialmente la resolución número 1096 de 2000 que adopta el RAS, se establece que la dotación neta máxima para el corregimiento del Encano para un nivel de complejidad bajo lo siguiente.

$$\text{Dotación Neta} = 90 \text{ l/hab-día}$$

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

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

Con un porcentaje de pérdidas estimado del 25% ya que el porcentaje de pérdidas técnicas para determinar la dotación bruta no debe ser superior al porcentaje de pérdidas establecido en la resolución 2320 de 2009. Para su determinación se realiza mediante la siguiente ecuación.

$$d_{bruta} = \frac{90 \text{ l/(hab.día)}}{1 - 0,25} = 120 \text{ l/(hab.día)}$$

$$\text{Dotación Bruta} = 120 \text{ L/ (hab.día)}$$

2.3.3.4 Dotaciones y pérdidas del acueducto. Las dotaciones y pérdidas técnicas adoptadas con anterioridad se realizaron de acuerdo a lo establecido en el RAS – 2000, teniendo para el año base (2011) un porcentaje de pérdidas del 93,1 %, dotación neta: 90 l/hab.día y dotación bruta real de: 1313 l/hab.día.

En el cuadro 59 se resume las dotaciones y pérdidas del acueducto, proyectadas a partir del año base hasta el periodo de diseño, y esperando que para el año 2012 se implemente un programa de reducción y control de pérdidas para así reducir estas a las máximas admisibles de la resolución 2320 del 2009 del orden del 25%.

Cuadro 59. Dotaciones y pérdidas técnicas del acueducto – corregimiento El Encano

Parámetro	AÑO							
	2011	2012	2013	2016	2021	2026	2035	2036
Dotación Neta (L/hab-d)	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
Dotación Bruta (L/hab-d)	1312,99	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Pérdidas Técnicas (%)	93,1%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%

2.3.3.5 Factores de consumo máximo en el acueducto. Debido a que el Corregimiento del Encano no cuenta con macromedición ni con micromedición, la Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado no lleva registros diarios, ni horarios de los consumos de la red de distribución, por lo tanto, no se tienen datos reales para calcular los factores de consumo máximo diario (K1) y máximo horario (K2).

Los valores del factor de consumo Máximo Diario (K1) y factor de Consumo máximo horario (K2) se adoptó teniendo en cuenta lo exigido por el RAS, 2000 (Título B, Tabla B.2.5) y de acuerdo al nivel de complejidad.

Cuadro 60. Factores de consumo máximo en el acueducto – Corregimiento El Encano

Nivel de Complejidad	K1	K2
BAJO	1,30	1,60

2.3.3.6 Proyecciones de población y demandas máximas de agua potable. De acuerdo a las proyecciones de población realizadas para el Corregimiento del Encano... ver numeral 2.3.2.3..., A continuación se presenta un modelo de cálculo para la determinación de las demandas Media, Máxima y Horaria para el año 2011.

✓ Caudal medio diario (Qmd): $Qmd = \frac{p \cdot d_{bruta}}{86.400}$

Caudal medio diario (Qmd): 12,24 L/s

✓ Caudal Máximo Diario (QMD): $QMD = Qmd \times K_1$

Caudal máximo diario (QMD): 15,91 L/s

- ✓ Caudal Máximo Horario (QMH): $QMH = QMD \times K_2$

Caudal máximo horario (QMH): 25,46 L/s

2.3.3.7 Resumen de indicadores de los servicios de acueducto y alcantarillado. Se hace un resumen de la población proyectada, demandas de agua, dotaciones, suscriptores, porcentajes de cobertura y otros indicadores que se adoptaron para el diagnóstico técnico operativo del Corregimiento El Encano como se indica en el siguiente cuadro.

Cuadro 61. Indicadores actuales y proyectados de los servicios de acueducto y alcantarillado – Corregimiento El Encano

ÍTEM	INDICADOR	BASE	AÑOS PROYECTADOS						
		2011	2012	2013	2016	2021	2026	2035	2036
1	Población Total Proyectada (hab)	830	840	850	881	936	993	1.106	1.119
2	Cobertura acueducto (%)	97	100	100	100	100	100	100	100
3	Población Atendida acueducto (hab)	805	840	850	881	936	993	1.106	1.119
4	Continuidad del Servicio (horas)	24	24	24	24	24	24	24	24
5	Capacidad utilizada (L/s)	15,91	1,52	1,54	1,59	1,69	1,79	2,00	2,02
6	Dotación Neta (L/hab.día)	90	90	90	90	90	90	90	90
7	Porcentaje de Perdidas (%)	93,15	25	25	25	25	25	25	25
8	Dotación Bruta (L/hab.día)	1312,99	120	120	120	120	120	120	120
9	Factor Consumo Máximo Diario (k1)	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
10	Factor Consumo Máximo Horario (k2)	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
11	Caudal Medio Diario (L/s)	12,24	1,17	1,18	1,22	1,30	1,38	1,54	1,55
12	Caudal Máximo Diario (L/s)	15,91	1,52	1,54	1,59	1,69	1,79	2,00	2,02
13	Caudal Máximo Horario (L/s)	25,46	2,43	2,46	2,55	2,70	2,87	3,19	3,23
14	Micromedidores Instalados (No.)	0	201	204	211	224	238	265	268
15	Cobertura de Micromedición (No.)	0	100	100	100	100	100	100	100
16	Suscriptores Alcantarillado (No.)	139	201	204	211	224	238	265	268
17	Cobertura Alcantarillado (%)	70	100	100	100	100	100	100	100
18	Calidad del Agua (% IRCA)	N.D.	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
19	Almacenamiento (m ³)	458	44	44	46	49	52	57	58

2.3.4 Diagnóstico técnico acueducto. La fuente de abastecimiento del corregimiento de El Encano, es la denominada la Torcaza, el sistema de acueducto está constituido por los siguientes componentes:

- ✓ Un sistema de captación para la fuente de abastecimiento
- ✓ Una línea de aducción tipo cerrada
- ✓ Un desarenador convencional
- ✓ Una línea de conducción tipo cerrada
- ✓ Un tanque de almacenamiento
- ✓ Redes de distribución

✓ Conexiones domiciliarias

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

2.3.4.1 Fuentes de abastecimiento actual. Para el abastecimiento del sistema de acueducto, se cuenta con una sola fuente de abastecimiento denominada la Torcaza, la cual pertenece a la Cuenca Alta del Río Guamez, no se cuentan con registros de caudales de esta fuente ni se han realizado aforos durante los últimos meses. (Ver cuadro 62).

Cuadro 62. Fuente de abastecimiento- Corregimiento El Encano

Nombre de la Fuente	LA TORCAZA	Registro Fotográfico
Caudal Concesionado (L/s)	8,00	
Resolución de la Concesión	Resolución 208	
Vigencia Concesión	10 años a partir del 2005	
Observaciones	La zona donde pasa la quebrada la torcaza se encuentra debidamente cercada y aislada mediante la colocación de alambre de púas y postes en madera que impiden el paso del ganado vacuno, además, la zona cuenta con reforestación.	

2.3.4.2 Estructuras de captación. En el Corregimiento El Encano se cuenta con una estructura de captación que está en buen estado, el chequeo hidráulico se hizo igual que los anteriores municipios, en el

2.3.4.3 Anexo **A** se presenta dimensiones y chequeo hidráulico realizado.

Cuadro 63. Sistema de captación de La Torcaza – corregimiento El Encano

BOCATOMA LA TORCAZA	
Tipo / Estado	Captación de Fondo / Buena
Capacidad Instalada	Caudal de captación=Qc= 13,85 L/s
Observaciones: El mantenimiento en época de verano se realiza cada mes, y en época de invierno cada 15 días o en ocasiones a diario. La zona se encuentra reforestada, aunque, no se ha implementando en la actualidad estos programas.	
Registro Fotográfico:	
	

2.3.4.4 Línea de aducción. Desde la cajilla de derivación parte una tubería en PVC de 4" que recorre una distancia aproximada de 80 m hasta llegar al desarenador del sistema.

Todo el tramo se encuentra enterrado y no cuenta con ningún tipo de accesorios como purgas y ventosas.

2.3.4.5 Desarenador. El sistema de acueducto del corregimiento de El Encano, cuenta con una estructura de desarenado de tipo convencional, construido en mampostería estructural, conformado por una cámara de válvulas, zona de entrada, zona de sedimentación y zona de salida. (Ver cuadro 64).

Cuadro 64. Desarenador – corregimiento El Encano

VARIABLE		LA TORCAZA	REGISTRO FOTOGRAFICO	
DESARENADOR				
Estado		Regular		
Tubería	Entrada (Pulg) / Material	4" / PVC		
	Salida (Pulg) / Material			
	Rebose (pulg) / Material			
Largo Útil (m)		7,05		
Ancho útil (m)		1,31		
Altura Útil (m)		2		
Espesor de muros (m)		0,26		
Área Útil (m²)		9,24		
Volumen Útil (m³)		18,47		
Caudal Captado Bocatoma (L/s)		12,24		
Capacidad Instalada (L/s)		17,11		
Observaciones: La estructura cuenta con sistema de rebose, y una válvula de compuerta para su lavado. De acuerdo a la información suministrada por los operarios que están a cargo de la operación del acueducto la limpieza de esta estructura se la hace cada 15 días dependiendo de la periodicidad de la lluvias o taponamientos que puedan ocurrir en el sistema, este desarenador se encuentra descubierto permitiendo el ingreso de cualquier contaminante al agua. No cuenta con bypass				

2.3.4.6 Líneas de conducción. De la estructura de desarenado parte una línea de conducción de agua cruda en tubería de PVC con diámetro de 4" RDE 32,5, diámetro que conserva hasta la llegada del Tanque de Almacenamiento, completando un recorrido total de 1,03 Km.

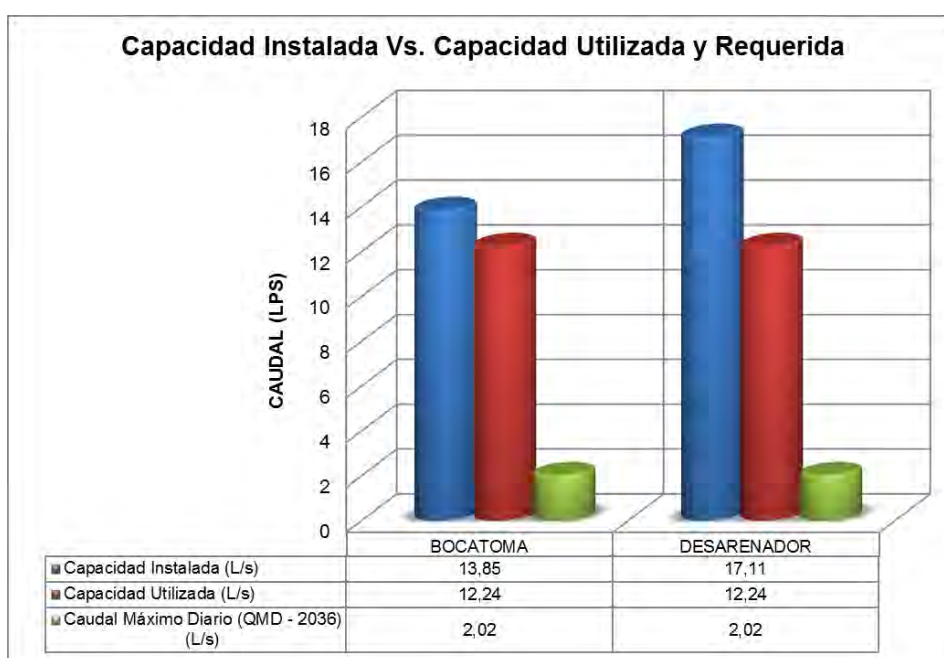
En toda la línea se encuentran instaladas 3 válvulas de ventosa y una válvula purga de 4" de diámetro las cuales se encuentran en operación.

2.3.4.7 Planta de tratamiento. Actualmente el sistema de acueducto del Corregimiento del Encano no cuenta con planta de tratamiento, tecnología que se debería implementar de acuerdo a lo que estipula el artículo A.11.2.2 del RAS 2000 sobre los procesos mínimos de tratamiento en función de la calidad de agua de la fuente.

2.3.4.8 Medición de caudales de entrada. Se realizaron aforos en la cajilla de recolección de la bocatoma La Torcaza obteniéndose un caudal promedio de 12,24 l/s, utilizado para la determinación de pérdidas, capacidad del sistema actual para la elaboración del diagnóstico del Corregimiento El Encano.

✓ **Análisis capacidad instalada vs. capacidad utilizada y demandada.** En la siguiente gráfica se ilustra la capacidad máxima de los componentes bocatoma y desarenador, siendo como unidad limitante el sistema de captación ya que tiene una capacidad hidráulica de 13,85 l/s, esto no presenta mayor problema ya que el caudal requerido para el periodo de diseño año 2036 es de 2,02 l/s.

Figura 15. Comparativo de la capacidad instalada por componente y la utilizada y requerida – corregimiento El Encano



2.3.4.9 Laboratorio de control de calidad. El sistema de acueducto no cuenta con un laboratorio para el control de la calidad del agua que se suministra a la población, de la misma forma no se dispone de equipos, materiales y/o reactivos que permitan determinar parámetros de calidad del agua.

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.

2.3.4.10 Almacenamiento. El Corregimiento del Encano cuenta con un tanque de almacenamiento semienterrado el cual tiene un volumen de 209 m³ de capacidad. De acuerdo a las proyecciones realizadas, la capacidad actual requerida para el sistema de acueducto es 458 m³ y la capacidad futura es de 58 m³, lo que indica que existe un sobredimensionamiento en la estructura actual. (Ver cuadro 65).

Cuadro 65. Sistema de almacenamiento – Corregimiento El Encano

Variables		Tanque El Encano	Registro Fotográfico
Almacenamiento			
Estado:		Bueno	
Dimensiones del Tanque	Ancho (m):	9,53	
	Largo (m):	9,53	
	Altura Total (m):	2,55	
	Altura Útil (m):	2,30	
Diámetros de Tubería PVC	Entrada (pulg):	4	
	Salida red de distribución (pulg):	3	
	Rebose:		
Capacidad Almacenamiento (m ³):		209	
Zona de Servicio:		Abastece a todo el Corregimiento	Observaciones: El tanque es semienterrado, construido en concreto reforzado, cuenta con bypass para cuando requiera hacer su lavado.

Caudales y volúmenes distribuidos. Ya que no se cuenta con macro medición no se tienen caudales de consumo ni volúmenes de distribución.

2.3.4.11 Sistema de distribución de agua. No se cuenta con información técnica, referente a memorias de diseño y planos del sistema de distribución que permita determinar de manera específica las características del mismo, por lo tanto, la información que a continuación se consigna fue lo que se logró recolectar con la ayuda del personal de la Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado El Encano.

Redes de distribución. La red de distribución de la cabecera del corregimiento se compone en su mayoría en tubería PVC de 3", salvo en algunos casos donde se encuentra tubería PVC de 2". Además existen tramos que transportan el agua hacia el Puerto y por la vía Putumayo en tubería tipo manguera en diámetros que van de 2" y 1 1/2".

No se cuentan con estudios sobre el estado actual de las redes, ni mucho menos planos para identificar y realizar un catastro de redes, planos de presiones, puntos muertos, punto de toma de muestras.

2.3.4.12 Control de calidad de agua de consumo en la red. Con base en lo establecido en la resolución 2115 de 2007 por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano, se presenta el análisis de los procesos básicos de control tanto por el prestador como por la autoridad sanitaria.

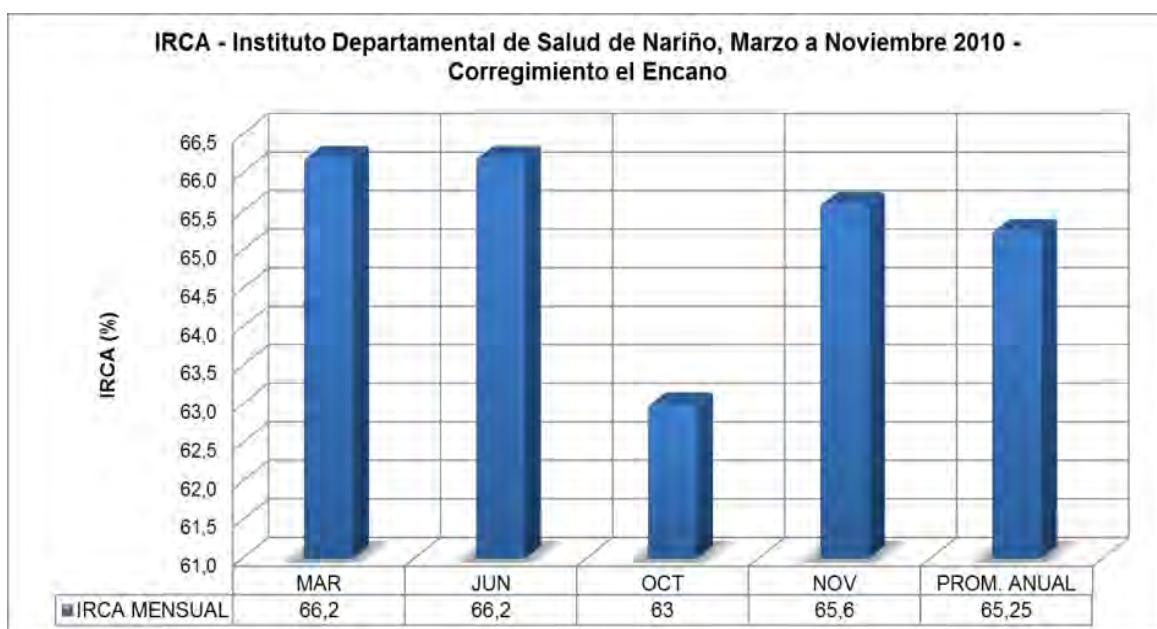
Reportes de calidad de agua del IDSN. Los registros históricos de los análisis de calidad de agua realizados por el Instituto Departamental de Salud de Nariño (IDSN), entidad que ejerce vigilancia y control a la calidad de agua para consumo humano, y que son objeto de evaluación, corresponden a los resultados obtenidos para los años 2010.

Índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano – IRCA

Por parte del Subsistema de Información para la Vigilancia de Calidad de Agua Potable – SIVICAP se tienen los resultados de los IRCAs mensuales reportados por el IDSN para el Corregimiento de El Encano, no se obtuvo los análisis de estas muestras de agua por lo tanto se reporta los resultados del 2010.

Para el 2010 se tiene los resultados de los meses de Marzo, Junio, Octubre y Noviembre obteniéndose un IRCA anual promedio de 65,25 % con un nivel de riesgo Alto, lo que indica que el agua no es apta para consumo humano, se requiere gestión directa por parte de la empresa prestadora del servicio. En la figura que se presenta a continuación se muestra los IRCA promedio de los meses de Marzo a Noviembre del 2010. (Ver cuadro 66).

Cuadro 66. Reporte IRCA, por parte del instituto departamental de salud de Nariño, año 2010 – Corregimiento de El Encano



De lo anterior se puede concluir que el nivel de riesgo se encuentra en Alto de acuerdo al IRCAs mensuales, se debe plantear de suma urgencia un análisis de aguas de la fuente La Torcaza para implementar un sistema de potabilización de agua.

2.3.4.13 Conexiones domiciliarias. Las conexiones domiciliarias se componen de collares de derivación o galápago, registro de incorporación, acople, tubería domiciliar de $\varnothing=1/2"$, y acople con unión. No se cuenta con información de válvulas de corte que permitan suspender el suministro de agua en caso de daños en el interior de las viviendas, tampoco de las cajas de andén. Existen conexiones no autorizadas o erradas en las cuales no se utilizan los elementos básicos necesarios de instalación, generando pérdidas del fluido.

2.3.4.14 Planos de los componentes del sistema de acueducto. La Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado El Encano, no cuenta con planos donde este un levantamiento actual de la red de distribución, por ende, no se cuenta con esta información.

2.3.5 Diagnostico técnico alcantarillado:

2.3.5.1 Aspectos técnicos del alcantarillado existente. Para la descripción del sistema de alcantarillado se obtuvo a partir de los datos consignados en el proyecto “Construcción Planta de Tratamiento de Aguas residuales Domesticas del Encano, municipio de Pasto” del año 2009. En este documento, se describe cada uno de los componentes del sistema, la caracterización de puntos de vertimiento y demás información inherente al sistema.

La cobertura del sistema de alcantarillado combinado es superior al 70% en el corregimiento, aunque no se tiene un dato exacto sobre esta cobertura.

2.3.5.2 Componentes del sistema. El Alcantarillado de la cabecera del corregimiento es de tipo combinado, se compone de dos redes principales y con un descole final.

La red de alcantarillado está compuesta por:

- ✓ Pozos de inspección
- ✓ Sumideros
- ✓ Tubería de recolección
- ✓ Conexión Domiciliaria

Pozos o cámaras de inspección. No se cuenta con el número exacto de pozos de inspección pero generalmente son de sección circular, con diámetro promedio de 1,2 m, se encuentran en buen estado, las estructuras están construidas en mampostería y concreto, ubicadas a diferentes distancias en las vías vehiculares. (Ver cuadro 67).

Cuadro 67. Pozos de inspección – Corregimiento El Encano



Sumideros. No se cuenta con el total de sumideros instalados en el corregimiento, en su mayoría son de rejilla, ubicados en las esquinas y mediante tubería se conectan a los pozos de inspección, donde se descarga la escorrentía que se presenta en las vías públicas por efecto de las lluvias. (Ver figura 16).

Figura 16. Sumidero del sistema de alcantarillado existente – corregimiento El Encano



Tubería de recolección. Por información de los operarios la mayoría de las tuberías son de diámetros de a 8" a 10" y su estado es de regular a malo, no se

cuenta con estudios ni con planos topográficos para determinar la longitud, diámetros de las redes del alcantarillado.

En el proyecto “Construcción Planta de Tratamiento de Aguas residuales Domesticas del Encano, municipio de Pasto” se tiene contemplado la construcción de 4.370,45 m de tubería en PVC sanitaria de los cuales 3.609,5 m tienen diámetro de 6” y 760,95 m tienen diámetro de 8”, con 86 puntos de inspección y mantenimiento, en una configuración de alcantarillado simplificado.

Conexiones domiciliarias. No se sabe con exactitud el tipo de conexión domiciliar del corregimiento del Encano, generalmente se utiliza una acometida que está compuesta por una 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.

2.3.5.3 Puntos de vertimiento. Se cuenta con un punto de vertimiento sobre el Rio Guamez, además, por la distribución de casas por la vía que conduce al puerto, alguna de ellas utilizan pozo séptico y letrinas, otras hacen sus descargas de aguas residuales sobre este mismo rio. (Ver figura 17).

Figura 17. Punto de Vertimiento – corregimiento El Encano



2.3.5.4 Sistema de tratamiento de aguas residuales. Actualmente el sistema no cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales, en el proyecto “Construcción Planta de Tratamiento de Aguas residuales Domesticas del Encano, municipio de Pasto” se contempla la implementación de un sistema en forma modular, que se conforma de las siguientes estructuras.

- ✓ Tratamiento preliminar: Canal de Rejas – Desarenador
- ✓ Tratamiento primario: Dos Tanques Sépticos
- ✓ Tratamiento secundario: Tres Filtros Anaerobios de Flujo Descendente
- ✓ Tratamiento terciario: Dos Humedales de Flujo Superficial

Actualmente dicho proyecto ya se encuentra viabilizado por parte del PDA y el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

2.3.5.5 Aspectos de operación y mantenimiento. Los aspectos relacionados con la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado por parte de la Junta Administradora de Acueducto y Alcantarillado es mínima.

Se toman acciones cuando se presentan taponamientos, por épocas de invierno, en los pozos de inspección, sumideros y redes. Para las actividades de operación y mantenimiento no se tiene implementado un cronograma para las actividades preventivas.

2.3.6 Diagnóstico técnico del servicio de aseo. En la cabecera del corregimiento la cobertura de aseo es del 100% con frecuencia de recolección de una vez por semana, realizada por la empresa de servicios públicos del municipio de Pasto. El volumen de desechos producidos semanalmente es de aproximadamente 7 m³.

El corregimiento no cuenta con relleno sanitario dispone los residuos sólidos en el Relleno Sanitario de Antanas.

3. CONCLUSIONES

Basándose en las diferentes actividades realizadas en la pasantía las conclusiones se dividen según los diferentes objetivos propuestos.

APOYO TÉCNICO A LA REALIZACIÓN DEL DIAGNOSTICO TÉCNICO OPERATIVO DEL municipio DE TUQUERRES

Se describe a continuación las conclusiones por los sistemas de acueducto, alcantarillado y para el servicio de aseo basado en la información recolectada en campo y al apoyo técnico realizado en cada uno de los casos.

SISTEMA DE ACUEDUCTO

Realizado el chequeo hidráulico de las estructuras de captación, desarenadores se verifico que cumplen con la capacidad actual y futura para transportar el caudal requerido por el sistema.

Realizar la optimización de las estructuras de captación, líneas de aducción – conducción de agua cruda, y desarenador de las fuentes de abastecimiento El Azufra y El Bordoncillo, por cumplimiento de vida útil.

Realizar la construcción de un desarenador para realizar el pre tratamiento del agua cruda proveniente de la fuente abastecedora El Bordoncillo.

Mejorar la deficiencia que se registran en la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento convencional, principalmente en los procesos de coagulación y floculación; para ello, se deberá realizar pruebas de tratabilidad del agua con el fin de seleccionar los procesos de potabilización, dependiendo de las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas del agua cruda.

No se realiza dosificación de sulfato de aluminio, solo en casos de que el agua que llega a la planta de tratamiento presente valores altos de turbiedad, y debido que el alcance del contrato de la Gerencia Asesora del PDA de Nariño no estaba en la obligación de realizar pruebas de laboratorio lo que dificulto en gran medida en verificar dosificaciones ideales. Para lo demás la revisión hidráulica se parte en fundamentos teóricos.

De acuerdo a los cálculos realizados para determinar la capacidad instalada de la Planta de Tratamiento se obtuvieron que las estructuras están en capacidad de tratar el caudal actual y futuro. Sin embargo, la limitante la unidad de floculación que actualmente no se encuentra operando de una manera eficiente.

El inyector de cloro se encuentra en mal estado permitiendo que no se dosifique con valores superiores a 160 g/h, requiriendo a corto plazo un proceso de calibración y validación con el fin de garantizar su operación y funcionamiento.

No se cuenta con un sistema de contingencia en caso de que no funcione correctamente el cloro gaseoso.

Se tiene actualmente un volumen de almacenamiento de 1.035 m³, volumen insuficiente a lo largo de todo el proyecto, requiriéndose para el 2036 un volumen de almacenamiento de 1.591 m³, presentando un déficit de almacenamiento de 556 m³.

La calidad de agua suministrada y reflejada en los valores de IRCA anual obtenidos 4,21% para el 2.010 y 0% para el 2.011, se deduce que para el 2010 los parámetros que mayormente tuvieron incidencia tiene para el sistema, son color aparente, cloro residual libre y coliformes totales, por lo tanto, es indispensable que se realicen análisis para la aplicación de coagulante y no suspender la desinfección al agua suministrada.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO

No se realiza mantenimiento a los pozos de inspección se limita cuando presenten colmataciones por lluvias o por alguna otra circunstancias.

Algunos de los pozos presentan deterioro en las tapas metálicas, encontrándose en algunos de los casos la ausencia de estas.

La mayoría de los sumideros presentan muchas basuras y sedimentos, ya que no se realiza un mantenimiento rutinario.

La mayoría de las redes de alcantarillado ya cumplieron su vida útil, especialmente los colectores y redes secundarias, ya que se encuentran en muy mal estado.

El manual de operación y mantenimiento cuenta con información escasa, referente a las actividades que se deben realizar sobre todo el sistema.

Ausencia de una planta de tratamiento de aguas residuales, ocasionado graves impactos a los cuerpos receptores de vertimiento en términos de calidad y cantidad.

SERVICIO DE ASEO

El municipio de Túquerres no cuenta con relleno sanitario donde pueda disponer de los residuos sólidos.

La empresa EMPSA E.S.P. ejerce el control como Interventoría con el contrato celebrado con Terraseo, empresa encargada con el control, manejo y disposición de los residuos sólidos.

La empresa Terraseo cuenta con oficinas en la ciudad de Túquerres, ciudad donde presta el servicio, por cuanto fue imposible la recolección de información en este aspecto dificultando a la elaboración del diagnóstico.

APOYO TÉCNICO A LA REALIZACIÓN DEL DIAGNOSTICO TÉCNICO OPERATIVO DEL municipio DE SAPUYES

Se describe a continuación las conclusiones por los sistemas de acueducto, alcantarillado y para el servicio de aseo basado en la información recolectada en campo y al apoyo técnico realizado en cada uno de los casos.

SISTEMA DE ACUEDUCTO

De acuerdo a los chequeos hidráulicos realizados a los sistemas de captación, desarenador y planta de tratamiento, se verifico que cumplen con la capacidad para transportar el caudal actual y requerido a futuro por el sistema.

La planta de tratamiento está limitada con la capacidad máxima de los Filtros Gruesos Dinámicos de 13 L/s, aunque estos no presenten colmatación es necesario que se revise su operación para garantizar su funcionalidad en el proceso.

Se debe entrar en operación los filtros lentos en arena ya que cumplen la función de remoción de microorganismos presentes en el agua cruda por medio de mecanismo de naturaleza biológica y física, los cuales interactúan de manera compleja para mejorar la calidad del agua.

Se está aplicando una dosificación de cloro muy elevada (150 g/h), sin embargo no existe una correcta mezcla de la masa de agua con el cloro y un tiempo de contacto que garantice residuales de cloro en la red de distribución; ocasionando problemas en el proceso de desinfección, evidenciándose las deficiencias por la presencia de Coliformes Totales y E-Coli.

El sistema de almacenamiento cuenta con una capacidad total de 142 m³, de acuerdo a las proyecciones realizada, la capacidad actual requerida para el sistema es de 407 m³ y la futura es de 177 m³, registrándose un déficit de almacenamiento de 265 m³ y de 35 m³ respectivamente. Se deberá construir un tanque de almacenamiento para suplir el déficit que se registra para todo el horizonte del proyecto.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Algunos pozos de inspección se encuentran en mal estado con tapas deterioradas pudiendo ocurrir algún tipo de accidentalidad.

De acuerdo al proyecto Diseño Alcantarillado Sanitario – Sapuyes se implementará un sistema de alcantarillado separado, donde las aguas lluvias serán transportadas a las diferentes quebradas que atraviesan al municipio y las aguas residuales domésticas serán transportadas a un solo punto donde se proyectará a futuro un sistema de tratamiento de aguas residuales.

Existe todavía un 16,2% que utilizan letrinas y pozos sépticos, y un 3,4% de las viviendas no cuentan con ningún sistema de aguas servidas del 100% del casco urbano.

Las aguas lluvias corren libremente por las calles de manera incontrolada sobresaturando puntualmente sumideros y generando una situación de deterioro y erosión en especial sobre vías sin pavimento.

SERVICIO DE ASEO

Se están adelantando las gestiones necesarias con CORPONARIÑO para adelantar los estudios para la construcción de un relleno sanitario ubicado en el municipio.

Antes la disposición final la realizaban sobre el relleno sanitario ubicado en el municipio de Guachucal, pero debido a los altos costos por disposición final de residuos sólidos se ha optado por el relleno sanitario de Antanas.

APOYO TÉCNICO A LA REALIZACIÓN DEL DIAGNOSTICO TÉCNICO OPERATIVO DEL CORREGIMIENTO DE EL ENCANO

Se describe a continuación las conclusiones por los sistemas de acueducto, alcantarillado y para el servicio de aseo basado en la información recolectada en campo y al apoyo técnico realizado en cada uno de los casos.

SISTEMA DE ACUEDUCTO

Las estructuras actuales como bocatoma, línea de aducción, desarenador, tanque de almacenamiento suplen las necesidades actuales y futuras en cuanto a caudales máximos diarios y volumen de almacenamiento requerido.

Se requiere implementar un proyecto que contemple la construcción de una planta de tratamiento de acuerdo a caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la fuente de abastecimiento.

El desarenador presenta fisura en la losa y muros laterales, requiriendo una impermeabilización. Por otro lado, se encuentra destapado sin losa superior que evite el ingreso de sólidos de gran tamaño, persona y animales al interior del sistema.

La calidad de agua en cuanto a IRCA denota un nivel de riesgo Alto para el 2010, con un nivel de riesgo 65,25%.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO

El cuerpo receptor de las aguas residuales del Corregimiento de El Encano es el Rio Guamez que finalmente vierte hacia la Laguna de la Cocha, generando un alto impacto ambiental.

Algunas cámaras de inspección están en mal estado, algunas no cuentan con tapa metálica, los puntos de vertimiento son varios a lo largo del camino que conduce hacia el puerto.

SERVICIO DE ASEO

No se contó con la suficiente información para adelantar esta parte de los tres servicios existentes en el corregimiento del Encano, dificultando en la realización del diagnóstico.

CONCLUSIONES GENERALES

Finalizado el tiempo de la pasantía fue gratificante para la formación profesional con el aporte de ideas dentro del equipo técnico de la Gerencia Asesora del Plan Departamental de Agua de Nariño, Consorcio TZ – SANEAR para la realización del apoyo técnico operativo a cada uno de los municipios y corregimiento objeto de estudio dentro del proyecto.

Se enumeran a continuación las conclusiones generales de los tres servicios, esto basado en la información recolectada en campo, y al apoyo técnico realizado en cada uno de los casos.

SISTEMA DE ACUEDUCTO

La zona de captación de las fuentes de abastecimiento para los municipios de Túquerres y Sapuyes no cuentan con un cerramiento adecuado para evitar el ingreso de animales y personas a estas estructuras, para el Corregimiento de El Encano cuentan con cerramiento pero se encuentra en mal estado permitiendo el ingreso de personas a la zona de captación.

Los programas de cuidado y protección de microcuencas son escasos, que en conjunto con la persona prestadora y la administración municipal buscan concientizar sobre el uso del recurso hídrico y sus implicaciones en la salud pública si no se tiene un buen cuidado.

No se cuentan con estudios hidrológicos de las fuentes de abastecimiento de Túquerres, Sapuyes y El Encano, para así establecer pautas que permitan asegurar la prestación del servicio.

No se realizan características físico-químicas y microbiológicas de las fuentes de abastecimiento, tal como lo estipula el RAS 2000, título C numeral C.2.3 y Tabla C.2.; donde establece “La fuente de agua debe caracterizarse de la manera más completa posible con el fin de determinar el tipo de tratamiento que necesita y los parámetros de interés en periodo seco y lluvia.”.

El porcentaje de pérdidas determinado para los municipios de Túquerres, Sapuyes y el Corregimiento El Encano para el 2011 son de 55,4%, 75,8% y 93,15% respectivamente, esto nos indica que se deben implementar programas de control y reducción de pérdidas para lograr para un futuro unas pérdidas máximas alrededor del 25% tal como lo estipula el RAS – 2000.

Las fuentes de abastecimiento no cuentan con estructuras hidráulicas u otro tipo de tecnología que permita establecer el caudal aportado por cada una de ellas, no se realizan aforos y no se llevan registros de caudales aportantes.

La información referente a la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento para el caso de Túquerres y Sapuyes es escasa y no se cuenta con manuales.

No se cuenta con curvas de demanda de cloro, dato importante para la determinación de la dosis óptima de cloro al sistema, para el cálculo de la dosificación ideal para los municipios de Túquerres y Sapuyes se basó en la información registrada de cloro residual en la red.

Los sistemas de acueducto de Sapuyes y el Corregimiento El Encano no cuentan con macromedición, y en las conexiones domiciliarias no poseen micromedidores, necesarios para llevar un registro de volúmenes de agua suministrada y facturada que permita definir con claridad porcentajes de pérdidas incurridos en el sistema.

No se cuenta con planos topográficos de los componentes del sistema de acueducto, desde las captaciones hasta las líneas de distribución, y en algunos casos como el municipio de Túquerres que tienen información pero esta no fue suministrada.

En las redes de distribución no se tiene actualizado el catastro de redes y presiones de servicio, para el caso de Sapuyes y el Corregimiento El Encano no se cuenta con esta información.

Es conveniente que se definan 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.

Como sabemos los problemas que presentan la mayoría de los municipios se debe a las deficiencias en inversión por parte de los entes territoriales para la construcción y sostenibilidad de los sistemas de suministro de agua potable, sumado a esta problemática la escasa capacidad técnica para la operación de las plantas de tratamiento y la inapropiada selección de los tipos de tecnología para el tratamiento de agua para consumo humano

SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Las personas prestadoras no cuenta con caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas de los puntos de vertimiento puntual, ocasionando un impacto ambiental en los cuerpos de agua, por lo tanto se deberá realizar por parte de las empresas prestadoras los análisis requeridos para evaluar de acuerdo a los parámetros encontrados el tipo de tratamiento requerido.

No se tiene implementado sistema de tratamiento de aguas residuales, se contempla en estudios como el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos la construcción de dichos sistemas, para el caso del Corregimiento del Encano se tiene presupuestado la construcción de una planta para el tratamiento de aguas residuales, actualmente ya se cuenta con los recursos para su construcción.

Los puntos de vertimiento se encuentran dispersos unos de otros tanto para los municipios como el corregimiento, dificultando así la labor de los operarios del sistema a la realización del mantenimiento que en algunos es poco o casi nulo.

Las labores de mantenimiento para todo el sistema es deficiente o casi nulo, se toman medidas preventivas en épocas de invierno cuando exista colmatación en algunos de los tramos de alcantarillado.

La información suministrada por parte de las empresas referente a: catastro de redes, levantamientos topográficos, planos y demás información inherente al sistema fue muy escasa lo que dificultó la realización de cada uno de los diagnósticos.

SERVICIO DE ASEO

Realizar caracterización de residuos sólidos, para determinar la cantidad de residuos sólidos aprovechables (orgánicos, reciclables), esto con el fin de generar una fuente de ingreso tanto para la empresa como para los habitantes del municipio.

Elaboración de un plan de contingencia en caso de una eventualidad como la no operación del relleno sanitario Antanas ubicado en la ciudad de Pasto

Junto con la administración municipal adelantar campañas educativas en pro de la sensibilización para el manejo adecuado de los residuos sólidos.

Realizar a corto plazo el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos con el fin de optimizar tiempo en los recorridos y disminuir gastos, con el fin de garantizar calidad y continuidad en el servicio.

4. RECOMENDACIONES

SISTEMA DE ACUEDUCTO

Realizar un levantamiento topográfico de las líneas de aducción, conducción de agua cruda y redes de distribución de agua de consumo que permitan por medio de planos tener las longitudes reales, material, diámetro de tuberías; con esta información se podrá realizar chequeos hidráulicos y determinar las necesidades técnicas que presenta (instalación de válvulas de purga, ventosas, cámaras de quiebre de presión entre otras).

Realizar caracterizaciones de agua cruda a las fuentes de abastecimiento, con el objeto de comprobar si el tratamiento existente para el casco urbano de Túquerres y Sapuyes es el adecuado. Para el caso del corregimiento el Encano es necesario que se realicen caracterizaciones de agua en varios periodos del año con el fin de proyectar la construcción de una planta de tratamiento de agua potable.

Instalar cercos de protección para así proveer aislamiento a las estructuras de captación, aducción, desarenado y fuente de abastecimiento, evitando así posibles alteraciones en la calidad y funcionamiento del sistema.

Formular manuales de operación de las Plantas de Tratamiento para los sistemas de Túquerres y Sapuyes.

Contratar personal idóneo en la operación del laboratorio de Túquerres y Sapuyes para la realización de análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas crudas de las fuentes abastecedoras, en cada uno de los procesos de tratamiento, en la salida de la planta y en los puntos de muestreo en la red de distribución. Esto con el fin de llevar un control de calidad y garantizar el suministro de agua potable a la población servida.

Realizar prueba de jarras para el caso del municipio de Túquerres que permita determinar varios parámetros para la tratabilidad del agua influente a la planta de tratamiento, como además realizar la optimización de los sistemas de coagulación y de floculación.

Elaborar las curvas de demanda de cloro con el fin de establecer dosis óptimas de desinfectante.

Adquirir o realizar levantamiento topográfico de cada una de las estructuras del sistema de acueducto tales como: bocatomas, desarenadores y planta de tratamiento.

Elaborar manuales de operación y mantenimiento del sistema, donde se especifique las actividades a desarrollar para el buen funcionamiento de los componentes del sistema.

No suspender el sistema de desinfección en Tuquerres y en Sapuyes ya que se presentan valores muy bajos de cloro residual en la red de distribución

SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

Formular un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para este sistema

Adelantar estudios y levantamiento topográfico de las redes de alcantarillado, con el fin de determinar su estado, longitudes, diámetros, pendientes de la tubería para establecer a futuro proyectos para el mejoramiento de esta infraestructura.

SERVICIOS DE ASEO

Realizar caracterización de residuos sólidos, para determinar la cantidad de residuos sólidos aprovechables (orgánicos, reciclables), esto con el fin de generar una fuente de ingreso tanto para la empresa como para los habitantes del municipio.

Elaborar un plan de contingencia en caso de una eventualidad como la no operación del relleno sanitario Antanas ubicado en la ciudad de Pasto

Realizar a corto plazo el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos con el fin de optimizar tiempo en los recorridos y disminuir gastos, con el fin de garantizar calidad y continuidad en el servicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCALDÍA MUNICIPAL DE SAPUYES. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), Sapuyes 2005.

-----. Diseño Alcantarillado Sanitario, municipio de Sapuyes 2009.

-----. Plan De Desarrollo “Unidos por el Progreso de Sapuyes”, Sapuyes Abril de 2008.

-----. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), San Juan de Pasto Abril de 2008.

-----. Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) – Fase Diagnostico, Sapuyes Agosto de 2008.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE TÚQUERRES. Plan Básico de Ordenamiento Territorial, municipio de Túquerres 2002 – 2011.

-----. Plan de Desarrollo “Siempre con Túquerres”, Túquerres Abril de 2008.

-----. Proyecto Plan Maestro de Acueducto Primera Etapa, Túquerres 2009.

-----, Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios EMPESA E.S.P. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), Túquerres 2007.

-----,-----, Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), Túquerres 2009.

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

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

-----, 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.

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.

-----. Resolución Número 2320. Por la cual se modifica parcialmente la Resolución No. 1096 de 2000 que adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Santafé de Bogotá D.C Noviembre de 2009.

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.

SANTACRUZ LASSO, Ana María. Mejoramiento Planta de Tratamiento de Agua Potable (FIME) – municipio de Sapuyes, San Juan de Pasto Abril 2010.

SUBSISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA VIGILANCIA DE CALIDAD DE AGUA POTABLE – SIVICAP. Información de los IRCA's mensuales para la certificación de las Personas Prestadoras, Santafé de Bogotá Marzo de 2011.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento. Diseño Modificado para la Implementación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en la Cabecera Corregimental del Encano, Pereira Junio de 2008.

UNIÓN TEMPORAL COLOMBIA. Diagnostico Componente Técnico – municipio de Túquerres, Junio 2008.

-----.Diagnostico Componente Técnico – municipio de Sapuyes, Junio 2008.

-----.Diagnostico Componente Técnico – Corregimiento El Encano, Junio 2008.

ANEXOS

Anexo A. Chequeo hidráulico captaciones

MUNICIPIO DE SAPUYES		
VARIABLES	BOCATOMA LA CARBONERA	BOCATOMA CUARRIS
Tipo / Estado	Captación de Fondo / Buena	Captación de Fondo / Regular
Caudal de Captación (Qc)	$Qc = C \times At \times e \times Vp$	$Qc = C \times At \times e \times Vp$
Velocidad de flujo en la rejilla - V (B.4.4.5.5. - RAS 2000)	$V = 0,15 \text{ m/s}$	$V = 0,15 \text{ m/s}$
Coeficiente de contracción de la vena líquida	$C = 0,9$	$C = 0,9$
Área Total de la Rejilla (At)	$At = L \times Lr = 1,0\text{m} \times 0,19\text{m} = 0,19 \text{ m}^2$	$At = L \times Lr = 0,8\text{m} \times 0,29\text{m} = 0,232 \text{ m}^2$
Porcentaje útil de la rejilla (e)	$e = (eb / (eb + \phi b)) = 0,70$	$e = (eb / (eb + \phi b)) = 0,44$
Espaciamiento entre barrotes (eb)	0,03	0,01 m
Longitud de la rejilla (L)	1,0 m	0,8
Ancho de la Reja (Lr)	0,19 m	0,29
Diámetro de Barras (Øb)	$\phi b = 1/2" = 0,0127 \text{ m}$	$\phi b = 1/2" = 0,0127 \text{ m}$
Capacidad Instalada	Caudal de captación=Qc= 17,95 L/s	Caudal de captación=Qc= 13,78 L/s

CORREGIMIENTO EL ENCANO	
VARIABLES	BOCATOMA LA TORCAZA
Tipo / Estado	Captación de Fondo / Buena
Caudal de Captación (Qc)	$Qc = C \times At \times e \times Vp$
Velocidad de flujo en la rejilla - V (B.4.4.5.5. - RAS 2000)	$V = 0,15 \text{ m/s}$
Coeficiente de contracción de la vena líquida	$C = 0,9$
Área Total de la Rejilla (At)	$At = L \times Lr = 0,24\text{m} \times 0,78\text{m} = 0,19 \text{ m}^2$
Porcentaje útil de la rejilla (e)	$e = (eb / (eb + \phi b)) = 0,54$
Espaciamiento entre barrotes (eb)	0,03
Longitud de la rejilla (L)	0,78 m
Ancho de la Reja (Lr)	0,24 m
Diámetro de Barras (Øb)	$\phi b = 1" = 0,0254\text{m}$
Capacidad Instalada	Caudal de captación=Qc= 13,85 L/s

Anexo B. Chequeo hidráulico desarenadores

FICHA TECNICA DESARENADOR - EL AZUFRAL MUNICIPIO DE TÚQUERRES				
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)	0,0131 cm ² /s	Malos deflectores o sin ellos	1	
Tamaño de Partícula (d) - según RAS (Con Tratamiento Posterior)	0,009 cm	Deflectores Buenos	2	
Porcentaje de Remoción (%R)	75 %	Muy Buenos Deflectores	3	
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s ²	Eficiencia (rango de 75-87,5)	75,0%	
Peso Específico de la Arena - r _s	2,65 gr/cm ³	Factor a/t (Numero de Hazen)	3	
Peso Específico del Agua - r	1 gr/cm ³	Tiempo de Retención Hidráulica	24,71 minutos	
Con la ecuación de STOKES se calcula la velocidad de sedimentación		4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador (Q)		
V _s = [g * (r _s - r) * d ²] / (18 * μ)		Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	Q= 27,97 L/s	
2. Cálculo del tiempo de sedimentación (t)		Chequeo Número de Reynolds (ØpartVsed)/(Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,382	
Dimensiones del Desarenador		5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal		
Profundidad Útil (Hu)	2,75 m No cumple	Velocidad Horizontal V _H = Q/Área Transversal (V _H < 0,25 m/s) RAS	0,004 m/s OK	
Largo Útil (Lu)	5,85 m	Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv<20 RAS 2000)	Rv = 1,41 OK	
Ancho Útil (Au)	2,58 m	Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,009 cm, eficiencia del 75%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 28 L/s.		
Volumen del Desarenador (Vt)	41,51 m ³			
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,45 m			
Relación entre (Lu/Hu)	2,13 No cumple			
Pendiente de fondo (%)	7 cumple			
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	494,72 s			

FICHA TECNICA DESARENADOR - LA HOJA MUNICIPIO DE TÚQUERRES			
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)	0,0131 cm ² /s	Malos deflectores o sin ellos	1
Tamaño de Partícula (d) - según RAS	0,009 cm	Deflectores Buenos	2
(Con Tratamiento Posterior)		Muy Buenos Deflectores	3
Porcentaje de Remoción (%R)	75 %	Eficiencia (rango de 75-87,5)	75,0%
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s ²	Factor a/t (Numero de Hazen)	3
Peso Específico de la Arena - r _s	2,65 gr/cm ³	Tiempo de Retención Hidráulica	13,5 minutos
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= 40,76 L/s
V _s = [g * (r _s - r) * d ²] / (18 * μ)	V _s = 0,556 cm/s	Chequeo Número de Reynolds (ØpartVsed)/(Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,382
2. Cálculo del tiempo de sedimentación (t)		5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal	
Dimensiones del Desarenador			
Profundidad Útil (Hu)	1,5 m cumple	Velocidad Horizontal VH = Q/Área Transversal (VH < 0,25 m/s) RAS	0,014 m/s OK
Largo Útil (Lu)	11 m	Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv<20 RAS 2000)	Rv = 0,41 OK
Ancho Útil (Au)	2 m	Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,009 cm, eficiencia del 75%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 40,76 L/s.	
Volumen del Desarenador (Vt)	33 m ³		
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,45 m		
Relación entre (Lu/Hu)	24 No cumple		
Pendiente de fondo (%)	7 cumple		
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	269,84 s		

FICHA TECNICA DESARENADOR - MUNICIPIO DE SAPUYES			
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)	0,0131 cm ² /s	Malos deflectores o sin ellos	1
Tamaño de Partícula (d) - según RAS (Con Tratamiento Posterior)	0,009 cm	Deflectores Buenos	2
Porcentaje de Remoción (%R)	75 %	Muy Buenos Deflectores	3
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s ²	Eficiencia (rango de 75-87,5)	75,0%
Peso Específico de la Arena - r _s	2,65 gr/cm ³	Factor a/t (Numero de Hazen)	3
Peso Específico del Agua - r	1 gr/cm ³	Tiempo de Retención Hidráulica (a)	17,4 minutos
Con la ecuación de STOKES se calcula la velocidad de sedimentación		4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador (Q)	
V _s = [g * (r _s - r) * d ²] / (18 * μ)		Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	Q= 24,79 L/s
2. Cálculo del tiempo de sedimentación (t)		Chequeo Número de Reynolds (ØpartxVsed)/(Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,382
Dimensiones del Desarenador		5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal	
Profundidad Útil (Hu)	1,93 m cumple	Velocidad Horizontal VH = Q/Área Transversal (VH < 0,25 m/s) RAS	0,009 m/s OK
Largo Útil (Lu)	9,42 m	Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv < 20 RAS 2000)	Rv = 0,61 OK
Ancho Útil (Au)	1,42 m	Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,009 cm, eficiencia del 75%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 24,79 L/s.	
Volumen del Desarenador (Vt)	25,82 m ³		
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,45 m		
Relación entre (Lu/Hu)	21 No cumple		
Pendiente de fondo (%)	7 cumple		
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	347,2 s		

FICHA TECNICA DESARENADOR - CORREGIMIENTO EL ENCANO			
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)	0,0131 cm ² /s	Malos deflectores o sin ellos	1
Tamaño de Partícula (d) - según RAS (Con Tratamiento Posterior)	0,009 cm	Deflectores Buenos	2
Porcentaje de Remoción (%R)	75 %	Muy Buenos Deflectores	3
Aceleración de la Gravedad (g)	981 cm/s ²	Eficiencia (rango de 75-87,5)	75,0%
Peso Específico de la Arena - r _s	2,65 gr/cm ³	Factor a/t (Numero de Hazen)	3
Peso Específico del Agua - r	1 gr/cm ³	Tiempo de Retención Hidráulica (a)	18 minutos
Con la ecuación de STOKES se calcula la velocidad de sedimentación		4. Cálculo de la capacidad hidráulica del desarenador (Q)	
V _s = [g * (r _s - r) * d ²] / (18 * μ)		Q = Volumen del Desarenador / Tiempo de Retención Hidráulica = Vt / a	Q= 17,11 L/s
2. Cálculo del tiempo de sedimentación (t)		Chequeo Número de Reynolds (ØpartxVsed)/(Viscosidad cinemática)	Reynolds=0,382
Dimensiones del Desarenador		5. Cálculo de la relación de la velocidad de sedimentación y la velocidad horizontal	
Profundidad Útil (Hu)	2 m No cumple	Velocidad Horizontal VH = Q/Área Transversal (VH < 0,25 m/s) RAS	0,007 m/s OK
Largo Útil (Lu)	7,05 m	Rv = Velocidad Sedimentación/Velocidad Horizontal (Rv < 20 RAS 2000)	Rv = 0,85 OK
Ancho Útil (Au)	1,31 m	Para una remoción de partículas con diámetros mayores o iguales a 0,009 cm, eficiencia del 75%, el desarenador se debe operar con caudales menores o iguales a 17,11 L/s.	
Volumen del Desarenador (Vt)	18,47 m ³		
Profundidad para almacenamiento de arenas (Ha)	0,45 m		
Relación entre (Lu/Hu)	16 No cumple		
Pendiente de fondo (%)	7 cumple		
Tiempo de Sedimentación, t = Hu/Vsp	359,79 s		

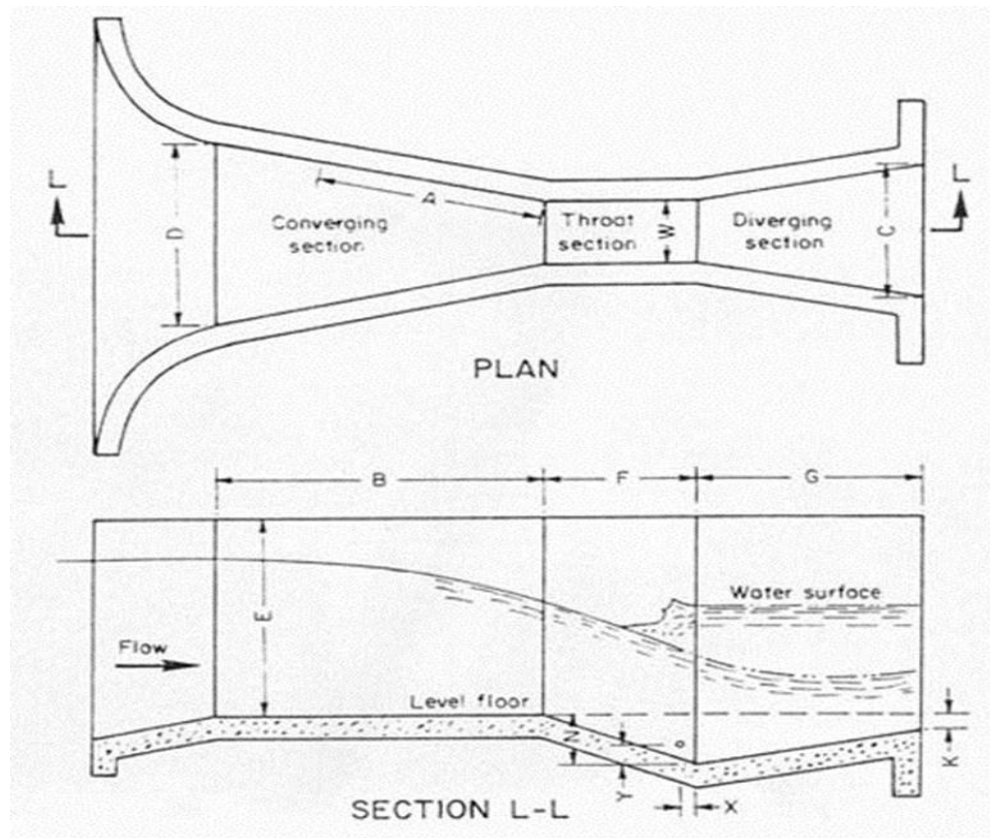
Anexo C. Peso específico y viscosidades del agua para diferentes temperaturas, número de hazen

Temperatura (° C)	Peso Específico (Kgf/m³)	Viscosidad Absoluta (g/cm-s)	Viscosidad Absoluta (Kgf-s/m³)	Viscosidad Cinematica (cm²/s)
0	1000	0,017920	0,000183	0,017922
1	1000	0,017320	0,000177	0,017321
2	1000	0,016740	0,000171	0,016741
3	1000	0,016190	0,000165	0,016190
4	1000	0,015680	0,000160	0,015680
5	1000	0,015190	0,000155	0,015190
6	1000	0,014730	0,000150	0,014730
7	1000	0,014290	0,000146	0,014291
8	1000	0,013870	0,000142	0,013872
9	1000	0,013480	0,000138	0,013483
10	1000	0,013100	0,000134	0,013104
11	1000	0,012740	0,000130	0,012745
12	1000	0,012390	0,000126	0,012396
13	999	0,012060	0,000123	0,012067
14	999	0,011750	0,000120	0,011759
15	999	0,011450	0,000117	0,011460
16	999	0,011160	0,000114	0,011173
17	999	0,010880	0,000111	0,010893
18	999	0,010600	0,000108	0,010615
19	998	0,010340	0,000106	0,010356
20	998	0,010090	0,000103	0,010108
21	998	0,009840	0,000100	0,009860
22	998	0,009610	0,000098	0,009631
23	998	0,009380	0,000096	0,009403
24	997	0,009160	0,000093	0,009185
25	997	0,008950	0,000091	0,008976
26	997	0,008750	0,000089	0,008778
27	997	0,008550	0,000087	0,008580
28	996	0,008360	0,000085	0,008391
29	996	0,008180	0,000083	0,008213
30	996	0,008000	0,000082	0,008035

Anexo D. Capacidad hidráulica de la canaleta parshall

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

Ancho de garganta (W):	A	B	C	D	E	F	G	K	N	K	n	Capacidad (L/s)	
												Mínima	Máxima
1	0,3630	0,3560	0,0930	0,1680	0,2290	0,0760	0,2030	0,0190	0,0290				
3	0,4660	0,4570	0,1780	0,2590	0,3810	0,1520	0,3050	0,0250	0,0570	0,176	1,547	0,85	53,80
6	0,6210	0,6100	0,3940	0,4030	0,4570	0,3050	0,6100	0,0760	0,1140	0,381	1,580	1,52	110,40
9	0,8800	0,8640	0,3800	0,5750	0,6100	0,3050	0,4570	0,0760	0,1140	0,535	1,530	2,55	251,90
12	1,3720	1,3440	0,6100	0,8450	0,9150	0,6100	0,9150	0,0760	0,2290	0,690	1,522	3,11	455,60
18	1,4490	1,4200	0,7620	1,0260	0,9150	0,6100	0,9150	0,0760	0,2290	1,054	1,538	4,25	696,20
24	1,5250	1,4960	0,9150	1,2070	0,9150	0,6100	0,9150	0,0760	0,2290	1,426	1,550	11,89	936,70
36	1,6770	1,6450	1,2200	1,5720	0,9150	0,6100	0,9150	0,0760	0,2290	2,182	1,566	17,26	1426,30
48	1,8300	1,7950	1,5250	1,9380	0,9150	0,6100	0,9150	0,0760	0,2290	2,935	1,578	36,79	1921,50
60	1,9830	1,9410	1,8300	2,3030	0,9150	0,6100	0,9150	0,0760	0,2290	3,728	1,587	62,80	2422,00
72	2,1350	2,0900	2,1350	2,6670	0,9150	0,6100	0,9150	0,0760	0,2290	4,515	1,595	74,40	2929,00
84	2,2880	2,2400	2,4400	3,0300	0,9150	0,6100	0,9150	0,0760	0,2290	5,306	1,601	115,40	3440,00



Anexo E. Características que se analizan en calidad de agua y puntaje IRCA

Característica	Valor Aceptable	Puntaje de riesgo IRCA
Color aparente (UPC)	≤ 15	6
Turbiedad (UNT)	≤ 2	15
pH (UND)	$\geq 6,5$ y ≤ 9	1,5
Cloro residual libre (mg Cl_2/L)	$\geq 0,3$ y ≤ 2	15
Alcalinidad Total (mg CaCO_3/L)	≤ 200	1
Calcio (mg de Ca/L)	≤ 60	1
Fosfatos (mg de PO_4/L)	$\leq 0,5$	1
Manganeso (mg de Mn/L)	$\leq 0,1$	1
Molibdeno (mg de Mo/L)	$\leq 0,07$	1
Magnesio (mg de Mg/L)	≤ 36	1
Zinc (mg de Zn/L)	≤ 3	1
Dureza Total (mg CaCO_3/L)	≤ 300	1
Sulfatos (mg SO_4/L)	≤ 250	1
Hierro Total (mg de Fe/L)	$\leq 0,3$	1,5
Cloruros (mg Cl/L)	≤ 250	1
Nitratos (mg de NO_3/L)	≤ 10	1
Nitritos (mg NO_2/L)	$\leq 0,1$	3
Aluminio (mg de Al_3/L)	$\leq 0,2$	3
Fluoruros (mg de F/L)	≤ 1	1
Carbono Orgánico Total (mg de COT/L)	≤ 5	3
Coliformes totales (UFC/100 cm^3)	=0	15
E - Coli (UFC/100 cm^3)	=0	25
TOTAL		100

Anexo F. Análisis de agua por parte del Instituto Departamental de Salud de Nariño – Resultados IRCA 2010 Túquerres

Año: 2010	Mes: Mayo	Muestra No:	31	Pto. Toma:	Red Centro	Muestra No:	32	Pto. Toma:	Red Centro
PARAMETROS		RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS	RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS
Color aparente (UPC)		22,4	No Aceptable	6	6	19,5	No Aceptable	6	6
Turbiedad (UNT)		1,7	Aceptable	0	15	1,7	Aceptable	0	15
pH (UND)		6,98	Aceptable	0	1,5	6,94	Aceptable	0	1,5
Cloro residual libre (mg Cl ₂ /L)		0,3	Aceptable	0	15	0,3	Aceptable	0	15
Alcalinidad Total (mg CaCO ₃ /L)		16,8	Aceptable	0	1	14,4	Aceptable	0	1
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)		23,8	Aceptable	0	1	24,5	Aceptable	0	1
Sulfatos (mg SO ₄ /L)		3,1	Aceptable	0	1	12,2	Aceptable	0	1
Cloruros (mg Cl/L)		1,5	Aceptable	0	1	1,8	Aceptable	0	1
Nitritos (mg NO ₂ /L)		0,042	Aceptable	0	3	0,014	Aceptable	0	3
Coliformes totales (UFC/100 cm ³)		17	No Aceptable	15	15	27	No Aceptable	15	15
E - Coli (UFC/100 cm ³)		0	Aceptable	0	25	0	Aceptable	0	25
CALCULO IRCA		TOTAL		21	84,5	TOTAL		21	84,5
		IRCA CALCULADO		24,85%		IRCA CALCULADO		24,85%	
		NIVEL DE RIESGO		Medio		NIVEL DE RIESGO		Medio	

Año: 2010	Mes: Julio	Muestra No:	35	Pto. Toma:	Red Centro	Muestra No:	35	Pto. Toma:	Red S. Francisco	Muestra No	38	Pto. Toma:	Red S. Francisco
PARAMETROS		RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS	RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS	RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS
Color aparente (UPC)		57,4	No Aceptable	6	6	55	No Aceptable	6	6	10,9	Aceptable	0	6
Turbiedad (UNT)		3,5	Aceptable	0	15	3,5	Aceptable	0	15	1,5	Aceptable	0	15
pH (UND)		6,96	Aceptable	0	1,5	7,04	Aceptable	0	1,5	7,36	Aceptable	0	1,5
Cloro residual libre (mg Cl ₂ /L)		3	No Aceptable	15	15	3	No Aceptable	15	15				
Alcalinidad Total (mg CaCO3/L)		44,7	Aceptable	0	1	37,9	Aceptable	0	1	46,1	Aceptable	0	1
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)		59,6	Aceptable	0	1	59,1	Aceptable	0	1	78,4	Aceptable	0	1
Sulfatos (mg SO ₄ /L)		32,4	Aceptable	0	1	37,3	Aceptable	0	1	48,2	Aceptable	0	1
Cloruros (mg Cl/L)		3,5	Aceptable	0	1	2,5	Aceptable	0	1	5,1	Aceptable	0	1
Nitritos (mg NO ₂ /L)		0,019	Aceptable	0	3	0,018	Aceptable	0	3	0,009	Aceptable	0	3
Coliformes totales (UFC/100 cm ³)		0	Aceptable	0	15	197	No Aceptable	15	15	9	No Aceptable	15	15
E - Coli (UFC/100 cm ³)		0	Aceptable	0	25	0	Aceptable	0	25	0	Aceptable	0	25
CALCULO IRCA		TOTAL		21	84,5	TOTAL		36	84,5	TOTAL		15	69,5
		IRCA CALCULADO		24,85%		IRCA CALCULADO		42,60%		IRCA CALCULADO		21,58%	
		NIVEL DE RIESGO		Medio		NIVEL DE RIESGO		Alto		NIVEL DE RIESGO		Medio	

Año: 2010	Mes: Agosto	Muestra No:	42	Pto. Toma:	Red S. Francisco	Muestra No:	43	Pto. Toma:	Red Centro
PARAMETROS		RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS	RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS
Color aparente (UPC)		114,8	No Aceptable	6	6	123,8	No Aceptable	6	6
Turbiedad (UNT)		1,1	Aceptable	0	15	1,1	Aceptable	0	15
pH (UND)		7,55	Aceptable	0	1,5	7,54	Aceptable	0	1,5
Cloro residual libre (mg Cl ₂ /L)		0,3	Aceptable	0	15	0,3	Aceptable	0	15
Alcalinidad Total (mg CaCO3/L)		184,2	Aceptable	0	1	239,9	No Aceptable	1	1
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)		68,7	Aceptable	0	1	79,2	Aceptable	0	1
Sulfatos (mg SO ₄ /L)		64,4	Aceptable	0	1	64,5	Aceptable	0	1
Cloruros (mg Cl/L)		5	Aceptable	0	1	4,5	Aceptable	0	1
Nitritos (mg NO ₂ /L)		0,028	Aceptable	0	3	0,028	Aceptable	0	3
Coliformes totales (UFC/100 cm ³)		0	Aceptable	0	15	0	Aceptable	0	15
E - Coli (UFC/100 cm ³)		0	Aceptable	0	25	0	Aceptable	0	25
CALCULO IRCA		TOTAL		6	84,5	TOTAL		7	84,5
		IRCA CALCULADO		7,10%		IRCA CALCULADO		8,28%	
		NIVEL DE RIESGO		Bajo		NIVEL DE RIESGO		Bajo	

Año: 2010	Mes: Agosto	Muestra No:	40	Pto. Toma:	Red S. Francisco	Muestra No:	41	Pto. Toma:	Red S. Francisco
PARAMETROS		RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS	RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS
Color aparente (UPC)		17,9	No Aceptable	6	6	18,7	No Aceptable	6	6
Turbiedad (UNT)		1,1	Aceptable	0	15	1,2	Aceptable	0	15
pH (UND)		7,4	Aceptable	0	1,5	7,5	Aceptable	0	1,5
Cloro residual libre (mg Cl ₂ /L)		0,4	Aceptable	0	15	0,4	Aceptable	0	15
Alcalinidad Total (mg CaCO ₃ /L)		38,1	No Aceptable	0	1	27,5	No Aceptable	0	1
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)		43	Aceptable	0	1	39,2	Aceptable	0	1
Sulfatos (mg SO ₄ /L)		35,1	Aceptable	0	1	31,5	Aceptable	0	1
Cloruros (mg Cl/L)		3,5	Aceptable	0	1	3	Aceptable	0	1
Nitritos (mg NO ₂ /L)		0,012	Aceptable	0	3	0,03	Aceptable	0	3
Coliformes totales (UFC/100 cm ³)		0	Aceptable	0	15	0	Aceptable	0	15
E - Coli (UFC/100 cm ³)		0	Aceptable	0	25	0	Aceptable	0	25
CALCULO IRCA		TOTAL		6	84,5	TOTAL		6	84,5
		IRCA CALCULADO		7,10%		IRCA CALCULADO		7,10%	
		NIVEL DE RIESGO		Bajo		NIVEL DE RIESGO		Bajo	

Anexo G. Análisis de agua por parte del Instituto Departamental de Salud de Nariño – Resultados IRCA 2010 Sapuyes

Año: 2010	Mes: Febrero	Muestra No:	1	Pto. Toma:	Cajilla No. 1	Muestra No:	2	Pto. Toma:	Cajilla No. 2
PARAMETROS		RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS	RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS
Color aparente (UPC)		3,2	Aceptable	0	6	3,1	Aceptable	0	6
Turbiedad (UNT)		1,1	Aceptable	0	15	1,2	Aceptable	0	15
Cloro residual libre (mg Cl ₂ /L)		0,2	No Aceptable	15	15	0,2	No Aceptable	15	15
Alcalinidad Total (mg CaCO ₃ /L)		34,2	Aceptable	0	1	31,7	Aceptable	0	1
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)		34,9	Aceptable	0	1	77,1	Aceptable	0	1
Sulfatos (mg SO ₄ /L)		4,3	Aceptable	0	1	4,5	Aceptable	0	1
Cloruros (mg Cl/L)		4,4	Aceptable	0	1	6,2	Aceptable	0	1
Nitritos (mg NO ₂ /L)		0,008	Aceptable	0	3	0,022	Aceptable	0	3
Coliformes totales (UFC/100 cm ³)		16	No Aceptable	15	15	0	Aceptable	0	15
E - Coli (UFC/100 cm ³)		0	Aceptable	0	25	0	Aceptable	0	25
CALCULO IRCA		TOTAL		30	83	TOTAL		15	83
		IRCA CALCULADO		36,14%		IRCA CALCULADO		18,07%	
		NIVEL DE RIESGO		Alto		NIVEL DE RIESGO		Medio	

Año: 2010	Mes: Abril	Muestra No:	3	Pto. Toma:	Cajilla No. 1	Muestra No:	4	Pto. Toma:	Cajilla No. 2
PARAMETROS		RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS	RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS
Color aparente (UPC)		37,9	No Aceptable	6	6	36,4	No Aceptable	6	6
Turbiedad (UNT)		1,2	Aceptable	0	15	1,2	Aceptable	0	15
pH (UND)		7,36	Aceptable	0	1,5	7,48	Aceptable	0	1,5
Cloro residual libre (mg Cl ₂ /L)		0,2	No Aceptable	15	15	0,2	No Aceptable	15	15
Alcalinidad Total (mg CaCO ₃ /L)		30,3	Aceptable	0	1	23,2	Aceptable	0	1
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)		79	Aceptable	0	1	58,8	Aceptable	0	1
Sulfatos (mg SO ₄ /L)		0,3	Aceptable	0	1	0	Aceptable	0	1
Cloruros (mg Cl/L)		3,7	Aceptable	0	1	3,4	Aceptable	0	1
Nitritos (mg NO ₂ /L)		0,0037	Aceptable	0	3	0,015	Aceptable	0	3
Coliformes totales (UFC/100 cm ³)		204	No Aceptable	15	15	104	No Aceptable	15	15
E - Coli (UFC/100 cm ³)		10	No Aceptable	25	25	4	No Aceptable	25	25
CALCULO IRCA		TOTAL		61	84,5	TOTAL		61	84,5
		IRCA CALCULADO		72,19%		IRCA CALCULADO		72,19%	
		NIVEL DE RIESGO		Alto		NIVEL DE RIESGO		Alto	

Año: 2010	Mes: Julio	Muestra No:	5	Pto. Toma:	Cajilla No. 1	Muestra No:	6	Pto. Toma:	Cajilla No. 2
PARAMETROS		RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS	RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS
Color aparente (UPC)		16	No Aceptable	6	6	15,6	No Aceptable	6	6
Turbiedad (UNT)		0,9	Aceptable	0	15	0,9	Aceptable	0	15
pH (UND)		7,08	Aceptable	0	1,5	7,13	Aceptable	0	1,5
Cloro residual libre (mg Cl ₂ /L)		0,3	Aceptable	0	15	0,3	Aceptable	0	15
Alcalinidad Total (mg CaCO ₃ /L)		33,5	Aceptable	0	1	29,2	Aceptable	0	1
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)		26,5	Aceptable	0	1	30,2	Aceptable	0	1
Sulfatos (mg SO ₄ /L)		11	Aceptable	0	1	10,2	Aceptable	0	1
Cloruros (mg Cl/L)		3	Aceptable	0	1	3	Aceptable	0	1
Nitritos (mg NO ₂ /L)		0,003	Aceptable	0	3	0,005	Aceptable	0	3
Coliformes totales (UFC/100 cm ³)		1	No Aceptable	15	15	0	Aceptable	0	15
E - Coli (UFC/100 cm ³)		0	Aceptable	0	25	0	Aceptable	0	25
CALCULO IRCA		TOTAL		21	84,5	TOTAL		6	84,5
		IRCA CALCULADO		24,85%		IRCA CALCULADO		7,10%	
		NIVEL DE RIESGO		Medio		NIVEL DE RIESGO		Bajo	

Año: 2010	Mes: Diciembre	Muestra No:	7	Pto. Toma:	Cajilla No. 3
PARAMETROS		RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS
Color aparente (UPC)					
Turbiedad (UNT)		1	Aceptable	0	15
pH (UND)		6,56	Aceptable	0	1,5
Cloro residual libre (mg Cl ₂ /L)		0,4	Aceptable	0	15
Alcalinidad Total (mg CaCO ₃ /L)		20,8	Aceptable	0	1
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)		44,9	Aceptable	0	1
Sulfatos (mg SO ₄ /L)		18,5	Aceptable	0	1
Cloruros (mg Cl/L)		3,5	Aceptable	0	1
Nitritos (mg NO ₂ /L)		0,01	Aceptable	0	3
Coliformes totales (UFC/100 cm ³)		150	No Aceptable	15	15
E - Coli (UFC/100 cm ³)		0	Aceptable	0	25
CALCULO IRCA		TOTAL		15	78,5
		IRCA CALCULADO		19,11%	
		NIVEL DE RIESGO		Medio	

**Anexo H. Análisis de agua por parte del Instituto Departamental de Salud de Nariño
– Resultados IRCA 2011 Sapuyes**

Año: 2011	Mes: Abril	Muestra No:	12	Pto. Toma:	Cajilla No. 4
PARAMETROS		RESULTADO	DIAGNOSTICO	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE PARÁMETROS ANALIZADOS
Color aparente (UPC)					
Turbiedad (UNT)		2	Aceptable	0	15
pH (UND)		7,31	Aceptable	0	1,5
Cloro residual libre (mg Cl ₂ /L)		0,3	Aceptable	0	15
Alcalinidad Total (mg CaCO ₃ /L)		17,1	Aceptable	0	1
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)		21,5	Aceptable	0	1
Sulfatos (mg SO ₄ /L)		6,1	Aceptable	0	1
Hierro Total (Fe/L)		0,39	No Aceptable	1,5	1,5
Cloruros (mg Cl/L)		2	Aceptable	0	1
Nitritos (mg NO ₂ /L)		0	Aceptable	0	3
Coliformes totales (UFC/100 cm ³)		33	No Aceptable	15	15
E - Coli (UFC/100 cm ³)		6	No Aceptable	25	25
CALCULO IRCA		TOTAL		41,5	80
		IRCA CALCULADO		51,88%	
		NIVEL DE RIESGO		Alto	

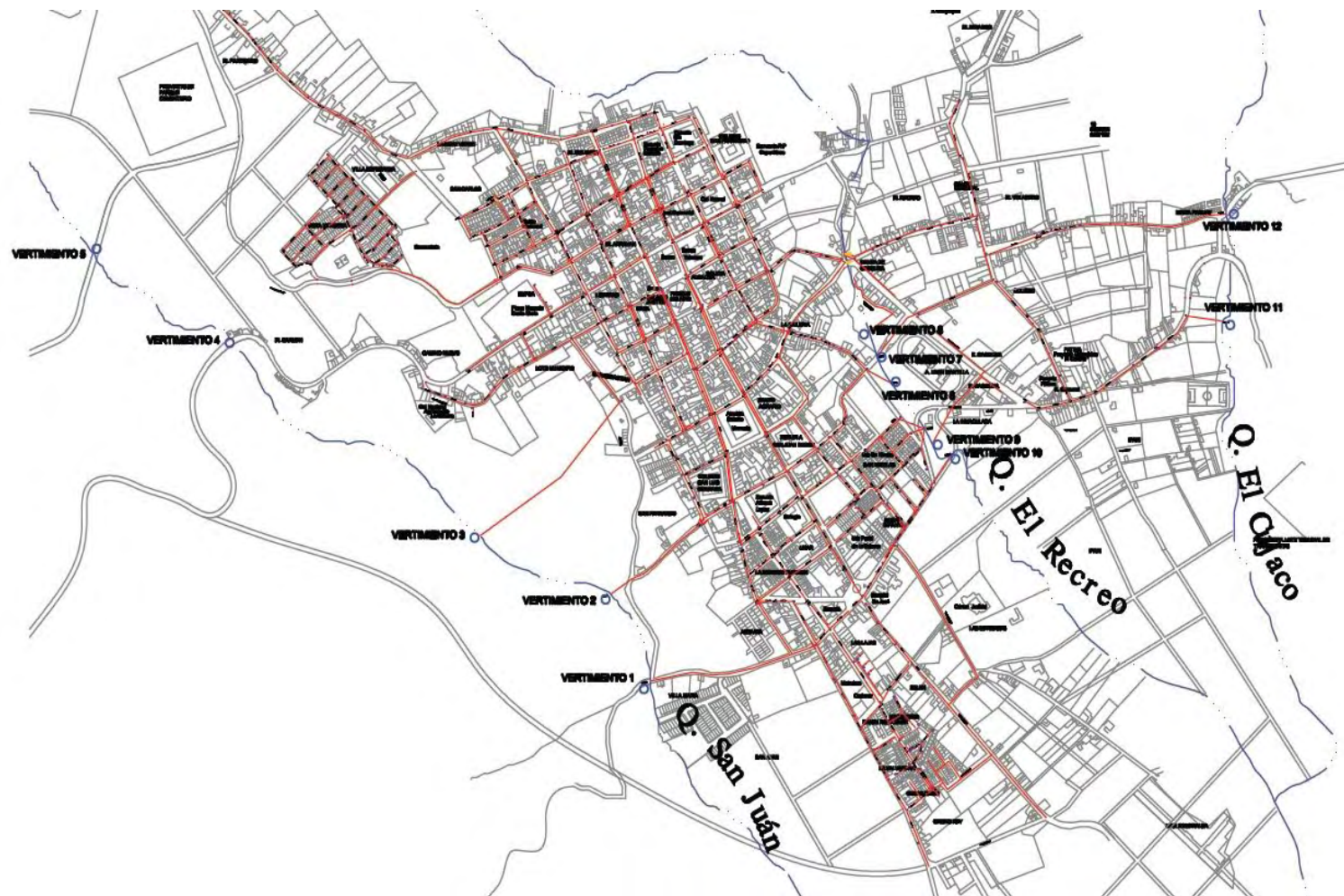
Anexo I. Catastro de redes de alcantarillado – municipio de Sapuyes

RED 1						
Tramo	Longitud (m)	Diámetro (pulg)	Material	Pendiente (%)	Edad en años de instalación	Estado
86 - 85	48,7	8	CONCRETO	6,76	12	BUENO
88 - 87	61,24	8	CONCRETO	1,3	12	BUENO
87 - 85	61,24	8	CONCRETO	2,41	12	MALO
85 - 84	34,71	10	CONCRETO	1	12	MALO
89 - 90	59,82	8	CONCRETO	1,42	12	BUENO
90 - 84	57,62	8	CONCRETO	1	12	BUENO
84 - 83	65,79	10	CONCRETO	0,1	12	MALO
83 - 82	54,56	10	CONCRETO	0,6	12	MALO
82 - 81	120,75	10	CONCRETO	1,91	12	MALO
81 - 80	77,99	10	CONCRETO	0,5	12	MALO
80 - 79	54,82	10	CONCRETO	0,5	12	MALO
79 - 78	64,62	10	CONCRETO	6	12	MALO
78 - 78A	78,39	10	CONCRETO	0,6	12	MALO
78A - 77	65,02	10	CONCRETO	0,09	12	MALO
77 - 14	9,5	10	CONCRETO	0,63	40	MALO
1 - 2	60,9	8	CONCRETO	0,26	7	BUENO
2 - 3	148,56	8	CONCRETO	5,48	7	MALO
3 - 7	138,9	8	CONCRETO	4,64	40	MALO
7 - 9	98,88	8	CONCRETO	4,5	40	MALO
9 - 11	83,95	8	CONCRETO	3,63	40	MALO
11 - 12	45,29	8	CONCRETO	2,38	40	MALO
13 - 12	44,95	8	CONCRETO	10,29	40	BUENO
12 - 14	40,83	8	CONCRETO	7,54	40	MALO
6 - 22	34,92	12	CONCRETO	4,67	7	BUENO
22 - 21	23,08	8	CONCRETO	5,07	7	MALO
20 - 21	72,37	8	CONCRETO	0,08	7	MALO
21 - 31	67,09	14	CONCRETO	6,99	8	BUENO
30 - 31	65,3	10	CONCRETO	2,45	8	BUENO
31 - 32	73,06	10	CONCRETO	2,53	8	MALO
7 - 8	83,54	8	CONCRETO	8,28	40	MALO
8 - 20	97,6	8	CONCRETO		40	MALO
19 - 20	101,9	8	CONCRETO		-	MALO
20 - 32	66,05	8	CONCRETO		8	MALO
33 - 32	92,57	12	CONCRETO		8	BUENO
32 - 41	75,2	8	CONCRETO		8	MALO
41 - 40	90,33	8	CONCRETO		8	MALO
9 - 10	88,49	8	CONCRETO		40	MALO
10 - 19	58,75	8	CONCRETO		40	MALO
18 - 19	101,61	8	CONCRETO		10	BUENO
19 - 33	80,58	8	CONCRETO		8	MALO
33 - 40	70,32	8	CONCRETO		8	MALO
40 - 47	119,82	8	CONCRETO		-	MALO
46 - 47	76,8	8	CONCRETO		40	MALO
47 - 48	90,95	8	CONCRETO		40	MALO
13 - 18	62,62	8	CONCRETO		10	BUENO
17 - 18	33,7	12	CONCRETO		10	BUENO

Tramo	Longitud (m)	Diámetro (pulg)	Material	Pendiente (%)	Edad en años de instalación	Estado
18 - 34	95,64	8	CONCRETO		8	MALO
33 - 34	104,99	12	CONCRETO		8	BUENO
35 - 34	45,73	12	CONCRETO		8	BUENO
34 - 39	68,23	8	CONCRETO		8	MALO
40 - 39	98,41	8	CONCRETO		8	MALO
38 - 39	60,95	8	CONCRETO		-	BUENO
39 - 49	62,72	8	CONCRETO		-	MALO
49 - 48	56,33	8	CONCRETO		-	MALO
48 - 50	116,65	8	CONCRETO		40	MALO
50 - 53	30,5	12	CONCRETO		3 MESES	MALO
53 - 54	24,3	16	CONCRETO		3 MESES	MALO
54 - 55	45	16	CONCRETO		3 MESES	MALO
55 - 56	52,6	16	CONCRETO		3 MESES	MALO
56 - 57	50,8	16	CONCRETO		3 MESES	MALO
57 - 58	22,8	8	CONCRETO		40	MALO
58 - 29	15	8	CONCRETO		40	MALO
29 - 60	27,6	8	CONCRETO		40	MALO
60 - CPROY 1	44,96	8	CONCRETO		40	MALO
CPROY 1 - DESC No.1	30	8	CONCRETO		40	MALO

RED 2						
Tramo	Longitud (m)	Diámetro (pulg)	Material	Pendiente (%)	Edad en años de instalación	Estado
26 - 25	29,63	8	CONCRETO	2,94	-	BUENO
24 - 25	32,33	8	CONCRETO	7,86	-	BUENO
25 - 27	59,76	16	CONCRETO	0,33	8	BUENO
27 - 44	97,75	8	CONCRETO	4,7	8	MALO
44 - 43	57,43	8	CONCRETO	0,24	8	MALO
27 - 28	54,85	8	CONCRETO	0,73	8	BUENO
28 - 29	41,73	8	CONCRETO	5,49	10	BUENO
29 - 43	49,75	8	CONCRETO	8,52	10	BUENO
43 - 42	56,4	8	CONCRETO	0,89	40	MALO
28 - 30	55,52	12	CONCRETO	8,21	8	BUENO
24 - 23	73,54	8	CONCRETO	1,43	-	BUENO
22 - 23	51,75	8	CONCRETO	5,35	-	BUENO
23 - 30	66,32	10	CONCRETO	4,39	8	BUENO
30 - 42	86,72	14	CONCRETO	3,26	8	BUENO
41 - 42	119,36	8	CONCRETO	0,25	40	MALO
42 - 45	114	8	CONCRETO	6,99	40	MALO
41 - 46	115,52	8	CONCRETO	3,25	-	MALO
46 - 45	91,65	10	CONCRETO	4,78	2	BUENO
45 - 64	56,5	8	CONCRETO	1	2	MALO
64 - 63	62,67	8	CONCRETO	4,45	2	MALO
63 - 62	73,38	8	CONCRETO	17,28	2	MALO
CPROY 1 - 61	27,59	8	CONCRETO	4,46	-	BUENO
61 - 62	148,29	8	CONCRETO	8,68	-	BUENO
62 - 65	20,2	8	CONCRETO	17,13	-	MALO
65 - 66	35	8	CONCRETO	8,4	-	MALO
66 - DESC No. 2	22,8	8	CONCRETO	70,92	-	MALO

Anexo J. Esquema general de las redes de alcantarillado del municipio de Túquerres



Anexo K. Esquema general de las redes de alcantarillado del municipio de Sapuyes

