


| | | | | |
|---|---|-------------------|---------------|----------|
|  | UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA | | | |
| | Documento | Código | Fecha | Revisión |
| FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO | F-AC-DBL-007 | 10-04-2012 | A | |
| Dependencia | Aprobado | | Pág. | |
| DIVISIÓN DE BIBLIOTECA | SUBDIRECTOR ACADEMICO | | 1(140) | |

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

| | | | |
|---|---|----------------|-----------|
| AUTORES | ELIBANED ALBA ROJAS JOHANA PATRICIA GARCIA CUADROS | | |
| FACULTAD | DE INGENIERIAS | | |
| PLAN DE ESTUDIOS | INGENIERIA CIVIL | | |
| DIRECTOR | Ing. VICTOR HUGO BARBOSA | | |
| TÍTULO DE LA TESIS | PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA PARA LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS ASOCIACIÓN DE AMIGOS USUARIOS DEL ACUEDUCTO INDEPENDIENTE DE OCAÑA “ADAMIUAIN E.S.P.” EN EL SECTOR CIUDADELA NORTE DEL MUNICIPIO DE OCAÑA (NORTE DE SANTANDER) | | |
| RESUMEN | | | |
| <p>EN COLOMBIA SE ESTÁ VIENDO UN DESEQUILIBRIO ASOCIADO CON LA FALTA DE AGUA, PROBLEMA QUE SE ESTÁ PRESENTANDO EN MUCHAS ZONAS DEL PAÍS POR TAL MOTIVO EL GOBIERNO NACIONAL, DECRETA EN EL AÑO DE 1997 LA LEY 373/97 “PROGRAMA PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA”, EN DONDE ORDENA QUE TODO PLAN AMBIENTAL REGIONAL Y MUNICIPAL DEBE INCORPORAR OBLIGATORIAMENTE UN PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA.</p> | | | |
| CARACTERÍSTICAS | | | |
| PÁGINAS: 140 | PLANOS: | ILUSTRACIONES: | CD-ROM: 1 |



**PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA PARA LA EMPRESA
DE SERVICIOS PÚBLICOS ASOCIACIÓN DE AMIGOS USUARIOS DEL
ACUEDUCTO INDEPENDIENTE DE OCAÑA “ADAMIUAIN E.S.P.” EN EL
SECTOR CIUDADELA NORTE DEL MUNICIPIO DE OCAÑA (NORTE DE
SANTANDER)**

**ELIBANED ALBA ROJAS
JOHANA PATRICIA GARCIA CUADROS**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERIAS
INGENIERIA CIVIL
OCAÑA
2014**

**PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA PARA LA
EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS ASOCIACIÓN DE AMIGOS USUARIOS
DEL ACUEDUCTO INDEPENDIENTE DE OCAÑA “ADAMIUAIN E.S.P.” EN EL
SECTOR CIUDADELA NORTE DEL MUNICIPIO DE OCAÑA (NORTE DE
SANTANDER)**

**ELIBANED ALBA ROJAS
JOHANA PATRICIA GARCIA CUADROS**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero
Civil**

**Director
VICTOR HUGO BARBOSA
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERIAS
INGENIERIA CIVIL
OCAÑA
2014**

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Dios por permitirnos una vez más culminar etapas importantes en nuestras vidas, agradecerle por inspirarnos y darnos sabiduría a la hora de tomar decisiones y de enfrentarnos a posibles dificultades que se nos presentaron a lo largo de la ejecución del proyecto y por sobre todo por acompañarnos en aquellos momentos en los que parecía que ya no podíamos más.

A nuestros padres quienes siempre estuvieron allí impulsándonos y dándonos voces de aliento, a ellos a quienes les debemos lo más importante el permitirnos traernos a este mundo y hoy lograr ser los profesionales en formación que queremos llegar a ser.

A nuestros esposos e hijas que sin duda alguna son el motor y la fuente de inspiración de cada día, quienes con su amor nos enseñan lo bonito que es la vida y lo importante que es luchar por nuestros sueños, ellos que con tan solo mirarte saben lo que tienes y lo que quieres en esta vida, que no es otra cosa que seguir labrando un futuro juntos.

Al Ing. Víctor Hugo Barbosa, nuestro director de trabajo de grado, quien nos brindó su asesoría, apoyo incondicional y sobre todo confió en nuestras capacidades para llevar a cabo este proceso.

Al Ing. Wilinton Carrascal, nuestro jurado de trabajo de grado, quien siempre estuvo dispuesto a colaborarnos con su asesoría e información solicitada para la ejecución de este proyecto.

A la empresa ADAMIUAIN, por abrirnos las puertas y estar siempre dispuestos a brindar la información pertinente para este trabajo, a todo su personal por colaborarnos siempre con una cara amable.

A la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, por brindarnos todo el conocimiento necesario para la ejecución del proyecto.

DEDICATORIA

Este triunfo va dedicado, primeramente a Dios el creador de la vida el que me permite levantarme cada mañana y seguir a delante, el que me ayudo a culminar esta etapa.

A mi madre Haydee Cuadros que fue la fuente de inspiración, mi ayuda y mi auxilio en momentos en los que parecía que ya no podía más, mis hermanos Andrea Cuadros y Diego Cuadros, por los que lucho y me esmero por ser un buen ejemplo para sus vidas.

Y finalmente y no menos importante a mi Esposo Hermes García quien con su ayuda, su comprensión y ternura, me inspiraron para seguir siendo el ser humano capacitado que quiero llegar hacer para la sociedad. A mi hija Salome García García quien muy pronto llegara como un rayo de luz a iluminar mi vida.

Johana Patricia García Cuadros

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre Cenaida Rojas Navarro, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mi padre Víctor Hugo Alba Pérez, Al hombre que me dio la vida, el cual a pesar de haberlo perdido a muy temprana edad, ha estado siempre cuidándome y guiándome desde el cielo, aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

A mis hermanos y mi sobrino Johan Sebastián por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar.

Mi esposo John Jairo Quintero Portillo por brindarme su cariño, compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesto a escucharme y ayudarme en cualquier momento y a mi hermosa hija Luciana Quintero Alba que ha sido una de las bendiciones que DIOS me ha regalado y que me alegra todos los días con su bella sonrisa.

Elibaned Alba Rojas

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|---|-----------|
| INTRODUCCION..... | 17 |
| 1. PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA PARA LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS ASOCIACIÓN DE AMIGOS USUARIOS DEL ACUEDUCTO INDEPENDIENTE DE OCAÑA “ADAMIUAIN E.S.P.” EN EL SECTOR CIUDADELA NORTE DEL MUNICIPIO DE OCAÑA (NORTE DE SANTANDER)..... | 19 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 19 |
| 1.2. DEFINICION DEL PROBLEMA | 19 |
| 1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA..... | 19 |
| 1.4. JUSTIFICACION..... | 20 |
| 1.5. OBJETIVOS..... | 20 |
| 1.5.1. GENERAL..... | 20 |
| 1.5.2. ESPECÍFICOS..... | 20 |
| 1.6. DELIMITACIONES..... | 21 |
| 1.6.1. GEOGRÁFICAS..... | 21 |
| 1.6.2. TEMPORALES | 22 |
| 1.6.3. CONCEPTUALES | 22 |
| 1.6.4. OPERATIVAS..... | 22 |
| 2. MARCO REFERENCIAL | 23 |
| 2.1. MARCO HISTORICO | 23 |
| 2.1.1. REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE..... | 23 |
| 2.1.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL TEMA..... | 23 |
| 2.1.3. EL AGUA COMO PARTE DEL DESARROLLO SOSTENIBLE..... | 25 |
| 2.1.4. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL AGUA. | 25 |
| 2.2. MARCO CONCEPTUAL..... | 25 |
| 2.2.1. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO..... | 25 |
| 2.3. DESCRIPCION DE LA EMPRESA | 28 |
| 2.3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA..... | 28 |
| 2.3.2. RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA | 30 |
| 2.3.3. VÍAS DE ACCESO..... | 34 |
| 2.3.4. DIAGNOSTICO VIAL Y DE TRANSPORTE..... | 34 |
| 2.3.5. ASPECTOS FÍSICOS..... | 34 |
| 2.3.6. ASPECTOS SOCIALES..... | 35 |
| 2.4. SISTEMA DE ACUEDUCTO ADAMIUAIN..... | 36 |
| 2.4.1. CUENCA HIDROGRÁFICA “QUEBRADA LA BRAVA”..... | 36 |
| 2.4.2. FUENTE QUEBRADA LA BRAVA | 37 |
| 2.5. MARCO LEGAL..... | 46 |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 3. | DISEÑO METODOLOGICO | 50 |
| 3.1. | TIPO DE INVESTIGACION | 50 |
| 3.2. | POBLACION..... | 50 |
| 3.3. | MUESTRA..... | 50 |
| 3.4. | RECOLECCION DE INFORMACION..... | 50 |
| | | |
| 4. | ESTUDIO DE LA DEMANDA Y PARÁMETROS DE DISEÑO..... | 51 |
| 4.1. | ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN..... | 51 |
| 4.1.1. | PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN..... | 51 |
| 4.2. | ANALISIS Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA SEGÚN EL R.A.S 2000 | 53 |
| 4.2.1. | NIVELES DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA | 53 |
| 4.3. | PERIODO DE DISEÑO | 53 |
| 4.4. | DOTACIÓN NETA | 54 |
| 4.4.1. | DOTACIÓN NETA MÁXIMA..... | 54 |
| 4.4.2. | DOTACIÓN BRUTA..... | 54 |
| 4.5. | DEMANDA..... | 55 |
| 4.6. | CAUDALES DE DISEÑO | 55 |
| 4.6.1. | CAUDAL MEDIO DIARIO, QMD | 55 |
| 4.6.2. | CAUDAL MÁXIMO DIARIO, QMD..... | 56 |
| 4.6.3. | CAUDAL MÁXIMO HORARIO, QMH..... | 56 |
| 4.7. | DETERMINACIÓN DE LA DOTACION BRUTA REAL..... | 58 |
| 4.8. | EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS EN EL SISTEMA DE ACUEDUTO AMIGOS USUARIOS DEL ACUEDUCTO INDEPENDIENTE DE OCAÑA “ADAMIUAIN E.S.P.”..... | 59 |
| 4.8.1. | AGUA NO CONTABILIZADA..... | 59 |
| 4.8.2. | EVALUACIÓN DE PERDIDAS ADUCCIÓN DESARENADOR-TANQUE DE TRATAMIENTO | 60 |
| 4.9. | DETERMINACIÓN DEL CAUDAL, FUENTES DE ABASTECIMIENTO ACTUAL POR EL MÉTODO ÁREA-VELOCIDAD..... | 61 |
| 4.9.1. | DETERMINACIÓN DEL CAUDAL, FUENTE DE ABASTECIMIENTO QUEBRADA LA BRAVA POR EL MÉTODO ÁREA-VELOCIDAD..... | 62 |
| | | |
| 5. | DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO | 66 |
| 5.1. | EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL | 66 |
| 5.1.1. | CAPTACIÓN..... | 66 |
| 5.1.2. | DESARENADOR | 67 |
| 5.1.3. | ADUCCIÓN..... | 69 |
| 5.1.4. | ADUCCIÓN (DESARENADOR - PLANTA TRATAMIENTO)..... | 70 |
| 5.1.5. | PLANTA DE TRATAMIENTO | 72 |
| 5.1.6. | MEDICIÓN DE CAUDALES..... | 76 |
| 5.1.7. | CONDUCCIONES | 77 |
| 5.1.8. | TANQUE DE ALMACENAMIENTO | 78 |
| 5.2. | OPTIMIZACIÓN OPERATIVA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO | 79 |

| | | |
|--------|--|----|
| 5.3. | OPTIMIZACIÓN DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO | 80 |
| 5.4. | OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN..... | 80 |
| 5.5. | MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO..... | 80 |
| 6. | EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO ADAMIUAIN..... | 82 |
| 6.1. | PARÁMETROS DE DISEÑO | 82 |
| 6.1.1. | PRESIÓN DE ALMACENAMIENTO..... | 83 |
| 7. | OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN (BARRIOS SANTA CLARA, BERMEJAL, JOSE ANTONIO GALÁN, LOS SAUCES) | 84 |
| 7.1. | GENERALIDADES..... | 84 |
| 7.1.1. | MORFOLOGÍA URBANA | 84 |
| 8. | DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL DEL ENTE ADMINISTRADOR | 87 |
| 8.1. | TIPO DE EMPRESA..... | 87 |
| 8.2. | RESEÑA HISTÓRICA..... | 87 |
| 8.3. | OBJETIVO PRINCIPAL DE LA EMPRESA..... | 87 |
| 8.4. | SISTEMA DE ORGANIZACIÓN | 87 |
| 8.4.1 | UNA ADMINISTRACIÓN ESTABLE Y SOLIDA | 88 |
| 8.5. | ASPECTOS INSTITUCIONALES Y LEGALES | 90 |
| 8.6. | ASPECTOS ADMINISTRATIVOS | 90 |
| 8.7. | ASPECTOS FINANCIEROS | 90 |
| 8.8. | ASPECTOS COMERCIALES | 91 |
| 8.8.1 | SUBSISTEMA DE MEDICIÓN DE CONSUMOS..... | 92 |
| 8.8.2 | SUBSISTEMA FACTURACIÓN Y RECAUDO..... | 92 |
| 8.9. | SISTEMA DE PLANEACIÓN | 92 |
| 9. | PLANTEAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS..... | 93 |
| 9.1. | ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO..... | 93 |
| 9.2. | ALTERNATIVAS TÉCNICAS | 96 |
| 9.2.1. | CAPTACIÓN..... | 96 |
| 9.2.2. | ADUCCIÓN CAPTACIÓN – DESARENADOR | 96 |
| 9.2.3. | DESARENADOR | 96 |
| 9.2.4. | ADUCCIÓN DESARENADOR - PLANTA DE TRATAMIENTO | 96 |
| 9.2.5. | PLANTA DE TRATAMIENTO | 96 |
| 9.2.6. | TANQUE DE ALMACENAMIENTO | 96 |
| 9.2.7. | RED DE DISTRIBUCIÓN | 97 |
| 9.3. | ALTERNATIVAS INSTITUCIONALES..... | 97 |
| 10. | PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN EL SECTOR DE LA CIUDADELA NORTE EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA N.S. PARA LA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS ADAMIUAIN ESP | 99 |

| | |
|---|------------|
| 10.1. PROGRAMA TÉCNICO | 99 |
| 10.1.1. REJILLA (BOCATOMA)..... | 100 |
| 10.1.2. DE EXCESOS | 106 |
| 10.1.3. ADUCCIÓN BOCATOMA DESARENADOR..... | 108 |
| 10.1.4. DESARENADOR..... | 110 |
| 10.1.5. ADUCCIÓN DESARENADOR - PLANTA DE TRATAMIENTO | 114 |
| 10.1.6. PLANTA DE TRATAMIENTO..... | 115 |
| 10.1.7. LECHO FILTRANTE..... | 117 |
| 10.1.8. TRATAMIENTO DEL AGUA..... | 117 |
| 10.2. PLAN DE ACCIÓN INSTITUCIONAL | 117 |
| 10.2.1. MODERNIZACIÓN EMPRESARIAL..... | 118 |
| 10.2.2. PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA ADMINISTRATIVO | 118 |
| 10.2.3. PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA COMERCIAL . | 120 |
| 10.3. PROYECTO DE MANTENIMIENTO DE REDES..... | 123 |
| 10.4. CAMPAÑAS EDUCATIVAS | 123 |
| 10.5. METODOLOGÍA..... | 127 |
| | |
| CONCLUSIONES | 128 |
| | |
| RECOMENDACIONES..... | 131 |
| | |
| BIBLIOGRAFIA..... | 133 |
| | |
| ANEXOS..... | 134 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|--|------------|
| Cuadro 1. Aportes para la construcción del acueducto | 33 |
| Cuadro 2. Aportes para la financiación del área de reserva forestal | 34 |
| Tabla 1. Proyección de la población | 53 |
| Tabla 2. Asignación del nivel de complejidad | 54 |
| Tabla 3. Nivel de Complejidad | 55 |
| Tabla 4. Dotación neta máxima | 55 |
| Tabla 5. Coeficiente de Consumo Diario K_1, según el Nivel de Complejidad del Sistema | 57 |
| Tabla 6. Coeficiente de Consumo Máximo Horario K_2, según el Nivel de Complejidad del Sistema y el Tipo de Red de Distribución | 58 |
| Tabla 8. Localización de válvulas y ventosas | 73 |
| Tabla 9. Coagulación (Mezcla Rápida) | 75 |
| Tabla 10. Floculación (Mezcla Rápida) | 75 |
| Tabla 11. Decantación | 75 |
| Tabla 12. Filtración | 76 |
| Tabla 13. Granulometría | 76 |
| Tabla 14. Dosificación de productos | 77 |
| Tabla 19. Capacidad de los elementos del sistema de Acueducto | 96 |
| Tabla 20. Calibración canaleta Parshall | 116 |
| Tabla 22. Formato Ficha Técnica de Accesorios | 137 |
| Tabla 23. Formato para el Registro de Suscriptores | 138 |
| Tabla 24. Modelo de Reclamo | 139 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------------|
| Figura 1. Mapa | 22 |
| Figura 2. Plano de localización geográfica de la zona de estudio | 30 |
| Figura 3. Plano Localización geográfica Quebrada la Brava | 39 |
| Figura 4. Plano Localización de zonas erosionadas | 45 |
| Figura 5. Plano Localización zonas de cobertura vegetal | 47 |
| Figura 6. Plano de localización de los componentes físicos del acueducto | 67 |
| Figura 7. Canaleta Parshall. | 78 |
| Fuente: Autores de proyecto | 78 |
| Figura 9. Captación a través de la rejilla al canal de aducción | 102 |
| Figura 13. Plano Planta | 105 |
| Figura 14. Corte transversal bocatoma | 106 |
| Figura 15. Altura del agua en canaleta de aducción | 106 |
| Figura 17. Corte vertedero de excesos | 109 |
| Figura 18. Aducción Bocatoma - desarenador | 110 |
| Figura 19. Plano planta Desarenador | 112 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Gráfico 1. Proyección de la Demanda Según el RAS 2000 | 59 |
| Gráfica 2. Primera Sección transversal | 63 |
| Gráfica 3. Segunda Sección transversal | 63 |
| Gráfica 4. Sección Transversal 1 | 64 |
| Gráfica 5. Sección Transversal 2 | 65 |
| Gráfica 6. Sección Transversal 3 | 65 |
| Gráfica 7. Canaleta Parshall | 118 |

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

| | Pág. |
|--|------------|
| Foto 1. Fuente quebrada la brava | 38 |
| Foto 2. Captación | 68 |
| Foto 3. Desarenador | 69 |
| Foto 4. Aducción Bocatoma Desarenador | 71 |
| Foto 5. Aducción desarenador planta | 72 |
| Foto 6. Planta De Tratamiento | 74 |
| Foto 7. Conducciones | 79 |
| Foto 8. Tanque De Almacenamiento | 79 |
| Foto 9. Charla A La Comunidad Sobre El Ahorro Del Agua | 126 |
| Foto 10. Personal De La Comunidad Que Asistieron A La Charla Sobre El Ahorro Del Agua | 126 |
| Foto 11. Recomendaciones A La Comunidad Sobre El Ahorro Del Agua | 127 |
| Foto 12. Recomendaciones A La Comunidad Sobre El Ahorro Del Agua | 127 |

INTRODUCCION

En la actualidad, las necesidades y limitaciones en cuanto al agua y las grandes inundaciones y sequías son sucesos que motivan a las naciones a plantear o formular estrategias para ahorrar y usar eficientemente el agua, no es de negar que los entes gubernamentales y las legislaciones están trabajando a nivel mundial para poder conservar mecanismos que protejan y conserven este recurso que de tan importancia es para el planeta, medidas como, tratamiento, regulación, educación, concientización, mantenimiento de redes de transporte, medición, y sistemas tarifarios acordes, lograra su disponibilidad por mucho tiempo.

En el contexto Nacional, Colombia se ha caracterizado por ser un país rico en recursos hídricos por lo cual el agua siempre se ha considerado como un bien casi inagotable y se ha generalizado una cultura de consumo excesivo. Los procesos industriales, el consumo en la agricultura, ganadería y domésticos no han escapado a esta tendencia. Es en estos aspectos donde radica la importancia de elaborar y ejecutar programas, guías y campañas de educación que comprenden los criterios y lineamientos nacionales para el ahorro y uso racional del recurso.

Por otro lado Los habitantes del sector Norte de Ocaña, frente a la indiferencia gubernamental tanto a nivel Nacional como Departamental y Municipal con respecto a los problemas más sentidos de la comunidad hicieron que se organizaran y buscaran por sus propios medios solución a tan graves problemas de orden prioritario entre los cuales se encuentra la carencia del agua potable.

Por la Ley 142 de 1994, el Estado tiene como obligación y deber la prestación de los servicios públicos básicos para garantizar entre otras cosas la calidad de vida de la población en su jurisdicción. La empresa Asociación de Amigos Usuarios del Acueducto Independiente (ADAMIUAIN) se encuentra interesado en solucionar el problema de abastecimiento y distribución de agua potable, el cual es prestado en forma deficiente en cuanto a cantidad y calidad.

Con el objeto de apoyar técnicamente e institucionalmente a la empresa Asociación de amigos Usuarios del acueducto independiente (ADAMIUAIN) se presentara el siguiente proyecto de grado titulado “ PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA PARA LA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS ASOCIACION DE AMIGOS USUARIOS DEL ACUECUTO INDEPENDIENTE DE OCAÑA “ADAMIUAIN E.S.P” EN EL SECTOR CIUADAELA NORTE DEL MUNICIPIO DE OCAÑA (NORTE DE SANTANDER)” acogiéndose a todas las disposiciones legales especialmente en el reglamento técnico de agua potable y saneamiento Básico RAS, como patrón reglamentario de nuestro país.

Este informe, que servirá de herramienta de apoyo a la división técnica y operativa contempla: el diagnóstico y el planteamiento de alternativas en lo relacionado a la captación, tratamiento, distribución y a las áreas administrativas, comerciales, financieras y operativas de la empresa ADAMIUAIN.

El presente texto contiene el desarrollo del Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua en el sector de la Ciudadela Norte del Municipio de Ocaña (Norte de Santander), el cual busca mejorar el uso del agua, adoptando las medidas necesarias para conseguirlo. Este programa se divide en dos planes:

Plan de acción técnico. Determina todas las acciones y medidas que deben ser tomadas en la parte operativa del sistema para mejorar la prestación y calidad del servicio ya sea construir o mejorar estructuras que no estén trabajando adecuadamente.

Plan de acción Institucional. Involucra todos los cambios y mejoras que debe tener la entidad prestadora del servicio, la cual debe regirse por los parámetros exigidos según la ley 142 de 1994, como lo son la modernización empresarial, el control de agua no contabilizada, tener un catastro actualizado de redes y usuarios, programas de mantenimiento y operación de los diferentes sistemas que lo componen; promocionando la cultura del uso eficiente del agua en los habitantes en el sector de la Ciudadela Norte del Municipio de Ocaña (Norte de Santander).

Este informe, que servirá de herramienta de apoyo a la división técnica y operativa contempla: el diagnóstico y el planteamiento de alternativas en lo relacionado a la captación, tratamiento, distribución y a las áreas administrativas, comerciales, financieras y operativas de la empresa ADAMIUAIN.

1. PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA PARA LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS ASOCIACIÓN DE AMIGOS USUARIOS DEL ACUEDUCTO INDEPENDIENTE DE OCAÑA “ADAMIUAIN E.S.P.” EN EL SECTOR CIUDADELA NORTE DEL MUNICIPIO DE OCAÑA (NORTE DE SANTANDER)

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Asociación de Amigos Usuarios del Acueducto Independiente de Ocaña ADAMIUAIN E.S.P., no está dando cumplimiento a la Ley 373 de Junio 1997 Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua, el cual obliga a las autoridades municipales a implementar programas y alternativas de control y prevención que garanticen la conservación del recurso hídrico.

Debido a esto la población se está viendo afectada por racionamientos de agua potable, por lo cual se busca con este proyecto la disminución de las pérdidas en el sistema de acueducto, al optimizar cada uno de los elementos que lo conforman y al generar conciencia de uso racional en la población servida.

1.2. DEFINICION DEL PROBLEMA

El acueducto de la empresa de servicios públicos asociación de amigos usuarios del acueducto independiente de Ocaña (ADAMIUAIN E.S.P) que abastece el casco urbano de la Ciudadela Norte se alimenta de una fuente de abastecimiento de agua, donde la bocatoma se encuentra ubicada en La Vereda Venadillo que recibe el líquido de la quebrada Brava.

Ésta es utilizada sin seguir un programa para su uso eficiente. Los niveles de degradación del nacimiento y cuenca de la fuente que alimenta el sistema de acueducto urbano, presenta un problema de distribución de caudal ya que el caudal diario con el que se cuenta es de 9,5 l/s , viéndose así en la necesidad de prestar un servicio regular , ya que este se da día por medio, es decir; el horario se distribuye de la siguiente manera : barrios Santa Clara, Sauces I y Sauces II y 10 viviendas del sector rural de Bermejál de 5:00 a.m. a 4:00 p.m. los días lunes, miércoles y viernes, barrios Galán, Bermejál urbano de 5:00 a.m. a 2:30 P.m., los días martes, jueves y sábado.

Agrava esta problemática, en que los habitantes que residen en estas zonas no tienen una formación en el buen uso y manejo del agua potable, provocando esto perdidas en el suministro del agua.

1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Qué actividades o estrategias pedagógicas se deben ejecutar para mejorar el servicio de acueducto en el sector de la ciudadela Norte del Municipio de Ocaña (Norte de Santander)?

¿Cuál es la condición actual de cada uno de los componentes que conforman el sistema de acueducto?

¿La cantidad de agua que posee la cuenca abastecedora es suficiente para nuevas generaciones?

1.4. JUSTIFICACION

Debido al deterioro de las fuentes de agua y consecuente disminución del recurso hídrico se hace necesario adoptar acciones eficaces y coordinadas de todos los estamentos del departamento Norte de Santander, que permitan detener la gravísima crisis del suministro de agua potable que se avizora para un futuro próximo.

Con el firme propósito de conservar y mantener la fuente hídrica hacia el futuro se diagnosticará y presentarán posibles soluciones para su uso eficiente y racional.

Con el proyecto se evaluará el actual funcionamiento de los diferentes elementos que conforman el sistema de acueducto.

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña como primer centro de educación superior de la provincia de Ocaña, tiene la obligación moral de liderar este proceso que redundará en pro a la comunidad del sector de la ciudadela Norte.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. General

Desarrollar un programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua para la asociación de amigos usuarios del acueducto independiente de Ocaña “ADAMIUIAIN” E.S.P en el sector de la ciudadela Norte Del Municipio de Ocaña (Norte de Santander), para dar cumplimiento a la Ley 373/97.

1.5.2. Específicos

Elaborar un plan en donde la empresa de acueducto ADAMIUIAIN ejecute un programa para el ahorro y uso eficiente del agua en el sector de la Ciudadela Norte del Municipio de Ocaña (Norte de Santander).

Realizar un estudio para determinar un balance entre la demanda y ofertas disponibles de la fuente abastecedora de la empresa de acueducto ADAMIUIAIN.

Evaluar las pérdidas en el sistema de acueducto de la empresa ADAMIUIAN en el sector de la ciudadela Norte del Municipio de Ocaña (Norte de Santander).

Identificar los problemas de captación de la fuente.

Evaluar el funcionamiento de cada uno de los elementos que conforman el sistema de acueducto existente.

Presentar los resultados y pre diseños finales del sistema más recomendados para el acueducto “ADAMIUAIN” y la comunidad.

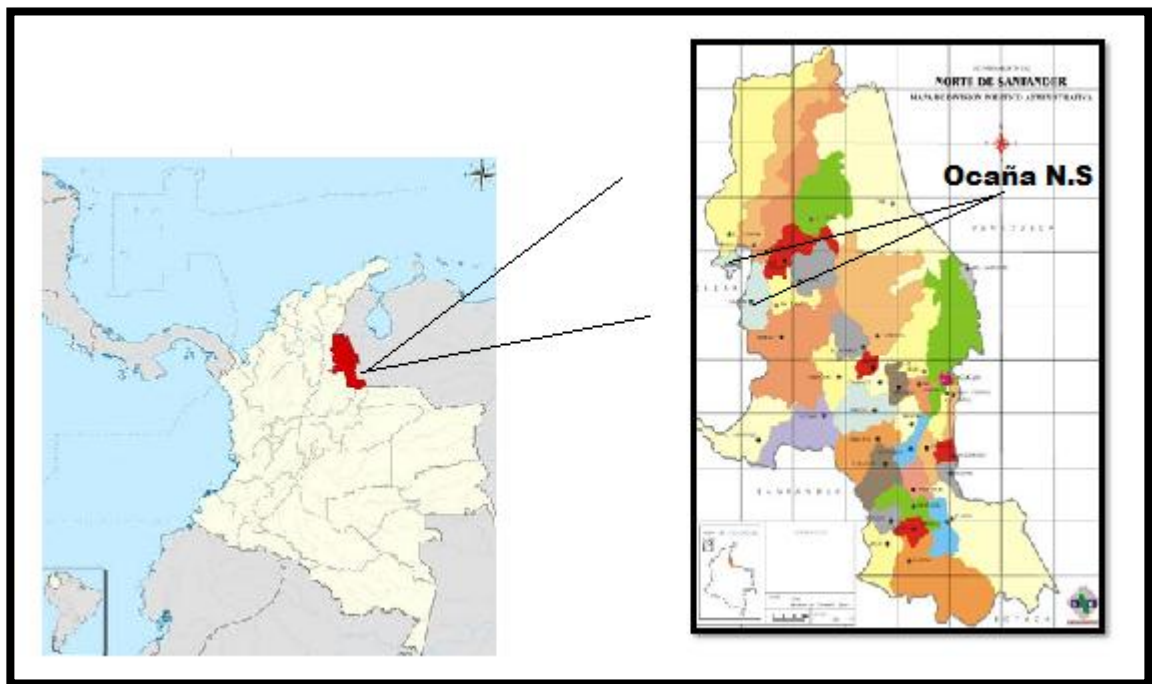
Educar por medio de charlas a los habitantes del sector de la Ciudadela Norte del municipio de Ocaña (Norte de Santander), sobre el ahorro hacia el recurso hídrico.

1.6. DELIMITACIONES

1.6.1. Geográficas

El proyecto se realizara en la empresa de acueducto de servicios públicos, Asociación de Amigos Usuarios del Acueducto Independiente de Ocaña (ADAMIUAIN E.S.P), en el municipio de Ocaña -Norte de Santander.

Figura 1. Mapa



Fuente: ALCALDÍA MUNICIPAL DE OCAÑA. Esquema de Ordenamiento Territorial. (EOT).Ocaña. Norte de Santander

1.6.2. Temporales

Esta investigación se llevara a cabo en un periodo de 12 meses, iniciando en el mes de Agosto del 2013, en donde se desarrollaran las actividades señaladas en el cronograma descrito posteriormente.

1.6.3. Conceptuales

El presente trabajo estará encaminado al cumplimiento del programa de ahorro y uso eficiente del agua para la empresa de servicios públicos “ADAMIUAIN E.S.P.” en el sector ciudadela norte, del municipio de Ocaña (Norte de Santander).

1.6.4. Operativas

Dispersión en la información documental existente.

La problemática de orden público que sufre el país puede llegar a ser una limitante que impida el libre desplazamiento por la zona de estudio.

La descoordinación existente entre los organismos inherentes al tema objeto del estudio.

La inexistencia o el mal estado de elementos de micro y macro medición en los elementos físicos de las obras civiles del acueducto.

La limitada o escasa información sobre registros climatológicos en el área de estudio.

La inexistencia de un catastro de los elementos físicos de la infraestructura sanitaria.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO HISTORICO

2.1.1. Revisión del estado del arte

Título: PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA.

Resumen: En la actualidad, las necesidades y limitaciones en cuanto al agua, y las grandes inundaciones y sequías son sucesos que motivan a las naciones a plantear y formular estrategias para ahorrar y usar eficientemente el agua.

El agua en los últimos años ha sido tema de interés internacional, se habla de ahorro y uso eficiente, gestión integral del recurso hídrico, manejo adecuado del agua y uso sustentable del recurso, términos que sin lugar a duda tienen un mismo significado y terminan siendo un objetivo para entidades ambientales tanto nacionales como internacionales.

Por esta razón se vio en la necesidad de trabajar en un programa de ahorro y uso eficiente del agua en la empresa ADAMIUAIN ESP, que se encuentra situada en el Sector de la Ciudadela Norte, en el Municipio de Ocaña N.S. ya que esta no se encontraba dando cumplimiento a la ley 373 del 97, esto se hace con el fin de proponer soluciones y alternativas a los consumos excesivos y desperdicio de agua, para garantizar la disponibilidad del recurso a generaciones futuras.

2.1.2. Evolución histórica del tema

“Un análisis de la naturaleza e importancia del agua permite establecer una serie de distinciones y definiciones indispensables para determinar el alcance y características del consumo básico para una familia.

Una primera distinción en el caso colombiano, tiene que ver con la diferencia entre el agua como recurso natural y la prestación del servicio público domiciliario de acueducto y por extensión de alcantarillado.

Las condiciones particulares del agua como recurso inducen a la formación de una estructura de producción monopólica local y regional. Las peculiaridades explicativas de esta tendencia tienen que ver con las restricciones a la libre movilidad de factores y con las condiciones de tecnología disponible.

Las restricciones de libre movilidad del recurso agua provienen de varias fuentes. Se trata de un recurso natural renovable, pero agotable, lo que significa que sus fuentes de provisión son escasas y su capacidad de renovación natural es limitada. La tecnología existente no ha conseguido producir agua, se ha limitado a mejorar los sistemas de captación, distribución e incluso reciclaje. Esto significa que se trata de un recurso difícilmente reproducible y por tanto monopolizable. En estas circunstancias, posee una tendencia a la existencia de una

estructura de oferta limitada, cercana al monopolio o, en el mejor de los casos, al oligopolio.

Adicionalmente, el transporte del recurso es costoso debido a su alta relación peso/volumen. En lo que a tecnología respecta, las condiciones de provisión de agua muestran economías de escalas considerables, inductoras de la formación de monopolios. Cuando los costos a escala son constantes o decrecientes la producción tiende a friccionarse. Las tecnologías hasta ahora desarrolladas otorgan ventajas a los productores de grandes volúmenes y tienden a excluir a operadores pequeños.

El agua potable también tiene unas particularidades de tipo económico, como son la rivalidad y exclusividad exigidas para la operación del mercado competitivo. Es un bien privado puro, es claramente divisible pues el consumo de un litro deteriora, anual en este caso, las posibilidades de consumo de ese mismo litro por parte de otras personas. También es exclusiva porque si el consumidor no paga la factura correspondiente, el productor puede cortar el suministro a bajo costo. Es indivisible pero congestionable, pues el paso de un litro por la tubería no deteriora su capacidad de soportar el paso de otro litro de agua mientras no se sobrepase del caudal máximo para la cual está diseñada. La exclusión es posible y, en determinadas condiciones técnicas y sociales, se puede ejercer a un costo razonable.

El agua potable también puede generar deseconomías externas ligadas al manejo de los desechos líquidos que poseen una serie de externalidades creadoras de una significativa brecha entre precio de mercado y sus costos sociales. Las economías externas relacionadas con el papel del agua potable en la nutrición y salud pública ponen de presente los riesgos sociales involucrados en los sistemas con mala calidad del suministro o grados externos de exclusión social.

Por todo lo anterior, el agua como recurso natural, económico y medio ambiental debe ser racionalizado. Por tal motivo, todo plan regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua (Ley 373 de 1997). Esto es, el 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. Este programa será quinquenal y estará basado, entre otros factores, en la demanda de agua y contener metas anuales de reducción de pérdidas de agua.

Con este objetivo de ahorro de agua, se le ordenó que la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, CRA, y las autoridades ambientales, debían establecer Consumos Básicos en función de los usos del agua, desincentivar los consumos máximos de cada usuario y establecer los procedimientos, las tarifas y las medidas a tomar para aquellos consumidores que sobrepasaran el consumo máximo fijado. Igualmente, se ordenó que la CRA definiera una estructura tarifaria que incentive el uso eficiente y el ahorro de agua. Además, las entidades usuarias deberán incluir en su presupuesto, los costos de las

campañas educativas y de concientización de la comunidad para el uso racionalizado y eficiente del recurso hídrico.”¹

2.1.3 El agua como parte del desarrollo sostenible.

El agua es un recurso estratégico para el desarrollo del ser humano y los demás seres vivos, para los asentamientos humanos y las actividades económicas. El agua, como recurso natural, se encuentra disponible en diferentes tipologías: superficiales, subterráneas, marinas y oceánicas. Las funciones del agua se encuentran asociadas a los ecosistemas donde se encuentre, como bosques, humedales y paramos.

2.1.4 Importancia económica del agua.

El agua es un bien económico y un bien social que debe distribuirse de forma equitativa para satisfacer, en primera medida, las necesidades humanas básicas su importancia radica en gran parte en los servicios ambientales que presta el abastecimiento y uso del agua potable, y algunas actividades productivas, como la agricultura y la industria. Muchos son los ejemplos puntuales de extracción de recursos naturales que demandan el uso abundantes recursos naturales, y particularmente del agua, lo que ha generado el agotamiento de estos. Además de poner en riesgos las poblaciones y la existencia de los recursos renovables y no renovables, estas presiones, sumadas a las consecuencias el cambio climático, ponen en peligro la oferta de servicios ambientales básicos para la vida y la actividad humanas, que están intrínsecamente ligados al funcionamiento de los ecosistemas y a los ciclos naturales del planeta.²

2.2. MARCO CONCEPTUAL

El presente trabajo tiene como objeto principal en desarrollar un Programa de ahorro y uso eficiente del agua en el sector de la Ciudadela Norte del Municipio de Ocaña (Norte de Santander), el cual busca mejorar el uso del agua, adoptando las medidas necesarias para conseguirlo.

2.2.1. Diagnóstico Técnico del sistema de acueducto

2.2.1.1. Captación

Los sistemas de captación de bocatomas pueden agruparse en dos clases así:

¹ https://www.dnp.gov.co/portals/0/archivos/documentos/dee/archivos_economia/139.pdf

² Desarrollo sostenible y el agua como derecho en Colombia, Universidad Javeriana. Bogotá, 2014.

- a. Las captaciones por el fondo del cauce o sumergidas
- b. Las captaciones laterales en donde el agua se deriva tomándola de la orilla y conduciéndola a un punto determinado.

En los sistemas de captación se construye una cámara de derivación, estructura que recibe el agua de la fuente y de la cual sale la tubería o conducto que la lleva por gravedad hacia el desarenador, o a la planta de tratamiento o al lugar de utilización.

En la cámara de derivación pueden instalarse un rebosadero, con el fin de mantener el nivel del agua constante.

Las tomas de fondo o sumergidas consisten en estructuras de forma cuadrada o rectangular, o en tubos perforados construidos o instalados en el fondo del cauce y provistos de un emparrillado o rejilla que sirve para dar entrada al agua y para retener los materiales que ella transporta.

Este sistema puede emplearse en lagos y ríos de poca profundidad con orillas de escasa pendiente y en los riachuelos donde se desea captar una gran parte de la totalidad de las aguas. Las rejas y rejillas usadas en las captaciones pueden estar provistas de marcos de madera, concreto o hierro fundido, éste último material es el más aconsejable.

Los problemas que con frecuencia se presentan en ésta operación son el taponamiento de las rejillas o de las mallas y la corrosión. Por ésta razón es necesario efectuar un trabajo periódico de limpieza e inspección, la frecuencia de la limpieza depende del tipo de fuente, de la época climatológica, de las condiciones del lugar y las características de la criba o rejillas utilizadas. Indudablemente que la frecuencia debe ser mayor en invierno, cuando las fuentes superficiales transportan mayor cantidad de sólido de muy diversa naturaleza y tamaños.

La inspección u observación de las rejillas deben hacerse al menos mensualmente con el fin de detectar algún signo de corrosión de desgaste o de deterioro de la instalación. Para efectuar este trabajo en forma eficiente se recomienda utilizar una hoja de control que incluya los siguientes puntos:

Fecha de inspección o de limpieza

Clase de materiales removidos, hojas, troncos, etc.

Mantenimiento efectuado, si se reemplazó alguna parte o se reparó algún elemento etc.

Indicación de la próxima fecha de inspección o limpieza

Informe sobre el estado general de la instalación y posible recomendación a corto y largo plazo.³

³ Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

2.2.1.2 Aducción

Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión

2.2.1.3 Desarenador

La mayoría de las corrientes de agua arrastran una gran variedad de diversos tamaños como piedra, arena, arenisca etc. Es necesario separar o sedimentar éstos materiales después de la captación, con el fin de evitar la obstrucción de las tuberías y su rápido deterioro debido al rozamiento producido con la superficie interna de la tubería (abrasión) para remover o sedimentar este material se emplea un tanque desarenador.

La eficiencia del desarenador depende principalmente de la repartición uniforme del caudal a todo lo ancho del tanque, del área superficial y del tamaño de las partículas que se desean sedimentar. El desarenador debe disponer de un sistema mecánico para extraer el sedimento cuando su volumen ha llegado a su valor máximo.

2.2.1.4. Planta de tratamiento

Instalaciones necesarias de tratamientos unitarios para purificar el agua de abastecimiento para una población.

2.2.1.5. Tanques de almacenamiento

Depósito de agua en un sistema de acueducto cuya función es compensar las variaciones en el consumo a lo largo del día mediante almacenamiento en horas de bajo consumo y descargas en horas de consumo elevado.

2.2.1.6. Redes de distribución

El catastro de la red de distribución de agua potable es un sistema de registro y archivo de información técnica estandarizada (fichas, planos, etc.) y relacionada con todos los detalles técnicos de ubicación de tuberías, diámetros, válvulas, hidrantes, y todo otro complemento o accesorio importante que se tenga incorporado o haga parte de la red.

Disponer de un catastro técnico facilita a la empresa y/o organización prestadora del conocimiento, la planeación y la operatividad del servicio, tanto de la red de distribución de agua potable, como la de alcantarillado, sistemas básicos en cualquier comunidad, sea urbana o rural. Específicamente el catastro de redes es importante por:

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

Implantar y actualizar el catastro de tuberías y accesorios.

Apoyar la tarea de detección y localización de fugas.

Ejecutar maniobras de operación y regulación

Mantener actualizados los registros

Servir como instrumento de análisis, evaluación, formulación y desarrollo de programas de control de pérdidas.

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

Servir como instrumento de datos para la simulación de las redes.

2.2.1.7. Agua potable

Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos es apta y aceptable para el consumo humano y cumple con las normas de calidad del agua.⁴

2.3.DESCRIPCION DE LA EMPRESA

2.3.1. Ubicación Geográfica

Los Barrios Santa Clara, José Antonio Galán, Bermejál y Los Sauces se encuentran ubicados al norte de la ciudad de Ocaña (Norte de Santander), entre los Barrios La Gloria y veredas aledañas, El sector de la Ciudadela Norte en el Municipio de Ocaña está localizado por la coordenada 05° 17' 43.26'' latitud Norte, 70° 24' 47.28'' longitud Oeste.

2.3.1.1. Delimitación Geográfica

Los límites son:

Al Sur con el Barrio La Gloria

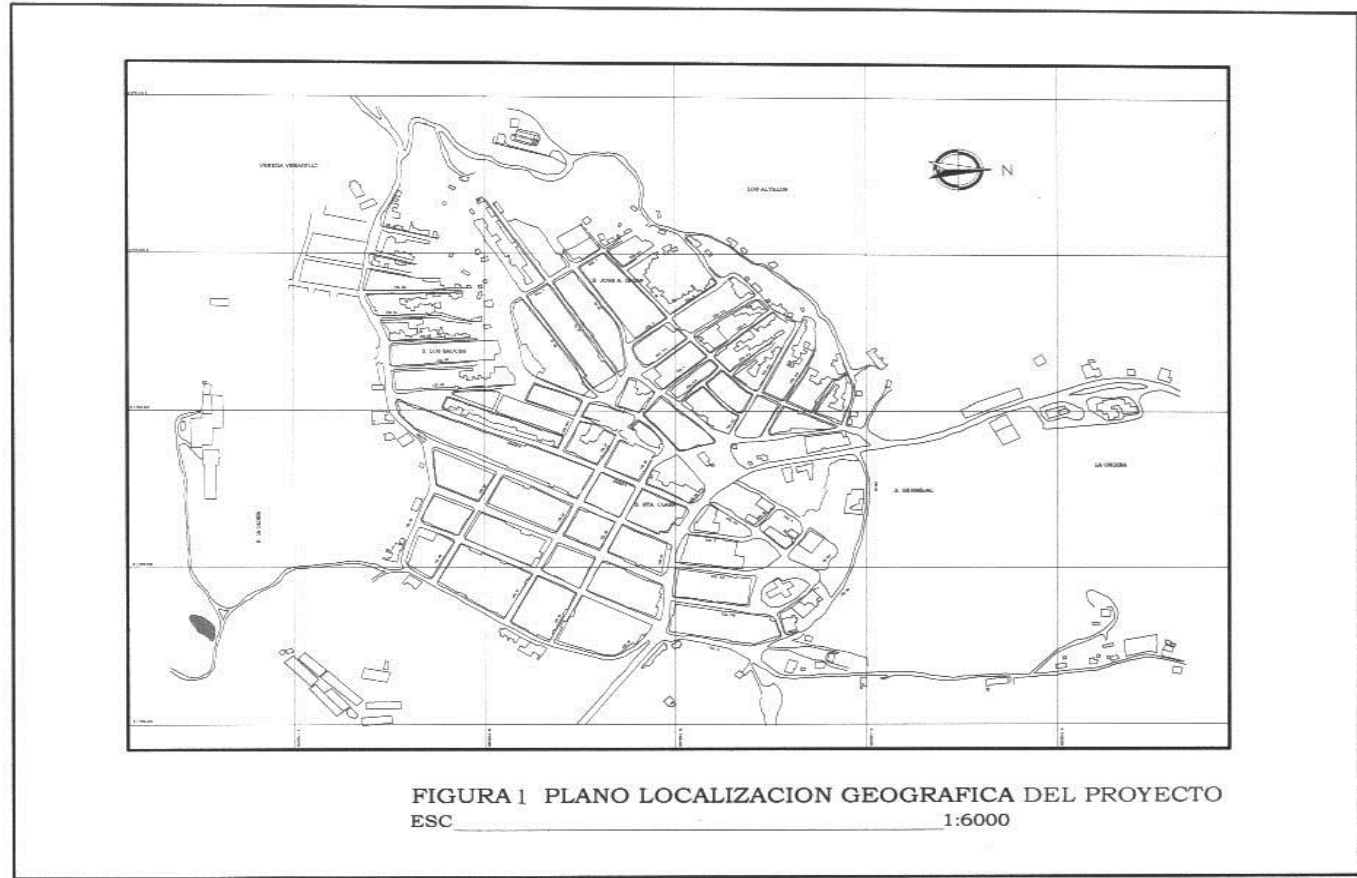
Al Norte con la vereda Venadillo

Al Oriente con la vereda Bermejál

Al Occidente con la Granja Avícola.

⁴ Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

Figura 2. Plano de localización geográfica de la zona de estudio



Fuente: Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

2.3.2. Reseña Histórica de la empresa

La Asociación de Amigos Usuarios Acueducto Independiente “ADAMIUIAN”, es una organización no gubernamental, sin ánimo de lucro, creada por familias del sector norte de la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, comprendido por los Barrios Santa Clara, José Antonio Galán y Bermejál. La creación se formalizó con vida jurídica otorgada por la gobernación del departamento Norte de Santander, planteándose como propósito diseñar, gestionar, desarrollar y mantener un acueducto independiente, debido a la necesidad de los habitantes de tener agua en sus hogares, ya que la empresa responsable de prestar el servicio carecía de voluntad política, capacidad y recursos para brindarlo. Este problema se padeció por más de 15 años.⁵

La Organización se inició con una reunión de diez familias con la idea de construir un Acueducto para solucionar su problema, pero teniendo en cuenta que el problema era mayor se convocó a todo el sector a una asamblea donde participaron ochenta familias que decidieron crear la Asociación y construir el Acueducto con recursos de la comunidad en mayor porcentaje y la gestión que se lograra con algunos recursos de entes gubernamentales y no gubernamentales.

Los habitantes del sector norte, frente a la indiferencia gubernamental tanto a nivel nacional, departamental y municipal con respecto a los problemas más sentidos de las comunidades en general, han hecho que los pueblos se organicen y busquen por sus propios medios solución a tan graves problemas de orden prioritario entre los cuales se encuentra la carencia de agua potable.

“Las comunidades de este sector para suplir en parte sus necesidades de agua, hacían procesiones hacia la quebrada Venadillo. Algunas personas obtenían ingresos cargando agua al hombro, otras fabricaban carretas y otras las transportaban en burros, para luego venderla a precios elevados, pero la gran mayoría no podían comprarla, pues, no contaban con recursos, razón por la cual el camino se hizo muy transitado. En esas trayectorias surge la idea del pionero CRISTOBAL NAVARRO de traer el agua por mangueras de quebrada Brava, pero le preocupaba el reto de traerla por gravedad. Varias personas que escuchaban y tenían conocimiento de la quebrada y su caudal afirmaron que las pendientes permitían la solución propuesta. Después de unas cuantas reuniones y gestiones Cristobal Navarro subió a la Quebrada Brava con un grupo de personas, un topógrafo y un Ingeniero, regresando llenos de optimismo y respuesta cierta y concreta sobre las pendientes y sitios donde podía quedar la bocatoma.

Después de varias profecías y movilización infructuosas durante más de una década en demanda de servicio se convoca a todos los habitantes del sector; reuniendo ochenta representantes de familias planteándose la construcción de una conducción de agua desde la Quebrada Brava. A partir de este núcleo, se constituyó legalmente el 18 de julio de 1985 y se responsabiliza de gestionar los diseños y dirigir la ejecución del proyecto.

En el momento de la construcción del acueducto, la Asociación contaba con trescientos socios, quienes aportaron recursos económicos y mano de obra permitiendo el desarrollo satisfactorio del proyecto y la integración de la comunidad. La concesión de las aguas la otorgó la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental - Corponor.”

Se iniciaron las obras, comenzando con la construcción de la captación, inicialmente se hizo gestión para que entes gubernamentales colaboraran con algunos recursos, lográndose obtener quinientos mil pesos (\$500.000), de la Gobernación un millón (\$1.000.000), por parte del Municipio y cada socio aportó diez mil pesos (\$10.000) para la inversión del montaje del proyecto. La Corporación de Vivienda de Ocaña donó el lote para la construcción del tanque de almacenamiento.⁵

Con los recursos recaudados se adquirieron los materiales, mientras la mano de obra la aportaban los socios (17 jornales cada uno). La obra la dirigía un hijo de socio y el personal lo dirigía otro socio, quién le imprimía un alto índice de exigencia y disciplina, manteniendo el orden durante la ejecución del proyecto.

La primera parte que consistía de una represa, un desarenador y un tanque de laberinto para una primera sedimentación, se terminó a finales de 1986, debido a que los recursos empiezan a escasear y se hace necesario contraer un préstamo para la compra de tubería de conducción, pero la entidad crediticia exigía garantías reales para respaldar el monto solicitado por cinco millones de pesos. Se citó a una reunión y al momento de exponer la situación y discutirla cinco socios se atrevieron a hipotecar sus humildes viviendas para respaldar el crédito y continuar el proyecto. Con los recursos del crédito se compró la tubería de conducción (novecientos tubos PVC de tres pulgadas), y se inició la instalación con la participación de los socios que en grupos salían todos los días cargando y enterrando la tubería, se instaló la tubería y en pocas semanas llegó el agua por primera vez en la parte alta de los barrios en mención, aumentando los deseos de continuar los trabajos para culminar este proyecto. Esto llevó a que aumentara rápidamente el número de socios, permitiendo la captación de mayores recursos. A estos recursos se suma la donación hecha por la Corporación de Vivienda de la ciudad de un lote de 10.000 m², permitiendo iniciar la construcción del tanque de almacenamiento con dimensiones de 24 m de largo, 11 m de ancho y 3 m de profundidad (792 m³).

Se comenzó la explanación y excavación del lote con ayuda de socios, pero el trabajo era muy lento por las características del suelo. Esto obligó a solicitar la ayuda del Distrito de Carreteras para el préstamo de maquinaria que permitiera agilizar el trabajo y construir el tanque de almacenamiento, después de construido el tanque se presentan problemas con la parte hidráulica por el desconocimiento de estos temas. Se buscó asesoría con amigos y se logró corregir y aprender a solucionarlos, se instala la tubería de distribución, el 14 de noviembre de 1987 se inauguró el acueducto. Se inició la ampliación de las redes de conducción y en menos de un año se duplicó la cobertura y se continuó desarrollando el trabajo asociativo.

La primera tarea de la administración del acueducto, una vez construido este, consistió en la fijación de tarifas. Con tal fin, se estimó necesario realizar una estratificación socio-económica y se efectuó un estudio en el cual se analizaron los siguientes aspectos; la vivienda, el nivel de ingresos, el nivel de hijos, personas a cargo y el nivel de educación. Con base en el estudio, se estableció un sistema tarifario donde los de mejores ingresos subsidian a los menores.

En la actualidad, la población beneficiada es diversa. Los beneficiarios directos del servicio son los pobladores del sector norte, parte alta, integrado por mil familias, incluidas quince familias del corregimiento de pueblo nuevo, por la utilización del recurso agua para su sostenimiento y actividades agrícolas.

La integración y esfuerzo conjunto entre los pobladores ha representado un factor clave de la continuidad en la prestación del servicio y en la consolidación y la proyección de la Asociación hacia la comunidad como una empresa que dinamiza y lidera el desarrollo del sector poblacional.

En el cuadro 1. Son los aportes para la construcción del acueducto.

Cuadro 1. Aportes para la construcción del acueducto

| ENTIDADES | PERÍODO | APORTES |
|--|----------------|-------------------|
| Asociación Comunitaria | 1985 - 1997 | 40.000.000 |
| Municipio de Ocaña | 1987 | 10.000.000 |
| Departamento Norte de Santander | 1987 | 500.000 |
| Comité de Cafeteros Distrito 2, diseño y | 1995 | 10.000.000 |
| Materiales de construcción | 1985-1988 | 5.000.000 |
| TOTAL | | 65.500.000 |

Fuente: Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

A comienzos de esta década de los noventa, se iniciaron dos líneas de trabajo primordiales para el acueducto la conciencia sobre la conservación de la cuenca y la potabilización del agua mediante una planta de tratamiento

La conciencia sobre la conservación de la cuenca en 1991 se presentó un gran problema, debido a que la fuente abastecedora se estaba secando, lo que obligó a iniciar una nueva etapa de recuperación de la Quebrada Brava. Primero se inició un reconocimiento del estado de la microcuenca, en el cual un grupo de socios y amigos cumplió la tarea de recorrer toda la cuenca, observando que en su gran mayoría se encontraba destruida por efectos de la ampliación de la frontera agrícola y el avance de la tala de árboles producto de los diferentes potreros utilizados para la cría de animales, hasta el punto de que el cauce estaba totalmente descubierto.⁵

Como algunas familias comenzaron a ofrecer los terrenos, ADAMIUAIN preparó un proyecto orientado a adquirir mil hectáreas y convertirlas en zona de reserva forestal y faunística en la cuenca de la Quebrada La Brava. En 1992 adquirió el primer predio y continúa haciéndolo, hacia contar en el momento con cerca de 900 hectáreas en las cuales ha adelantado programas de reforestación y protección de fauna, manteniendo dos guardabosques permanentes para su vigilancia.

En la Cuadro 2. Presenta la relación de aportes correspondientes de cada año sobre la financiación del área de reserva forestal

Cuadro 2. Aportes para la financiación del área de reserva forestal

| ENTIDADES | PERÍODO | APORTES |
|------------------------|----------------|-------------------|
| Asociación Comunitaria | 1991 - 1997 | 50.000.000 |
| Municipio de Ocaña | 1996 - 1997 | 11.000.000 |
| Corponor | 1996 - 1997 | 18.000.000 |
| DRI | 1996 | 18.000.000 |
| TOTAL | | 97.300.000 |

Fuente: Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

La planta de tratamiento se observó la necesidad de hacer tratamiento de agua. Con tal propósito, se buscaron empresas y amigos a quienes se solicitó propuestas de diseño de la planta, optándose por una de filtrado rápido en fibra de vidrio por sus costos y funcionalidad. Se inició la gestión para la captación de recursos con entes de orden nacional e internacional lográndose cincuenta y ocho millones trescientos mil pesos (\$58.300.000), discriminados como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Aportes para la financiación de la planta de tratamiento

| ENTIDADES | PERÍODO | APORTES |
|----------------------------------|----------------|-------------------|
| Asociación Comunitaria | 1995 - 1997 | 25.000.000 |
| Municipio de Ocaña | 1996 | 6.300.000 |
| Ecopetrol | 1996 | 10.000.000 |
| Comité de Cafeteros del N. de S. | 1997 | 2.000.000 |
| Comunidad Econ. Europa | 1997 | 15.000.000 |
| TOTAL | | 58.300.000 |

Fuente: Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

La relación más importante de la Asociación de Amigos Usuarios Acueducto Independiente, es con los usuarios del acueducto, siendo muchos de ellos miembros de la Asociación. ADAMIUAIN también ha tenido relaciones de trabajo con diversas entidades públicas, con el fin de captar fondos para financiar los proyectos asociados al acueducto, dichos vínculos han sido esporádicos.

2.3.3. Vías de acceso

El acceso a la ciudadela es por la vía Ocaña, Santa Clara con una longitud aproximadamente de 2 km. La carretera se encuentra en un buen estado debido a la inversión que se ha realizado. La vía bermejál se encuentra por el tramo calle 6 barrio santa clara y la vereda bermejál para unirse a la perimetral, tiene una longitud existente de 380m y proyectada 434m , el perfil tiene un andén de 2m una calzada 1 de 6m, esta se define como vía urbana terciaria.

2.3.4. Diagnostico vial y de transporte

Las vías internas de la zona central o histórica se encuentran en etapa de deterioro progresivo y el sistema vial de los barrios se está alternado entre vías de buen estado y otras en mal estado. La malla vial de los corregimientos carece de un trazo ordenado y regular, sin andenes y las vías se encuentran sin pavimento, sardineles y andenes. La articulación del desarrollo físico espacial del territorio en el marco del Plan Básico de Ordenamiento Territorial, ha considerado al Sistema de Tránsito y Transporte como uno de los frentes específicos de intervención para la formulación del sistema de movilidad.

2.3.5. Aspectos físicos

Dentro de los componentes físicos podemos describir la climatología.

Climatología: En la zona de estudio la temperatura varía entre 24°C - 26°C; tiene un promedio anual de lluvias que va desde marzo, abril, mayo, septiembre, octubre, noviembre, diciembre y un período de verano entre los meses de junio, julio, agosto.

El clima de esta región se ve afectado por el régimen de los vientos alisios y por el desplazamiento de la zona de confluencia intertropical que determina los períodos de sequía y de lluvia. Los vientos alisios de NE, actúan entre los meses de diciembre y abril, período que coincide con la estación seca. De mayo a noviembre los alisios disminuyen su influencia y las precipitaciones aumentan.

Humedad: El grado de humedad de la atmósfera tiene un promedio del 75%.

Temperatura: En general la zona presenta las temperaturas más altas en los meses de noviembre a marzo entre 24°C y 26°C y las temperaturas más bajas en los meses de julio a

agosto entre los 16°C y 18°C. Presenta también temperaturas medias en los meses de febrero a mayo que oscilan alrededor de los 23°C.

Precipitación: En cuanto a su pluviosidad la zona presenta volúmenes pluviales multianuales. Entre 1000 mm y 2000 mm. En las épocas de mayor precipitación se presentan grandes crecientes que provienen de la parte alta de la quebrada.

Evaporación: La mayor evaporación se presenta en los meses de febrero y en junio, los meses secos alcanzan promedios hasta 7 mm/día.

Nubosidad: La característica del cielo durante gran parte del año es de permanencia descubierta aunque en épocas de invierno se encuentra cubierto por la acción de los vientos parte de la nubosidad más predominante se encuentra en la parte montañosa y en épocas de sequía si predominan algunas nubes son convectivas; propias de tormentas eléctricas.

2.3.6. Aspectos sociales

2.3.6.1. Servicios Públicos

Acueducto: En la actualidad es prestado por ADAMIUAIN con una cobertura aproximada de 40% en la ciudadela Norte, abastece los barrios de Santa Clara, Bermejil, José Antonio Galán, Los Sauces. El 60% restante de la cobertura es prestada por ESPO S.A.

Alcantarillado: Es un alcantarillado separado y tiene una cobertura total de la ciudadela y es prestado por la empresa ESPO (entidad de servicios públicos de Ocaña). Esta entidad realiza sus operaciones junto con ADAMIUAIN para verificar su correcto manejo.

Manejo de basuras: Las recoge una microempresa y los conduce al mismo basurero de Ocaña por consiguiente tiene una cobertura del 100%.

Energía eléctrica: La cobertura se hace tanto en zona rural como en zona urbana y prestada en ambos usos es del orden del 95%, es prestada por CENS y de una eficiencia aceptable.

Salud: Este servicio es prestado por la Clínica Norte ubicado en Santa Clara. El hospital más cercano y el más utilizado por los habitantes de la ciudadela es el Emiro Quintero Cañizares, que está aproximadamente a tres kilómetros y se gasta unos 10 minutos en recorrerlos.

Seguridad: Es prestada aunque con deficiencia por la policía de Ocaña, ésta ciudadela no cuenta con seguridad privada ni con una estación estable.⁵

⁵ Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

2.4. SISTEMA DE ACUEDUCTO ADAMIUAIN

El sistema de acueducto de ADAMIUAIN cuenta con los siguientes componentes:

- Cuenca
- Fuente
- Captación
- Desarenador
- Aducción
- Pre-filtro
- Planta de tratamiento
- Conducciones
- Tanque de almacenamiento
- Redes de distribución

2.4.1. Cuenca hidrográfica “Quebrada la Brava”

2.4.1.1. Antecedentes

La Cuenca hidrográfica “Quebrada La Brava” ha venido presentando un deterioro de sus recursos naturales desde hace más de 10 años. Las características geológicas de la cuenca son aptas para la explotación agropecuaria, el daño que se le hace a la cobertura vegetal compuesta por ecosistemas boscosos ricos en fauna y flora, es con la finalidad de implantar cultivos en terrenos de alta pendiente y así se expone el suelo al arrastre erosivo por causa del agua y de los vientos. Los eventos naturales causados por estos procesos erosivos amenazan directamente la estabilidad de los ecosistemas a lo largo de la quebrada y así también se ve afectado de manera directa el futuro de la comunidad.

Los cultivos predominantes en la zona son (tomate, frijol, cebolla, entre otros). El uso irracional del agua y la utilización de abonos y pesticidas para dichas labores agrícolas han producido la contaminación y disminución del caudal de la quebrada La Brava.

Los deterioros ambientales producidos en la cuenca se deben principalmente a la falta de concientización, tradicionalismos y educación por parte de los habitantes de la zona, debido al manejo irracional de los recursos naturales, la deforestación, las técnicas inadecuadas de explotación, la contaminación de la cuenca hidrográfica “Quebrada La Brava”, acentuadas con la desigual e inapropiada distribución del recurso hídrico y agravados por la falta de planificación del desarrollo urbano y rural, que promuevan la formación de asentamientos.

Otro fenómeno importante que se viene presentando es el crecimiento de la población de los Barrios Santa Clara, Bermejil, Los Sauces y José Antonio Galán, debido a la violencia en los municipios de su provincia de Ocaña (Teorama, San Calixto, Convención, entre otros), los cuales radican en asentamientos en terrenos invadidos por ser éste de bajo nivel socio económico y de fácil adquisición; ésta aumento de población obliga a que la

cobertura del acueducto independiente ADAMIUAIN sea mayor y por lo tanto mayor aún el problema.

2.4.2. Fuente quebrada la brava

La Quebrada La Brava se ubica a las afueras de Santa Clara y hace parte del sistema hidrográfico de Ocaña. Esta Quebrada nace en la Cordillera Oriental y abastece en la actualidad el Acueducto Independiente “ADAMIUAIN” y sistema de riego en grandes extensiones y cultivos. Esto conlleva a que haga parte de un componente urbano (por su uso) y un componente rural (como cuenca) y por consiguiente merece más atención encaminada a una mejor explotación de sus recursos por parte de la comunidad “ADAMIUAIN” en la actualidad. Ver foto 1

Foto 1. Fuente quebrada la brava



Fuente: Autores del proyecto

La Quebrada La Brava se encuentra ubicada en el Municipio de Ocaña (Norte de Santander) entre la Vereda Los Curitos, Pueblo Nuevo y Venadillo con un área aproximada de 700 ha. Véase Figura 3.

Figura 3. Plano Localización geográfica Quebrada la Brava



Fuente: Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

2.4.2.1. Localización Geográfica y extensión

Los límites de la Quebrada son:

Al Sur con una finca propiedad de la Cooperativa de Pueblo Nuevo.

Al Norte con dos fincas de la familia Bayona y la otra de Samuel Ibañez.

Al Oriente con Pueblo Nuevo.

Al Occidente con la finca propiedad del señor Luis José Rodríguez.

2.4.2.2. Componentes geográficos de la Quebrada

La Quebrada La Brava posee un componente montañoso o zona alta.

Componente montañoso (Zona alta): La parte alta de La Quebrada Brava es un componente montañoso que se extiende prácticamente desde su nacimiento en la Cordillera Central hasta la entrada a su bocatoma haciendo parte de la zona Rural. Hace el papel de zona de captación de aguas.

Componentes geográficos y característicos:

Componente montañoso zona alta

Relieve. Montañoso

Uso: Rural

Economía: Agrícola

Social: Campesino

Problema: Ambiental.

Vías de acceso: El acceso al sector montañoso de la Quebrada Brava se pueden hacer: una de ellas desde el Barrio Santa Clara, el recorrido aproximado es de 6 kilómetros y posteriormente montaña arriba. El otro es por pueblo nuevo que tiene una distancia aproximada de 6 km y el resto por montaña ambas vías no se encuentran pavimentadas y en un estado no muy aceptable para el tránsito de camperos.

2.4.2.3. Aspectos físicos

Climatología: En la zona la temperatura varía entre 8°C en los altos de Cordillera y 14-15°C. En la parte media y baja de la Quebrada, tiene un promedio anual de lluvias que varían entre 1000 mm y 2000 mm, se presenta un período de lluvias que va desde junio a agosto y un período de verano entre los meses de noviembre a marzo.

Pisos térmicos: Según los resultados obtenidos en el estudio en Ocaña y el área vecina de Santa Clara, la Quebrada La Brava comprende dos pisos térmicos con las siguientes características:

Clima frío de alta montaña:

Precipitación en la zona: desde los 1000 hasta los 2100 mm al año

Temperatura media: 14°C

Temperatura máxima media: 18°C

Temperatura mínima media: 8°C

Humedad; 75°C

Clima templado de alta montaña:

Precipitación en la zona: desde 850 hasta los 2000 mm al año

Temperatura media: 22°C

Humedad: 77%

A continuación se hace descripción de los principales aspectos que caracterizan el clima de la Quebrada:

Humedad: El grado de humedad de la atmósfera tiene un promedio del 75% en la parte alta y con la parte media.

Temperatura: En general (Santa Clara, Los Sauces, Bermejil, José Antonio Galán) presenta temperaturas más altas en los meses de Junio a Agosto con temperaturas aproximadas entre 24° y 26°C y las temperaturas más bajas en los meses de septiembre a diciembre con temperaturas entre los 16 y 18°C. Presenta también temperaturas medias en los meses de febrero a mayo que oscilan alrededor de los 23°C.

Precipitación: En cuanto a pluviosidad la zona presenta volúmenes pluviales multianuales de 2000 mm en la parte montañosa alta y 1000 mm en la parte montañosa baja. Los meses secos son enero - marzo hasta agosto - diciembre y el mes de mayo. Eventos pluviales es abril hasta julio. En las épocas de mayor precipitación se presentan grandes crecientes que provienen de la parte alta de La Quebrada.

Evaporación: La mayor evaporación se presenta en el mes de febrero y en junio se presenta la evaporación de grado, los meses secos alcanzan promedios hasta de 7 mm/día.

Nubosidad: Por acción de los vientos parte de la nubosidad más predominante se encuentra en la parte montañosa y en épocas de sequía si predomina algunas nubes son convectivas; propias de tormentas eléctricas.

Aspectos hídricos: Quebrada Brava nace en la Cordillera Oriental en las Veredas Los Curitos y Venadillo con las siguientes unidades hídricas: Quebrada Chiquita; El Danubio y el Martiño afluentes de gran importancia que aportan sus aguas desde la parte alta de la quebrada.

La Quebrada La Brava recorre en su cuenca alta una zona caracterizada por paisajes de montañas onduladas; algunas escarpadas y escalonadas.

Caudal: Se realizaron aforos en este estudio para determinar los caudales de la Quebrada La Brava.

Dinámica fluvial: La dinámica hídrica de la quebrada varía bruscamente debido al cambio de pendiente, en consecuencia en épocas de invierno los caudales alcanzan niveles de energía bastante altos tomando un ancho considerable que arrastra el material del lecho y de los taludes; ocasionando una constante erosión lateral.

Torrencialidad: El fenómeno torrencial se caracteriza por que la corriente de agua corre por valles estrechos; posee una cuenca reducida y su caudal en verano es pequeño. Un aguacero fuerte sobre la cuenca puede generar una creciente de consideración.

2.4.2.4. Aspectos Morfológicos

Área: La Quebrada Brava cuenta con área desde la vereda El Danubio hasta la Vereda Los Curitos de 700 has.

Pendiente media del cauce principal: La pendiente media de la Quebrada La Brava es de 60% a la altura del nacimiento del caño y sobre el cauce se presentan pendientes que varían entre 35 y 80%.

Longitud total del cauce principal: La longitud total del cauce de la Quebrada Brava: desde su nacimiento hasta la bocatoma equivale a 6 km aproximadamente.

Ancho máximo: La Quebrada Brava presenta:

Ancho zona alta: 1.50 m

Ancho zona media: 1.70 m

Ancho zona baja: 2.20 m.

2.4.2.5. Aspectos geosféricos

Geología: Los predios rurales de esta zona presentan suelos arcillosos y arenosos erosionados en un 15% debido a la ampliación de la frontera agrícola, al establecimiento de potreros y por efecto de las lluvias y vientos.

Geología regional: Las rocas más antiguas que se presentan dentro del área de estudio han sido consideradas de edad redevónica, las cuales enmarcan la margen occidental de la quebrada, otros sectores internos son caracterizados por un relieve quebrado abrupto.

Estratigrafía: En la Quebrada Brava afloran rocas del grupo formación Bucaramanga y las formaciones Silgara, adicionalmente afloran depósitos aluviales y coluviales de edad cuaternaria.

Formación Bucaramanga: Constituida por Gneises Anfibólicas, gneises cuarzo feldepático; anfibolitas y algunos mármoles y cuarcitas.

Formación silgara: Constituidas por filitas verdes y rojizas, esquistos gris a gris verdoso, metuareniscas, cuarcita y mefalimolitas.

A estas le siguen rocas igneas intrusivas de edad jurásica que conforman el territorio central de la quebrada o área de estudio, constituida por cuarzomonzonita de grano fino a grueso con etapas de volcanismo efusivo de carácter ácido.

Proceso morfogenéticos actuales: Los procesos de evolución morfológica que en la actividad se registra en el área de estudio obedece fundamentalmente a la acción natural dentro la cual se conjugan diversos factores como:

Constitución y condiciones geológicas de la zona constituidas por rocas de origen metamórfico y sedimentario, las cuales poseen un mayor o menor grado de resistencia o susceptibilidad a los procesos de degradación, dadas sus características y condiciones físico-químicas que se constituyen.

Geomorfología general: Transcurrido una serie de eventos geológicos de carácter orogénico, entre el jurásico y el cretácico dentro de un ambiente muy húmedo ocurren fuertes descomposiciones químicas de las rocas, lo cual da lugar a la formación de suelos residuales espesos y que al estar sujetos a la acción mecánica de los elementos, a la acción climática y a muy intensas infiltraciones, entraron en desequilibrio lo cual se tradujo en fenómenos de remoción en masa que afectan tanto al cauce como a las vertientes.

2.4.2.5. Morfoestructura

Paisaje montañoso actual: Con morfología abrupta, crestas alargadas y continuas, laderas cortas y pendientes fuertes.

Relieve de llanura aluvial: Aluvión activo: Construido por los depósitos aluviales ubicados a lo largo del cauce actual de la quebrada Brava, comprende pequeñas barras laterales y de mitad de canal no estabilizadas y sin vegetación.

Morfodinámica: Se analizan y describen los procesos que actualmente están modificando el relieve y los agentes que inciden.

Procesos de meteorización: La alta pluviosidad presente, combinada con sectores de pendientes fuertes en zonas montañosas y agravadas por el uso equivocado de los suelos favorecen el desarrollo del régimen torrencial generando escorrentias superficiales que evolucionan a surcos y carcavas en lapsos cortos de tiempo.

Proceso de erosión en la vertiente: Los fenómenos erosivos que han dado origen a la zona actual han estado constituidas principalmente por grandes remociones en masa a través de

fenómenos de solifluxión, al transporte de material por medio de sistemas de drenaje a depósitos. En sectores más bajos son susceptibles de depositación o colmatación por obstrucción ante gargantas estrechas.

Características de la erosión actual: Los fenómenos erosivos existentes en la zona alta de la Quebrada Brava son de gran importancia, si se toma en cuenta que de continuar la acción del hombre sometiendo estas tierras a la sobre

Explotación, cultivos pastoreo, estos terrenos tendrán un gran daño ecológico natural.

Procesos de erosión en los cauces: El paisaje que se observa actualmente es el resultado de un prolongado proceso de erosión a través de la profundización paulatina de sus lechos, a transportes masivos y torrenciales de grandes volúmenes de material, a la conformación de depósitos de diversos espesores y constituciones.

Erosión extensiva: La erosión extensiva se deriva esencialmente de la acción hídrica, conjugadas con la pendiente del terreno. El régimen de agresividad climática que impera en la región y susceptibilidad del suelo a la erosión. Véase Figura 4.⁶

⁶ Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

Figura 4. Plano Localización de zonas erosionadas



Fuente: Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

Suelo: En la Quebrada La Brava se encuentran suelos con texturas que abarcan todos los rangos, es decir desde moderadamente finas a finas con pendientes variables que van desde 35% al 80% en la parte alta de la montaña.

En aquellas zonas con pendientes muy pronunciadas, se presenta erosión hídrica, escurrimiento difuso y movimientos en masa, causando inestabilidad y arrastre de materiales sobre todo en las épocas de invierno.

Cultivos transitorios: (Árboles frutales)

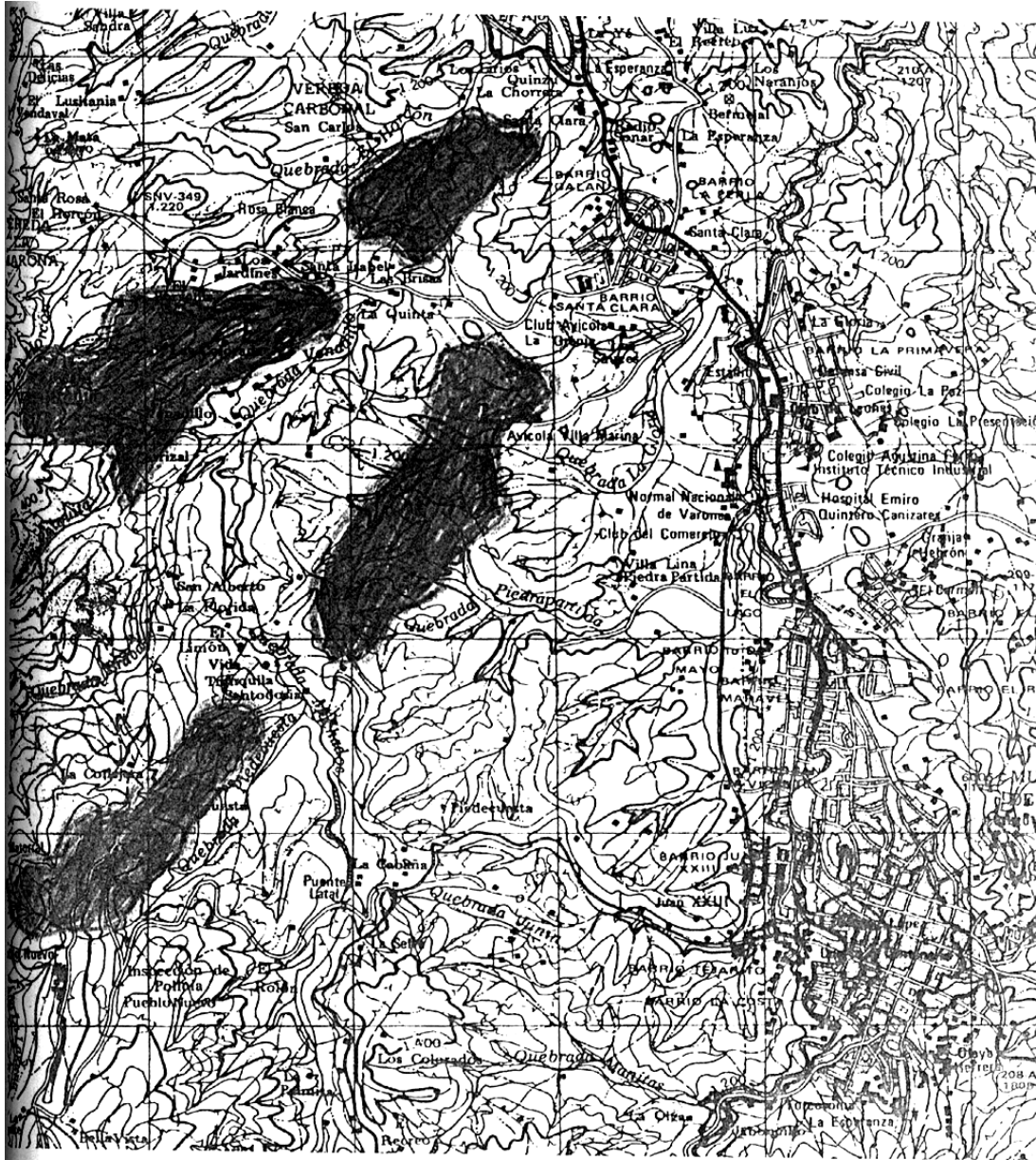
Praderas: Pastos para alimento de animales que corresponde más de la mitad del área.

Rastrojos: Aparecen de manera continua en algunos márgenes de la quebrada y de manera dispersa en zonas sometidas al sobre pastoreo. La mayor parte se encuentran en zonas con topografía ondulada y quebrada.

Bosques naturales: Los bosques naturales primarios han desaparecido en la quebrada. El área de bosque secundario intervenido, se localiza en la veredas de Venadillo, El Danubio, Carrizal, Los Curitos y Pueblo Nuevo, está al occidente del casco urbano de la ciudadela.

En la Figura 5.se observa el esquema general de localización de las zonas de cobertura vegetal.

Figura 5. Plano Localización zonas de cobertura vegetal



Fuente: Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

2.5. MARCO LEGAL

CONSTITUCION POLITICA DE COLOMBIA 1991: por lo cual se reglamenta los derechos colectivos y del ambiente.

Artículo 79. Es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. A través de este artículo se reconoce el derecho de todas las personas de disfrutar de un ambiente sano.

Artículo 80. El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación y su restauración, además controlará los factores de deterioro ambiental.

Artículo 98 numeral 8. Es deber de la persona y del ciudadano proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.

Artículo 334. El estado intervendrá en la explotación de los recursos naturales, en el uso del suelo en la producción, en la distribución y utilización de los bienes y en los servicios públicos y privados, para racionalizar la economía y mejorar la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y la preservación de un ambiente sano.

LEY 373 de 1997: por la cual se establece el programa para el ahorro y uso eficiente del agua.

Artículo 1o. PROGRAMA PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA.

Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el 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.

Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción, aprobarán la implantación y ejecución de dichos programas en coordinación con otras corporaciones autónomas que compartan las fuentes que abastecen los diferentes usos.

Artículo 2o. CONTENIDO DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA.

El programa de ahorro y uso eficiente de agua, será quinquenal y deberá estar basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas, los incentivos y otros aspectos que definan las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, las entidades prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, las que manejen proyectos de riego y drenaje, las hidroeléctricas y demás usuarios del recurso, que se consideren convenientes para el cumplimiento del programa.

DECRETO 2811 de 1974. Código nacional de los recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente.

LEY 99 de 1993. Define el SINA y crea el ministerio del medio ambiente. Consigna orientaciones sobre la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas.

Artículo 1. Principios Generales Ambientales.

La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales: El proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible. Las políticas de población tendrán en cuenta el derecho de los seres humanos a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.

Las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos serán objeto de protección especial. En la utilización de los recursos hídricos, el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier otro uso. La formulación de las políticas ambientales tendrá cuenta el resultado del proceso de investigación científica.

No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.

El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables. El paisaje por ser patrimonio común deberá ser protegido.

La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones. Los estudios de impacto ambiental serán el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial.

El manejo ambiental del país, conforme a la Constitución Nacional, será descentralizado, democrático y participativo. Para el manejo ambiental del país, se establece un Sistema Nacional Ambiental -SINA- cuyos componentes y su interrelación definen los mecanismos de actuación del Estado y la sociedad civil.

Las instituciones ambientales del Estado se estructurarán teniendo como base criterios de manejo integral del medio ambiente y su interrelación con los procesos de planificación económica, social y física.⁷

⁷ Ley 373 de junio de 1997, Por medio de la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Bogotá D.C.: El ministerio, 1997. 12 p.

3. DISEÑO METODOLOGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACION

La metodología que se utilizó fue exploratoria descriptiva a través de la evaluación de características hidrológicas, geológicas, poblacionales y topográficas de la zona involucrada en el proyecto y además investigativa con base a la información ya existente, con planos topográficos e información sobre el acueducto existente.

3.2. POBLACION

Para este estudio la población estará conformada por 1223 usuarios pertenecientes o afiliados a la empresa de servicios públicos ADAMUIAN, del sector de la ciudadela norte, del municipio de Ocaña N.S.

3.3. MUESTRA

El proyecto se enfoca a solucionar el problema de acueducto de una población de 1223 usuarios que beneficia actualmente a 6486 habitantes del Norte de la ciudad de Ocaña, (Barrios Santa Clara, José Antonio Galán, Bermejál, Los Sauces).

3.4. RECOLECCION DE INFORMACION

Para la recolección de la información, los datos serán suministrados de fuentes primarias y secundarias, como fuente primaria se utilizará los censos poblacionales facilitados por la alcaldía. Los datos secundarios serán tomados de reconocimiento técnico de la red, bocatoma, aducción, desarenador, planta de tratamiento, tanque de almacenamiento y conducción, registros topográficos del plan maestro de acueducto y alcantarillado, aforos, además se utilizarán fuentes de diferentes investigaciones en torno al tema, como también normas, informes y propuestas anteriormente realizadas a través de la técnica de análisis documental.

4. ESTUDIO DE LA DEMANDA Y PARÁMETROS DE DISEÑO

Este proyecto se basa en desarrollar los conocimientos adquiridos en la línea de agua durante el transcurso de la carrera y en el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, que es un decreto del Ministerio de Desarrollo en donde se establecen los parámetros de diseño para preparación, elaboración y presentación de proyectos de Agua Potable y Saneamiento Básico.⁸

4.1. ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN

4.1.1. Proyección de la población

El método utilizado para la proyección es el Método Geométrico.

La ecuación que se emplea es:

$$Pf = Po(1 + r)^n$$

De donde;

Pf: Población Futura

Po: Población al Inicio del Periodo

r: Tasa de Crecimiento.

n: Periodo en Años.

Tasa de Crecimiento Poblacional

Para efectos de este estudio se adopta como tasa de crecimiento 2%, que corresponde a la tasa de crecimiento en las poblaciones Colombianas.

Para la elaboración del PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA en este Municipio, se debe determinar la demanda que se requiere para un periodo de diseño de 25 años.

Aplicamos la siguiente ecuación, que pertenece al método antes mencionado para el cálculo de las poblaciones en el horizonte de diseño.

$$Pf = Po(1 + r)^n$$

⁸ VICTOR HUGO BARBOSA. Programa de uso eficiente y ahorro del agua en el municipio Rio de Oro Cesar. Cúcuta, 2006.

Tabla 1. Proyección de la población

| Año | N° Hab |
|------------|---------------|
| 2013 | 6486 |
| 2014 | 6748 |
| 2015 | 6883 |
| 2016 | 7021 |
| 2017 | 7161 |
| 2018 | 7304 |
| 2019 | 7450 |
| 2020 | 7599 |
| 2021 | 7751 |
| 2022 | 7906 |
| 2023 | 8065 |
| 2024 | 8226 |
| 2025 | 8390 |
| 2026 | 8558 |
| 2027 | 8729 |
| 2028 | 8904 |
| 2029 | 9082 |
| 2030 | 9264 |
| 2031 | 9449 |
| 2032 | 9638 |
| 2033 | 9831 |
| 2034 | 10027 |
| 2035 | 10228 |
| 2036 | 10432 |
| 2037 | 10641 |

Fuente: Autores Del Proyecto

4.2. ANALISIS Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA SEGÚN EL R.A.S 2000

Con base en los parámetros definidos por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000), para la población objeto del presente estudio correspondiente al sector de la Ciudadela Norte del municipio de Ocaña N.S; se realiza el análisis de la demanda del sistema de acueducto, el cual permite apreciar la cantidad de agua que se necesitará en el futuro, permitiendo establecer la necesidad de planes de expansión y mejoramiento del sistema de acueducto.

4.2.1. Niveles de complejidad del sistema

La clasificación del proyecto depende del número de habitantes en la zona urbana del municipio; su capacidad económica o el grado de exigencia técnica que se requiera para adelantar el proyecto, de acuerdo con lo establecido en la Tabla 5. Depende del nivel de complejidad del sistema. Para Niveles de Complejidad Bajo, Medio y Medio Alto el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS-2000) establece que se pueden emplear el método Aritmético, el método Geométrico o el método exponencial.

Lo cual para este caso por ser una zona de estudio pequeña se adquirió la información de un censo realizado por parte de la alcaldía para el año 2013, arrojando una población del sector 6.486 hab. Dando este resultado así un nivel de complejidad medio.

Tabla 2. Asignación del nivel de complejidad

| Nivel de complejidad | Población en la zona urbana (habitantes) | Capacidad económica de los usuarios |
|-----------------------------|---|--|
| Bajo | < 2.500 | Baja |
| Medio | 2.501 a 12.500 | Baja |
| Medio – alto | 12.501 a 60.000 | Medio |
| Alto | > 60.000 | Alto |

Fuente: Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico(RAS)

4.3. PERIODO DE DISEÑO

Para todos los componentes del sistema de acueducto y alcantarillado se adoptan los periodos de diseño máximos establecidos en la siguiente Tabla, según el Nivel de Complejidad del sistema: De acuerdo con la resolución 2320 de 2009 se tiene:

Tabla 3. Nivel de Complejidad

| Nivel de Complejidad del sistema | Período de diseño máximo |
|---|---------------------------------|
| Bajo, Medio y Medio alto | 25 años |
| Alto | 30 años |

Fuente: Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico.

4.4. DOTACIÓN NETA

La 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 acueducto⁸.

4.4.1. Dotación neta máxima

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

De acuerdo con la resolución 2320 de 2009 se tiene la siguiente tabla:

Tabla 4. Dotación neta máxima

| Nivel de complejidad del sistema | Dotación neta máxima Clima Frío o Templado (l/hab·día) | Dotación neta máxima Clima Cálido (l/hab·día) |
|---|--|--|
| Bajo | 90 | 100 |
| Medio | 115 | 125 |
| Medio alto | 125 | 135 |
| Alto | 140 | 150 |

Fuente: Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS)

Para efectos de la presente Resolución entiéndase por poblaciones con "Clima Frío o Templado" aquellas ubicadas a una altura superior a 1.000 metros sobre el nivel del mar y por poblaciones con "Clima Cálido" aquellas ubicadas a una altura inferior o igual a 1.000 metros sobre el nivel del mar.

4.4.2. Dotación Bruta

Es la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante considerando para su cálculo el porcentaje de pérdidas que ocurran en el sistema

⁸ VICTOR HUGO BARBOSA. Programa de uso eficiente y ahorro del agua en el municipio Rio de Oro Cesar. Cúcuta, 2006.

de acueducto. La dotación bruta para el diseño de cada uno de los componentes que conforman un sistema de acueducto, indistintamente del nivel de complejidad, se debe calcular conforme a la siguiente ecuación:

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

Dónde:

Dbruta: Dotación bruta

dneta: Dotación neta

%p: Pérdidas técnicas máximas admisibles

El porcentaje de pérdidas técnicas máximas admisibles en la ecuación anterior no deberá superar el 25%".

$$D_{bruta} = \frac{d_{neta}}{(1 - \%p)} = \frac{115}{(1 - 0.25)} = 153.33 \frac{L}{hab. dia}$$

4.5.DEMANDA

Cuando se multiplica la población que va a ser servida por la dotación bruta, se obtiene la demanda total de agua.

4.6. CAUDALES DE DISEÑO

Los caudales de diseño son los que se utilizan para determinar la capacidad de los equipos, dispositivos y estructuras utilizadas en un sistema de acueducto.

4.6.1. Caudal Medio Diario, QMD

Es el caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año y puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = \frac{p * d_{bruta}}{86400}$$

$$Q_{md} = \frac{p * d_{bruta}}{86400} = \frac{6486 * 153.33}{86400} = 11.51 L/seg$$

4.6.2. Caudal Máximo Diario, QMD

Corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año. Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario, K1. El caudal máximo diario se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{MD} = Q_{md} * k1$$
$$Q_{MD} = Q_{md} * k1 = 11.51 \frac{L}{seg} * 1.3 = 14.96 \frac{L}{seg}$$

Este coeficiente se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, utilizando los datos registrados en un periodo mínimo de un año.

Tabla 5. Coeficiente de Consumo Diario K₁, según el Nivel de Complejidad del Sistema

| Nivel de Complejidad del Sistema | Coeficiente De Consumo Máx. Diario K ₁ |
|----------------------------------|---|
| Bajo | 1.3 |
| Medio | 1.3 |
| Medio alto | 1.2 |
| Alto | 1.2 |

Fuente: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

4.6.3. Caudal Máximo Horario, QMH

Corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. Se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario, K2, según la siguiente ecuación:

$$Q_{MH} = Q_{MD} * k2$$
$$Q_{MH} = Q_{MD} * k2 = 14.96 \frac{L}{seg} * 1.5 = 22.44 \frac{L}{seg}$$

El coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario, K2, puede calcularse, para el caso de ampliaciones de sistema de acueducto, como la relación entre el caudal máximo horario, QMH, y el caudal máximo diario, QMD, registrados durante un período mínimo de un año, sin incluir los días en que ocurran fallas relevantes en el servicio. En el caso de sistemas de acueductos nuevos, el coeficiente de consumo

máximo horario con relación al consumo máximo diario, k2, es función del nivel de complejidad del sistema y el tipo de red de distribución, según se establece en la siguiente tabla.

Tabla 6. Coeficiente de Consumo Máximo Horario K₂, según el Nivel de Complejidad del Sistema y el Tipo de Red de Distribución

| Nivel de Complejidad del Sistema | Red menor de Distribución | Red secundaria | Red matriz |
|----------------------------------|---------------------------|----------------|------------|
| Bajo | 1.60 | * | * |
| Medio | 1.60 | 1.50 | * |
| Medio alto | 1.50 | 1.45 | 1.40 |
| Alto | 1.50 | 1.45 | 1.40 |

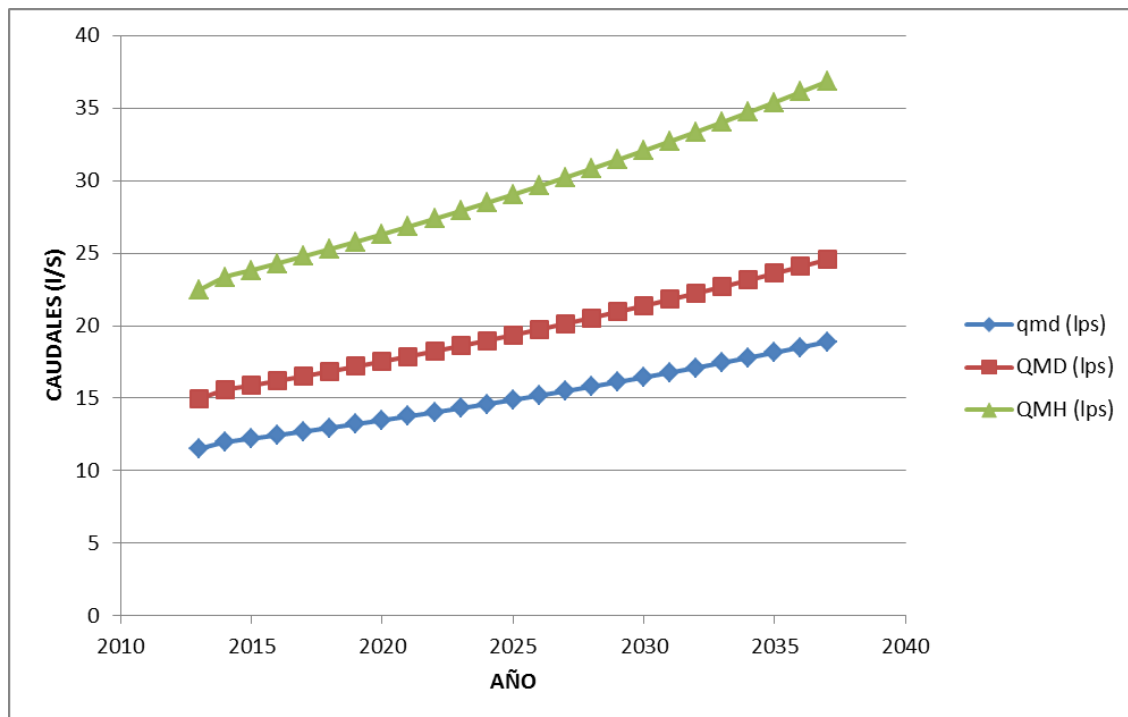
Fuente: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS)

Tabla 7. Proyección de Población y Caudales Estimados según el RAS 2000

| Año | Población | Dot. Neta lts/hab.día | Dot. Bruta lts/hab.día | qmd (lps) | K1 | QMD (lps) | K2 | QMH (lps) |
|------|-----------|--------------------------|---------------------------|-----------|-----|-----------|-----|-----------|
| 2013 | 6486 | 115 | 153.33 | 11.51 | 1.3 | 14.96 | 1.5 | 22.45 |
| 2014 | 6748 | 115 | 153.33 | 11.98 | 1.3 | 15.57 | 1.5 | 23.35 |
| 2015 | 6883 | 115 | 153.33 | 12.22 | 1.3 | 15.88 | 1.5 | 23.82 |
| 2016 | 7021 | 115 | 153.33 | 12.46 | 1.3 | 16.20 | 1.5 | 24.30 |
| 2017 | 7161 | 115 | 153.33 | 12.71 | 1.3 | 16.52 | 1.5 | 24.78 |
| 2018 | 7304 | 115 | 153.33 | 12.96 | 1.3 | 16.85 | 1.5 | 25.28 |
| 2019 | 7450 | 115 | 153.33 | 13.22 | 1.3 | 17.19 | 1.5 | 25.78 |
| 2020 | 7599 | 115 | 153.33 | 13.49 | 1.3 | 17.53 | 1.5 | 26.30 |
| 2021 | 7751 | 115 | 153.33 | 13.76 | 1.3 | 17.88 | 1.5 | 26.82 |
| 2022 | 7906 | 115 | 153.33 | 14.03 | 1.3 | 18.24 | 1.5 | 27.36 |
| 2023 | 8065 | 115 | 153.33 | 14.31 | 1.3 | 18.61 | 1.5 | 27.91 |
| 2024 | 8226 | 115 | 153.33 | 14.60 | 1.3 | 18.98 | 1.5 | 28.47 |
| 2025 | 8390 | 115 | 153.33 | 14.89 | 1.3 | 19.36 | 1.5 | 29.04 |
| 2026 | 8558 | 115 | 153.33 | 15.19 | 1.3 | 19.74 | 1.5 | 29.62 |
| 2027 | 8729 | 115 | 153.33 | 15.49 | 1.3 | 20.14 | 1.5 | 30.21 |
| 2028 | 8904 | 115 | 153.33 | 15.80 | 1.3 | 20.54 | 1.5 | 30.81 |
| 2029 | 9082 | 115 | 153.33 | 16.12 | 1.3 | 20.95 | 1.5 | 31.43 |
| 2030 | 9264 | 115 | 153.33 | 16.44 | 1.3 | 21.37 | 1.5 | 32.06 |
| 2031 | 9449 | 115 | 153.33 | 16.77 | 1.3 | 21.80 | 1.5 | 32.70 |
| 2032 | 9638 | 115 | 153.33 | 17.10 | 1.3 | 22.24 | 1.5 | 33.35 |
| 2033 | 9831 | 115 | 153.33 | 17.45 | 1.3 | 22.68 | 1.5 | 34.02 |
| 2034 | 10027 | 115 | 153.33 | 17.80 | 1.3 | 23.13 | 1.5 | 34.70 |
| 2035 | 10228 | 115 | 153.33 | 18.15 | 1.3 | 23.60 | 1.5 | 35.39 |
| 2036 | 10432 | 115 | 153.33 | 18.51 | 1.3 | 24.07 | 1.5 | 36.10 |
| 2037 | 10641 | 115 | 153.33 | 18.88 | 1.3 | 24.55 | 1.5 | 36.82 |

Fuente: Autores Del Proyecto

Grafico 1. Proyección de la Demanda Según el RAS 2000



Fuente: Autores Del Proyecto

4.7. DETERMINACIÓN DE LA DOTACION BRUTA REAL

Para analizar la dotación bruta que actualmente existe en el sector de la Ciudadela Norte del municipio de Ocaña, se promediaron los registros de caudal de entrada al tanque de almacenamiento y se utilizó la siguiente fórmula para calcularla:

$$\text{Dot. Bruta Real} = (\text{Caudal de Entrada Promedio} / \text{Numero de Hab}) * 86400$$

Se determinó un caudal promedio de entrada al tanque de 9.5l/s.

Aplicando la fórmula se obtuvo una dotación bruta real de 126.55 l/hab.día.

De acuerdo a los análisis realizados y los datos obtenidos se encontró que la comunidad tiene un consumo adecuado con relación al que está estipulado en la resolución 2320 de 2009, con el aforo que se realizara será la única manera de obtener un análisis y tener un punto base para continuar con el programa, debido a que el sector de la Ciudadela Norte no cuenta con un sistema bien definido en donde se pueda determinar con exactitud el consumo de agua en los habitantes. Por tal razón el Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua para el sector de la Ciudadela Norte en el municipio de Ocaña tendrá como objetivo verificar que las dotaciones brutas actuales de 153.33 l/hab*día, a lo determinado

con base a la resolución 2320 de 2009 y la obtenida de la dotación bruta real de 126.55 l/hab*día, estén cumpliendo con lo establecido. Que para este caso en particular si estaría dentro del rango permitido.

4.8. EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS EN EL SISTEMA DE ACUEDUTO AMIGOS USUARIOS DEL ACUEDUCTO INDEPENDIENTE DE OCAÑA “ADAMIUAIN E.S.P.”

4.8.1. Agua No Contabilizada

Es la diferencia entre el volumen de agua que capta, transporta, procesa el sistema de acueducto y el volumen de agua que se entrega y factura a los usuarios del sistema. En el nivel de la red de distribución, el agua no contabilizada se calcula mediante un indicador porcentual o índice de agua no contabilizada (IANC), que relaciona el volumen total de agua que se suministra a las redes con el volumen total de agua que se factura a los usuarios de éstas en un período determinado, a saber:

$$IANC(\%) = \frac{VOL.DEAGUAPRODUCIDO - VOL.DEAGUAFACTURADO}{VOLUMENDEAGUAPRODUCIDO} * 100$$

$$IANC(\%) = \frac{299.800m3/año - 228.623m3/año}{280.900m3/año} * 100$$

$$IANC(\%) = 23.74\%$$

El IANC representa, no solamente las pérdidas físicas de volumen de agua, sino también las pérdidas financieras de la empresa o entidad prestadora del servicio. En este sentido, las pérdidas de un sistema de acueducto, de acuerdo con sus características, se clasifican normalmente en dos grandes grupos, como físicas y comerciales; estas últimas no se observan a simple vista y están relacionadas directamente con la gestión de la entidad prestadora del servicio.

Pérdidas Físicas: incluyen las fugas en tuberías y accesorios y en estructuras, como reboses en tanques de almacenamiento, planta de tratamiento, etc. Por lo general, estas pérdidas se subdividen en fugas visibles y no visibles.

Pérdidas comerciales: entre éstas se consideran los volúmenes consumidos no facturados, los volúmenes no contabilizados por defectos en los micromedidores, los consumos a través de conexiones clandestinas, etc.

En conjunto, las pérdidas físicas más las pérdidas comerciales se constituyen en la causa más frecuente de la mala gestión de la empresa prestadora de este servicio. Además de lo señalado anteriormente sobre las pérdidas físicas y su incidencia en el estado financiero de una empresa prestadora del servicio de acueducto, es importante tener en cuenta que cada metro cúbico de agua potable que produce un sistema lleva implícitos tres tipos de costos asociados:

Costos de inversión en infraestructura, para captar el agua, conducirla, tratarla, almacenarla, distribuirla y suministrarla a los usuarios.

Costos de operación y mantenimiento, para proteger y recuperar las cuencas abastecedoras; reponer y ampliar las redes; operar las válvulas, redes y accesorios; vigilar la infraestructura; operar las estaciones de bombeo y potabilizar el agua para hacerla apta para el consumo humano.

4.8.2. Evaluación de pérdidas Aducción desarenador-Tanque de tratamiento

Aquí se tienen en cuenta las pérdidas que hay de los desarenadores al tanque de tratamiento (clarificador), comparando las mediciones de caudal realizadas en los desarenadores y el caudal de llegada al tanque de tratamiento. Para la realización y determinación de las pérdidas físicas se realizaron dos aforos. Las comparaciones de caudales se mostrarán a continuación:

El caudal promedio que llega al tanque es de $0.0095 \text{ m}^3/\text{s}$.

Según aforos realizados al canal del sistema, se calculó un caudal captado promedio de $0.01275 \text{ m}^3/\text{s}$.

Con la siguiente fórmula y los caudales obtenidos se procedió a calcular el porcentaje de pérdidas físicas:

$$\% \text{Pérdidas} = \frac{\text{Caudal Captado} - \text{Caudal.llega.al.tan.que}}{\text{Caudal captado}} * 100$$

$$\% \text{Pérdidas} = \frac{0.01273 \text{ m}^3/\text{seg} - 0.0095 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.01273 \text{ m}^3/\text{seg}} * 100$$

$$\% \text{Pérdidas} = 25.37\%$$

Las pérdidas generadas entre la captación-desarenador y el tanque de tratamiento que corresponden a las pérdidas de las aducciones, se consideran un poco altas de acuerdo al

rango estipulado en el RAS 2000, 3 – 5%, por lo tanto se recomienda mantenimiento para que la estructura mejore las condiciones y este porcentaje se reduzca, manteniéndose en los rangos.

4.9.DETERMINACIÓN DEL CAUDAL, FUENTES DE ABASTECIMIENTO ACTUAL POR EL MÉTODO ÁREA-VELOCIDAD

Las fuentes de abastecimiento de un acueducto se clasifican como superficiales y subterráneas. Las fuentes superficiales pueden ser: ríos, quebradas, lagos, lagunas, embalses, aguas lluvias y agua de mar. Las fuentes subterráneas pueden ser: sub superficiales (se explotan a través de aljibes o pozos excavados) y acuíferos (a través de pozos profundos). Las fuentes abastecedoras del Sector de la Ciudadela Norte del municipio de Ocaña pertenecientes a la empresa de servicios públicos ADAMIUAIN, es la quebrada la brava ubicada en la vereda Venadillo.

El caudal de una fuente puede obtenerse de registros que posean entidades como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Medio Ambiente (IDEAM), el Instituto Nacional de Adecuación de Tierras (Inat), las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) o en las memorias de los estudios de diseño del acueducto municipal. En caso contrario, se puede hacer aforos de caudal en la fuente (una en invierno y otra en verano).

En caso de que no existan estos datos se deberá realizar trabajo de campo y obtener datos de caudales con métodos sencillos como vertederos, molinetes o la utilización del método Área-Velocidad.

Para estas fuentes no existen registros históricos de caudales, razón por la cual se utilizó el método Área-Velocidad, que consiste en medir una sección típica de la fuente con el fin de determinar el área respectiva y sobre la misma medir la velocidad de la corriente tomando como referencia un objeto que se deja arrastrar por la corriente, para el cual se le mide el tiempo en determinado recorrido.

Para la selección del sitio del aforo se tuvo en cuenta:

Que el sitio seleccionado, corresponda a un tramo recto de la Quebrada.

Que la sección transversal de la quebrada fuese aproximadamente constante y de forma regular.

Que el sitio seleccionado estuviese lo más cerca posible de la bocatoma del acueducto y aguas arriba de la misma.

Se calcula el caudal que transporta la quebrada de acuerdo a la ecuación:

Q: $V \cdot A$

Q: Caudal que circula por la quebrada ($m^3/s.$)

V: Velocidad promedio del tramo analizado ($V = 0.85 \cdot X/t$)

X: Distancia recorrida por el objeto en determinado tiempo.

t: Tiempo transcurrido por el objeto en transitar una distancia x

A: Área transversal típica en la quebrada

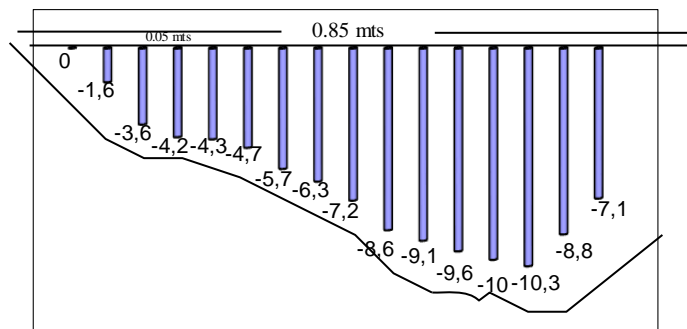
Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

4.9.1. Determinación del caudal, fuente de abastecimiento quebrada la brava por el método área-velocidad

4.9.1.1. Aforo. Realizado en la quebrada Brava, el día 29 de Noviembre del 2013. Hora 9:30 AM.

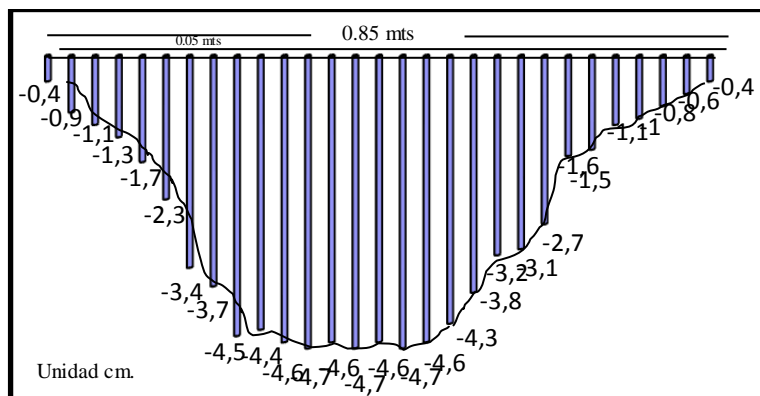
Antes de la bocatoma:

Gráfica 2. Primera Sección transversal



Fuente: Autores de proyecto

Gráfica 3. Segunda Sección transversal



Fuente: Autores de proyecto

Área total sección transversal 1

$$A_1 = 486,75 \text{ cm}^2$$

Área total sección transversal 2

$$A_2 = 371,95 \text{ cm}^2$$

Área promedio

$$A_p = 429,35 \text{ cm}^2 = 0,042935 \text{ m}^2$$

Tiempo promedio

$$T_p = 11,82 \text{ seg}$$

Velocidad

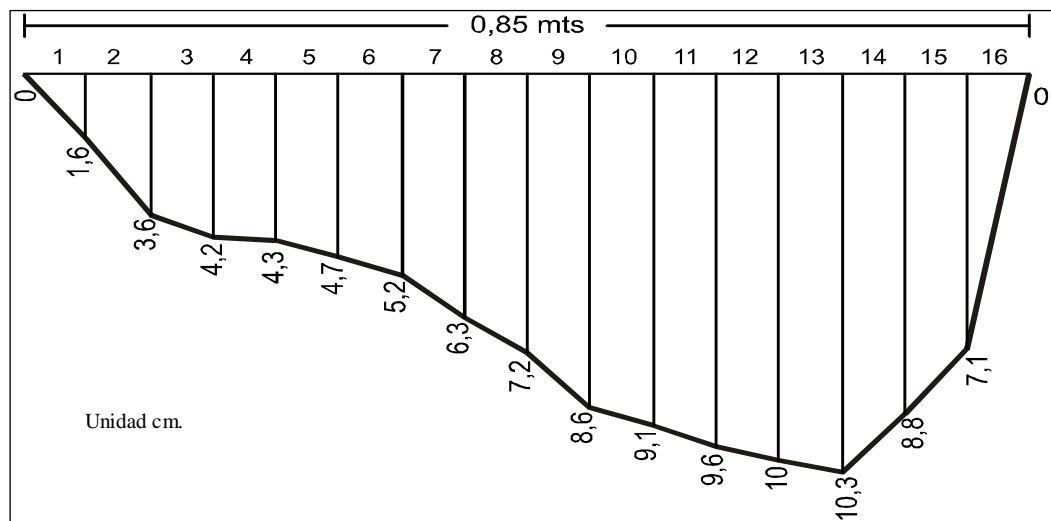
$$V = \frac{x}{t} = \frac{5 \text{ m}}{11,82 \text{ seg}} = 0,4231 \text{ m/seg}$$

Caudal

$$Q = V * A = 0,4231 \frac{\text{m}}{\text{seg}} * 0,042985 \text{ m}^2 = 0,018188 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} = 18,18 \frac{\text{Lt}}{\text{seg}}$$

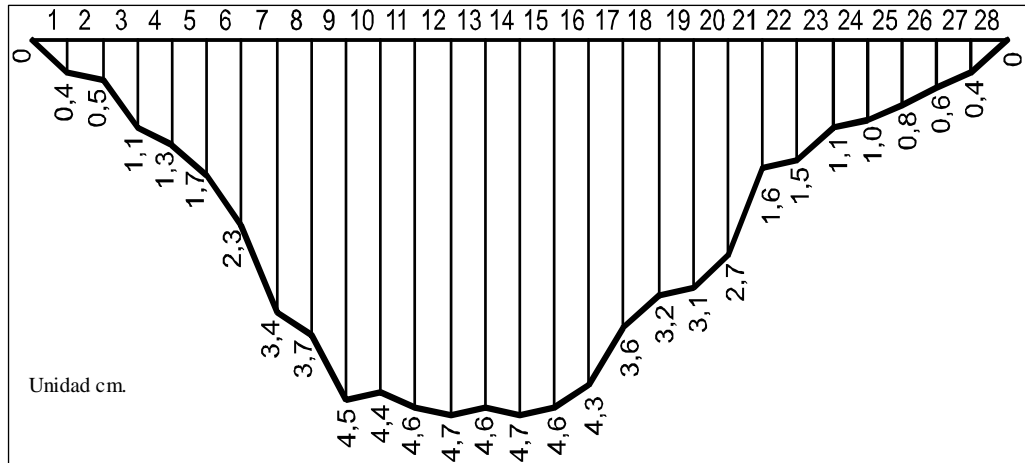
Después de la bocatoma:

Gráfica 4. Sección Transversal 1



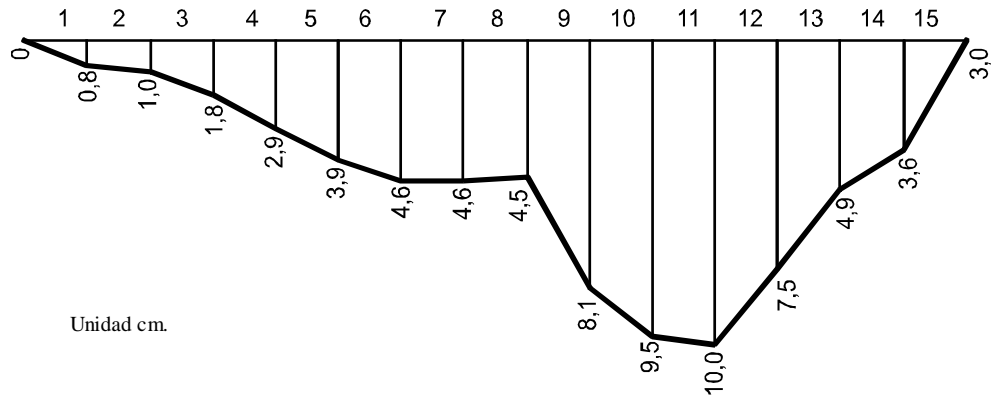
Fuente: Autores de proyecto

Gráfica 5. Sección Transversal 2



Fuente: Autores de proyecto

Gráfica 6. Sección Transversal 3



Fuente: Autores de proyecto

Áreas

$A_1 = 126,87 \text{ cm}^2$

$A_2 = 132,59 \text{ cm}^2$

$A_3 = 121,159 \text{ cm}^2$

Áreas Promedio

$$A_p = A_1 + A_2 + A_3 = 126,873 \text{ cm}^2 = 0,0126873 \text{ m}^2$$

Tiempo promedio

$T_p = 11,62 \text{ seg}$

Velocidad

$$V = \frac{x}{t} = \frac{5 \text{ m}}{11,62 \text{ seg}} = 0,43 \text{ m/seg}$$

Caudal

$$Q = V * A = 0,43 \frac{\text{m}}{\text{seg}} * 0,01269 \text{ m}^2 = 5,456 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} = 5,456 \frac{\text{Lt}}{\text{seg}}$$

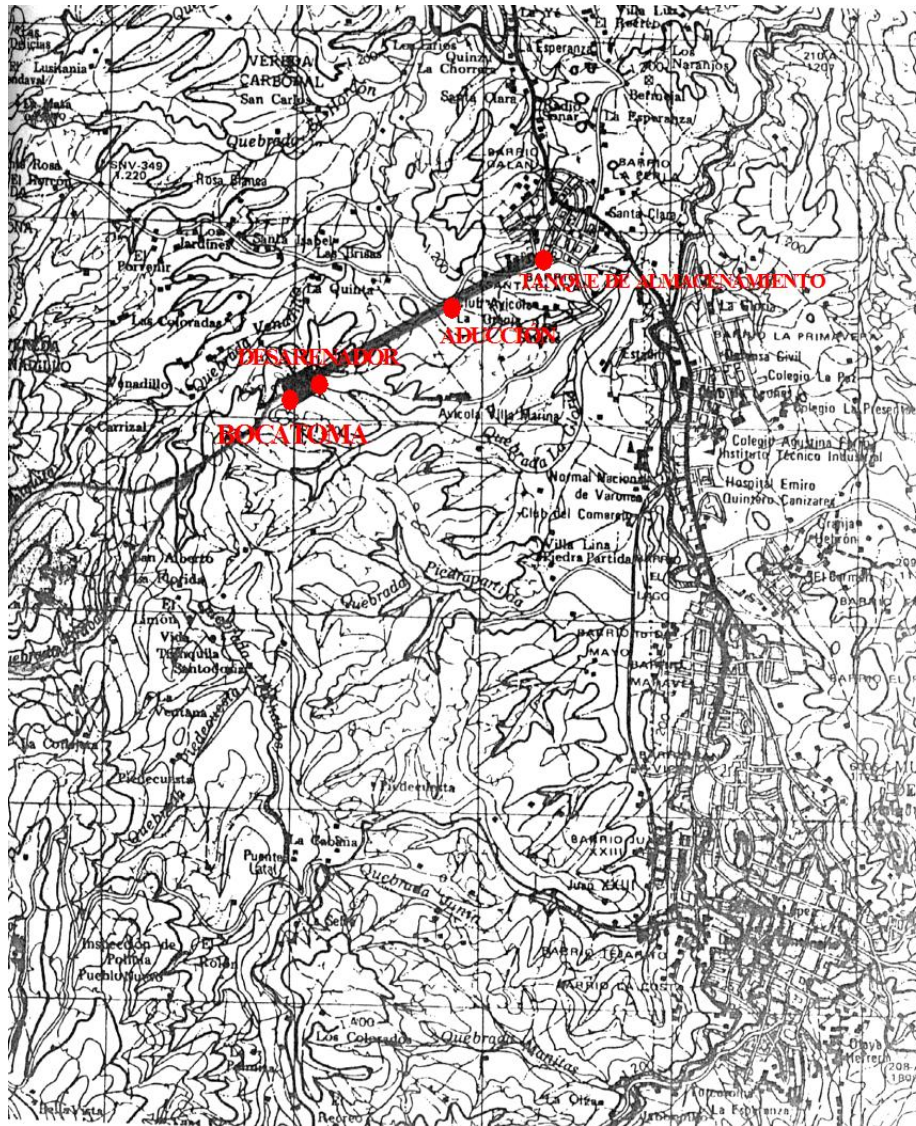
Lo que quiere decir que 12,73 Lt/sg son captados por la bocatoma y las fincas aledañas, 9,5 Lt/sg aproximadamente son llevados a la planta para su respectivo tratamiento y el excedente 3,23 Lts/sg son consumidos por las fincas ya mencionadas o por el proceso de pérdidas causadas mediante su recorrido.

5. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

5.1. EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

5.1.1. Captación

Figura 6. Plano de localización de los componentes físicos del acueducto



Fuente: Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

La bocatoma existente consta de una estructura para represar el agua y la captación es de fondo, ubicada de manera perpendicular a la corriente de 1,5 mts. de ancho por 1mt de profundidad, abarcando todo el ancho de la quebrada que es de 3,2 mts. Tiene una cota de entrada de 1.264,65 msnm y una cota de salida de 1.264,47 msnm. Una rejilla elaborada por delgadas barras de 3/8 de pulgada, separadas entre sí por 1” y que se colocó en la parte superior de la presa, las dimensiones de la rejilla son: 2,11 mts de largo por 0,36 mts de ancho. Una canaleta dentro de la presa recibe el agua que entra por la rejilla y la transporta hasta la cámara de recolección, la profundidad de éste elemento es de 20cms y presenta una pequeña pendiente.

Para medir el caudal que entra a la bocatoma se calculó en los aforos realizados antes y después de la bocatoma, Ver numeral 4.9.1 para un caudal de captación de la bocatoma de 12,73lts/sg. La estructura de captación se encuentra en mal estado, por lo cual se deberá implementar un plan para el mejoramiento de dicha estructura o en su defecto diseñar uno nuevo que cumpla con todas las especificaciones exigidas.

El acueducto posee una bocatoma de fondo ya que el caudal que posee la quebrada La Brava es pequeño, el cual se ajusta a ésta clase de sistema de captación. Ver Foto 2.

Foto 2. Captación



Fuente: Autores del proyecto

5.1.2. Desarenador

El desarenador mide 4,8 mts de longitud efectiva; 1,5 mts de ancho y una profundidad mínima efectiva de 1,8 mts, con una pendiente del 5% en el fondo del desarenador hacia el

centro para permitir el desplazamiento de los sedimentos y el centro también cuenta con una pendiente del 5% hacia la compuerta de lavado y desagüe. Ver Foto 3.

Foto 3. Desarenador



Fuente: Autores del proyecto

Al final del desarenador se encuentra un vertedero de salida que entrega sus aguas a dos tuberías de 3”.

5.1.2.1. Chequeo De La Eficiencia Del Desarenador

Velocidad de sedimentación

Según Stokes:

$$V_s = \frac{g}{18} * (S_s - 1) * \frac{d^2}{\nu}$$

De donde:

V_s: Velocidad de sedimentación (cm/sg)

g : 981 cm/sg

S_s : Peso específico de la arena (2,65)

d : Diámetro de la partícula, para arenas muy finas es igual a 0,005 cm
v : Viscosidad cinemática del agua a 18°C ($1,039 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sg}$)

Si la altura disponible del desarenador es $H = 180 \text{ cms}$, se obtiene que el tiempo que tardaría la partícula al llegar al fondo sería de:

$$H = 180$$

$$V_s = 0,222 \text{ cm/sg}$$

Tiempo de sedimentación:

$$t = H/V_s$$

Dónde:

$$t = \frac{180}{0,222} = 811 \text{ sg}$$

Como el desarenador no tiene baffles o pantalla deflectora luego la relación $a/t = 7$
 El periodo de retención hidráulico (a) será de:

$$a = 7 * t$$

$$a = 7 * 811 \text{ sg}$$

$$a = 5677 \text{ sg} = 1,58 \text{ horas}$$

$$a = \frac{C}{Q}$$

Dónde:

a = Periodo de retención hidráulico

C = Capacidad del desarenador

Q = Caudal del desarenador

$$C = 4,8 \text{ mt} * 1,5 \text{ mt} * 1,8 \text{ mt} = 12,96 \text{ m}^3$$

$$Q = \frac{12,96 \text{ m}^3}{5677 \text{ sg}} = 2,28 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{sg}} = 2,8 \frac{\text{Lt}}{\text{sg}}$$

Debido al mal estado en que se encuentra el desarenador actualmente y al caudal que es capaz de tratar eficientemente de $2,3 \text{ lts/sg}$ desarrollaremos un nuevo pre diseño para un caudal de $14,96 \text{ lts/sg}$.

5.1.3. Aducción

5.1.3.1. Aducción (Bocatoma - desarenador)

Según la norma determinada por el (RAS 2000) Aducción es la estructura (canal) o tubería cerrada que transporta agua sin tratamiento. El acueducto ADAMIUAIN cuenta con una

canaleta de sección rectangular de 0.22 mt de ancho por 0.25 mt de altura, actualmente cubierta con lozas prefabricadas de cemento, a 12.5 m se encuentra una cámara de inspección de sección cuadrada de 1 m x 1 m. Ver Foto 4.

Foto 4. Aducción Bocatoma Desarenador



Fuente: Autores del proyecto

El desarenador se encuentra a 75 m de la cámara de inspección y la cota de entrada 1264.29 msnm y una cota de salida de 1263.39 msnm. La cota de salida de la bocatoma es de: 1.264,47 msnm. De la anterior se determina que la pendiente de toda la aducción es de 0.24%

$$S = \frac{1264,47 - 1264,29}{75 \text{ m}} = 0,0024 * 100\% = 0,24 \%$$

Las anteriores cotas fueron medidas sobre el terreno, tomando como base la cota de la bocatoma. Se midió la lámina de agua que conduce la canaleta siendo ésta de 0,14 mts empleando la fórmula de manning.

$$Q = \frac{A}{n} * (R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}})$$

Siendo:

A: Área de la sección mojada

R: Radio hidráulico de la sección mojada

n: Coeficiente de rugosidad de manning (para el concreto es de 0,013)

S: Pendiente

El caudal que capta la bocatoma es de **12,73 lts/sg**

5.1.4. Aducción (desarenador - planta tratamiento)

Esta aducción se hace por medio de dos tuberías de (PVC), con diámetro de 3” cada una, con un recorrido aproximado de 6504 mt desde el desarenador hasta la planta de tratamiento. En algunos sectores de la tubería se presenta deterioro provocado por las

inclemencias del clima y otros factores como el de sujetar a estos tubos otros de menor diámetro en los pasos elevados con el fin de seguir el recorrido de la tubería principal y así aprovechar la gravedad, para utilizarse en fincas aledañas como uso del riego de cultivos. Ver Foto 5.

Foto 5. Aducción desarenador planta



Fuente: Autores del proyecto

Recorrido de la tubería: La mayor parte del trazado no presenta ningún problema en el transporte del agua.

Válvulas: Las válvulas se encuentran en buen estado, en la parte media cuenta con estas válvulas, presentando así las tuberías unos orificios con incrustaciones de madera de modo que el fontanero cuando pasa en sus recorridos de rutina diarios quita estas para sacar el aire. Durante la vida útil que ha tenido la tubería se ha presentado en ocasiones una disminución representativa del caudal. Mediante trabajos realizados por el mismo acueducto se encontró que eran debido a conexiones clandestinas a la línea de aducción para uso de fincas en la región.

Se tomaron los datos de los planos de la línea de aducción que muestra el perfil de la conducción y la línea piezométrica elaborada mediante la fórmula de Hazen-Williams para pérdidas en tuberías a presión:

$$J = \left(\frac{Q}{(0,28 * C * D^{2,63})} \right)^{\frac{1}{0,54}}$$

Siendo:

Q: Caudal que transporta la conducción

D: Diámetro interno de la tubería

C: Coeficiente de fricción (en tuberías de PVC C=150)

J: Pérdidas de carga en m/m

La máxima presión en la tubería, medida desde la cota del terreno, es de **61,59 mt** y se encuentra en el K2 + 625,05.

La pérdida total de la tubería es de **59,78 mt**, sin incluir pérdidas menores.

5.1.4.1. Estado de las válvulas, ventosas y purgas

Las ventosas y purgas encontradas en la conducción se registran en la Tabla 8.

Tabla 8. Localización de válvulas y ventosas

| LOCALIZACIÓN | PURGA | VENTOSA | DIÁMETRO |
|---------------------|--------------|----------------|-----------------|
| K0 + 692,75 | | X | ½" |
| K0 + 916,15 | X | | ½" |
| K0 + 969,15 | | X | ½" |
| K1 + 749,05 | X | | ½" |
| K1 + 813,05 | | X | ½" |
| K3 + 776,05 | X | | ½" |

Fuentes: Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

5.1.5. Planta de tratamiento

El acueducto posee una planta compacta AQUAPAC II para un caudal de 12 lts/seg. La dosificación que se está realizando no es la adecuada, ésta se hace empíricamente; el acueducto no cuenta con un laboratorio y dosificadores especiales. Ver Foto 6.

Foto 6. Planta De Tratamiento



Fuente: Autores del proyecto

En la actualidad el personal que tiene a su cargo la operación directa y el control del funcionamiento de las distintas unidades y equipos no poseen suficiente capacitación acerca de los procesos que se realizan en cada una de las unidades

5.1.5.1. Descripción del proceso de tratamiento.

Floculación - decantación: El agua cruda se introduce por gravedad o por bombeo en el cono de la mezcla rápida donde se realiza una buena homogeneización entre los productos químicos (floculante y corrector de PH) y el agua; la cual desciende por gravedad y se introduce en la cámara primaria de reacción (cámara de floculación). El agua una vez floculada, se recoge en la parte superior y es conducida a la zona inferior de la segunda cámara (cámara de decantación), donde asciende pasando a través de un manto de lodos y un área de módulos plásticos inclinados 60 grados, siendo recogida posteriormente en la parte superior y llevada al sistema de filtración. Cada zona, floculación y decantación está equipada con su respectiva válvula para descarga de lodos.

El equipo está fabricado en Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PREV), y se encuentra dividido en dos zonas: una de FLOCULACIÓN con su correspondiente sistema de mezcla rápida cilíndrico-cónico, con un desagüe total comandado por una válvula de apertura rápida de ½ pulgada de diámetro, un colector superior que conduce a la segunda zona (DECANTACION), con su colector interno (tubería). En la parte media superior se instalan módulos aceleradores de sedimentación AQUAPAC II fabricado en poli-estireno. Sobre los módulos se encuentra instalado un colector que se interconecta al filtro. Esta zona tiene un desagüe total comandado por una válvula de apertura rápida de ½ pulgadas de diámetro.

Tabla 9. Coagulación (Mezcla Rápida)

| | |
|----------------------------|--|
| Dosificación de coagulante | Sistema de vértice dentro de un cono de mezcla |
| Tiempo de agitación | 5 segundos |
| Gradiente de mezcla | 1.330 seg |

Fuente: Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

Tabla 10. Floculación (Mezcla Rápida)

| | |
|------------------------|-------------------------------------|
| Sistema de floculación | Cono piramidal con flujo ascendente |
| Tiempo de retención | 20 minutos |
| Velocidad ascensional | 45 metros por hora |
| Número de unidades | 1 unidad |

Fuente: Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

Tabla 11. Decantación

| | |
|---|---|
| Sistema de decantación | El flujo ascendente. |
| Sistema de aceleración plástico | Placas inclinadas 60 grados, en material Poliesterico |
| Separación entre placas | 10 cm |
| Espesor de las placas | 1.50 mm más o menos 0,5 mm |
| Velocidad ascensional | 5,5 metros cúbicos por horas por metro cuadrado |
| Tipo de decantación | Acelerada con manto de lodos |
| Tipo de flujo | Laminar |
| Número de Reynolds | 120 – 130 |
| Sistema colector | Tubería en PVC |
| Paso de decantación al filtro | Tubería con sistema de bridas |
| Tiempo de retención, total Floculación, decantación | 45 minutos |

Fuente: Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

Filtro auto-lavable: El agua decantada es recibida en una columna de carga y es conducida a la zona de filtración descendente, localizada en la parte inferior. El agua filtrada es recogida por medio de un colector que centraliza el flujo y lo eleva a una cámara superior donde se almacena y sale por rebose para ser distribuida. El filtro es auto-lavable hidráulicamente sin intervención de operador o de electricidad. El equipo provisto de un sistema auto-lavable, está compuesto por las siguientes partes:

Una (1) cámara de entrada de agua, unidad con brida, el colector de la cámara de decantación.

Una (1) cámara de entrada a la zona de filtración.

Lechos filtrantes compuestos por: grava - arena - antracita, con altura de lecho total de 0,60 mts y alturas totales de filtros de 2,50 mts.

Tubos ranurados colectores de agua filtrada de diámetro 1/2 en PVC, recubiertos con PRFV. Cono central de filtro en PRFV para recolección de agua filtrada.

Sifón en PRFV para operación de lavado automático

Tabla 12. Filtración

| | |
|-----------------------|--|
| Número de filtros | 1 und |
| Sistema de filtración | Filtro lento de tipo auto-lavable hidráulico (no Corriente, bombeo ni operación de válvulas ni intervención de operador) |
| Carga superficial | 0,95 mts/hora |
| Lecho filtrante | Grava |

Fuente: Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

De acuerdo a la granulometría siguiente:

Tabla 13. Granulometría

| TIPO | PROFUNDIDAD | TAMAÑO |
|-----------------------|--|-------------------------|
| Grava gruesa | 0,5 mts | 1" a 1/2" |
| Grava media | 0,5 mts | 1/2" a 1" |
| Grava fina | 0,5 mts 0,20 mts. | 1/4" a 1 mm 1/8" a 1/4" |
| ARENA | | |
| TIPO | PROFUNDIDAD | TAMAÑO |
| Arena fina | 0,20 mts | 0,5 a 1 mm |
| Antracita | 0,20 mts | 1 a 1,5 mm |
| Tipo de lavado | | Automático hidráulico |
| Velocidad de lavado | Regulable mediante un sistema que permite el ajuste manual | |
| Carrera de filtración | Depende de la turbidez del agua (Se estima en 20 horas) | |
| Tiempo de lavado | Regulable se puede fijar de 50 a 70 minutos. | |

Fuente: Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

Dosificación de productos: Los productos previstos para dosificar son:

Tabla 14. Dosificación de productos

| | |
|---------------------|--------------------------------|
| Coagulante | Sulfato de aluminio |
| Estabilizador de PH | Carbonato de sodio o soda ash. |
| Suavizador | Soda ash |
| Desinfectante | Hipoclorito de sodio |

Fuente: Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

El agua para el consumo humano o uso doméstico debe cumplir con una serie de requisitos físicos, químicos y bacteriológicos, de manera que no cause perjuicio a la salud de las personas que lo consumen, por lo tanto el objetivo fundamental de su tratamiento es obtener agua que reúna esas características, labor que deben cumplir los operadores de planta, pues de su trabajo depende el suministro de agua de buena calidad. Una norma de calidad de agua se puede entender como un valor que debe poseer cada una de las propiedades o características de agua según el uso que se le vaya a dar, por eso existen normas de calidad de agua para uso industrial, para consumo humano, etc.

5.1.6. Medición de caudales

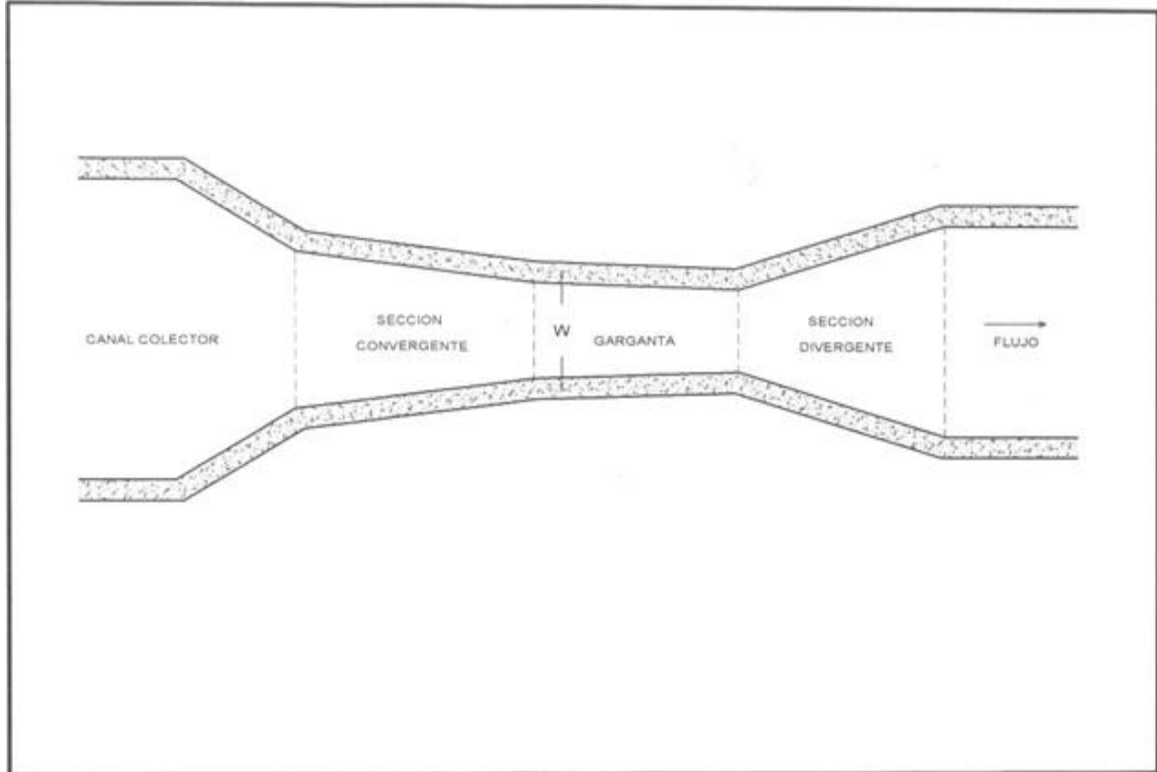
Parte fundamental de la correcta operación de una planta de tratamiento es la dosificación de las distintas sustancias químicas y el manejo de los caudales es parte importante para que éste proceso se lleve de la mejor manera. Para la medición de caudales en la planta de tratamiento es utilizada la canaleta PARSHALL, ésta consiste en un canal construido en concreto que tiene tres secciones.

- a. La entrada del agua o sección convergente.
- b. Una sección de fuerte pendiente o garganta. La sección se reduce y entonces se aumenta la velocidad del agua, lo cual produce una turbulencia intensa que se puede aprovechar para la mezcla rápida.
- c. La salida del agua o sección divergente en la cual existe una construpendiente suave Ver Foto 8.

El tamaño de una canaleta Parshall está dado por el ancho de la garganta W.

La canaleta Parshall permite medir el caudal de agua e la garganta y la profundidad de la corriente aguas arriba de la garganta. Según sea esta profundidad, se conoce el caudal de agua que fluye. La canaleta Parshall existente en el acueducto no cumple con las dimensiones en cuanto a W ancho de garganta. Por lo tanto se realizará la calibración de la canaleta Parshall para así determinar el caudal que entra a la planta de tratamiento. Ver Figura 5.

Figura 7. Canaleta Parshall.



Fuente: Autores de proyecto

5.1.7. Conducciones

Las conducciones que existen actualmente, se encuentran en perfecto estado; no poseen filtraciones, las válvulas de corte funcionan normalmente. Ver Foto 7.

La tubería que transporta el agua tratada al tanque de almacenamiento es de 6". No presenta fugas. Las tuberías que salen del tanque de almacenamiento para la distribución son de 3" y 2", no poseen fugas visibles y se encuentran en buen estado.

Foto 7. Conducciones



Fuente: Autores Del Proyecto

5.1.8. Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento tiene una capacidad de 792 m³, no posee filtraciones visibles, en general se encuentra en buen estado, las válvulas de corte del tanque no poseen filtraciones visibles, se encuentran en buen estado, la limpieza al tanque realiza periódicamente. Foto 8.

Foto 8. Tanque De Almacenamiento



Fuente: Autores Del Proyecto

La capacidad de almacenamiento que necesitamos para la población actual es de 1/3 el caudal medio diario, no se realizó un análisis de la curva integral debido a la discontinuidad del servicio por lo tanto:

$$\frac{14,45 \text{ Lt/sg}}{3} = 4,816 \frac{\text{Lt}}{\text{sg}} * \left(86,400 \frac{\text{sg}}{\text{dia}} \right) * \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Lt}} \right) = 416 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

Según la capacidad de almacenamiento que necesita la población con respecto a la capacidad del tanque actual que es de 792 m³, el tanque de almacenamiento posee la capacidad suficiente para almacenar el caudal que se necesita para un QMD de 14,96 lts/sg.

5.2. OPTIMIZACIÓN OPERATIVA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Es responsabilidad de la entidad prestadora del servicio de acueducto, suministrar agua de calidad que cumpla como mínimo con los requisitos establecidos en la resolución 2115 del 22 de junio del 2007.

El Sector de la Ciudadela Norte cuenta con una estructura de tratamiento en buenas condiciones, es de tipo compacta y comprende todos los procesos para un buen tratamiento de agua, por tal motivo anteriormente, se presenta el funcionamiento de cada elemento de la planta de tratamiento y especificaciones técnicas de la misma para la puesta en marcha.

El equipo humano encargado de la operación de la planta debe estar conformado por personas capacitadas que desarrollen las actividades de puesta en marcha y operación.

Objetivo: Elaborar el programa logrando que la población del Sector de la Ciudadela Norte reciba un agua apta para consumo humano.

Alcance: Lograr que en el corto plazo la planta de tratamiento esté en funcionamiento, mejorando sus condiciones y complementando con un laboratorio en donde se puedan realizar las pruebas y ensayos completos para determinar propiedades físico químicas y microbiológicas; si esta parte no se puede lograr por alguna razón realizar convenios interinstitucionales para realizar los ensayos de una manera constante.

Sector y Población Beneficiada: El programa de ahorro y uso eficiente del agua busca que el beneficio se de en todo el Sector de la Ciudadela Norte, aproximadamente 6883 habitantes para el año 2015.⁹

⁹ Resolución N° 2115, Por medio del cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2007. 23 p.

5.3. OPTIMIZACIÓN DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Esta parte del sistema solo necesita de una limpieza periódica y alguna inspección de las válvulas de salida y llegada del tanque, pues la estructura se encuentra en buenas condiciones estructurales, además, la capacidad del tanque es ideal para la demanda que requiere la comunidad.

Objetivo: Lograr que el tanque de almacenamiento se mantenga en buenas condiciones y así mantener la cantidad de agua requerida para suplir la demanda generada por la población en el periodo de diseño.

Alcance: Darle un buen manejo a esta parte del sistema, ya que es uno de los elementos que mejor se encuentra, otro aspecto importante es el de hacerle algunos cambios a las válvulas del elemento que se encuentran en regulares condiciones.

Sector y población Beneficiada: El programa de ahorro y uso eficiente del agua busca que el beneficio se dé en toda la cabecera municipal, aproximadamente 6883 habitantes para el año 2015.

5.4. OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Objetivo: disminuir las pérdidas en el sistema y mejoramiento en la distribución, cambiando los tramos de tubería que se encuentren en malas condiciones.

Alcance: Mantener la red de distribución en buenas condiciones evitando pérdidas en el sistema.

Se recomienda que la entidad prestadora del servicio contrate estudios de consultoría para la simulación de la red para conocer el estado en que está operando y así proponer alternativas que mejoren condiciones de presión, materiales, etc.

Sector y Población Beneficiada El programa de ahorro y uso eficiente del agua busca que el beneficio se dé en toda la cabecera municipal, aproximadamente 6883 habitantes para el año 2015.

5.5. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

Objetivo: Garantizar el funcionamiento adecuado del sistema de acueducto, manteniéndolo en óptimas condiciones físicas e hidráulicas, logrando así, un servicio oportuno y constante.

Alcance: Ejecutar el respectivo mantenimiento a cada uno de los elementos del sistema:

Sector y Población Beneficiada: El programa de ahorro y uso eficiente del agua busca que el beneficio se dé en toda la cabecera municipal, aproximadamente 6883 habitantes para el año 2015.

Programación y Ejecución: Esta operación debe ser de manera inmediata, teniendo en cuenta la complejidad de cada uno de los componentes del sistema, para brindar la atención requerida de manera oportuna; se deben implementar acciones como:

Mejoramiento de la bocatoma.

Lavado del desarenador.

Lavado del tanque de almacenamiento y la inspección de las válvulas.

Puesta en marcha del laboratorio de aguas.

Implementación de macromedición en el sistema de acueducto y ampliación de la micromedición.

6. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO ADAMIUAIN

Considerando la situación actual en la prestación del servicio de acueducto se inició el proceso de evaluación de la red de distribución barrios Santa Clara, Bermejál, José Antonio Galán, Los Sauces. En el sector de la ciudadela norte se determinan los siguientes aspectos.

Área: El sector evaluado contempla un área total de 19,44 Ha.

Densidad poblacional: Para la evaluación de la población se obtuvo un censo de usuarios facilitado por la alcaldía arrojando una población de 6.486hab.

$$Densidad\ poblacional = \frac{Población}{Area} = \frac{6.486\ hab}{19,44\ Ha} = 334 \frac{hab}{Ha}$$

Viviendas: El número de viviendas se obtuvo por medio del censo de usuarios aproximadamente 1.223 viviendas.

Caudales: Tomando como base los procedimientos de cálculo determinados en el RAS 2000, se determinaron los consumos máximos diarios y máximo horario para evaluar el funcionamiento hidráulico de la malla determinada.

6.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

De acuerdo con el capítulo B2 RAS; nivel de complejidad medio de 2.501 hab a 12.500 hab.

Dotación neta: **115 lts/hab x día**

Pérdidas técnicas = 25%

Dotación bruta = (115 lts/hab x día) / 1 - 0,25

Dotación bruta = **153,33 lts/hab x día**

Consumo medio diario:

$$Q_{md} = \frac{p * d_{bruta}}{86400} = \frac{6486 * 153.33}{86400} = 11.51\ L/seg$$

Caudal máximo diario:

$$Q_{MD} = Q_{md} * k1 = 11.51 \frac{L}{seg} * 1.3 = 14.96 \frac{L}{seg}$$

Caudal máximo horario:

$$Q_{MH} = Q_{MD} * k2 = 14.96 \frac{L}{seg} * 1.5 = 22.44 \frac{L}{seg}$$

6.1.1. Presión de almacenamiento

Para calcular la presión en los puntos de alimentación para cada una de las mallas se empleó la ecuación de Bernoulli.

$$E1 = E2 + h (1 - 2)$$

$$P1/\gamma + V1^2/2G + Z1 = P2/\gamma + V2^2/2G + Z2 + h (1 - 2)$$

Las pérdidas consideradas fueron las ocasionadas por entradas, fricción y accesorios. Pérdidas por fricción fórmula Hazen Williams:

$$J = (Q/(0,28 * C * D^{2,63})^{1/0,54}$$

Pérdidas por entrada:

$$h = 2V^2/2G$$

Las pérdidas por accesorio fueron consideradas del 10% de las pérdidas unitarias. En el Anexo B. Se observan las presiones que se producen en los puntos de alimentación de las redes.¹⁰

¹⁰ LOPEZ C, Ricardo Alfredo. Elementos de Diseño Para Acueducto y Alcantarillado. Editorial. Escuela Colombiana de Ingeniería. 2000.

7. OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN (BARRIOS SANTA CLARA, BERMEJAL, JOSE ANTONIO GALÁN, LOS SAUCES)

7.1. GENERALIDADES

7.1.1. Morfología urbana

7.1.1.1. Descripción

La división física urbana se encuentra determinada por los barrios Santa Clara, Bermejál, José Antonio Galán, Los Sauces, presentándose sin embargo varios sectores que el común de la gente identifica como posibles barrios y no lo son, ya que no aparecen como tal en la base que maneja el archivo de planeación municipal. Desde los inicios, la morfología urbana de la ciudadela norte ha estado ligada al corredor vial principal de la entrada a Ocaña por el Cesar, que aparte de ser uno de los principales ejes conectores a nivel regional y nacional, constituye actualmente el centro de actividad en todos los planos dimensionales de desarrollo: cultural, ambiental, social, económico e institucional.

7.1.1.2. Identificación

Aunque la estructura urbana está regulada por el eje vial principal, se puede encontrar que hacia el exterior, no es del todo uniforme por la topografía presentada; debido muy posiblemente a los factores socioeconómicos y de apropiación del suelo, lo cual ha generado marcadas diferencias en las características morfológicas, a media que se han concebido los distintos asentamientos urbanos del sector ciudadela norte.

7.1.1.3. Tendencias actuales de expansión

Actualmente el sector ciudadela norte presenta una disposición de crecimiento básicamente horizontal, ausentándose por completo el desarrollo vertical a través de la densificación en altura, este crecimiento horizontal está enmarcado por dos actores claramente identificables, como son los barrios formados a partir de la invasión y las construcciones de estratos bajos.

Los primeros, tendientes a ubicarse hacia la periferia del sector urbano, pasando por encima casi siempre, de las limitantes naturales y de la disponibilidad de servicios, generando con esto situaciones de riesgo propio, las cuales nunca son susceptibles de trabajos de mitigación y control, por el mismo hecho de espontaneidad del asentamiento y del nivel socioeconómico de los protagonistas.

Los segundos, en busca de un mejor nivel de habitabilidad, se han ido estableciendo de manera planificada en el sector y aunque lo han hecho sobre terrenos de difícil manejo y acondicionamiento para la construcción, esto no ha sido limitante, debido a su misma capacidad económica los cuales le permite destinar recursos suficientes para estudios y planes de adecuación de los suelos a urbanizar.

7.1.1.4. Estratificación socioeconómica

Los estratos predominantes en el sector de la ciudadela norte son: estrato uno, estrato dos y estrato tres.

7.1.1.5. Descripción del proyecto

Con base en las deficiencias, en la prestación del servicio de acueducto, se decidió implementar el plan de ahorro y uso eficiente del agua para la empresa ADAMIUAIN EPS. Elevando así la calidad en la prestación del servicio de acueducto y los niveles de satisfacción de los usuarios.

7.1.1.6. Antecedentes

El suministro de agua a la población establecida en el casco urbano y la rural se hace por medio de gravedad conducida a través de tuberías principalmente de diámetros 3” y 2” desde el tanque de almacenamiento.

En el periodo de 1984 - 1985 se creó el acueducto ADAMIUAIN con el apoyo del municipio de Ocaña, Departamento de Norte de Santander, Comité de Cafeteros y el Distrito No. 2. Se realizó la construcción del muro de captación, canal de aducción en concreto, el desarenador, la primera y segunda tubería de 3” el tanque de almacenamiento y red de distribución. La comunidad aportó la mano de obra \$ 10.200 jornales (600 socios aportaron 17 jornales cada uno para la construcción de dichas obras civiles).

En 1995 se compró la planta de tratamiento compacta AQUAPAC II, con aportes de la asociación comunitaria del municipio de Ocaña, Ecopetrol, Comité de Cafeteros del Norte de Santander, La Comunidad Económica Europea y la OIM.

En los periodos de 1991-2001 se ha comprado la reserva forestal con aportes de la asociación comunitaria Municipio de Ocaña, CORPONOR, DRI, para aproximadamente el 90% de la cuenca Quebrada La Brava.

A continuación se relaciona una breve descripción del sistema de acueducto existente:

Captación: La captación está ubicada sobre la Quebrada La Brava, el tipo de bocatoma es de fondo.

Aducción bocatoma – desarenador: Se emplea una canaleta de 0.22 mts de ancho x 0.25 de alto

Aducción desarenador - planta: Está constituida por dos líneas paralelo de PVC de 3” cada una con un recorrido aproximado de 4,2 km

Desarenador: Es una estructura rectangular que mide 4.8 mts de longitud efectiva, por 1.5 mts de ancho y una profundidad mínima efectiva de 1.8 mts. Con pendiente de 5% en el fondo del desarenador.

Tanque de almacenamiento: Cuenta con una capacidad de 792 m³.

Red de distribución: Actualmente el suministro se hace por tuberías de diámetro de 3" y 2" principales y 1", 1 ½" y 1 ¼" secundarias. Las domiciliarias se hacen por ½".

Debido a los problemas operativos existentes originados por los déficit del caudal y de presión hacen necesario el suministro por turnos cada día por medio obligando a la población al almacenamiento por tanques aéreos.

7.1.1.7. Descripción del servicio actual

La prestación del servicio actual de acueducto se realiza en 2 turnos debido al bajo caudal captado por la Quebrada La Brava. Lo cual se recomendaría tratar urgentemente con la planta captadora de agua, Para así garantizar un servicio eficiente con continuidad y cobertura.

8. DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL DEL ENTE ADMINISTRADOR

Para realizar el diagnóstico institucional del ente administrador en el Sector de la Ciudadela Norte, se emplearon formatos del “Manual de Agua no Contabilizada para Municipios Menores y Zonas Rurales” del Ministerio de Desarrollo (hoy Ministerio del Medio Ambiente) y el Banco Mundial, con el fin de facilitar la recolección de la información, y facilitar su comprensión.

8.1. TIPO DE EMPRESA

Denominada “amigos usuarios del acueducto independiente de Ocaña ADAMIUAIN E.S.P.” en el sector ciudadela norte del municipio de Ocaña (norte de Santander), es una empresa de economía solidaria prestadora de servicios públicos sin ánimo de lucro.

8.2. RESEÑA HISTÓRICA

Esta empresa surgió de la necesidad de desvincular la administración de los servicios públicos del ente municipal, ya que no se daban buenos manejos administrativos y técnicos. La Asociación de Amigos Usuarios Acueducto Independiente Barrios Santa Clara, José Antonio Galán y Bermejil “ADAMIUAIN” es una empresa de economía solidaria prestadora de servicios públicos sin ánimo de lucro; fundada el 11 de mayo de 1985 por iniciativa de un grupo de habitantes del sector Norte de la Ciudad de Ocaña, liderados por el señor Cristóbal Navarro, con el deseo de satisfacer la necesidad de agua potable presente de la comunidad.

8.3. OBJETIVO PRINCIPAL DE LA EMPRESA

Prestar el servicio público domiciliario de agua potable y saneamiento básico, en especial la producción y tratamiento de agua potable y sus actividades complementarias, entre otras, y construir, operar, mantener, administrar el sistema de saneamiento básico del sector de la ciudadela Norte del municipio de Ocaña N.S.

El área operativa encarna la producción del servicio y la comercial, la venta del mismo; las áreas financieras y administrativa son consideradas de apoyo, tanto la planeación y la dirección como la información son elementos presentes en todos los procesos y materializan las funciones gerenciales responsables de su orientación general del servicio.

8.4. SISTEMA DE ORGANIZACIÓN

Cualquier empresa que quiera cumplir con todas las funciones para las cuales es destinada como alcanzar sus objetivos y metas, debe poseer una estructura organizacional definida y estructurada; si no existe organización habrá una desvinculación de todos los sistemas que conforman la empresa y no cumplirán adecuadamente sus funciones como lo son los de administrar, comercializar, financiar y operar.

El proceso más importante dentro de una empresa de servicios públicos o de otra índole es la organización; si no hay organización no podrá cumplirse a cabalidad las funciones de administración comercialización, financiación y operación, una buena organización es el prerequisite para una buena gestión.

La Asociación de Amigos Usuarios (ADAMIUAIN) esta legalmente constituida; cuenta con personería Jurídica No. 000069 de la Gobernación del Norte de Santander. Está registrada ante la superintendencia de servicios públicos NUIR 1-541498000-2 Registrada ante La Cámara de Comercio y DIAN Nit. 890505844-7. Internamente cuenta con estatutos no tiene reglamento interno aprobado por la Asamblea General, tiene certificación de existencia y representación legal.

Hay participación en la toma de decisiones. es de vital importancia, existe en el Acueducto claridad entre sus directivos y sus usuarios sobre las reglas de juego y participación activa y permanente de usuarios y suscriptores en las asambleas.

8.4.1 Una Administración estable y solida

Los anteriores logros se han obtenido gracias a la gestión y dedicación parcial de los miembros de las diferentes juntas directivas que han administrado esta empresa. Las juntas han sido conformadas por líderes comunales y líderes campesinos con bajos niveles de educación, pero con gran espíritu de colaboración y deseos de superar las dificultades que enfrenta a diario poblaciones marginales y desplazadas por el conflicto que vive el país. Es así que las organizaciones ambientales reconocen a ADAMIUAIN como ejemplo de desarrollo y referente para la replicación de la experiencia.

Entre los rasgos innovativos que han hecho a la administración un modelo de gestión pueden destacarse:

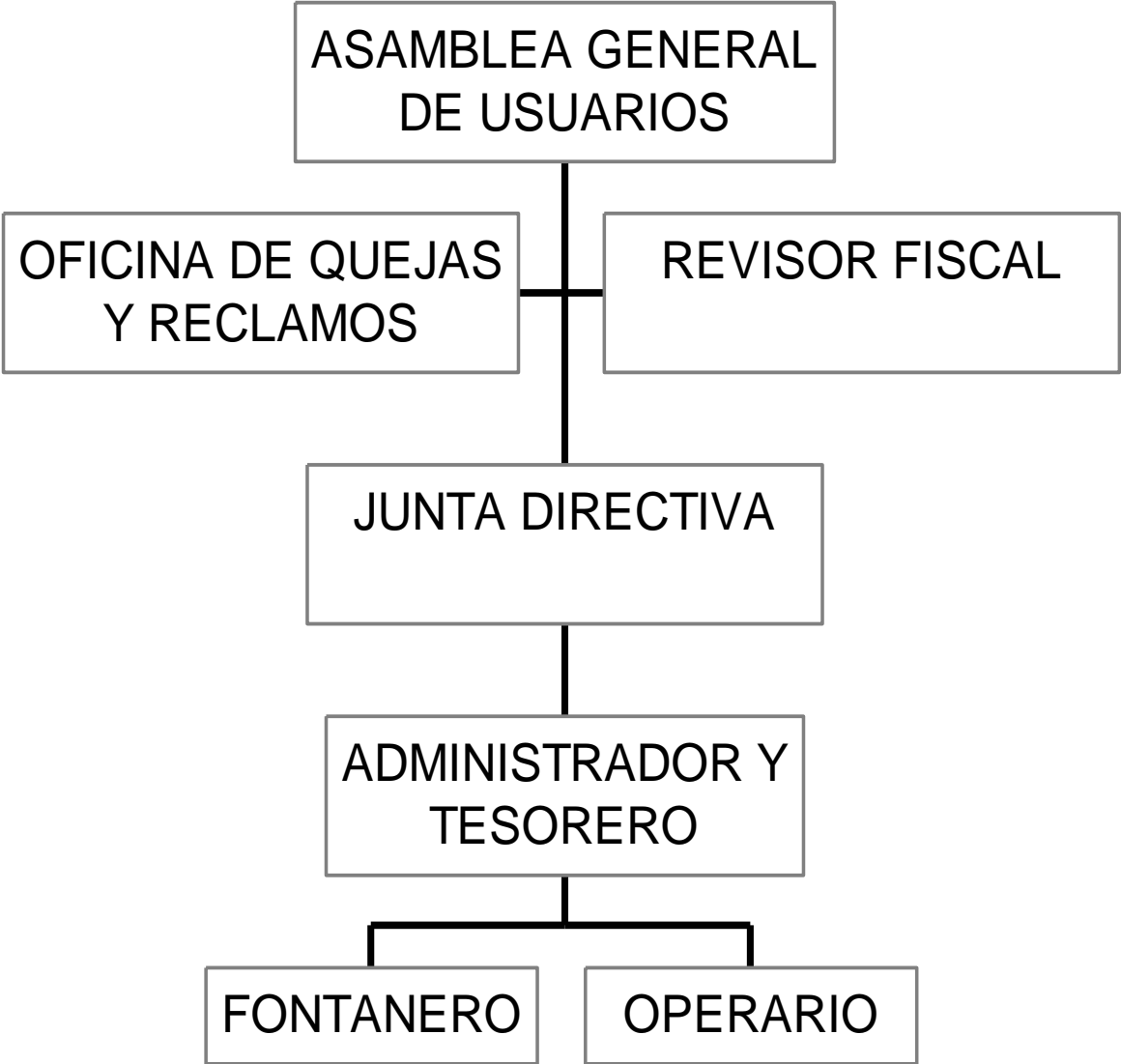
El principal órgano directivo de ADAMIUAIN es la Asamblea General de Socios, cuya responsabilidad es elegir la junta directiva y aprobar los lineamientos de desarrollo de la empresa.

La Junta Directiva está integrada por diez socios y su responsabilidad central consiste en administrar las decisiones de la Asamblea General. La Junta Veedora es sin límite de integrantes y su función es supervisar el trabajo de la Junta Directiva y el del núcleo administrativo y ayudar a hacer seguimiento a los problemas y demandas de los asociados respecto al manejo del acueducto y asuntos relacionados con el desarrollo del sector. Estas juntas se reúnen ordinariamente una vez al mes para discutir los problemas y plantear soluciones a estos, incluyendo aspectos administrativos y de desarrollo social.

Esta estructura básica se orienta con criterios de escuela de formación, ya que todos se van apropiando de las dinámicas de desarrollo de la empresa y de la comunidad. Con este

criterio se hace rotación parcial de los miembros cada año, bajo un esquema en que cinco miembros de la junta veedora pasan a reemplazar cinco miembros de la junta directiva. El Representante Legal y los miembros de la Junta Directiva y de Veeduría trabajan de forma voluntaria, sin devengar ingreso alguno por sus contribuciones a la empresa. Ver Figura 8. Organigrama.

Figura 8. Organigrama



Fuente: Autores del proyecto

8.5. ASPECTOS INSTITUCIONALES Y LEGALES

En el diagnóstico legal e institucional establece inicialmente cuál es la situación de la entidad prestadora del servicio frente al cumplimiento de esta reglamentación y en seguida, la incidencia de la gestión de la entidad en los niveles de pérdidas de la empresa.

En el Sector de la Ciudadela Norte del municipio de Ocaña N.S, existe una empresa encargada del manejo del acueducto, alcantarillado y aseo, llamada ADAMIUAIN ESP.

Para dar una mayor visión sobre el manejo que se realiza actualmente sobre aspectos institucionales se analiza el siguiente cuestionario. Ver Anexo A Tabla 15

Según las respuestas dadas al cuestionario anterior, nos damos cuenta que se está cumpliendo con la mayoría de los requisitos institucionales y legales en la empresa prestadora del servicio en el Sector de la Ciudadela Norte.

En el sistema de acueducto ADAMIUAIN no se ejecutó el programa de control de pérdidas y de agua no contabilizada, por lo cual se debe implementar su ejecución.

8.6. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Para realizar el diagnóstico del área administrativa que se aplica actualmente, se tiene el siguiente formato. Ver Anexo A. Tabla 16.

Administrativamente la empresa tiene un buen manejo, pero se debe tener en cuenta que es necesario evaluar periódicamente el desempeño de los operadores de la planta de tratamiento para garantizar el buen servicio. EL personal que trabaja en la empresa de acueducto consta de tres operadores de la planta de tratamiento, un supernumerario, unos fontaneros, dos aseadores, un conductor, un auxiliar administrativo, un contador, un revisor fiscal y el gerente.

8.7. ASPECTOS FINANCIEROS

Es el encargado de llevar el presupuesto de la empresa, el manejo de la contabilidad, análisis de los estados financieros, las proyecciones financieras etc., con el fin de determinar la rentabilidad, liquidez y otros aspectos monetarios de la empresa. En el siguiente cuadro se resume el estado actual del sistema.

Como se puede observar en el formato Anexo A. Tabla 17, la empresa cuenta con buen manejo de la contabilidad y administración del presupuesto.

8.8. ASPECTOS COMERCIALES

El sistema comercial de una empresa o ente administrador de un sistema de servicios públicos es el encargado de incorporar nuevos usuarios, facturar, cobrar y recaudar los valores de los servicios públicos, garantizar la correcta medición de los consumos, aplicar las tarifas y procedimientos que regulan la relación entre la empresa y los usuarios, para así cumplir con los términos definidos por el ente regulador de agua Potable y Saneamiento Básico (CRA). Al igual que las anteriores áreas, el análisis de los aspectos comerciales que se realizan en el sector de la Ciudadela Norte se hizo por medio del siguiente formato. Ver Anexo A. Tabla 18.

Con base a lo anterior se debe aclarar:

La entidad prestadora del servicio cuenta con un programa que desarrolla el proceso de facturación de los servicios, así como el registro de nuevos usuarios.

Existe medición del consumo de agua. El cobro se realiza de acuerdo al consumo por vivienda o establecimiento, pero cabe resaltar que existen pérdidas debido al alto porcentaje de agua no contabilizada. En la factura se cobran los conceptos de acueducto, alcantarillado y aseo.

Subsistema de Estructura Tarifaria. Las tarifas existentes de acueducto no están acordes con los costos de administración y operación ni con la norma vigente. Las tarifas fueron asignadas y no se ha hecho un estudio para reglamentarlas por la Comisión de Regulación de Agua Potable (CRA). A continuación se presentan las tarifas cobradas actualmente.

Cuadro.4 Tarifas

| TARIFAS 2014 | | | |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| RUBROS | ESTRATO 1 | ESTRATO 2 | ESTRATO 3 |
| CARGO FIJO | 540 | 540 | 540 |
| 0-20 | 378 | 432 | 540 |
| 21-40 | 540 | 540 | 540 |
| Cargo fijoacue | 4550 | 5200 | 6500 |
| Cargo fijo alcantar | 1760 | 1870 | 2200 |
| ASEO RESID. | 8400 | 9600 | 12000 |
| TOTAL | 16.168 | 18.182 | 22.320 |

Fuente: Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

8.8.1 Subsistema de medición de consumos.

Existe micromedición pero no se ha hecho una campaña de calibración y verificación del estado de los micromedidores. La mayoría de los tanques de almacenamiento de las viviendas, no posee flotador, por lo tanto existen desperdicios del agua en el proceso de almacenamiento.

No existe macromedición, por lo tanto no se sabe con exactitud los datos de agua producida para evaluar las pérdidas reales del sistema.

8.8.2 Subsistema facturación y recaudo.

La facturación y el recaudo se hace por medio de un software para el registro periódico de los usuarios. Se tiene control de los deudores morosos y los altos consumos presentados en la toma de lecturas. El recaudo lo hace una entidad de cobro de servicios públicos. La nomenclatura está definida y la identificación de usuario está codificada. No existe un censo de usuarios actualizado.

8.9. SISTEMA DE PLANEACIÓN

Es un proceso en el cual la empresa por medio de estrategias y planes de acción se propone el logro de sus objetivos y metas.

Actualmente el acueducto no tiene ningún sistema de planeación para la ejecución de programas y proyectos que permitan mejorar el funcionamiento del mismo; sólo se desarrollan labores correctivas cuando se presentan daños en el sistema.

9. PLANTEAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS

9.1. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

Se realiza con el fin de conocer si los elementos que conforman el sistema de acueducto tienen la capacidad de cumplir con la demanda de agua en la población durante el período de diseño, de no ser así proponer alternativas para la optimización del sistema.

Para la realización del programa de uso y ahorro eficiente del agua, como autores del proyecto se decidió plantear alternativas para el mejoramiento del servicio de acueducto y así apoyar a la empresa de servicios públicos ADAMIUAIN para el cumplimiento de la ley 373/97.

Estas alternativas se plantearon ante la necesidad de la empresa ADAMIUAIN ESP de contar con un buen sistema de acueducto. Los elementos con los que actualmente cuenta el sistema, cumplen con las normas mínimas, sin embargo hay que mejorar el control de pérdidas de agua y el proceso de desinfección del mismo.

Cada elemento del sistema debe cumplir con unos parámetros estipulados en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, entre los cuales se puede resaltar que de acuerdo al número de habitantes y al consumo de los mismos, estos elementos deben tener una capacidad para que la población reciba un servicio constante. A continuación se resumen algunos conceptos que se utiliza para la comparación de la oferta y la demanda actual.

Capacidad Utilizada: es la capacidad de cada elemento. Esta capacidad se determinó calculando el caudal de llegada y de salida en forma volumétrica para el desarenador y tanque.

Capacidad Teórica: es la capacidad de diseño de cada elemento. Esta capacidad se determinó de acuerdo a las dimensiones de cada componente.

Capacidad Requerida Actual: es la capacidad que el elemento debe cumplir para el año 2015.

Capacidad Requerida Proyectada: es la capacidad que el elemento debe tener al final del período de análisis de este proyecto, o sea el caudal máximo diario para el año 2037.

Exceso o Déficit Actual: se obtuvo mediante la resta de la capacidad teórica y la capacidad requerida actual. Donde el déficit se representa con el color rojo.

Exceso o Déficit Proyectado: se calculó restando la capacidad teórica menos la capacidad requerida proyectada.

Vida Útil (años): es el tiempo en el cual la estructura tiene capacidad de operar hidráulicamente.

Estado Técnico: es el estado en que se encuentra funcionando la estructura hidráulicamente. Este estado se clasifica en bueno, regular y malo.

Estado Estructural: es el estado en que se encuentra la estructura de los componentes del sistema de acueducto, como son: la bocatoma, la aducción, el desarenador, la planta de tratamiento y los tanques de almacenamiento. Este estado se clasifica en bueno, regular y malo.

En la tabla 19, se presenta la capacidad de cada uno de los elementos del sistema de acueducto públicos ADAMIUAIN y el estado de los mismos con base en la proyección de la demanda.

Después de realizado el análisis de cada uno de los elementos del sistema de acueducto se puede deducir que:

La captación construida sobre la quebrada la Brava, en la vereda Venadillo, presenta deficiencias que deben mejorarse para que tenga un buen funcionamiento técnico.

La capacidad de la aducción Captación-Desarenador junto a la quebrada brava, es adecuada en comparación con la requerida actualmente pero no con la proyectada en el horizonte de diseño

Las capacidades de las Aducción Desarenador-Tanque de Almacenamiento, tampoco cumplen con la capacidad esperada para el horizonte de diseño.

Al desarenador se le evaluaron como parámetros mínimos sus dimensiones y estado de sus elementos, como la pantalla deflectora, y se concluye que no cumple con su función requerida.

El tanque de almacenamiento cumple con la capacidad requerida actualmente, en el Capítulo 5 se analizó su capacidad.

Tabla 19. Capacidad de los elementos del sistema de Acueducto

| ELEMENTO | CAPACIDAD l/s | | | | Exceso o Déficit Actual | Exceso o Déficit Proyectado | Estado (B-R-M) | Vida Útil (Años) | Observaciones |
|--|--|-----------|------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|---|
| | Teórica | Utilizada | Requerida Actual | Requerida Proyectada | | | | | |
| Fuente (Quebrada Brava) | 12.73 | 9.5 | 14.96 | 24.55 | 2.23 | 11.82 | R | | Mantenimiento y reforestación o posible búsqueda de nueva fuente de abastecimiento |
| Aducción-Captación-Desarenador (Quebrada Brava) | 9.5 | 9.5 | 14.96 | 24.55 | 5.46 | 15.05 | R | | Tubería en regular condiciones con diámetro de 3 pulgadas |
| Aducción Desarenador Tanque (Quebrada Brava) | 9.5 | 9.5 | 14.96 | 24.55 | 5.46 | 15.05 | R | | Su capacidad se evaluó con una pendiente determinada por un tramo de la conducción. |
| Planta de Tratamiento | 12 | 9.5 | 14.96 | 24.55 | 2.96 | 12.55 | B | | Se requieren mejoras en el proceso |
| ELEMENTO | CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO m ³ | | | | Exceso o Déficit Actual | Exceso o Déficit Proyectado | Estado (B-R-M) | Vida Útil (Años) | Observaciones |
| | Teórica | Utilizada | Requerida Actual | Requerida Proyectada | | | | | |
| Tanque de almacenamiento | 792 | 298 | 416 | 658 | 376 | 134 | | | Estructuralmente se encuentra en buenas condiciones. |
| * No existe información para evaluar la capacidad. | | | | | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto

9.2. ALTERNATIVAS TÉCNICAS

Con el objeto de solucionarse los problemas técnicos operativos detectados en el diagnóstico se presenta las alternativas necesarias para desarrollar el Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua.

9.2.1. Captación

Para cumplir con el caudal requerido por la población y teniendo en cuenta la vida útil, se planteó la construcción de una nueva captación (bocatoma de fondo) sobre la quebrada la Brava, garantizando el caudal requerido y utilizando una estructura que cumpla las especificaciones, para así mejorar la existente que no ofrece ninguna garantía de suministro de agua en forma continua y técnica.

9.2.2. Aducción Captación – Desarenador

La tubería de la aducción captación-desarenador se debe cambiar pasar de 3 pulgadas a 8 pulgadas en la ubicada en quebrada la Brava.

9.2.3. Desarenador

En esta parte del sistema se deben realizar las reparaciones de las estructuras, para que el acueducto del municipio funcione adecuadamente, pues el que existe no cumple las especificaciones mínimas definidas en el RAS 2000. Para la elaboración del Programa de Uso y Ahorro Eficiente del Agua en la empresa ADAMIUAIN ESP se incluirá el respectivo diseño de este elemento indispensable en un sistema de acueducto.

9.2.4. Aducción Desarenador - Planta de Tratamiento

Necesita mantenimiento en todo el tramo y aun mayor en los pasos elevados, donde se presentan fugas, las cuales son las generadoras de pérdidas en el agua captada. La tubería relativamente tiene bastantes años y se necesita de un buen mantenimiento, el diámetro que se utiliza es menor que el que se obtuvo en los análisis realizados para el programa.

9.2.5. Planta de Tratamiento

La planta de tratamiento no cumple con el caudal que se requiere en el periodo de diseño; tiene una capacidad de 12 l/s, y se debe adecuar para tratar 24.55 l/s.

9.2.6. Tanque de Almacenamiento

El tanque existente cumple con lo requerido.

9.2.7. Red de Distribución

La red actual no cuenta con diseños que cumplan con las normas mínimas, pues se hizo siempre de forma empírica y metódica, se recomienda realizar un estudio que diseñe una nueva red de distribución.

9.3. ALTERNATIVAS INSTITUCIONALES

Se implementará un programa de Desarrollo Institucional que permite fortalecer la entidad actual prestadora del servicio de acueducto en el municipio.

Las entidades prestadoras de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, deben garantizar que los servicios sean prestados con continuidad, calidad y eficiencia, implementar mecanismos que garanticen a los usuarios el acceso a los servicios y su participación en la gestión y fiscalización de su prestación; y establecer un régimen tarifario proporcional para los sectores de bajos ingresos de acuerdo con los preceptos de equidad y solidaridad.

La Empresa comunitaria de acueducto para dar cumplimiento a lo descrito anteriormente, debe implementar un modelo de gestión que la haga más eficiente y eficaz.

Para esto es necesario replantear el modelo organizacional y crear un espacio donde pueda funcionar la unidad que permita brindar al usuario una mejor atención.

El sistema administrativo tiene como función administrar el recurso humano y el recurso físico o material; para su buen funcionamiento es necesario que se desarrollen los siguientes programas:

Constituir la planta de personal acorde con las necesidades de la unidad, y definir las funciones que cada persona debe desempeñar.

Capacitar el personal.

Crear una reserva permanente de accesorios y repuestos para atender reparaciones.

Crear un registro de daños y reparaciones.

Crear un registro de control de materiales

Implementar un programa para el mantenimiento de la cuenca.

El sistema comercial permite establecer un puente de comunicación permanente entre el ente administrador y los usuarios. Para que esta funcione adecuadamente es necesario:

Crear el catastro de redes y el catastro de usuarios.

Adquirir un sistema de información que permita registrar, almacenar y organizar la información del catastro de redes y el catastro de usuarios y lleve a cabo la generación de facturas.

Organizar la oficina de Peticiones, Quejas y Recursos.

Implementar el programa de agua no contabilizada.

Desarrollar el programa de cultura de agua a los usuarios.

Realizar un estudio de costos y tarifas de acuerdo a la metodología establecida por la CRA.

El sistema financiero es el encargado de realizar actividades relacionadas con las cuentas que llevan en la empresa, tanto de ingresos como de egresos. De acuerdo con lo establecido en la Ley 142 de 1994, la contabilidad de los servicios debe llevarse de manera separada para cada uno de los servicios prestados, haciendo distinción entre los ingresos y gastos relacionados con dicha actividad.

El sistema operativo es el encargado de mantener en buenas condiciones los elementos del sistema de acueducto, para lo cual es necesario realizar un programa de mantenimiento preventivo, evitando así el deterioro de éstos.

De acuerdo con las deficiencias encontradas en los componentes del sistema de acueducto y detalladas anteriormente. En el presente capítulo se elaborarán los prediseños de los elementos que se requieren para la optimización.

10. PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN EL SECTOR DE LA CIUDADELA NORTE EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA N.S. PARA LA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS ADAMIUAIN ESP

Este programa tiene como finalidad, apoyar a la empresa de servicios públicos ADAMIUAIN ESP al presentar herramientas necesarias que permitan el desarrollo del ente administrador de los servicios públicos, de tal manera que se presenten con calidad y se logra la utilización eficiente de los recursos hídricos disponibles.

El programa se divide en dos planes de acción: Técnica e institucional.

Lo referente a la parte técnica y operativa se refiere al mejoramiento de algunos componentes del sistema, como la captación de la quebrada brava, las líneas de aducción-conducción entre otros.

La parte institucional, es la relacionada con los proyectos y programas a implementar por parte de la entidad prestadora del servicio (ADAMIUAIN ESP), en lo relacionado con el mejoramiento administrativo y motivar la comunidad en lo referente a la cultura de uso eficiente de agua.

De acuerdo con las deficiencias encontradas en los componentes del sistema de acueducto y detalladas anteriormente En el presente capítulo se elaborarán los diseños de los elementos que se requieren para la optimización.

10.1. PROGRAMA TÉCNICO

Teniendo en cuenta la estructura de captación existente presenta deficiencias, se deben realizar las mejoras para garantizar un buen servicio, mejorando toda la parte del sistema estructural de la bocatoma.

Objetivo: Garantizar que cada elemento esté en capacidad de captar el caudal que requiere tratar la planta y que cumpla con los requerimientos mínimos que propone el RAS 2000, para este nivel de complejidad en cuanto al número de equipos para la captación de fondo.

Alcance: Lograr el mejoramiento de la estructura de captación y cumplir las especificaciones mínimas del RAS 2000, en lo referente a los caudales requeridos para los 25 años proyectados en la población del municipio.

Sector y Población Beneficiada: El programa de uso y ahorro del agua busca que el beneficio se dé en todo el sector de la Ciudadela Norte, aproximadamente 6663 habitantes para el año 2015.¹¹

¹¹ ¹⁰ LOPEZ C, Ricardo Alfredo. Elementos de Diseño Para Acueducto y Alcantarillado. Editorial. Escuela Colombiana de Ingeniería. 2000

10.1.1. Rejilla (bocatoma)

Se pre diseña una captación de fondo localizada en el mismo sitio donde se encuentra la estructura actual.

$$Q \text{ Diseño} = 2 \text{ QMD}$$

$$Q \text{ Diseño} = 2 (14.96) \longrightarrow Q \text{ Diseño} = 29.92 \text{ lps}$$

$$\text{El ancho del Rio} = L = 2.7 \text{ m}$$

Vertedero rectangular

$$H = \left(\frac{Q}{1.84 * L} \right)^{2/3} \longrightarrow H = \left(\frac{0.02992}{1.84 * 2.7} \right)^{2/3} \longrightarrow H = 0.0331 \text{ m}$$

H = Lamina de agua

Corrección por las dos contracciones laterales es:

$$L' = L - 0.2H \longrightarrow L' = 2.7 \text{ m} - (0.2 * 0.033 \text{ m}) \longrightarrow L' = 2.69 \text{ m}$$

Velocidad del rio sobre la presa

$$Vr = \left(\frac{Q}{L' * H} \right) \longrightarrow Vr = \left(\frac{0.02992}{2.69 * 0.0331} \right) \longrightarrow Vr = 0.336 \text{ m/s}$$

Como $0.3 \text{ m/s} < 0.336 \text{ m/s} > 3 \text{ m/s}$ OK

Diseño de la rejilla y Canal de aducción

El ancho del canal de aducción (B) se calcula a partir de la ecuación del alcance de chorro:

$$Xs = 0.36 Vr^{2/3} + 0.60 H^{4/7} \longrightarrow Xs = 0.36 (0.336)^{2/3} + 0.60 (0.0331)^{4/7}$$

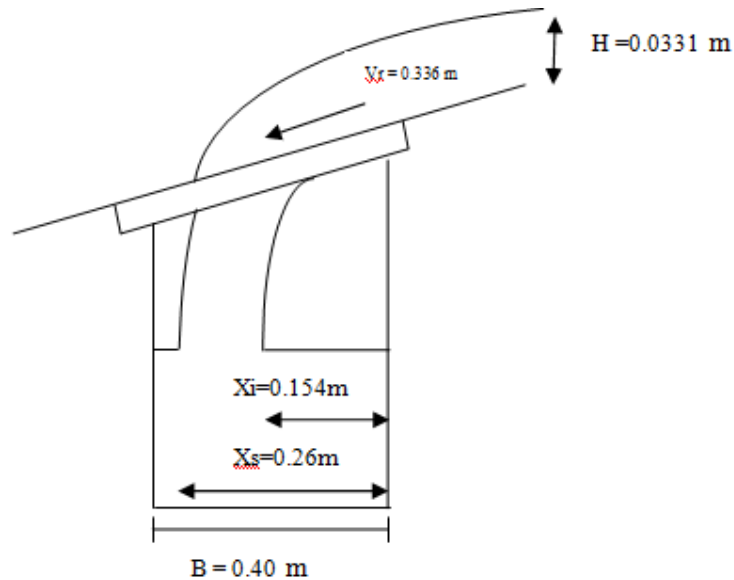
$$Xs = 0.26 \text{ m}$$

$$Xi = 0.18 Vr^{4/7} + 0.74 H^{3/4} \longrightarrow Xi = 0.18 (0.336)^{4/7} + 0.74 (0.0331)^{3/4}$$

$$Xi = 0.154 \text{ m}$$

$$B = Xs + 0.10 \longrightarrow B = 0.26 \text{ m} + 0.10 \longrightarrow B = 0.36 \text{ m} \approx 0.40 \text{ (mínima)}$$

Figura 9. Captación a través de la rejilla al canal de aducción



Fuente: Autores de proyecto

Longitud de la rejilla y número de orificios

Los parámetros que establecen los diámetros de varillas y el espaciamiento que debe haber entre ellas son definidos de la siguiente forma:

$$[5/8 \leq \Phi \leq 1"]$$

$$[0,02 \leq a \leq 0,04]mts$$

La rejilla se diseñó con diámetro $\varnothing = 5/8''$

Separación entre varillas (a) = 3 cm.

n = Número de orificios

Ahora,

$$\varnothing = 5/8'' = 0.015875 \text{ m}$$

Vb= se supone con una velocidad de 0.2 m/s

$$An = \frac{Q}{0.9Vb} \longrightarrow An = \frac{0.02992}{(0.9)*(0.2)} = \mathbf{0.2216 \text{ m}^2}$$

$$Lr = \frac{0.2216*(0.03+0.015875)}{(0.03)*(0.4)} \quad \mathbf{Lr = 0.85 \text{ m}}$$

Se adopta 0.9 de longitud de rejilla, recalculando se obtiene:

$$An = \frac{0.03}{(0.03)*(0.015075)} * 0.40*0.9 \quad \mathbf{An = 0.24 \text{ m}^2}$$

El número de orificios es de:

$$N = \frac{An}{a*B} \longrightarrow N = \frac{0.24}{0.03*0.4} \longrightarrow N = 20 \text{ orificios}$$

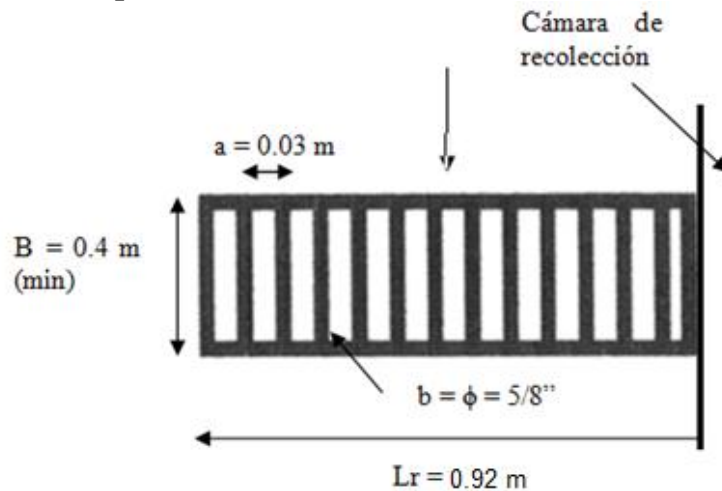
de varillas = N-1 = 20-1= 19 varillas
 Se adoptan 20 orificios entre 5 cm
 Se obtiene las condiciones finales para la rejilla:

$$An = a*B*N \longrightarrow An = 0.03 * 0.4 * 20 \longrightarrow An = 0.24 \text{ m}^2$$

$$Vb = \frac{Q}{An} \longrightarrow Vb = \frac{0.02992}{0.9*0.24} \longrightarrow Vb = 0.14 \text{ m/s}$$

$$Lr = \frac{An*(a+b)}{a+B} \longrightarrow Lr = \frac{0.24*(0.03+0.015875)}{0.03+0.4} \longrightarrow Lr = 0.92$$

Figura 10. Rejilla de captación



Fuente: Autores del proyecto

Niveles de agua en el canal e aducción

- **Aguas Abajo:**

$$he = hc = \left(\frac{Q^2}{g*B^2} \right)^{1/3} \longrightarrow \left(\frac{(0.02992)^2}{(9.81)*(0.4)^2} \right)^{1/3} \longrightarrow he = hc = 0.083 \text{ m}$$

$$Ve = \frac{Q}{B*ho} = \frac{0.02992}{0.4*0.083} = 0.90 \text{ m/s}$$

- **Aguas Arriba:**

$$L_{\text{canal}} = L_{\text{rejilla}} + \text{espesor el muro} = 0.92 + 0.3 \longrightarrow L_{\text{canal}} = 1.22 \text{ m}$$

Se aopta una pendiente, i = 3%

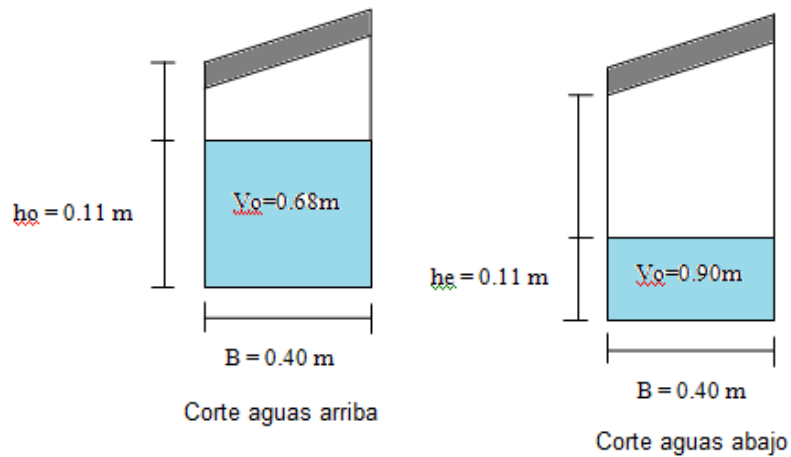
$$h_o = \left(2*he^2 + \left(he - \frac{iLc}{3} \right)^2 \right)^{1/2} - \frac{2}{3} * i * Lc$$

$$h_o = \left(2*(0.083)^2 + \left(0.083 - \frac{(0.03)*(1.22)}{3} \right)^2 \right)^{1/2} - \frac{2}{3} * 0.03 * 1.22$$

$$h_o = 0.11 \text{ m}$$

$$Vo = \frac{Q}{B*ho} = \frac{0.02992}{0.4*0.11} = 0.68 \text{ m/s}$$

Figura 11. Cortes transversales en el canal de aducción.



Fuente: Autores del proyecto

Altura total de los muros del canal de aducción es:

$$H_o = h_o + BL \longrightarrow H_o = 0.11 + 0.15 = \mathbf{H_o = 0.26 \text{ m}}$$

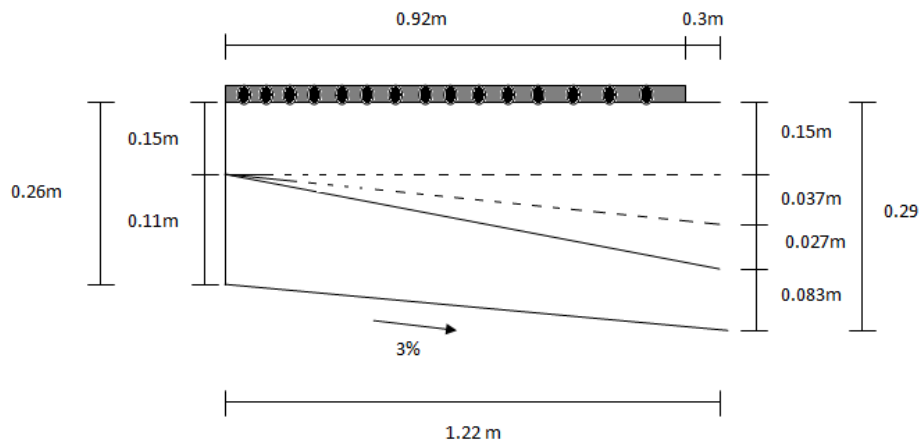
$$H_e = H_o + i * L_c \longrightarrow H_e = 0.26 + (0.03 * 1.22) \longrightarrow \mathbf{H_e = 0.296 \approx 0.3 \text{ m}}$$

La velocidad del agua al final del canal es:

$$V_e = \frac{Q}{B * h_o} = \frac{0.02992}{0.4 * 0.083} = \mathbf{0.90 \text{ m/s}}$$

Como $0.3 \text{ m/s} < 0.92 < 3 \text{ m/s}$ **OK**

Figura 12. Perfil del canal de aducción



Fuente: Autores del proyecto

Diseño de la camara de recolección

$$X_s = 0.36 V e^{2/3} + 0.60 h e^{4/7} \longrightarrow X_s = 0.36 (0.90)^{2/3} + 0.60 (0.083)^{4/7}$$

$$X_s = 0.48 \text{ m}$$

$$X_i = 0.18 V e^{4/7} + 0.74 h e^{3/4} \longrightarrow X_i = 0.18 (0.90)^{4/7} + 0.74 (0.083)^{3/4}$$

$$X_i = 0.28 \text{ m}$$

$$B_{\text{camara}} = X_s + 0.30 = 0.48 + 0.30 \longrightarrow B_{\text{camara}} = 0.78 \text{ m} \approx 0.80 \text{ m}$$

Por facilidad de acceso y mantenimiento, se adopta una camara de 1.20 m (en el sentido de B_{camara}) por 1.50 de lado.

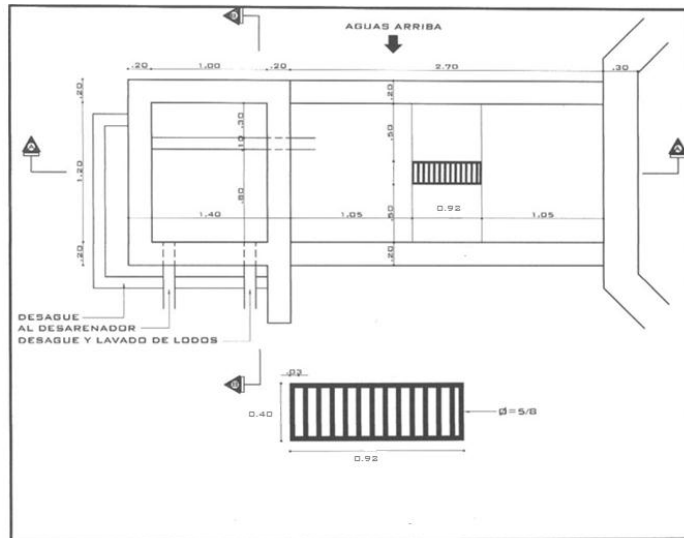
Altura de los muros de contencion

Tomando el caudal min del rio $Q = 0.0182 \text{ m}^3/\text{s}$

$$H = \left(\frac{Q}{1.84 \times L} \right)^{2/3} = \left(\frac{0.0182 \text{ m}^3/\text{s}}{1.84 \times 2.7 \text{ m}} \right)^{2/3} = 0.024 \text{ m}$$

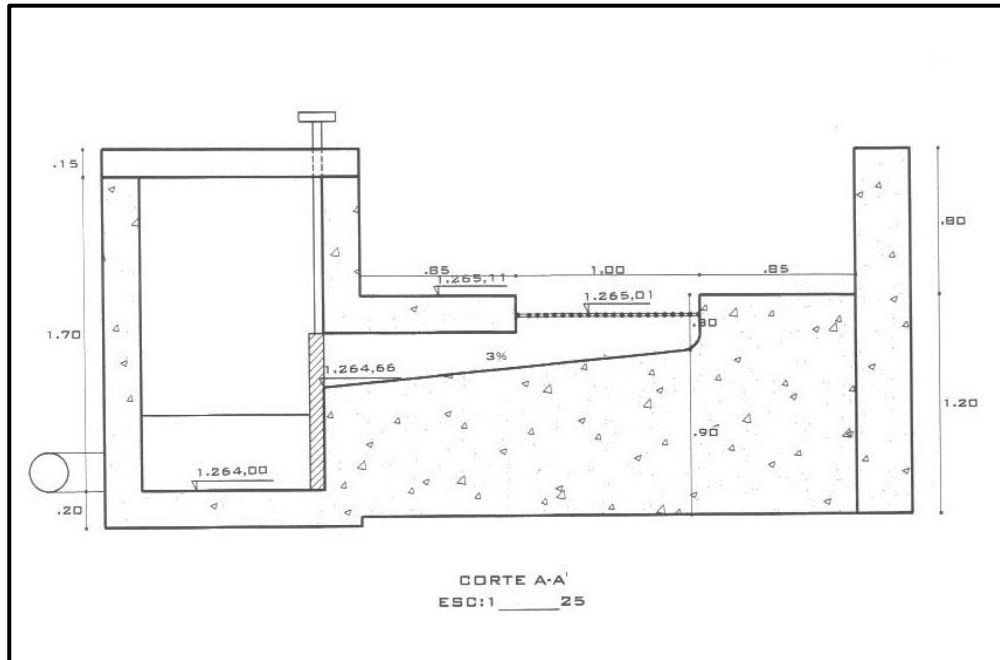
Ver Figura 12 y 13 Plano Planta y corte transversal bocatoma

Figura 13. Plano Planta



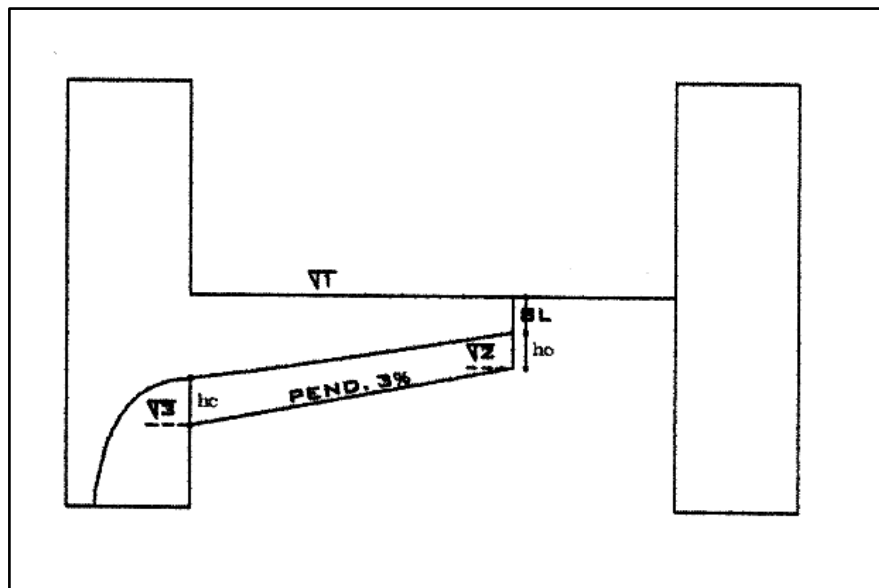
Fuente: Autores del proyecto

Figura 14. Corte transversal bocATOMA



Fuente: Autores del proyecto

Figura 15. Altura del agua en canaleta de aducción

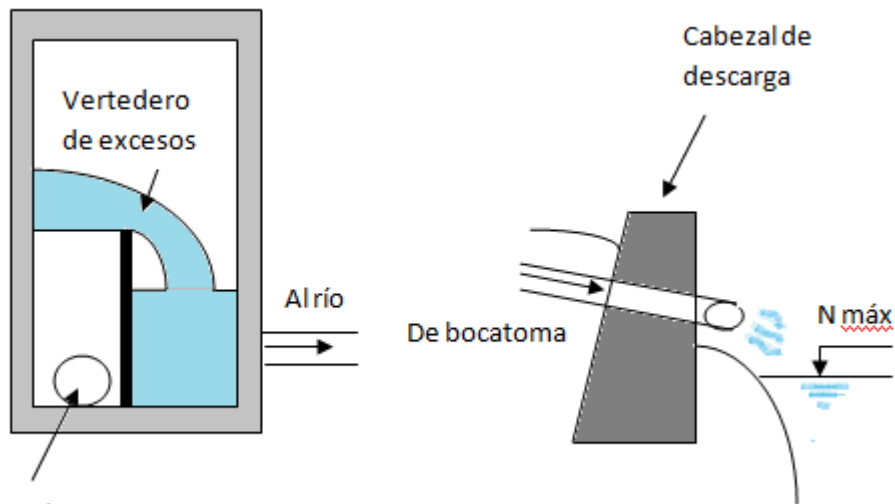


Fuente: Autores de proyecto

$$\triangle_1 = \triangle_{\text{FONDO RÍO}} + \text{ALTURA DIQUE} = \text{COTA REJILLA}$$

$$\begin{aligned} \nabla_1 &= 1.264,61 + 0,4 = 1.265,01 \\ \nabla_2 &= \nabla_1 - BL - h_o \\ BL &= \text{Borde libre} = 15 \text{ cm} \\ h_o &= \sqrt{2 \times hc^2 + \left(hc - \frac{i \times Lc}{3} \right)^2} - \frac{2i \times Lc}{3} \\ \text{De donde } h_o &= 0,11 \text{ m} \\ \nabla_2 &= 1.265,01 - 0,15 - 0,11 \\ \nabla_2 &= 1.264,75 \\ \nabla_3 &= \nabla_2 - Lc \times p \\ p &= 3\% \\ Lc &= 2 \text{ m} \quad \text{Longitud completa} \\ \nabla_3 &= 1.264,75 - 2 \times 0,03 \\ \nabla_3 &= 1.264,69 \end{aligned}$$

Figura 16. Vertedero de excesos en la cámara de recolección y cabezal de descarga



Al desarenador

Fuente: Autores del proyecto

10.1.2. Vertedero de excesos

Cota del vertedero de excesos = 1264,41 + pérdidas

Pérdidas por entrada

$$h = v^2/2 * g + v^2/2 * g$$

$$h = 0,10 \text{ m}$$

Cota del vertedero de excesos = 1264,51

$$Cota\ batea\ tub\ de\ excesos = 1264,41 - \emptyset - 0,15 = 1264,41 - 0,2032 - 0,15 =$$

$$\mathbf{1264.05m}$$

Calculando tubería de excesos

$$Q_{exc} = Q_{entra} - Q_{MD}$$

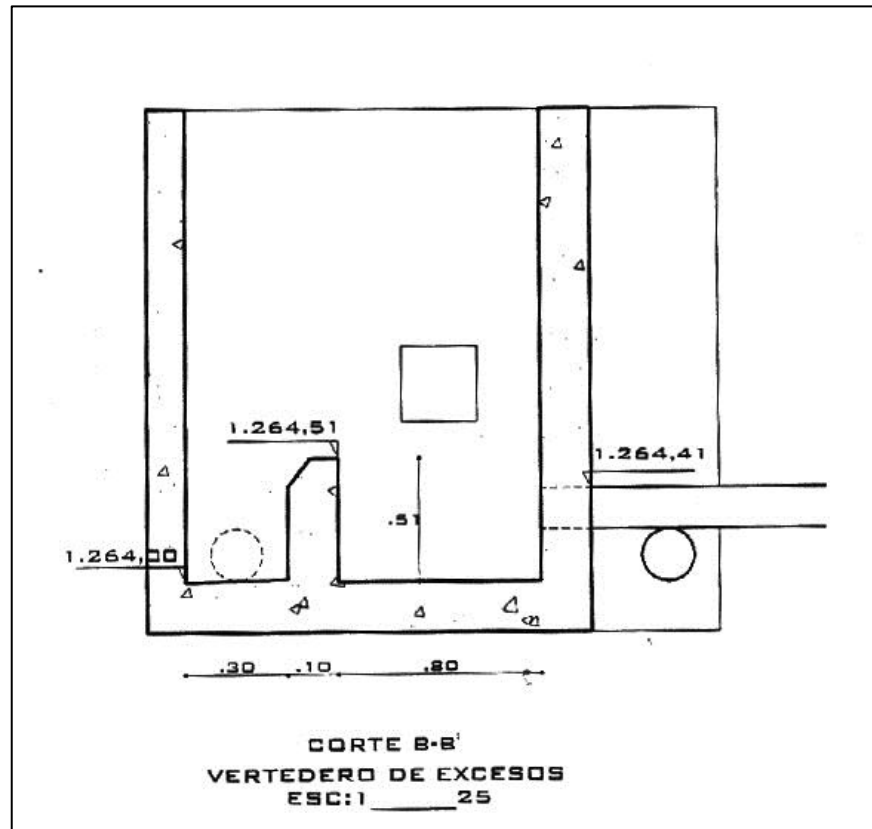
$$Q_{exc} = 0,01273 \frac{m^3}{sg} - 0,01496 \frac{m^3}{sg}$$

$$Q_{exc} = -0,00223 \frac{m^3}{sg}$$

Nota: En este caso en particular se encuentra que el caudal de exceso nos da negativo, es decir, que debido a las condiciones hidrológicas actuales de la quebrada no se hace necesario calcular un diámetro de tubería para el vertedero de excesos, mas sin embargo por cuestión de que se diseñe un sistema de acueducto completo se hace necesario contemplar dicho vertedero de exceso, el cual si se llegasen presentar eventos de caudales máximo no se genera fallas en el sistema, lo cual se propone un de D= 6 pulg¹².

¹² LOPEZ C, Ricardo Alfredo. Elementos de Diseño Para Acueducto y Alcantarillado. Editorial. Escuela Colombiana de Ingeniería. 2000

Figura 17. Corte vertedero de excesos



Fuente: Autores de proyecto

10.1.3. Aducción bocatoma desarenador

Para el cálculo del diámetro de la tubería que llega al desarenador se consideran los siguientes aspectos:

Caudal de diseño = 14,96 lts/sg

Cota tubería de llegada al desarenador = \sphericalangle_4

Cota tubería salida de bocatoma = \sphericalangle_5

Se asume una velocidad a gravedad de 1,0 mt/sg

Ahora se analizan las pérdidas y el borde libre para definir la cota de posición de la tubería de salida de la bocatoma

$$h = 2V^2/2g$$

$$h = 2*(1)^2/2g$$

$$h = 0,10 \text{ mts}$$

Se considera un BL = 0,15 mts

$$\begin{aligned} \nabla_5 &= \nabla_3 - BL - h \\ \nabla_5 &= 1.264,66 - 0,15 - 0,10 \\ \nabla_5 &= 1.264,4 \quad \text{Cota clave salida bocatoma} \\ \text{Longitud del tramo} &= 75 \text{ m} \\ \text{Cota inicial} &= 1.264,41 \\ \text{Cota final} &= 1.264,29 \end{aligned}$$

$$\text{Pendiente} = \frac{\text{Cota inicial} - \text{Cota final}}{\text{Longitud}} \times 100$$

$$\text{Pendiente} = \frac{1.264,41 - 1.264,29}{75} \times 100$$

$$\text{Pendiente} = 0,16\%$$

Según Hazen Williams

Es válido solamente para el agua que fluye en las temperaturas ordinarias (5°C-25°C), la formula es sencilla y su cálculo es simple debido a que el coeficiente de rugosidad "C" no es función de la velocidad ni el diámetro de la tubería. Es útil para perdidas de cargas en tuberías para redes de distribución.

$$0,01496 \text{ m}^3/\text{sg} = 0,2785 * 150 * D^{2,63} * (0,0016)^{0,54}$$

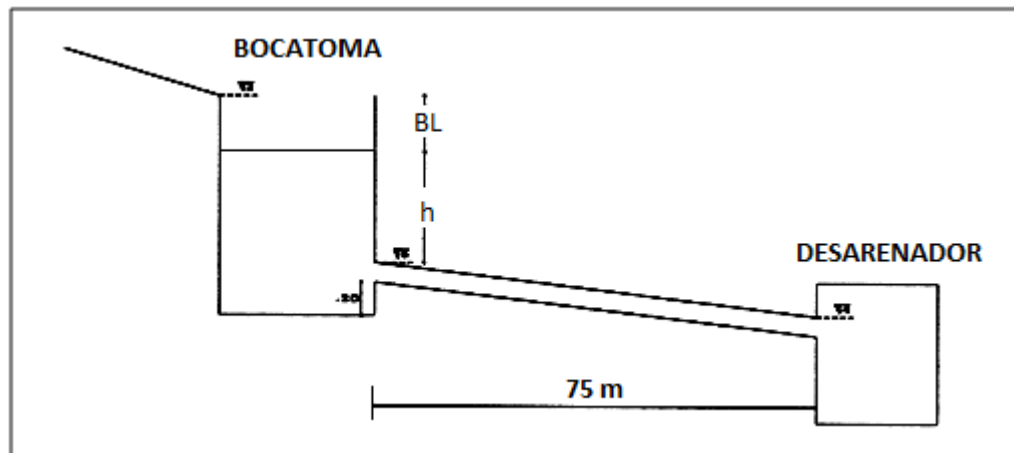
Despejando se obtiene

$$D = 0,18 \text{ mts} = 7,11 \text{ in}$$

Diámetro Tubería de aducción = 8"

Considerando la capacidad del caudal a transportar para un diámetro interior de 7,79 in (Ralco) = 18,30 lts/sg

Figura 18. Aducción Bocatoma - desarenador



Fuente: Autores de proyecto

10.1.4. Desarenador

$$Q = 14,96 \text{ L/seg}$$

El desarenador deberá sedimentar el 87,5% de partículas de 0,05 mm = 0,005 cm. La temperatura del agua es de 18 °C. La velocidad de sedimentación utilizando la fórmula de Stokes es:

Viscosidad cinemática del agua

μ_t = Relación de Poisson

$$\mu_t = \frac{0,436}{18^\circ + 23,3} \implies \mu_{18^\circ} = 1,039 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 / \text{seg}$$

Velocidad de sedimentación

$$V_s = \frac{g(\rho_s - \rho_w)\phi^2}{18 \times \nu_T}$$

$g = 980 \text{ cm/s}^2$ Gravedad específica de la arena

$\rho_s = 2,68 \text{ ton/cm}^2$

$$V_s = \frac{980(2,65 - 1)(0,008)^2}{18 \times (1,039 \times 10^{-3})}$$

$$V_s = 0,5535 \text{ cm/seg}$$

Se supone la profundidad útil de sedimentación H, igual 1,4 m. El tiempo que tardará la partícula de diámetro 0,005 cm en llegar al fondo, sería de $0,75 \leq H \leq 1,50$, entonces H = 0,9 m.

$$t = \frac{H}{V_s} \quad t = \frac{90 \text{ cm}}{0,553 \text{ cm/s}} \quad t = 162,75 \text{ seg}$$

El periodo de retención hidráulico para la condición de unos buenos baffles será de:

$$\frac{a}{ts} = 2,75 \quad a = 2,75 \times ts$$

$$a = (2,75) (162,75) = 447,56 \text{ seg}$$

La capacidad de zona de sedimentación será:

$$Vol = a \cdot Q$$

$$Vol = (447,56 \text{ seg}) (14,96 \text{ lt/seg}) = 6,7 \text{ m}^3$$

$$\text{Área superficial} = 7,4 \text{ m}^2$$

$$\text{Área superficial} = b \times L$$

Dónde:

$$L = 4 \cdot b \quad L \geq 3 \cdot B$$

$$A_{SUP} = 4 \cdot b^2$$

Según el RAS $3B \leq L \leq 4B$

$$7,4 \text{ m}^2 = 4 \cdot b^2 \rightarrow b = \sqrt{\frac{7,4}{4}} \rightarrow b = 1,36 \text{ m}$$

El RAS establece que $L \geq 10H$

De donde $L = 9 \text{ m}$

La profundidad H efectiva para el almacenamiento de arena en el desarenador debe estar comprendido entre 0,75 m y 1,5 m de altura máxima para efectos del almacenamiento de la arena puede ser hasta el 100% de la profundidad efectiva. RAS 2000)

$$Q = 0,01496 \text{ m}^3/\text{s}$$

Diseño de la pantalla

La velocidad a través de los huecos $\leq 0,20 \text{ m/seg}$

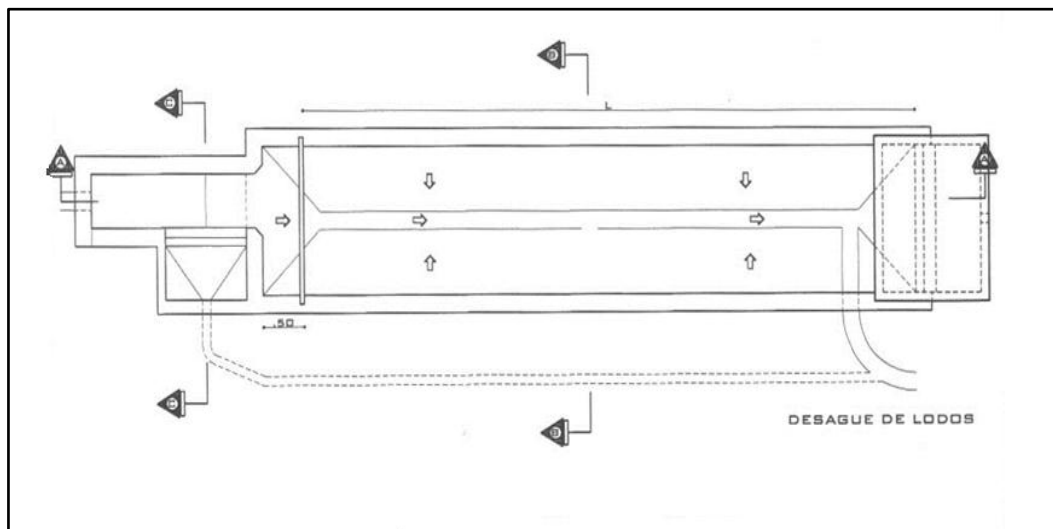
$$\Delta T = \frac{Q}{V} = \frac{0,01496 \text{ m}^3 / \text{seg}}{0,20 \text{ m/seg}} = 0,0748 \text{ m}^2$$

Para orificios de diámetro igual a 4"

$$A = 8,11 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

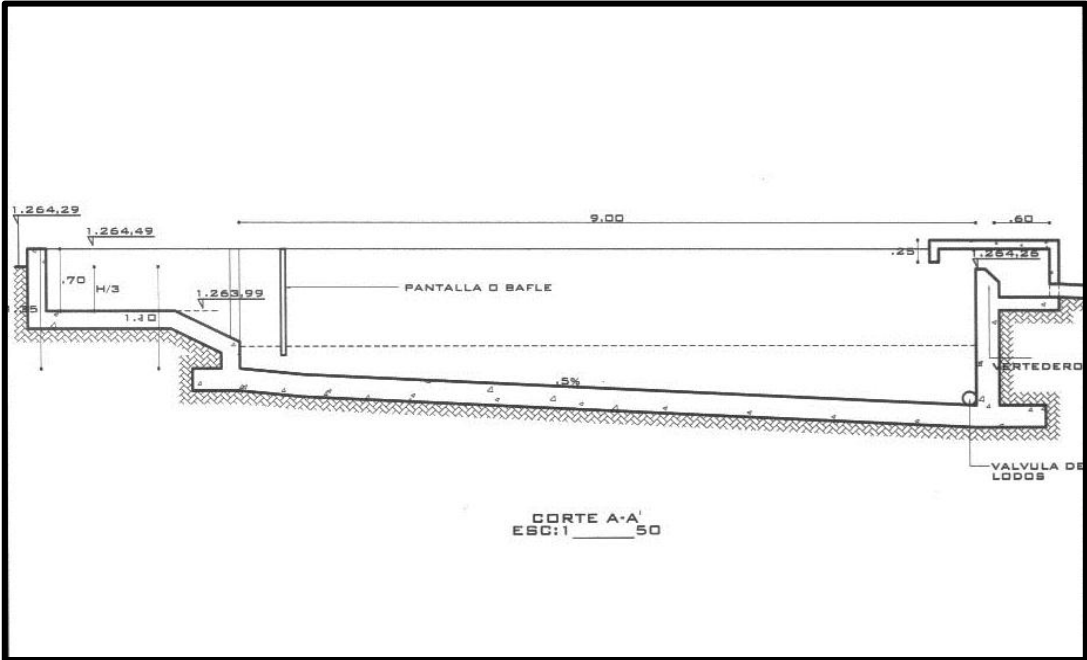
$$\text{No. de orificios} = \frac{0,0748 \text{ m}^2}{8,11 \times 10^{-3} \text{ m}^2} = 9,22 \cong 9 \text{ orificios}$$

Véase Figura 19, 20 y 21 Planos Planta y cortes desarenador
Figura 19. Plano planta Desarenador



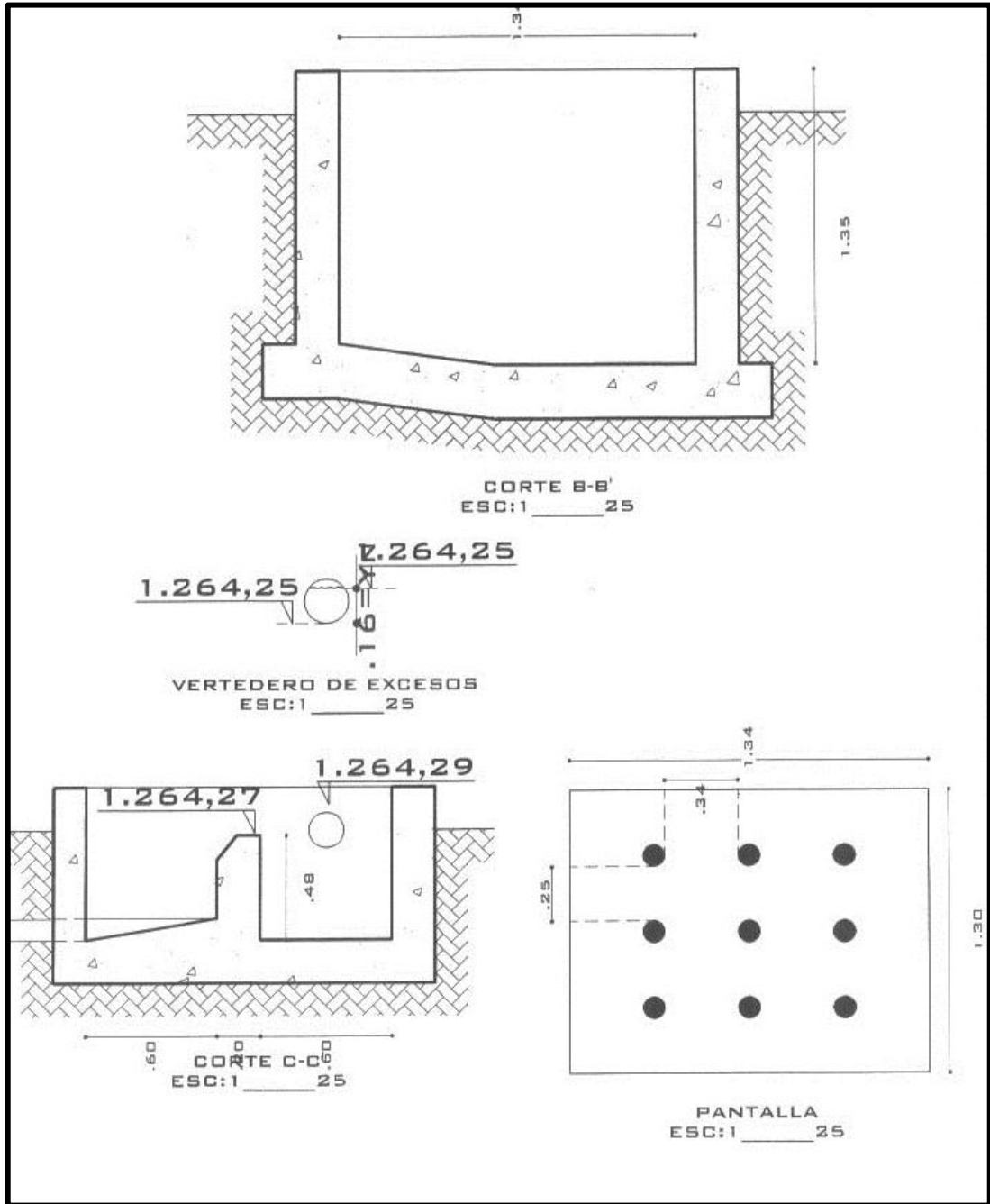
Fuente: Autores de proyecto

Figura 20. Cortes



Fuente: Autores de proyecto

Figura 21. Desarenador



Fuente: Autores de proyecto

Cota de llegada tubería 1.264,25 $\varnothing = 8'' = 0,2032 \text{ m}$

Cota batea = $1.264,29 - 0,2032 = 1.264,87 = \triangleleft_{10}$

$$\triangleleft_{11} = \triangleleft_{10} + 0,16$$

$$\nabla_{11} = 1.264,25$$

Cota vertedero de excesos 2 cm por encima de Y_n para evitar oleaje

$$1.264,25 + 0,02 = 1.264,27 = \nabla_9$$

$$\text{Fondo de la cámara} = \frac{H}{3} = \frac{0,9}{3} = 0,3m$$

$$1.264,29 - 0,30 = 1.263,99 = \nabla_{12}$$

10.1.5. Aducción Desarenador - Planta De Tratamiento

Según Hazen Williams

$$Q = 0,2785 * C * D^{2,63} * J^{0,54}$$

$$V = 4Q/\Pi * D^2$$

$$J = Q/(0,28 * C * D^{2,63})^{1/0,54}$$

Donde:

J = Pérdida de carga disponible en m/m

D = Diámetro de la tubería en mts

Q = Caudal máximo horario

C = Factor de fricción constante = 150 para tubería PVC

L = Longitud del tramo en mts

Los resultados se presentan en el Anexo B . Cálculo hidráulico de la línea de aducción. Las variables de la tabla son:

Tramo: Tramo entre el nudo inicial y final

Longitud: Longitud del tramo en metros

Diámetro: Diámetro de la tubería en pulgadas

Caudal: Caudal de distribución en lps

Velocidad: Velocidad del tramo

Pérdidas: Pérdidas unitarias en m/m y pérdida total en el tramo en mts.

Cota terreno: Cota de terreno del nudo inicial y final del tramo

Cota clave: Cotas de terreno del nudo inicial y final del tramo

Cota piezométrica: Cota piezométrica inicial y final del tramo

Presión: Presión disponible en el nudo inicial y final cota piezométrica final – cota clave final

RDE: Clase de tubería a utilizar según la presión de servicio

En los tramos de la aducción además de las pérdidas unitarias se consideran también pérdidas de un 10% debido a los accesorios de quiebre instalados en ella.

10.1.6. Planta De Tratamiento

La Planta de Tratamiento tiene una capacidad actual de 12 lps; para la optimización que se propone para mejorar las condiciones actuales en cuanto a calidad y cantidad del servicio se sugirió la ampliación de la planta a 15 lps para así cubrir las necesidades actuales.

Medición de caudales: Se calibró la canaleta Parshall, el método realizado para obtener dicha calibración fue por medio de vertederos rectangulares arrojando los siguientes resultados: Ver Tabla 25.

Tabla 20. Calibración canaleta Parshall

| H (Lamina de Agua) cms | Q caudal (Lps) |
|------------------------|----------------|
| 6.00 | 5.33 |
| 6.25 | 5.56 |
| 6.50 | 5.78 |
| 6.75 | 6.00 |
| 7.00 | 6.22 |
| 7.25 | 6.45 |
| 7.50 | 6.67 |
| 7.75 | 6.89 |
| 8.00 | 7.11 |
| 8.25 | 7.34 |
| 8.50 | 7.56 |
| 8.75 | 7.78 |
| 9.00 | 8.00 |
| 9.25 | 8.23 |
| 9.50 | 8.45 |
| 9.75 | 8.67 |
| 10.00 | 8.89 |
| 10.25 | 9.12 |
| 10.50 | 9.34 |
| 10.75 | 9.56 |
| 11.00 | 9.78 |

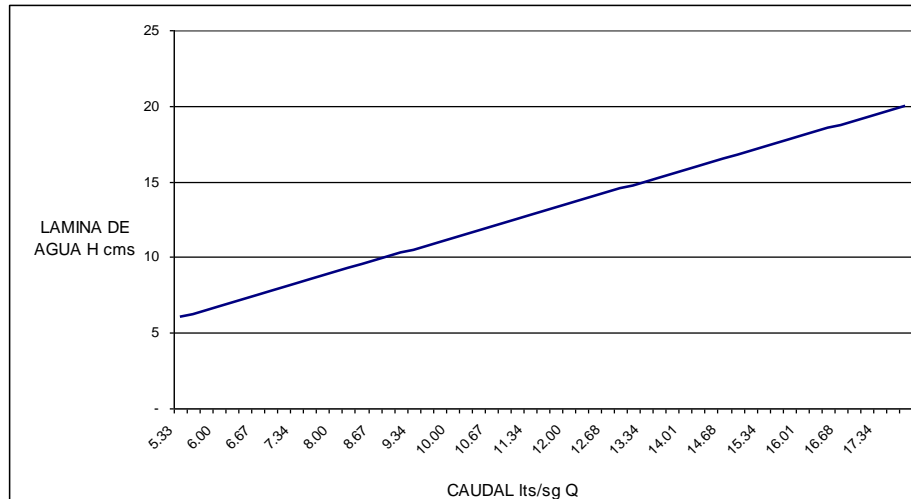
| | |
|-------|-------|
| 11.25 | 10.00 |
| 11.50 | 10.23 |
| 11.75 | 10.45 |
| 12.00 | 10.67 |
| 12.25 | 10.89 |
| 12.50 | 11.12 |
| 12.75 | 11.34 |
| 13.00 | 11.56 |
| 13.25 | 11.79 |
| 13.50 | 12.00 |
| 13.75 | 12.23 |
| 14.00 | 12.45 |

| H (Lamina de Agua) cms | Q caudal (Lps) |
|-------------------------------|-----------------------|
| 14.50 | 12.89 |
| 14.75 | 13.12 |
| 15.00 | 13.34 |
| 15.25 | 13.56 |
| 15.50 | 13.79 |
| 15.75 | 14.01 |
| 16.00 | 14.23 |
| 16.25 | 14.45 |
| 16.50 | 14.68 |
| 16.75 | 14.89 |
| 17.00 | 15.12 |
| 17.25 | 15.34 |
| 17.50 | 15.57 |
| 17.75 | 15.79 |
| 18.00 | 16.01 |
| 18.25 | 16.23 |
| 18.50 | 16.46 |
| 18.75 | 16.68 |
| 19.00 | 16.90 |
| 19.25 | 17.12 |
| 19.50 | 17.34 |
| 19.75 | 17.56 |
| 20.00 | 17.79 |
| 14.25 | 12.68 |

Fuente: Autores del proyecto

A continuación se muestra en la gráfica la relación de la altura de la lámina de agua vs, el caudal.

Gráfica 7. Canaleta Parshall



Fuente: Autores del proyecto

10.1.7. Lecho filtrante

Según las especificaciones de la planta compacta AQUAPAC II la vida útil del lecho de filtración es de 5 años según fabricante, por lo tanto el lecho filtrante presentaba colmatación y la limpieza que se hace por medio de una carga hidráulica no se estaba realizando cada día por medio; el lecho filtrante fue cambiado conservando las especificaciones de granulometría, mejorando así su funcionamiento y la calidad del agua.

10.1.8. Tratamiento del agua

La dosificación de cal, sulfato de aluminio e hipoclorito de sodio se realiza manualmente creando diferentes frecuencias en dicha dosificación, por tal razón se presentan ausencias de cloro residual y presencia de turbidez en algunos puntos de la red; debido a las deficiencias en el tratamiento del agua se optó por implementar el sistema con cloro gaseoso el cual está siendo financiado por la Cruz Roja, proceso que se encuentra en estudio para determinar las dosificaciones y la preparación del operador que se encargará de dicho proceso.

10.2. PLAN DE ACCIÓN INSTITUCIONAL

Para la formulación del plan de acción institucional se definen programas para corregir deficiencias o para mejorar el funcionamiento de cada uno de los sistemas que conforman el ente económico responsable de la prestación del servicio de acueducto.

10.2.1. Modernización Empresarial.

De acuerdo con la Ley 142 de 1994, en su artículo 15, disponen quienes pueden prestar servicios públicos domiciliarios y en el artículo 17 fija el régimen jurídico de las empresas.

Dentro del artículo 14 se define una Empresa de Servicios públicos Mixta aquella en cuyo capital la Nación, las entidades territoriales, o las entidades descentralizadas de aquella o éstas tienen aportes iguales o superiores al 50%.

10.2.2. Programa de Fortalecimiento del Sistema Administrativo

ASOCIACIÓN DE AMIGOS USUARIOS DEL ACUEDUCTO INDEPENDIENTE DE OCAÑA “ADAMIUAIN E.S.P.” EN EL SECTOR CIUADDELA NORTE DEL MUNICIPIO DE OCAÑA N.S; para garantizar a la comunidad la prestación del servicio debe atender dos frentes de acción claves: La administración del recurso humano y la administración de los recursos físicos o materiales.

El objetivo de este programa es suministrar información general sobre las actividades que se deben desarrollar para una gestión eficiente de las funciones administrativas de la empresa.

Constitución de la Planta de Personal: El personal de la empresa es nombrado por parte de la gerencia.

Los cargos básicos que debe tener la empresa comunitaria de acueducto son:

Administrador o Gerente: Dentro de sus funciones generales se encuentran:

Dirigir y controlar las actividades del personal, velar por la prestación del servicio, facturar y cobrar el servicio, atender a los usuarios, manejar el sistema de información de inventarios, manejar el registro de suscriptores, facturar, cobrar y presentar informes, entre otros.

Secretaría: Sirve de apoyo al administrador en el desarrollo de sus funciones.

Operador de la Planta (1): Es quien debe operar los equipos, dosificar los químicos, hacer las pruebas de laboratorio, registrar los datos de la planta.

Fontanero (1): Es quién se responsabiliza de la operación de las redes, la instalación de las acometidas, reparación de daños, limpieza de las estructuras de captación y almacenamiento, lectura de medidores, reparto de los recibos de cobro, entre otros.

Manual de Funciones: Es el instrumento de administración del personal a través del cual se establecen las funciones de los empleados que conforman la planta de personal de la

empresa comunitaria de acueducto, y los requerimientos exigidos para el desempeño de los mismos.

Capacitación del Personal: En una empresa es indispensable conocer los avances tecnológicos y la normatividad vigente en cuanto a la prestación de servicios públicos domiciliarios y así mejorar los niveles de desempeño de quienes la conforman y ofrecer una mejor calidad en el servicio.

Para elevar la productividad y hacer competitiva la empresa comunitaria de acueducto es necesario capacitar el personal de acuerdo a las necesidades de cada cargo y mejorar los niveles de desempeño del recurso humano, beneficiando no sólo al personal de la unidad sino a toda la comunidad.

Almacén e Inventarios: El sistema de almacén es el conjunto de actividades cuyo propósito es el de conservar, manipular y distribuir los elementos que requiere la empresa para la normal prestación del servicio.

Para el buen funcionamiento de la empresa comunitaria de acueducto cuenta con el conocimiento exacto de la existencia de materiales, elementos y equipos, es decir tiene un inventario en el que deben relacionarse: equipos, elementos de oficina, herramientas y materiales.

El control de los inventarios se hace a través de un sistema de información donde se registran los materiales, elementos o equipo en la cantidad exacta de existencias y su valor, así como los movimientos de entradas y salidas de éstos. Además se cuenta con un espacio físico donde las herramientas y materiales puedan almacenarse de manera adecuada.

Reserva Permanente de Accesorios para Atender Reparaciones: Con la reserva de accesorios se busca atender de manera inmediata cualquier daño que se presente en el sistema de acueducto o alcantarillado, pues de esta manera se puede suministrar en menor tiempo los elementos necesarios para realizar las reparaciones. Además se contribuye a que exista menor desperdicio de agua y la suspensión del servicio se haga por corto tiempo, evitando así incomodidad en los usuarios.

Conservación de la Cuenca. Con este proyecto se busca proteger la quebrada de donde se toma al agua para el acueducto del municipio y de esta manera asegurar el abastecimiento de agua en cantidad y calidad a la población, para mejorar así su calidad de vida.

En la vereda venadillo donde se encuentra ubicada la quebrada Brava existen zonas de reserva natural, por lo tanto es necesario desarrollar actividades que fomenten su protección, con la participación de entidades como CORPOCESAR y la sociedad civil.

Dentro de estas actividades se pueden desarrollar las siguientes.

Sensibilización de la comunidad, esto a través del proyecto “Campañas educativas”.

Diagnóstico del estado de las áreas.

Formulación del proyecto de control y protección de cada área en particular, es decir plantear las acciones que se deben desarrollar para recuperar y restaurar las áreas afectadas por la acción del hombre y proteger las que aún no han sido tocadas.

10.2.3. Programa de Fortalecimiento del Sistema Comercial

La empresa comunitaria de acueducto desde el punto de vista comercial debe contar con un registro de usuarios actualizado, medición del consumo, elaboración del estudio de costos y tarifas, facturación, cobranza y recaudo, atención de peticiones quejas y recursos, para la prestación de un servicio adecuado.

Con este programa se busca optimizar la gestión comercial de la empresa comunitaria de acueducto, mejorar la relación empresa-Usuario y concientizar a la población sobre la necesidad de utilizar adecuadamente el agua.

Catastro de Redes. El catastro de la red de distribución de agua potable y de alcantarillado es un sistema de registro y archivo de información técnica estandarizada (fichas, planos, etc.), y relacionada con todos los detalles técnicos de ubicación de tuberías, diámetros, válvulas, hidrantes y todo otro complemento o accesorio importante que se tenga incorporado o haga parte de las redes.

Para la empresa comunitaria de acueducto es de gran importancia disponer de un catastro técnico pues éste facilita el conocimiento, la planeación y la operatividad del servicio, tanto de la red de distribución de agua potable como la de alcantarillado. Además facilita el control sobre la operación de los respectivos sistemas, sirve como un instrumento de análisis, evaluación, formulación y desarrollo de programas de control de pérdidas para fortalecer la gestión técnica y empresarial de la unidad y sirve como una herramienta de entrada de datos para la simulación de las redes con el fin de determinar, entre otros, la capacidad hidráulica del sistema y la factibilidad de atender la demanda del servicio en las áreas de cobertura.

Para ejecutar un catastro de redes para la red de acueducto se debe adelantar las siguientes etapas:

Elaboración del plano maestro: Este contiene la información básica de la representación geográfica y urbana del municipio, destacando aspectos urbanísticos, tales como: calles, carreras, parques, zonas de mercado, áreas residenciales, etc.

Elaboración de planos Zonales: Permite un fácil manejo de la información que debe contener cada zona identificada en el plan maestro y representar con mayor detalle, tuberías, válvulas e hidrantes y, si se dispone de topografía las curvas de nivel.

Elaboración de planos esquineros: Tiene como finalidad mostrar en detalle la ubicación de las tuberías, las válvulas e hidrantes, los accesorios, las piezas especiales y las interconexiones que conforman la red de distribución en las esquinas o cruces de calles del municipio.

Elaboración de fichas técnicas: Las fichas técnicas deben elaborarse para los accesorios y para las tuberías.

Las fichas técnicas de accesorios conforman el archivo técnico en lo correspondiente al registro, los datos y detalles técnicos más importantes que caracterizan a una válvula, hidrante o pieza especial que se encuentra incorporada a la red de distribución, la ficha técnica de tuberías corresponde al registro de los datos y detalles técnicos más importantes que caracterizan a los diferentes tramos de tubería que componen la red.

Elaboración del plano de control operacional: Permite la ubicación y el manejo de las válvulas y los hidrantes, esta información permite visualizar en un solo plano la situación operacional general del servicio de acueducto. Este plano permite programar el cierre de mallas y evitar que, para corregir un determinado daño en la red, sea necesario dejar a toda la población sin servicio durante el tiempo que dure la reparación.

Actualización de planos: Cada vez que se realice una reparación en la red o cambio de alguno de sus accesorios se debe hacer la actualización del plano maestro, zonal como los esquineros y las fichas técnicas.

Para ejecutar un catastro de redes para la red de alcantarillado se debe adelantar las siguientes etapas:

Elaboración del plano maestro: Es un instrumento de referencia y ubicación dentro del perímetro de la zona urbana municipal y la base de la relación con los planos zonales y de éstos con las tarjetas de los pozos de inspección, por lo tanto se puede utilizar el mismo plano maestro diseñado para la red de distribución.

Elaboración de los planos zonales: Se deben dibujar y destacar sobre los planos las redes existentes de alcantarillado, sus estructuras, pozos o cámaras de inspección, sumideros y cualquier otra obra accesorio importante que esté construida, tales como estructuras de conexión, sifones invertidos, estructuras disipadoras de energía, etc. y la información real de diámetros, estados y cotas de la rasante, clave y fondo de entradas y salidas. Ver anexo A. Tabla 21

Elaboración de tarjetas para pozos: Para cada uno de los pozos se debe diligenciar una tarjeta que indique el número de pozo, la localización (calle y carrera), la cota rasante, el tramo de tubería que referencia, la profundidad a fondo, el diámetro de la tubería del tramo que llega al pozo, el material de la tubería, el estado de la tubería y cualquier otra información adicional importante referente al tramo analizado. Ver anexo A. Tabla 22.

Actualización de planos: Cada vez que se realice una reparación en la red o cambio de alguno de sus accesorios se debe hacer la actualización de los planos maestro y zonal.

Catastro de Usuarios. Cada entidad prestadora de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, debe contar con la información completa y actualizada de sus suscriptores y usuarios, que contenga los datos sobre su identificación, modalidad del servicio que reciben, estado de cuentas y demás que sea necesaria para el seguimiento y control de los servicios.

Para la actualización del catastro de usuarios es necesario realizar visitas a los usuarios y recopilar la información requerida. En el Cuadro se muestra un formato que facilita la recolección y organización de esta información. Descripción del formato:

Código del Suscriptor: Es un número que identifica a cada suscriptor y que se establece con base en las rutas y recorridos. Este contiene los siguientes elementos: la ruta, que es el recorrido utilizado para leer los medidores (una vez se haya implementado el programa de micro medición), y repartir los recibos o facturas de cobro; el número de orden corresponde al orden secuencial de los predios dentro de esa ruta y el número de conexión corresponde al número de ingreso de cada suscriptor a la entidad y se establece en el orden cronológico en que se van aprobando las matrículas o conexiones. Ver Anexo A. Tabla 23.

Nombre del Suscriptor: Debe indicarse los nombres y apellidos completos y la identificación de la persona con la cual la empresa debe suscribir el contrato de condiciones uniformes y a la cual se le debe elaborar la factura de cobro.

Uso de la Construcción: Se debe señalar el uso que se da a los servicios de acueducto y alcantarillado independientemente de si el inmueble a que se preste el servicio es propio o arrendado o si quién paga es el usuario o el suscriptor.

Datos del medidor: Una vez se cuente con micro medición es importante tener información detallada de este.

Oficina de Peticiones, Quejas y Recursos: Tiene la obligación de recibir, atender, tramitar y responder las peticiones o reclamos y recursos verbales o escritos que presenten los usuarios, los suscriptores o los suscriptores potenciales en relación con el servicio o los servicios que se presten.

En general se deben atender los diferentes requerimientos de los usuarios, para lo cual la unidad de servicios públicos domiciliarios debe tener una persona encargada de hacer la recepción y el trámite correspondiente, estos requerimientos deben ser radicados, registrados, dárseles el trámite, solucionarlos y darle la respuesta o decisión al interesado.

Desde el momento de la solicitud del interesado, hasta la solución y respuesta no deben transcurrir más de 15 días hábiles. Si transcurridos estos 15 días hábiles no se ha dado respuesta, el solicitante puede hacer uso del silencio administrativo positivo, es decir que se entiende resuelto a favor del usuario.

Además es necesario que la unidad cuente con un espacio físico donde pueda organizarse y funcionar adecuadamente, donde tenga toda la información sobre esta y donde los usuarios puedan dirigirse en caso que deseen realizar una queja o reclamo. Es indispensable que cuente con los elementos necesarios (escritorios, archivadores, línea telefónica, computador, entre otros) garantizando así la prestación de un mejor servicio.

Para realizar las peticiones y reclamos se puede emplear el siguiente formato. Ver Anexo A Tabla 24.

Objetivo: Conocer y dar solución a las opiniones y problemas que se presenten a los usuarios.

Alcance: Crear la oficina de peticiones, quejas y recursos.

Sector y población beneficiada: La comunidad y La Empresa de AMIGOS USUARIOS DEL ACUEDUCTO INDEPENDIENTE DE OCAÑA “ADAMIUAIN E.S.P.” EN EL SECTOR CIUDADELA NORTE DEL MUNICIPIO DE OCAÑA Apoyo institucional y financiero: la Empresa ADAMIUAIN E.S.P

10.3. PROYECTO DE MANTENIMIENTO DE REDES

Se desarrolla con el fin de rehabilitar o reponer oportunamente las redes de transporte y distribución de agua del sistema de acueducto, garantizando así la atención de la demanda, la continuidad y calidad del servicio en el corto, mediano y largo plazo. Igualmente, permite reducir al mínimo las pérdidas de agua por causa del deterioro físico de las redes.

Para realizar este proyecto, se requiere que la unidad identifique las causas que motivan la rehabilitación de las redes, como: ocurrencia de daños, edad de las tuberías, materiales de las redes y adecuación de las redes a proyectos de ampliación.

Este proyecto debe incluir el registro y control del estado de funcionamiento de las redes, (en cuanto a número de roturas, fugas, entre otros); el desarrollo de programas de mantenimiento preventivo y correctivo; la elaboración de planes y programas de renovación de redes, con criterios de factibilidad técnica, económica y financiera.

10.4. CAMPAÑAS EDUCATIVAS

El Agua es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente, el conjunto de costumbres, actitudes y hábitos que un individuo o una sociedad tiene con respecto a la importancia de esta, es lo que se denomina cultura del agua.

El programa de educación comunitaria consiste en la realización de jornadas educativas que buscan analizar, reflexionar y comprender temas de interés para la comunidad relacionados con los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo y fomentar la cultura del agua, es decir, que haya un cambio de actitud del uso del agua que promocióne el ahorro y el control en el consumo, promoviendo valores como: el respeto al medio ambiente, la solidaridad de cada individuo hacia los demás, la disciplina para usar sólo al agua que se necesita y la responsabilidad para utilizar correctamente hoy el agua que va a servir a los ciudadanos del mañana.

Por otro lado se hizo encuesta a la comunidad para Determinar el uso del ahorro de agua en la población de la Ciudadela Norte en Ocaña Norte. de Santander. Ver Anexo C

Estos talleres están apoyados con material educativo como cartillas, folletos, fichas videos y conferencias con los que se busca:

Que se reconozca el agua como un compuesto vital, la importancia de su manejo adecuado y la necesidad de adoptar medidas en la recuperación y conservación del recurso hídrico.

Incentivar a la comunidad en la generación de acciones que permitan la preservación de las fuentes y el uso racional del agua.

Concienciar a la comunidad sobre la responsabilidad que todos tenemos en mantener en buen estado los sistemas de agua y saneamiento básico y hacer buen uso de estos.

Hacer un acercamiento usuario - empresa a través del reconocimiento de los deberes y derechos para con la misma.

Promover que los mecanismos de participación comunitaria son el mejor camino para mejorar la eficiencia en la prestación de los servicios públicos y aumentar el compromiso de la comunidad en programa de iniciativas para la adecuada utilización de los mismos.

Que se reconozca la medición del consumo como el medio más importante para mejorar el uso racional del agua.

En este caso a la comunidad se le dio una charla de concientización donde se les hablo de la importancia de este precioso recurso. Esto lo podemos apreciar en las siguientes fotografías:

Foto 9. Charla A La Comunidad Sobre El Ahorro Del Agua



Fuente: Autores del proyecto

Foto 10. Personal De La Comunidad Que Asistieron A La Charla Sobre El Ahorro Del Agua



Fuente: Autores del proyecto

Foto 11. Recomendaciones A La Comunidad Sobre El Ahorro Del Agua



Fuente: Autores del proyecto

Foto 12. Recomendaciones A La Comunidad Sobre El Ahorro Del Agua



Fuente: Autores del proyecto

10.5. METODOLOGÍA

El programa de educación comunitaria busca el desarrollo de actividades orientadas a dinamizar la participación comunitaria.

En el desarrollo de las jornadas educativas es necesario vincular concejales, técnico en saneamiento, docentes, coordinadores de núcleo, directores de planteles educativos, juntas de acción comunal y demás organizaciones presentes en el municipio, así como a la comunidad en general.

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, a través de la Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico ha puesto en marcha el programa “La Cultura del Agua”, para el logro de este implemento el proyecto de jornadas educativas, preparó para el desarrollo de estas un material didáctico compuesto por cartillas que buscan fijar un horizonte en donde la comunidad se concientice sobre el buen uso que se le debe dar al recurso hídrico, puesto que este es uno de los recursos de gran importancia en la vida humana.

El programa de “Ahorro y Uso Eficiente” contienen información sobre los temas de los talleres y sirven de apoyo para la formulación del proyecto comunitario con las personas que participen en las jornadas. Además incluyen una guía para el facilitador que permite orientar el proceso educativo en las comunidades.

Los facilitadores deben ser personas interesadas en participar y liderar acciones en beneficio de la comunidad y es importante que tengan conocimiento sobre los temas a tratar en las jornadas y la forma como estos aspectos se manifiesta a nivel local.

En los planteles educativos, con ayuda de los docentes se deben desarrollar talleres sobre temas relacionados con la cultura del agua.

Objetivo: Concientizar y sensibilizar a la comunidad sobre el uso adecuado del agua, la necesidad de su conservación y promover la participación de la comunidad en la gestión de propuestas que mejoren la calidad de los servicios públicos domiciliarios.

Alcance: Con la implementación de los talleres se espera que en corto, mediano y largo plazo los habitantes del municipio comprendan que el agua es un recurso limitado y vital que se esta agotando y adopten actitudes y hábitos racionales y responsables con respecto al consumo del agua para evitar su derroche y por tanto su escasez.

Sector y Población Beneficiada: Todos los habitantes pertenecientes a la empresa ADAMIUAIN ESP.

Apoyo Institucional y Financiero: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

CONCLUSIONES

El diseño en sistema de malla de la rejilla en la captación no es adecuada pues elementos sólidos que transporta el agua como hojas, piedras y residuos de madera se incrustan en los orificios de la rejilla y obstaculizan la entrada del agua, el encauce de la quebrada a la rejilla se hace por medio de rocas que tienden a desplazarse con la corriente del lecho. La captación también carece de cámara de inspección por tal motivo no hay un control de caudal de entrada mucho menos de excesos.

La canaleta de aducción Bocatoma - Desarenador se encuentra continua al talud lo que produce que el suelo erosionado por la lluvia y desechos orgánicos de animales que pasan cerca de esta zona vayan a dar con las aguas escorrentías directamente a la canaleta contaminando el agua que ésta transporta, se encuentra también deteriorada mostrando algunas grietas y una superficie rústica debido al desgaste por fricción.

El desarenador no posee pantalla deflactora y su capacidad de caudal a tratar es tan solo de 2,3 lts/sg, además no tiene un control de excesos.

Cumpliendo con los objetivos trazados, tanto específicos como generales, solventando las limitaciones y problemas encontrados durante la realización del proyecto y basados en los conocimientos adquiridos a través del plan de estudios y específicamente en el área de hidráulicos y sanitarios, podemos concluir:

No existe un manual de funcionamiento de operación de válvulas, el manejo de éstas se realiza a criterio del fontanero por su conocimiento empírico de la red de distribución.

En el aspecto técnico la publicación del Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000), ha sido un verdadero logro, pues es un documento muy completo como guía y ordenador en la ejecución de los diseños de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo.

En el aspecto institucional ha trazado una línea muy definida sobre la manera como debe operar la administración de éstos servicios. Podríamos señalar como fallas del proceso, la escasa difusión de éstas metodologías, pues a la fecha no se ha logrado llegar a todos los municipios del país.

En el caso de la Comisión de Regulación de Agua Potable (CRA), ésta viene cumpliendo su papel de ente jurídico del sistema. Sin embargo, muchas de sus resoluciones han sido muy cuestionadas. En el caso que nos ocupa, el gobierno nacional, decreta en el año de 1997 La Ley 373/97 “PROGRAMA PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA”, en donde ordena que todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el Ahorro y uso eficiente del agua, entendiéndose éste, como el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego, drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico y deberá estar basado en el

diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas.

El cobro actual de las tarifas en la zona del proyecto, no refleja los verdaderos costos del suministro de agua potable, de recolección y disposición de aguas residuales y desechos sólidos, ni el costo de sostenimiento de la entidad que se encarga de administrar éstos servicios. Por éste motivo consideramos que se deberían implementar nuevos ajustes en las tarifas, claro que esto podrían ocasionar malestar en la población, al aumentar significativamente a las cobradas actualmente.

Uno de los principales inconvenientes en el acueducto de la quebrada la Brava es la falta del mejoramiento de las estructuras y la reposición de tuberías para evitar pérdidas de agua como las que se presentan. Es importante prestar atención al tratamiento bacteriológico del agua, ya que se han venido presentando fallas recurrentes en éste proceso.

Es necesario implementar los prediseños recomendados para mejorar la prestación del servicio de acueducto, con el fin de solucionar los problemas que presenta el sistema actual, pues no cumple con las especificaciones reglamentadas por el RAS 2000.

La comunidad del Sector de la Ciudadela Norte necesita que se tenga un sentido de pertenencia por los recursos que actualmente tiene, es por eso que se le dedico un espacio muy importante de este programa a la concientización de la población sobre el buen uso del agua, para evitar que más adelante sea un problema social la falta de la misma.

Otro aspecto importante es la falta de la macromedición en el sistema, que es uno de los factores de gran importancia para lograr un control de la producción de agua potable al contrastarlo con el consumo de la misma por parte de la población y así determinar las pérdidas.

De la implementación de los programas que se establecen por el Programa de Ahorro y uso Eficiente del Agua establecido de acuerdo a la ley 373 del 97 dependen que se establezcan, controlen y regulen acertadamente las labores que lleven al mejor funcionamiento del sistema y del ente encargado de administrar el servicio.

El Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua para el sector de la Ciudadela Norte en el municipio de Ocaña tendrá como objetivo verificar que las dotaciones brutas actuales de 153.33 l/hab*día, a lo determinado con base a la resolución 2320 de 2009 y la obtenida de la dotación bruta real de 126.55 l/hab*día, estén cumpliendo con lo establecido. Que para este caso en particular si estaría dentro del rango permitido.

Actualmente los tanques de almacenamiento cumplen con la capacidad que se requiere, la capacidad actual es de 792 m³, y la requerida es de 416 m³. Es decir según la capacidad de

almacenamiento que necesita la población esta posee la suficiente para almacenar el caudal que se necesita para un QMD de 14,96 lts/sg.

La planta de tratamiento cumple con lo establecido por las normas vigentes y está en la capacidad de suministrar agua a la población actual.

Se está cumpliendo con la mayoría de los requisitos institucionales y legales en la empresa prestadora del servicio ADAMIUAIN.

RECOMENDACIONES

Una vez terminado éste trabajo en el cual hemos palpado la situación de la prestación de éstos servicios en el acueducto ADAMIUAIN, creemos conveniente presentar las siguientes recomendaciones.

Para el tratamiento de agua se requiere un operador de planta, así como también la adquisición de un laboratorio que permita monitorear la calidad del agua y por lo tanto el tratamiento que se le debe dar. La implantación del sistema de tratamiento con cloro gaseoso es de cuidado por lo tanto se necesita que el operador de la planta tenga experiencia y conocimiento en el manejo y manipulación de éstos equipos que se desean poner en operación.

Implementar un sistema de macromedición que permita evaluar los caudales de entrada y salida y cuantificar el porcentaje de pérdidas técnicas y comerciales.

Realizar una campaña de calibración de micromedidores y verificar su buen estado y funcionamiento.

Los prediseños y análisis son una aproximación que se realizaron con el fin de obtener de manera global los costos de los elementos a utilizar en cada una de las alternativas propuestas. Se debe tener en cuenta que para la construcción de dichos elementos se deben realizar los diseños detallados.

Es muy importante la realización constante de campañas educativas en los habitantes para que en cada una de ella se refuerce el sentido de pertenencia por los recursos hídricos.

En términos generales se pueden obtener pérdidas físicas en la aducción desarenador-tanque de tratamiento y en la red de distribución. Debido al dato obtenido de la aducción se recomienda un mantenimiento de la tubería, pues la aducción presenta un porcentaje alto de pérdidas en comparación con los rangos estipulados en el RAS 2000.

Debido al dato obtenido en la red de distribución se hace necesario mejorar el sistema, instalar un Macromedidor a la salida de la planta de tratamiento para poder determinar las pérdidas de agua tratada y aumentar la cobertura de micromedición para reducir las pérdidas físicas y comerciales.

La empresa prestadora del servicio carece de información precisa de los usuarios y de las redes de distribución, por lo cual se recomienda que se realice el catastro de redes y de usuarios, además de estudios de consultoría para la simulación de la red y así conocer el estado en que está operando para proponer alternativas que mejoren condiciones de presión, materiales, etc.

En el municipio no se ejecutó el programa de control de pérdidas y de agua no contabilizada, por lo cual se debe implementar su ejecución.

En el estudio se pudo notar que el problema que se presenta en el mal servicio del agua, no corresponde a la planta de tratamiento ya que esta cuenta con la capacidad para abastecer a la comunidad, sino de la fuente de la cual se está abasteciendo que para este caso es la quebrada la Brava, la cual presenta un decremento progresivo al pasar del tiempo tanto así que se podría asegurar que dentro de poco esta quebrada podría desaparecer a causa de los problemas que vienen afectando el planeta como los fenómenos del niño, la tala indiscriminada de bosques entre otros, por tal razón se recomendaría la implementación de fuentes alternas para abastecer dicho acueducto.

Administrativamente la empresa tiene un buen manejo, pero se debe tener en cuenta que es necesario evaluar periódicamente el desempeño de los operadores de la planta de tratamiento para garantizar el buen servicio.

BIBLIOGRAFIA

Estudio técnico e institucional del servicio de acueducto del sector norte de Ocaña (ADAMIUAIN)

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Títulos B y C.

LOPEZ C, Ricardo Alfredo. Elementos de Diseño Para Acueducto y Alcantarillado. Editorial. Escuela Colombiana de Ingeniería. 2000.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE OCAÑA. Esquema de Ordenamiento Territorial. (EOT).Ocaña. Norte de Santander

VICTOR HUGO BARBOSA. Programa de uso eficiente y ahorro del agua en el municipio Rio de Oro Cesar. Cúcuta, 2006.

VEN TE, CHOW. Hidráulica de Canales Abiertos. Bogotá D.C.: Mc Graw Hill, 1994. 667 p.

Resolución N° 2115, Por medio del cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2007. 23 p.

Ley 373 de junio de 1997, Por medio de la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Bogotá D.C.: El ministerio, 1997. 12 p.

Ley 388 de julio 18 de 1997, Ordenamiento Territorial. Bogotá D.C.: El ministerio, 1997. 25 p.

ANEXOS

ANEXO A

Tabla 21. Formato de Inventario, Control y Mantenimiento de Tuberías

| INVENTARIO DE TUBERIAS | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------|----------|----------|-------|------|-------|-------|--------|------------|--------|
| | TRAMO | DIAMETRO | MATERIAL | CLASE | LONG | UNION | PROF. | RASANT | FECHA INS. | ESTADO |
| I | | | | | | | | | | |
| F | | | | | | | | | | |
| I | | | | | | | | | | |
| F | | | | | | | | | | |
| I | | | | | | | | | | |
| F | | | | | | | | | | |
| I | | | | | | | | | | |
| F | | | | | | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto

| CONTROL Y MANTENIMIENTO DE TUBERÍAS | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------|----------|-------------------------|-------------------|-------------|-------------|--|
| Tramo | Fecha | Funciona | Diferencias verificadas | Trabajo realizado | Sustitución | Observación | |
| I | F | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Fecha | | | | Reviso | | | |
| Observaciones | | | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 22. Formato Ficha Técnica de Accesorios

| FICHA TÉCNICA DE ACCESORIOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN | | | | | | |
|--|--|----------|--|-------------------------|--|-------------------|
| Localización | | | | | | |
| Zona | | Grafico | | | | |
| Esquina | | | | | | |
| Características | | | | | | |
| Accesorio | | | | | | |
| Material | | | | | | |
| Diámetro | | | | | | |
| N° VUELTAS | | | | | | |
| Sentido giro | | | | | | |
| Profundidad | | | | | | |
| Fecha instal. | | | | | | |
| | | | | | | |
| T. Unión | | Tubería | | Ubicación | | Rasante |
| Brigada | | Pvc | | Acera | | Tierra |
| Soldada | | Hg | | Vía | | Asfalto |
| Rosca | | Hf | | | | Concreto |
| Mecánica | | Ac | | | | Otro |
| | | | | | | |
| Fecha | | Funciona | | Diferencias verificadas | | Trabajo realizado |
| | | | | | | Sustitución |
| | | | | | | Observación |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Fecha | | Escala | | | | |
| Reviso | | Dibujo | | | | |
| Observaciones | | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 23. Formato para el Registro de Suscriptores

| REGISTRO DEL SUSCRIPTOR | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|--|------------------|----------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------|-------|--|--|
| DATOS USUARIO-VIVIENDA | | | | | | | | | | | |
| | | | Ruta | | N° de Orden | | N° de Conexión | | | | |
| Código del suscriptor | | | | | | | | | | | |
| Nombre: | _____ | | | Cc. N°: | _____ | | | | | | |
| Dirección | _____ | | | Tel. | _____ | | | | | | |
| Uso de la construcción | | | | | | | | | | | |
| Residencial | _____ | | | Comercial | _____ | | | Industria | _____ | | |
| Oficial | _____ | | | Provisional | _____ | | | Otro | _____ | | |
| Estrato | | | | | | | | | | | |
| Tipo de servicio que recibe: | | | | | | | | | | | |
| Acueducto | _____ | | | Alcantarillado | _____ | | | Aseo | _____ | | |
| DATOS MEDIDOR: | | | | | | | | | | | |
| Tipo de medidor | | | _____ | | | | | | | | |
| Localización del medidor | | | _____ | | | (interna o externa) | | | | | |
| Estado del medidor | | | (normal, dañado) | | | | | | | | |
| Estado de la caja | | | _____ | | | (sin tapa, tapa en buen o mal estado) | | | | | |
| DATOS ACOMETIDA | | | | | | | | | | | |
| Diámetro acueducto | | | _____ | | | (pulgadas) | | | | | |
| Diámetro alcantarillado | | | _____ | | | (pulgadas) | | | | | |
| TIPO DE CONEXIÓN | | | | | | | | | | | |
| Provisional | _____ | | | Legal Normal | _____ | | | Clandestina | _____ | | |
| ESTADO CONEXIÓN | | | | | | | | | | | |
| Funcionando | | | _____ | | | Sin funcionar _____ | | | | | |
| Material conexión | | | _____ | | | (manguera, hg,pvc) _____ | | | | | |
| TANQUES | | | | | | | | | | | |
| Tipo de tanque | | | _____ | | | (subterráneo, elevado) | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|
| Capacidad | _____ | _____ | _____ | _____ | M ³ | _____ | _____ | _____ |
|-----------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 24. Modelo de Reclamo

Ocaña _____ de _____ del 2013
 Señor(A)
 UNIDAD DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO
 Oficina de Peticiones, Quejas y Recursos.
 ADAMIUAIN ESP
 Referencia: Derecho de petición Cuenta interna N° _____
 Nombre _____
 Mayor de edad, con domicilio en este municipio, identificado como aparece después de mi firma en el presente escrito, y obrando como usuario del servicio público domiciliario que presta su unidad, respetuosamente me dirijo a su despacho con el fin de que sea atendida y resuelta la siguiente petición, conforme lo disponen los artículos 23 de la Constitución Nacional, 153 y 158 de la Ley 142 de 1994, 123 del Decreto 2150 de 1995, y el 9 del Decreto 2223 de 1996, por las razones de hecho y derecho que a continuación expongo.
 Hechos: _____

 (Si el frente no es suficiente continúe al respaldo y firme nuevamente con el número de la cédula).
 PRUEBAS.
 Téngase como soporte de mi petición las que obran en los archivos magnéticos y documentos de la Unidad, y las siguientes que anexo y solicito: _____

 PRETENSIONES
 De conformidad con los hechos narrados y pruebas aportadas comedidamente me permito solicitar:
 1. _____
 2. _____
 3. _____
 NOTIFICACIONES Y COMUNICACIONES:
 Recibo correspondencia en la siguiente dirección: _____

 Atentamente,
 FIRMA _____
 NOMBRE _____ (Letra legible)
 C.C. _____
 Nota: Se deben adjuntar las pruebas necesarias para presentarlo.
 Ejemplo: Copia de la factura.

Fuente: Autores del proyecto

ANEXO B. Cálculo hidráulico Aducción Desarenador - Planta

| Sector | | PRESIONES EN LA RED HIDRAULICA PROPUESTA PARA LA EMPRESA ADAMIUAIN E.S.P. SECTOR CIUADELA NORTE- OCAÑA NORTE DE SANTANDER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|--|-------|---------------|----------|------|--------|------|-------------|-----------------------|---------------------|------------------------|------------------------|----------------------|--------|---------|------------------|-----------|-------------------|-----------|----------------------|----------------------|
| | | Tramo | | Caudal l/s | Diámetro | | | | Vel. m/s | Perdida cabeza (m) | coef. Resist.(C) | Pérd. Unit. J (m/m) | Longitud (m) Horiz. | Pérdida de carga (m) | | | Cota Eje Tubería | | Cota Piezométrica | | Presión I. m.c.a. | Presión F. m.c.a. |
| | | | | | pulg | pulg | RDE | mm | | | | | | Tubería | Acce | Total | Inicial (m) | Final (m) | Inicial (m) | Final (m) | | |
| INICIAL | FINAL | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | | |
| ADUCCION DESARENADOR- PLANTA DE TRATAMIENTO | DES | 1 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 65.00 | 0.5722 | 0.0009 | 0.5731 | 1264 | 1261.40 | 1264.00 | 1263.37 | 0.000 | 1.974 | |
| | 1 | 2 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 20.00 | 0.1761 | 0.0009 | 0.1769 | 1261.40 | 1260.90 | 1263.37 | 1263.14 | 1.974 | 2.243 | |
| | 2 | 3 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 50.50 | 0.4445 | 0.0009 | 0.4454 | 1260.90 | 1256.90 | 1263.14 | 1262.64 | 2.243 | 5.744 | |
| | 3 | 4 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 150.00 | 1.3204 | 0.0009 | 1.3213 | 1256.90 | 1251.90 | 1262.64 | 1261.27 | 5.744 | 9.370 | |
| | 4 | 5 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 20.00 | 0.1761 | 0.0009 | 0.1769 | 1251.90 | 1253.60 | 1261.27 | 1261.04 | 9.370 | 7.440 | |
| | 5 | 6 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 90.00 | 0.7922 | 0.0009 | 0.7931 | 1253.60 | 1245.60 | 1261.04 | 1260.19 | 7.440 | 14.593 | |
| | 6 | 7 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 65.00 | 0.5722 | 0.0009 | 0.5731 | 1245.60 | 1245.20 | 1260.19 | 1259.57 | 14.593 | 14.367 | |
| | 7 | 8 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 25.00 | 0.2201 | 0.0009 | 0.2209 | 1245.20 | 1246.60 | 1259.57 | 1259.29 | 14.367 | 12.692 | |
| | 8 | 9 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 35.00 | 0.3081 | 0.0009 | 0.309 | 1246.60 | 1241.90 | 1259.29 | 1258.93 | 12.692 | 17.030 | |
| | 9 | 10 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 76.00 | 0.6690 | 0.0009 | 0.6699 | 1241.90 | 1237.70 | 1258.93 | 1258.21 | 17.030 | 20.507 | |
| | 10 | 11 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 48.00 | 0.4225 | 0.0009 | 0.4234 | 1237.70 | 1239.50 | 1258.21 | 1257.73 | 20.507 | 18.230 | |
| | 11 | 12 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 10.00 | 0.0880 | 0.0009 | 0.0889 | 1239.50 | 1240.30 | 1257.73 | 1257.59 | 18.230 | 17.288 | |
| | 12 | 13 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 9.00 | 0.0792 | 0.0009 | 0.0801 | 1240.30 | 1239.80 | 1257.59 | 1257.45 | 17.288 | 17.654 | |
| | 13 | 14 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 15.00 | 0.1320 | 0.0009 | 0.1329 | 1239.80 | 1240.90 | 1257.45 | 1257.27 | 17.654 | 16.368 | |
| | 14 | 15 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 79.00 | 0.6954 | 0.0009 | 0.6963 | 1240.90 | 1230.60 | 1257.27 | 1256.52 | 16.368 | 25.918 | |
| | 15 | 16 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 124.00 | 1.0915 | 0.0009 | 1.0924 | 1230.60 | 1242.50 | 1256.52 | 1255.37 | 25.918 | 12.872 | |
| | 16 | 17 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 90.00 | 0.7922 | 0.0009 | 0.7931 | 1242.50 | 1249.40 | 1255.37 | 1254.53 | 12.872 | 5.126 | |
| | 17 | 18 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 48.00 | 0.4225 | 0.0009 | 0.4234 | 1249.40 | 1251.90 | 1254.53 | 1254.05 | 5.126 | 2.149 | |
| | 18 | 19 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 92.00 | 0.8098 | 0.0009 | 0.8107 | 1251.90 | 1244.40 | 1254.05 | 1253.19 | 2.149 | 8.785 | |
| | 19 | 20 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 13.00 | 0.1144 | 0.0009 | 0.1153 | 1244.40 | 1246.40 | 1253.19 | 1252.02 | 8.785 | 6.616 | |
| | 20 | 21 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 50.00 | 0.4401 | 0.0009 | 0.441 | 1246.40 | 1247.60 | 1252.02 | 1252.52 | 6.616 | 4.922 | |
| | 21 | 22 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 49.00 | 0.4313 | 0.0009 | 0.4322 | 1247.60 | 1249.90 | 1252.52 | 1252.04 | 4.922 | 2.136 | |
| | 22 | 23 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 248.00 | 2.1831 | 0.0009 | 2.1839 | 1249.90 | 1225.60 | 1252.04 | 1249.80 | 2.136 | 24.199 | |
| | 23 | 24 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 73.00 | 0.6426 | 0.0009 | 0.6435 | 1225.60 | 1218.50 | 1249.80 | 1249.10 | 24.199 | 30.602 | |
| | 24 | 25 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 51.00 | 0.4489 | 0.0009 | 0.4498 | 1218.50 | 1221.90 | 1249.10 | 1248.60 | 30.602 | 26.699 | |
| | 25 | 26 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 265.00 | 2.3327 | 0.0009 | 2.3336 | 1221.90 | 1249.40 | 1248.60 | 1246.21 | 26.699 | -3.188 | |
| | 26 | 27 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 275.00 | 2.4207 | 0.0009 | 2.4216 | 1249.40 | 1224.50 | 1246.21 | 1243.74 | -3.188 | 19.237 | |
| | 27 | 28 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 105.00 | 0.9243 | 0.0009 | 0.9252 | 1224.50 | 1224.80 | 1243.74 | 1242.76 | 19.237 | 17.959 | |
| | 28 | 29 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 60.00 | 0.5282 | 0.0009 | 0.529 | 1224.80 | 1226.90 | 1242.76 | 1242.18 | 17.959 | 15.276 | |
| | 29 | 30 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 69.00 | 0.6074 | 0.0009 | 0.6083 | 1226.90 | 1226.50 | 1242.18 | 1241.51 | 15.276 | 15.014 | |
| | 30 | 31 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 36.00 | 0.3169 | 0.0009 | 0.3178 | 1226.50 | 1227.40 | 1241.51 | 1241.14 | 15.014 | 13.743 | |
| | 31 | 32 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 126.00 | 1.1091 | 0.0009 | 1.11 | 1227.40 | 1221.90 | 1241.14 | 1239.98 | 13.743 | 18.080 | |
| | 32 | 33 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 186.00 | 1.6373 | 0.0009 | 1.6382 | 1221.90 | 1207.60 | 1239.98 | 1238.29 | 18.080 | 30.688 | |
| | 33 | 34 | 9.500 | 3.535 | 4 | 41 | 108.72 | 1.02 | 0.05 | 150 | 0.00880 | 270.00 | 2.3767 | 0.0009 | 2.3776 | 1207.60 | 1181.20 | 1238.29 | 1235.86 | 30.688 | 54.657 | |
| | 34 | 35 | 9.500 | 3.535 | 4 | 32.5 | 107.28 | 1.05 | 0.06 | 150 | 0.00939 | 105.00 | 0.9862 | 0.0009 | 0.9872 | 1181.20 | 1179.40 | 1235.86 | 1234.81 | 54.657 | 55.414 | |
| | 35 | 36 | 9.500 | 3.535 | 4 | 32.6 | 107.28 | 1.05 | 0.06 | 150 | 0.00939 | 156.00 | 1.4653 | 0.0009 | 1.4662 | 1179.40 | 1191.60 | 1234.81 | 1233.29 | 55.414 | 41.691 | |
| | 36 | 37 | 9.500 | 3.535 | 4 | 26 | 105.52 | 1.09 | 0.06 | 150 | 0.01018 | 296.00 | 3.0132 | 0.0010 | 3.0143 | 1191.60 | 1173.60 | 1233.29 | 1230.22 | 41.691 | 56.617 | |
| | 37 | 38 | 9.500 | 3.535 | 4 | 26 | 105.52 | 1.09 | 0.06 | 150 | 0.01018 | 107.00 | 1.0892 | 0.0010 | 1.0903 | 1173.60 | 1170.60 | 1230.22 | 1229.07 | 56.617 | 58.467 | |
| | 38 | 39 | 9.500 | 3.535 | 4 | 26 | 105.52 | 1.09 | 0.06 | 150 | 0.01018 | 192.00 | 1.9545 | 0.0010 | 1.9556 | 1170.60 | 1164.40 | 1229.07 | 1227.05 | 58.467 | 62.651 | |
| | 39 | 40 | 9.500 | 3.535 | 4 | 26 | 105.52 | 1.09 | 0.06 | 150 | 0.01018 | 400.00 | 4.0719 | 0.0010 | 4.073 | 1164.40 | 1160.40 | 1227.05 | 1222.92 | 62.651 | 62.518 | |
| | 40 | 41 | 9.500 | 3.535 | 4 | 26 | 105.52 | 1.09 | 0.06 | 150 | 0.01018 | 32.00 | 0.3258 | 0.0010 | 0.3268 | 1160.40 | 1159.00 | 1222.92 | 1222.53 | 62.518 | 63.531 | |
| | 41 | 42 | 9.500 | 3.535 | 4 | 26 | 105.52 | 1.09 | 0.06 | 150 | 0.01018 | 350.00 | 3.5630 | 0.0010 | 3.564 | 1159.00 | 1175.70 | 1222.53 | 1218.91 | 63.531 | 43.207 | |
| | 42 | 43 | 9.500 | 3.535 | 4 | 26 | 105.52 | 1.09 | 0.06 | 150 | 0.01018 | 155.00 | 1.5779 | 0.0010 | 1.5789 | 1175.70 | 1162.80 | 1218.91 | 1217.27 | 43.207 | 54.468 | |
| | 43 | 44 | 9.500 | 3.535 | 4 | 26 | 105.52 | 1.09 | 0.06 | 150 | 0.01018 | 243.00 | 2.4737 | 0.0010 | 2.4747 | 1162.80 | 1159.40 | 1217.27 | 1214.73 | 54.468 | 55.333 | |
| | 44 | 45 | 9.500 | 3.535 | 4 | 26 | 105.52 | 1.09 | 0.06 | 150 | 0.01018 | 109.00 | 1.1096 | 0.0010 | 1.1106 | 1159.40 | 1156.90 | 1214.73 | 1213.56 | 55.333 | 56.662 | |
| | 45 | 46 | 9.500 | 3.535 | 4 | 26 | 105.52 | 1.09 | 0.06 | 150 | 0.01018 | 155.00 | 1.5779 | 0.0010 | 1.5789 | 1156.90 | 1169.50 | 1213.56 | 1211.92 | 56.662 | 42.423 | |
| | 46 | 47 | 9.500 | 3.535 | 4 | 26 | 105.52 | 1.09 | 0.06 | 150 | 0.01018 | 75.00 | 0.7635 | 0.0010 | 0.7645 | 1169.50 | 1163.70 | 1211.92 | 1211.10 | 42.423 | 47.398 | |
| | 47 | 48 | 9.500 | 3.535 | 4 | 26 | 105.52 | 1.09 | 0.06 | 150 | 0.01018 | 140.00 | 1.4252 | 0.0010 | 1.4262 | 1163.70 | 1157.00 | 1211.10 | 1209.61 | 47.398 | 52.612 | |
| | 48 | 49 | 9.500 | 3.535 | 4 | 26 | 105.52 | 1.09 | 0.06 | 150 | 0.01018 | 50.00 | 0.5090 | 0.0010 | 0.51 | 1157.00 | 1157.40 | 1209.61 | 1209.04 | 52.612 | 51.642 | |
| | 49 | 50 | 9.500 | 3.535 | 4 | 26 | 105.52 | 1.09 | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO C. Encuesta

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

Encuesta dirigida a los usuarios suscritos al acueducto ADAMIUAIN de la Ciudadela Norte en Ocaña N. de S.

Objetivo: Determinar el uso del ahorro de agua en la población de la Ciudadela Norte en Ocaña N. de S.

Nombre del usuario _____
Dirección _____ Teléfono _____
Número de integrantes en el núcleo familiar _____

Marque con una X la respuesta de preferencia

1. ¿Sabe que es ahorrar?

Si ___ No ___

2. ¿Conoce los beneficios del ahorro del agua?

3. Si ___ No ___

Cuáles _____

4. ¿Practica en su hogar la cultura del ahorro del agua?

Si ___ No ___ Por qué _____

5. ¿Estaría dispuesto a usar el programa de ahorro del agua?

Si ___ No ___ Por qué _____

6. ¿Le gustaría que ADAMIUIAIN fuera encargado en realizar el programa de ahorro y uso suficiente del agua?

Si ___ No ___ Por qué _____

7. ¿Qué cantidad de agua en promedio cree usted que consume diariamente?

Hasta 158 lts _____ de 158 lts a 170 lts _____ de 170 lts a 190 lts _____
Más de 200 lts _____

8. ¿Cree usted que el servicio del agua en su comunidad de la empresa es de?

Óptima _____ Buena _____ Regular _____ Mala _____

Por qué _____