	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	Código F-AC-DBL-007	Fecha 10-04-2012	Revisión A
Dependencia DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	Aprobado SUBDIRECTOR ACADEMICO		Pág. i(190)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	MELISSA FERNANDA MARTINEZ MEDINA YIMI JAVIER LIDUEÑEZ MEJIA
FACULTAD	FACULTAD DE INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR	ING. NAPOLEÓN GUTIÉRREZ DE PIÑEREZ
TÍTULO DE LA TESIS	ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MINIDISTRITO DE RIEGO DEL CORREGIMIENTO DE OTARÉ DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER

RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

CON BASE A QUE LOS HABITANTES DEL SECTOR SE HAN VENIDO AFECTANDO EN GRAN MEDIDA, DEBIDO A QUE SU ESTABILIDAD ECONÓMICA, LA CALIDAD DE SUS PRODUCTOS Y LA COMPETITIVIDAD EN EL MERCADO DEPENDEN DIRECTAMENTE DEL USO EFICIENTE DE ESTE RECURSO., SE REALIZA ESTE PROYECTO CON EL FIN DE PLANTEAR UNA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA PRESENTE EN EL MINIDISTRITO DE RIEGO COMPRENDIDO DESDE EL SISTEMA DE CAPTACIÓN HASTA EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS:190	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1
-------------	---------	----------------	-----------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufpso.edu.co



**ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MINIDISTRITO DE RIEGO DEL
CORREGIMIENTO DE OTARÉ DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE
SANTANDER**

AUTORES:

MELISSA FERNANDA MARTINEZ MEDINA

YIMI JAVIER LIDUEÑEZ MEJIA

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director:

ING. NAPOLEÓN GUTIÉRREZ DE PIÑEREZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIAS

INGENIERIA CIVIL

Ocaña, Colombia

Agosto de 2016

AGRADECIMIENTOS

Especialmente le damos las gracias a nuestro Padre celestial por la sabiduría, inteligencia, entendimiento, provisión, amor y cuidado para con nosotros en todo el proceso del trabajo, además por su dirección en todas las obras a seguir, pues siempre sentíamos su mano poderosa.

Agradecemos al Ingeniero Napoleón Gutiérrez de Piñeres por su apoyo y su ayuda para que este proyecto fuera posible, ha sido quien con mucha paciencia y dedicación a puesto sus conocimientos a nuestra disposición.

Los autores expresan sus agradecimientos a todas aquellas personas que de alguna u otra forma contribuyeron al éxito de este proyecto a:

Carlos Alberto Patiño, Químico de la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña ESPO S.A. y docente de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña por su disposición en colaborarnos en la elaboración de los ensayos de laboratorio.

A las entidades de orden nacional y regional como lo son ASOMUNICIPIOS, la Secretaria de Agricultura de la Alcaldía Municipal de Ocaña, el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER y la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental CORPONOR, por poner a nuestro servicio la información necesaria para la ejecución de este proyecto.

Nuestros padres, familiares y amigos por su apoyo, por sus consejos, por su amor y por ese esfuerzo que realizaron cuando más lo necesitábamos.

Todos y cada una de las personas que apoyaron la idea y fortalecieron el proceso llevado a cabo en esta investigación.

Índice

	Pág.
Capitulo 1. Estudio para la optimización del minidistrito de riego del corregimiento de otaré del municipio de ocaña, norte de santander	17
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Formulación del problema	18
1.3. Objetivos	18
1.3.1. Objetivo general	18
1.3.2. Objetivos específicos	19
1.4. Justificación	19
 Capitulo 2. Marco referencial	 21
2.1. Marco histórico	21
2.1.1. Antecedentes internacionales	22
2.1.2. Antecedentes nacionales	23
2.2. Marco conceptual	25
2.3. Marco teórico	29
2.4. Marco legal	37
 Capitulo 3. Diseño metodológico	 39
3.1. Tipo de investigación	39
3.2. Población	39
3.3. Muestra	40
3.4. Recolección de información	40
3.4.1. Técnicas de recolección de información	40
3.5. Análisis de información	41
 Capitulo 4. Presentación de resultados	 43
4.1. Localización y descripción general de la zona de estudio	43
4.2. Suelos, agua y clima de la microcuenca quebrada el carmen	47
4.3. Hidrografía	49
4.4. Topografía de la zona de estudio	55
4.4.1. Pendientes del terreno	56
4.5. Estudio de demanda hídrica	59
4.5.1. Demanda doméstica	59
4.5.2. Demanda agrícola	59
4.5.2.1. Evapotranspiración	60
4.5.2.2. Coeficientes de consumo	60
4.5.2.3. Necesidad hídrica de los cultivos	61
4.5.2.4. Precipitación	56
4.5.2.5. Precipitación efectiva	64

4.5.2.6. Necesidad de riego	65
4.5.2.7. Módulo de riego	65
4.5.2.8. Demanda real o caudal de riego	65
4.6. Evaluacion del minidistrito de riego de otare	66
4.6.1. Fuente de abastecimiento	68
4.6.2 Captura del agua	
4.6.2. Captación	77
4.6.3. Aducción captación – desarenador	78
4.6.4. Desarenador.	81
4.6.5. Aducción desarenador – tanque de almacenamiento	90
4.6.6. Tanque de almacenamiento	98
4.6.7. Capacidad instalada vs demanda	100
4.7. Planteamiento y selección de alternativas del minidistrito de riego existente	101
4.7.1. Fuente de abastecimiento	102
4.7.2. Captación	102
4.7.3. Aducción captación – desarenador	103
4.7.4. Desarenador	103
4.7.5. Aducción desarenador – tanque de almacenamiento	104
4.7.6. Tanque de almacenamiento	104
4.8. Optimizacion del minidistrito de riego existente	105
4.8.1. Rediseño del desarenador	105
4.8.1.1. criterios básicos	106
4.8.1.2. velocidad de sedimentación	109
4.8.1.3. período de retención	110
4.8.1.5. cálculo de los elementos del desarenador	115
4.8.2. optimización de la línea de aducción desarenador – tanque de almacenamiento	122
4.8.2.1. calculo de sobre presión por golpe de ariete	125
4.8.2.2. diseño de purgas	141
4.8.2.3. diseño de ventosas	142
Capitulo 5. Conclusiones	144
6. Recomendaciones	147
Referencias	142
Apendices	143

Lista de figuras

	Pág.
Figura No 1 Mapa de localización geográfica del corregimiento de Otaré, Ocaña, N.S.....	44
Figura No 2 Mapa de localización geográfica del proyecto de investigación.	45
Figura No 3 Mapa de localización de las Obras Hidráulicas de Captación, Desarenador, Aducción o línea madre y el reservorio o tanque de almacenamiento.	46
Figura No 4 Mapa de suelos de la microcuenca de la quebrada el Carmen en el corregimiento de Otaré.....	49
Figura No 5 Mapa de las cuencas hidrográficas del departamento de Norte De Santander y las microcuencas del corregimiento de Otaré.....	51
Figura No 6 Visualización de la red hídrica y el límite geográfico de la microcuenca quebrada el Carmen, en el corregimiento de Otaré.	54
Figura No 7 Mapa de la red hídrica de la microcuenca quebrada el Carmen en el municipio de Otaré.....	55
Figura No 8 Mapa de curvas de nivel del lugar geográfico donde se localiza el Minidistrito de Riego.	56
Figura No 9 Mapa de pendientes del terreno de la zona de estudio en el corregimiento de Otaré Municipio de Ocaña Norte de Santander.	52
Figura No 10 Evapotranspiración del cultivo	61
Figura No 11 Esquema general del Minidistrito de Riego corregimiento de Otaré	67
Figura No 12 Localización de la línea de aducción desarenador – tanque de almacenamiento... ..	91
Figura No 13 Digitalización, acotamiento y referencia de los puntos geográficos donde se localizaron anomalías hidráulicas y estructurales en la tubería principal de aducción.....	92
Figura No 14 Mapa de la localización geográfica de los puntos críticos que presentan algún tipo de anomalía técnica.....	94
Figura No 15 Perfil de presiones línea de aducción captación – desarenador y desarenador – tanque de almacenamiento.....	¡Error! Marcador no definido.

Lista de cuadros

	Pág.
Cuadro No 1 Información espacial y características técnicas generales de las estructuras de Capitación, desarenador y el tanque de almacenamiento.	88
Cuadro No 2 Información espacial de las coordenadas iniciales, media y finales de la tubería de aducción desarenador – tanque de almacenamiento.	89
Cuadro No 3 Relación de daños y anomalías en la tubería de Aducción desarenador – tanque de almacenamiento.	93

Lista de fotos

	Pág.
Foto No 1 Planos topográficos existentes de la zona de estudio	58
Foto No 2 Captación existente quebrada Montenegro.....	78
Foto No 3 Línea de aducción actual captación - desarenador.	79
Foto No 4 Línea de aducción llegada al desarenador.	81
Foto No 5 Vista general del desarenador	82
Foto No 6 Tubería de aducción desarenador – tanque de almacenamiento existente.	92
Foto No 7 Tubería desacoplada con fuga	95
Foto No 8 Tubería presenta curvamiento.....	95
Foto No 9 Ventosa en mal estado	95
Foto No 10 Paso elevado en mal estado	95
Foto No 11 Ventosa no convencional	95
Foto No 12 Corrosión tubería de hierro	96
Foto No 13 Tanque de almacenamiento	98

Lista de graficas

	Pág.
Grafica No 1 Precipitación promedio anual para el corregimiento de Otaré.....	63
Grafica No 2 Perfil Evaluación hidráulica línea de aducción optimizada captación – desarenador y desarenador – tanque de almacenamiento.....	139

Lista de tablas

	Pág.
Tabla No 1 Distribución de los recursos hídricos en el planeta tierra.	30
Tabla No 2 Relación de las principales corrientes Hídricas dentro del dominio Geográfico de la Microcuenca el Carmen.	52
Tabla No 3 Coeficientes de consumo según cultivo.....	60
Tabla No 4 Valores totales mensuales de precipitación estación Brotare.	62
Tabla No 5 Evaluación capacidad instalada vs demanda	100
Tabla No 6 Estado de los nudos de la red.....	133
Tabla No 7 Estado de las líneas de la red	134
Tabla No 8 Evaluación hidráulica línea de aducción captación – desarenador y desarenador – tanque de almacenamiento.	137
Tabla No 9 Ubicación y diámetros de purgas Aducción desarenador-tanque de almacenamiento	142
Tabla No 10 Ubicación y diámetros de ventosas Aducción desarenador- tanque de almacenamiento	143

Lista de Apéndices

	Pág.
Apendice 1 Esquemas en planta del diámetro de las tuberías de la línea de aducción del Minidistrito de Riego del corregimiento de Otaré.	154
Apendice 2 Esquema en planta del caudal en las tuberías de la línea de aducción del Minidistrito de Riego del corregimiento de Otaré.	155
Apendice 3 Esquema en planta de las presiones en los nodos de la línea de aducción del Minidistrito de Riego del corregimiento de Otaré.	156
Apendice 4 Esquemas en 3D de la topografía del Minidistrito de Riego del corregimiento de Otaré.....	157

Introducción

Un distrito de riego es el conjunto de elementos que permiten la captación, distribución y uso de recursos hídricos con fines agrícolas para la automatización de la producción agrícola de la región.

El Municipio de Ocaña por intermedio de su administración han realizado estudios concernientes al diagnóstico del Minidistrito de Riego del corregimiento de Otaré, pero no se ha dado una solución definitiva a la problemática que posee el sistema, el cual presenta un alto índice de deterioro en su parte operativa.

Con base a que los habitantes del sector se han venido afectando en gran medida, debido a que su estabilidad económica, la calidad de sus productos y la competitividad en el mercado dependen directamente del uso eficiente de este recurso., se realiza este proyecto con el fin de plantear una alternativa de solución al problema presente en el Minidistrito de Riego comprendido desde el sistema de captación hasta el tanque de almacenamiento.

La optimización presentada en este documento muestra la justificación y alcance del proyecto, un resumen de las características generales de la zona de estudio, el estudio de la demanda hídrica, la evaluación técnica de la infraestructura del Minidistrito de Riego existente, y por último las recomendaciones en cuanto a la optimización del sistema actual incluyendo captación, aducción bocatoma - desarenador, desarenador, aducción desarenador – tanque de almacenamiento y tanque de almacenamiento. Los cálculos respectivos fueron realizados a partir

de los fundamentos teóricos de Hazen-Williams, y fueron corroborados mediante el software aplicado a diseño de redes hidráulicas EPANET V.2.0., con el fin de garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

Capítulo 1. Estudio para la optimización del minidistrito de riego del corregimiento de Otaré del municipio de Ocaña, Norte de Santander

1.1. Planteamiento del problema

Según información suministrada por Asomunicipios y la Secretaria de Agricultura de la Alcaldía Municipal de Ocaña, se conoce que Otaré es un corregimiento del municipio de Ocaña, Norte de Santander impulsado por la agricultura, y cuyo clima favorece los cultivos típicos de la región como fríjol, maíz, tomate, cebollín, cebolla, arracacha, gulupa, plátano y café, los cuales corresponden al área productiva del corregimiento, donde los agricultores explotan la tierra por sus propios medios. El Minidistrito de Riego de Otaré beneficia alrededor de las 80 hectáreas de riego, que favorece en forma directa a 42 usuarios, y de modo indirecto a un gran número de personas que se desempeñan como obreros, comerciantes y transportadores de los productos cosechados y de los insumos agrícolas.

Dicha actividad se ve perjudicada en la siembra y cosecha, pues al no tener el agua suficiente para riego y el avanzado deterioro e inconsistencias en el sistema del minidistrito, han ocasionado los constantes problemas sociales en la zona, pues esto ha generado un quebranto en la comunidad campesina llevándolos a dejar sus predios y a disminuir su actividad económica.

Sobre el particular, se conoce que en la actualidad el Minidistrito de Riego de Otaré presenta un progresivo deterioro en la línea de aducción desarenador – tanque de almacenamiento y de sus pasos elevados; gran parte de esta tubería está compuesta en material de hierro y se encuentra

enterrada en algunos tramos, lo que induce a la corrosión del tubo, obteniendo así daños considerables en el sistema. Esta información ha sido expuesta por usuarios del sistema y corroborada en visita a campo por los autores del presente Proyecto.

En razón de lo expuesto, una alternativa de solución a este problema sería el mejoramiento de la infraestructura existente del Minidistrito de Riego de una forma óptima y consistente, desde el sistema de captación hasta la red de distribución, que incentive la producción agrícola y le facilite al agricultor su explotación al mismo tiempo que le asegure las cosechas durante todo el año.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo podría contribuirse a través de un estudio en la optimización del Minidistrito de Riego existente en el Corregimiento de Otaré del Municipio de Ocaña, Norte de Santander?

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo General.* Realizar un estudio para la optimización del Minidistrito de Riego del corregimiento de Otaré del Municipio de Ocaña, Norte de Santander con el apoyo de software específicos de modelación hidráulica.

1.3.2. *Objetivos específicos.* Identificar mediante validación de información en campo cada uno de los elementos que constituyen el Minidistrito de Riego existente en el corregimiento de Otaré municipio de Ocaña.

Realizar el diagnóstico de las condiciones actuales de los componentes del sistema de riego buscando establecer las necesidades del sistema y limitaciones del mismo.

Realizar el modelo hidráulico de un sistema óptimo para el Minidistrito de Riego por medio del programa EPANET 2.0.

Realizar el diseño requerido para los componentes deteriorados del sistema de riego.

1.4. Justificación

El estudio para la optimización del Minidistrito de Riego del corregimiento de Otaré del Municipio de Ocaña, Norte de Santander se justifica, en principio, por la gran necesidad que tiene el país de salir adelante y por brindar una mejor calidad de vida a sus habitantes. A esta iniciativa se suma la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña motivada en ser parte de la solución de los problemas que se le presentan a la comunidad y en el afán de generar un desarrollo que permita una mejor calidad de vida. De la misma manera ha incentivado a los estudiantes a la investigación y desarrollo de proyectos, permitiéndoles así la vinculación de manera directa con el desarrollo de la ciudad y la contribución de los conocimientos técnicos y

profesionales, que les permita obtener una experiencia e instrucción en el desempeño profesional.

Otro aspecto que respalda la idea de la optimización del Minidistrito de Riego se forma de lo planteado en la Constitución Política de Colombia de 1991, desde donde se concede al Gobierno de Colombia la responsabilidad de garantizar el uso sostenible de los recursos naturales entre los que se incluyen los recursos hídricos, y a la aprobación de la Ley de Adecuación de Tierras N° 41 de 1993, que tiene por objeto regular la construcción de obras de adecuación de tierras con el fin de mejorar y hacer más productivas las actividades agropecuarias, velando por la defensa y conservación de las cuencas hidrográficas.

Finalmente, y siendo lo más importante, solucionar este problema se ha convertido en una prioridad, ya que los habitantes del sector se han venido afectando en gran medida, debido a que su estabilidad económica, la calidad de sus productos y la competitividad en el mercado dependen directamente del uso eficiente de este recurso. Con este Proyecto se pretende plantear una alternativa de solución al problema presente en el Minidistrito de Riego comprendido desde el sistema de captación hasta el tanque de almacenamiento, debido a su alto índice de deterioro en la parte operativa del sistema, ya que los beneficiarios han presentado sus quejas en varias ocasiones ante las entidades correspondientes reclamando la necesidad de un óptimo servicio del sistema.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Marco histórico

Para efecto de una misión histórica en relación con sistemas de Distritos de Riego, se llevó a cabo la consulta y revisión bibliográfica, en los aspectos que se señalan a continuación:

Desde el principio de los tiempos el hombre ha visto la necesidad de almacenar y transportar el agua, ya que la agricultura ha sido la base económica de las primeras civilizaciones del mundo, de esta manera surgieron los primeros registro de riegos de cultivo en el mundo; se dice que estos fueron realizados en el año 6000 a.C. por los egipcios y también en Mesopotamia quienes con métodos primitivos utilizaron las riadas de los ríos Éufrates y Tigris desviándolas hacia sus cultivos por uno o dos meses.

Se conoce que en el año 2100 a.C. se construyó un canal de 19 km de largo que desviaba las aguas del Nilo al lago Moeris. Más de 1000 años después se construyen las primeras tuberías de cemento y roca molida, llamados acueductos por la ingeniería romana, este sistema fue desarrollando la actividad agrícola en cuanto a la distribución de aguas de riego (Historia ancestral del riego agrícola, 2010).

Para el caso de América latina, como por ejemplo las culturas antiguas mexicanas (prehispánicas) fueron estas quienes construyeron la presa Purrón, que es la más antigua (siglo VII a.C.) de la época prehispánica. Esta cultura tuvo muchísimos aportes a la evolución de los

sistemas de riego en el mundo, ya que en su afán de almacenamiento de aguas construyeron gran variedad de presas, embalses y muros de piedra.

Mientras tanto, las civilizaciones peruanas en el año 600 d.C. implementan un sistema de terrazas y la utilización de camellones, los cuales son campos elevados de hasta un metro por cuatro a diez metros de ancho y diez a cien metros de largo, rodeados por un sistema de canales. Este sistema se hizo con el fin de evitar inundaciones, heladas o que el cultivo sufriera por extensas sequias (El riego en América Latina, s.f.).

Adentrando en la historia del riego en Colombia tenemos a las Muiscas y a las Taitonas quienes basándose en los cambios de luna y los ciclos de lluvia fundamentaron el riego de cultivos en la utilización de tierras planas y de terrazas aprovechando la irrigación natural de los ríos y lagunas más cercanas. Luego dieron paso a los canales (Colombia pre hispana precolombina, s.f.).

2.1.1 Antecedentes internacionales. Los siguientes son los estudios revisados por parte de los autores de este proyecto y los cuales enriquecieron la elaboración del presente estudio para una mejor comprensión técnica estas referenciado de forma cronológica desde el más antiguo hasta el más reciente.

En el año 2012 en el Perú se publicó el documento Expediente técnico mejoramiento del sistema de agua potable del caserío la Colca, distrito de Cutervo, provincia de Cutervo Cajamarca, el documento inicia con una memoria descriptiva, la cual consigna las características

físicas y climáticas de la zona donde se desarrolla el proyecto seguido de un presupuesto general de la obra, aborda los aspectos socio económicos de esta región.

Para abordar de forma general la descripción del proyecto en relación con los componentes del sistema, se presentan los objetivos realizados:

Contribuir a mejorar de forma sustancial la calidad de vida de los pobladores de la región.

Suministrar la cantidad y calidad de agua que requiere la comunidad asentada en la zona geográfica donde se desarrollara el proyecto.

Brindar capacitación técnica a los usuarios en el manejo adecuado y el mantenimiento del sistema de acueducto

Como parte final del documento presentan los diseños hidráulicos de los componentes del sistema de acueducto.

2.1.2 Antecedentes nacionales. En el año 2006 se presenta la Tesis para optar por trabajo de grado como opción para obtener título de ingeniero civil otorgado por la universidad de la Salle “Estudio De Factibilidad Para El Distrito de Riego Del Municipio De Nemocon”.

El proyecto buscaba beneficiar a pequeños y medianos productores de cultivos tales como: papa, trigo, arveja, y hortalizas en general dentro de los objetivos específicos de la investigación están:

Determinar el área de diseño del Minidistrito de Riego.

Establecer las actividades económicas de las veredas beneficiadas con la construcción del Minidistrito de Riego.

En el año 2006 el ministerio del Medio ambiente, Vivienda y desarrollo territorial y el instituto nacional de adecuación de tierras INAT publicó la “guía ambiental para la construcción y operación de proyectos de adecuación de tierras distritos de riego y/o drenaje” este documento propone ser una herramienta de carácter orientativo para el cumplimiento de las normas ambientales.

En el año 2012 fue publicado el documento “Diseño de La Red De Distribución de un Minidistrito de Riego para los corregimientos, La palma, Tres puertas y Restrepo en el Departamento del Valle del Cauca”. El diseño presentado en este documento fue fundamentado en los aspectos; social, técnico, ambiental, económico y se dividió en cinco etapas todas ellas fundamentales:

Diagnostico General de Suelos, Agua, Clima.

Determinación de la demanda hídrica de la región.

Calculo de la cabeza dinámica total requerida por dos sistemas de riego prediales tipo 3.

Desarrollo de la simulación del trazado Hidráulico usando el software EPANET 2.0.

2.2 Marco conceptual

Los Distritos de Riego son áreas geográficas donde se proporciona el servicio de riego mediante obras de infraestructura hidroagrícola, como vasos de almacenamiento, derivaciones directas, plantas de bombeo, pozos, canales y caminos. Los distritos de riego son sistemas de irrigación artificial, cuya función es surtir agua a zonas de ladera en las cuales este recurso hídrico se hace necesario para el desarrollo agrícola. A continuación se definen algunos conceptos necesarios para el conocimiento y abordaje del tema objeto de estudio:

Minidistrito de Riego. Según (Prada & Parra, 2005) un Minidistrito de Riego es una obra de carácter hidráulico que la conforman unas pequeñas obras de ingeniería las cuales se utilizan para suministrar con riego pequeñas áreas de terreno las cuales no pueden exceder las 500 Ha generalmente en los minidistritos de riego son preponderantes actividades productivas a pequeña escala, estas áreas generalmente se ubican en áreas urbanas o periurbanas y sus asociados o beneficiarios son de escasos recursos económicos.

Como objetivo primordial de un Minidistrito de Riego es lograr la reducción de total o parcialmente la causa de fenómenos de escasas hídrica o precipitaciones, o heladas, los minidistritos de riego también permiten la diversificación de cultivos y permite producciones durante todos los periodos del año indiferente si es invierno o verano.

Infraestructura física. Esto se refiere a todas aquellas obras de ingeniería civil para captación y almacenamiento del recurso hídrico requerido línea de conducción red de distribución infraestructura predial, regulación del consumo, medición del consumo y aplicación a los cultivos específicos. (Diseño De La Red de Distribución de un Minidistrito de Riego Para Los Corregimientos La Palma, y Tres Puertas Municipio de Restrepo, Departamento del Valle del Cauca, 2012).

Estructuras u obras de captación. Estas son las estructuras que realizan la captura del agua desde un cauce natural y/o de carácter artificial para conducirla hasta una aducción el diseño de las obras depende del uso y de las características hidrológicas e hidráulica de la fuente según (Materon 1997) estas obras deben garantizar que en todo momento se realice la captación del caudal previsto o de diseño al menor costo posible.

Línea de Conducción o tubería principal. Esta debe dar inicio en el punto geográfico donde se realiza la captación o la bocatoma, es la encargada de transportar el agua desde la fuente de abastecimiento hasta los denominados tanques de regulación o distribución. Esta red de conducción debe instalarse siguiendo el perfil del terreno y debe ser de fácil inspección para realizar control y mantenimiento y evitar posibles anomalías.

Tanque de almacenamiento. Esta obra es la que tiene la finalidad de almacenar el recurso hídrico el cual es recibido de la bocatoma durante horas específicas fuera de la jornada de riego, lo cual permite contener un volumen de agua, la cual será usada cuando se deba realizar una reparación de cualquier tipo en la tubería de conducción o en la estructura del tanque desarenador.

Fluido: Es una sustancia que se deforma continuamente cuando se somete a un esfuerzo cortante, sin importar que tan pequeño sea ese esfuerzo cortante. Un esfuerzo cortante es la componente de fuerza tangente a una superficie, y esta fuerza dividida por el área de la superficie es el esfuerzo cortante promedio sobre dicha superficie. El esfuerzo cortante en un punto es el valor límite de la fuerza por unidad de área a medida que el área se reduce a un punto (Mecánica de fluidos, s.f.).

Hidráulica: Es la parte de la mecánica que estudia el equilibrio y el movimiento de los fluidos y el movimiento de los fluidos con aplicación a los problemas de naturaleza práctica (conducciones, abastecimientos, riesgos, saneamientos, etc.) Partiendo de la Mecánica racional, deduce, auxiliada por la experiencia, las fórmulas que permiten resolver los problemas de índole práctica con que a diario se encuentra el técnico. Se estudian los líquidos como si fueran fluidos perfectos (homogéneos, no viscosos e incomprensibles) y se les aplican las leyes de la mecánica, corrigiendo las fórmulas con coeficientes determinados empíricamente para que se ajusten a la realidad. Por lo tanto, la hidráulica es una ciencia aplicada y semi-empírica (Roca, 2009).

Piezómetro: Es un tubo transparente de cristal o plástico, recto con un codo que no debe ser inferior a 5 mm para evitar las correcciones por meniscos, los que están provistos de escala graduada y nonius son de gran precisión, cómodos, no necesitan de líquido manométrico y dan la precisión en mm de columna de líquido que se quiere medir, estos solo sirven para medir presiones pequeñas. Una presión de 0.2 atmosferas en agua requeriría un tubo piezómetro de 2m.

Aducción: es la tubería que transporta agua cruda de la bocatoma al desarenador, o de éste a la planta de tratamiento.

Canales de riego: Obras de ingeniería importantes, que deben ser cuidadosamente pensadas para no provocar daños al ambiente. Están estrechamente vinculados a las características del terreno, generalmente siguen aproximadamente las curvas de nivel de este, descendiendo suavemente hacia cotas más bajas. La construcción del conjunto de los canales de riego es una de las partes más significativas en el costo de la inversión inicial del sistema de riego, por lo tanto su adecuado mantenimiento es una necesidad imperiosa. Las dimensiones de los canales de riego son muy variadas, y van desde grandes canales para transportar varias decenas de m³/s, los llamados canales principales, hasta pequeños canales con capacidad para unos pocos l/s, son los llamados canales de campo.

Fuentes de abastecimiento: Constituyen el elemento primordial en el diseño de un distrito de riego y previo a cualquier paso debe definirse su tipo, cantidad, calidad y ubicación. De acuerdo a la forma de aprovechamiento se encuentran aguas superficiales y aguas subterráneas.

Aguas Superficiales: Constituidas por ríos, quebradas y lagos, requieren para su utilización de información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad del agua.

Aguas Subterráneas: Constituyen parte del ciclo hidrológico y son aguas que por percolación se mantienen en movimiento a través de estratos geológicos capaces de contenerlas y de permitir su circulación.

Cuenca hidrográfica. Según la zonificación de unidades hidrográfica e hidrogeológicas de Colombia elaborado por el IDEAM , una cuenca hidrográfica es un lugar geográfico el cual se encuentra delimitado por divisorias de aguas en el cual es llevado a cabo el ciclo hidrológico a un volumen de control, lo cual permite a partir del agua lluvia (precipitada), calcular la parte que se escurre a través de la pendiente del terreno y es capturada por las depresiones naturales del terreno, la fracción que es evaporada o infiltrada y el caudal que fluye por medio de los drenajes naturales de la cuenca generando de esta forma el flujo superficial.

2.3 Marco teórico

La Importancia Del Agua en El Sector Productivo De La Agricultura. El agua es uno de los insumos básicos para el sector productivo de cualquier país del mundo el poder acceder a este recurso vital contribuye a una mejor calidad de vida de los habitantes de una región específica y garantiza de algún modo que se aplique el concepto de seguridad

alimentaria, de forma contraria un mal manejo de este recurso puede llegar a ser un potencializador de la pobreza y perpetuarla.

Según la (FAO, 2010) el 97 % del recurso hídrico de la tierra es agua salada por este motivo no es apropiada para realizar la mayoría de las actividades productivas del ser humano, solamente el 3% es de agua dulce la cual está presente en las corrientes hídricas superficiales, acuíferos, o congelada en mantos de hielo, y solamente un 0,4% es de fácil acceso para el consumo humano ya que la gran cantidad de agua dulce de las capas polares, glaciares y acuíferos profundos no es utilizable. El agua dulce que puede ser usada procede esencialmente de la escorrentía superficial del agua de lluvia, generada en el ciclo hidrológico.

Tabla No 1
Distribución de los recursos hídricos en el planeta tierra.

	Volumen de agua (millones km ³)	Porcentaje de agua dulce	Porcentaje del total del agua
Agua total	1.386,00		100,00
Agua dulce	35,00	100,00	2,53
Glaciares y capas polares	24,40	69,70	1,76
Agua subterránea	10,50	30,00	0,76
Lagos, ríos y atmósfera	0,10	0,30	0,01
Agua salina	1.351,00		97,47

Fuente: FAO, 2010

Dado que la mirada principal del proyecto está sujeta al entorno de los distritos de riego, se abordaran algunos conceptos relacionados con el tema, con lo que se busca dar un enfoque claro de la temática tratada.

De esta manera iniciamos definiendo que los distritos de riego ofrecen una serie de ventajas que posibilitan racionalizar el agua disponible. Cualquier sistema de riego debe someterse a un estudio previo para determinar si es el más idóneo, tomando en consideración desde el tipo de vegetación, hasta la forma de distribuir el agua para obtener el mejor rendimiento.

Algunos de los instrumentos de control de riego son los programadores, higrómetros, detectores de lluvia, etc., los cuales deben distribuirse en función de la orografía, las capacidades hídricas del suelo, las plantaciones, etc.

Existen muchos y variados sistemas de riego, los cuales se encuentran en permanente revisión, ya que se trata de una tecnología joven que se ha ido desarrollando al mismo tiempo que ha avanzado la sociedad del bienestar. Las zonas verdes han pasado de ser un lujo a una necesidad y el riego es la operación más importante para mantenerlas.

Ahora veamos una red General de Riego y como se compone de varios tramos de canalizaciones así:

Primario. Va desde el contador hasta las puntas de consumo. Se compone de: bocas de riego, válvulas, electroválvulas y llaves de estaciones.

Secundario. Entre las válvulas, electroválvulas y los mecanismos de distribución del agua: aspersores, difusores, goteros y exudantes.

Distribuidores de agua. Elementos destinados a distribuir el agua de acuerdo con una pluviometría predeterminada: aspersores, difusores, bocas de riego, goteros, etc.

Cabe señalar que los elementos susceptibles de mejorar la automatización de las redes de riego y, por tanto, regular y controlar los caudales, los tiempos y otras características son muchos y variados. Los equipos que forman parte de las instalaciones de riego ofrecen grandes ventajas:

- Mayor exactitud y seguridad en el control de la instalación.
- Operaciones mecanizadas exentas de errores.
- Reducción de mano de obra.
- Telemando y facilidad de programación y manejo.
- Registro de datos para su análisis posterior.

Para la realización de todas estas operaciones y conseguir el objetivo propuesto, son necesarios un buen número de equipos individuales conectados convenientemente:

Electroválvulas. Estas son las encargadas de Regular el paso del agua a través de la canalización. Su funcionamiento es automático y el sistema de accionamiento puede ser de tres tipos: eléctrico, hidráulico o mixto.

Pluviómetros. Funciona por impulsos eléctricos y desconectan el programa de riego si llueve. Una pequeña cubeta de PVC recoge el agua de lluvia, y en el interior hay dos electrodos que funcionan como un interruptor por el efecto conductor del agua que se almacena.

Higrómetros. Controla el riego con más rigor que el pluviómetro, puesto que mide mediante sondas el grado de humedad del suelo en cada momento.

Programadores. El programador y los temporizadores sirven para regular el riego. Actúan como el cerebro que regula el sistema según las necesidades de las plantas y minimiza el consumo de agua. Suelen ser de tres tipos: electromecánicos, formados por un pequeño motor eléctrico que permite el movimiento de diversos relojes mecánicos en los que se determinan los horarios; electrónicos, precisos en sus órdenes y los más indicados para las pequeñas instalaciones, y los híbridos, que son una combinación de los dos anteriores, que reúne las ventajas de la exactitud de los programadores electrónicos y la facilidad de uso de los electromecánicos.

Válvulas. Suelen estar construidas de latón, fundición, o plásticos, en especial, PVC. Su función específica es regular el paso del agua a través de una canalización. Las válvulas que funcionan manualmente se denominan de control, y las que actúan de acuerdo a un parámetro de la propia agua, de regulación.

Llegado a este punto se abarcará los diferentes tipos de riego con su funcionamiento y características:

Riegos por aspersión. Este método, de uso general, se aplica sobre grandes superficies lanzando un gran volumen de agua controlada y uniforme en forma de lluvia. Por lo general, actúa cubriendo toda el área y es muy adecuado para automatizar la operación. Los principales

tipos de aspersores son: Aspersor de impacto y aspersor de turbina. Según la presión de funcionamiento, los aspersores pueden catalogarse en: Baja presión, con presiones de hasta 1.5 kg/cm² y radios de alcance hasta 12 metros; media presión, presiones entre 1,5 y 4,5 kg/cm² y radios de alcance de entre 12 y 25 metros; y alta presión, presiones superiores a 4,5 kg/cm² y radios de alcance de hasta 60 metros. Desde el punto de vista técnico existen otros aspectos que afectan de diversa forma a la idoneidad de un aspersor. Entre estos destacan la uniformidad en la velocidad de rotación, el ángulo y disposición de la tobera o toberas, la altura de la trayectoria, la uniformidad de distribución, el tamaño de las gotas, etc. Respecto al área que los aspersores humedecen se pueden catalogar en: Circulares y sectoriales. Por último, los aspersores se catalogan según sus posiciones de instalación: Aéreos, los que se sitúan sobre la superficie del suelo, y emergentes: los que se instalan enterrados y protegidos por una carcasa.

Riego con difusores. Distribuye el agua en forma de pequeñas gotas. La difusión del agua se realiza a través del aire, siendo nula la participación del suelo en estos riesgos. El difusor más utilizado es el emergente, que reparte el agua en zonas ajardinadas, plantaciones de césped o arbustos pequeños.

Riego por goteo. El agua se distribuye puntualmente, sin atomización y sin que empape el terreno. La densidad de puntos de riego humedece ciertas zonas, mientras la mayor parte del terreno permanece seco. Este tipo de riego es aplicable tanto para zonas tan limitadas como la plantación de arbolado, borduras de arbustos, jardineras, o bien para plantaciones extensas, ya que sólo humedece las zonas deseadas. Este sistema puede complementar al riego por aspersión

generalizado en zonas concretas o mantener áreas de arbustos y arbolado de alineación de forma autónoma.

En muchos casos deben instalarse válvulas reductoras de presión de 0,5 a 2 kg/cm², por lo general, precisa dichas presiones. También es preciso un sistema para filtrar el agua, ya que esta fluye al exterior por pequeños orificios denominados goteros. A pesar de estas medidas de prevención es necesario limpiar periódicamente las tuberías y los goteros desatascándolos con líquidos detergentes o desincrustantes. En comparación a otros sistemas de riego destaca su importante ahorro en agua, superior siempre al 50% del consumo. Asimismo, tiene otras grandes ventajas en lo relacionado con las pendientes del terreno, ya que por accidentadas que sean, no son un obstáculo; no produce cortezas en la superficie del terreno; se pueden utilizar aguas de calidad más baja y permite la aplicación simultánea de abonos líquidos.

En cuanto a los aspectos negativos, al riego por goteo del verde urbano se le suelen asociar:

La impresión estética no es agradable.

Es propenso al vandalismo.

Estos inconvenientes se solventan con la utilización del riego por goteo subterráneo, cuya aplicación está en aumento. En este tipo de instalación los goteros están integrados en la tubería, pudiendo carecer de ellos las zonas que no se deseen regar. La profundidad a que se coloca la red de goteros es de 20 centímetros y los caudales suelen estar en valores de 2,4 litros hora. Por

último, es recomendable que la Instalación sea uniforme para asegurar el crecimiento homogéneo de las especies regadas.

Riego exudante. Es una variación del riego por goteo y se conoce también como tubería exudante. Consiste en una serie de canalizaciones plásticas, porosas, que permiten que el agua que circula pase al suelo. De esta manera se consigue un riego uniforme y constante en toda su longitud, ya que el agua se transmite por la propia capilaridad del terreno, alcanzando más o menos superficie en función de la estructura de los substratos. Los ahorros de agua se cifran entre un 35 y un 45%. En la mayoría de los casos hay que instalar una válvula reductora de presión, ya que las instalaciones exudantes trabajan con una presión de agua entre 0,2 y 0,8 kg/cm² siendo sus caudales variables entre 2 y 8 litros por hora (Sistemas de riego, s.f.).

Lo dicho anteriormente se basa en la teoría del flujo uniforme, el cual se considera que tiene las siguientes características principales:

La profundidad, el área mojada, la velocidad y el caudal en cada sección del canal son constantes.

La línea de energía, la superficie del agua y el fondo del canal son paralelos, es decir, sus pendientes son todas iguales $S_f = S_w = S_o = S$, donde S_f es la pendiente de la línea de energía, S_w es la pendiente del agua y S_o es la pendiente del fondo del canal.

Cuando el flujo ocurre en un canal abierto, el agua encuentra resistencia a medida que fluyen aguas abajo. Esta resistencia por lo general es contrarrestada por las componentes de las fuerzas gravitacionales que actúan sobre el cuerpo de agua en la dirección del movimiento. Un flujo uniforme se alcanzará si la resistencia se equilibra con las fuerzas gravitacionales. La profundidad del flujo uniforme se conoce como profundidad normal.

La mayor parte de las ecuaciones prácticas de flujo uniforme pueden expresarse en la forma:

$$v = C R^X S^Y$$

donde v es la velocidad media; R es el radio hidráulico; S es la pendiente de la línea de energía; X y Y son exponentes; y C es un factor de resistencia al flujo, el cual varía con la velocidad media, el radio hidráulico, la rugosidad del canal, la viscosidad y muchos otros factores.

Se han desarrollado y publicado una gran cantidad de ecuaciones prácticas de flujo uniforme. Las ecuaciones mejor conocidas y más ampliamente utilizadas son las ecuaciones de Chézy y de Manning.

2.4 Marco legal

Por diseño, obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico se entienden los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el

diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de acueducto que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionamiento adecuado, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un nivel de complejidad determinado. (Artículo 3 RAS-2000).

Es así como la Constitución de Colombia de 1991, concede al Gobierno de Colombia la responsabilidad de garantizar el uso sostenible de los recursos naturales, entre los que se incluyen los recursos hídricos. En 1993, el gobierno aprobó la Ley de Adecuación de Tierras N.º 41 en 1993 y sus decretos asociados correspondientes N° 1278 y 2135, a fin de reducir la intervención pública en el sector riego y fomentar la inversión privada. La ley incorpora la participación de los usuarios en el diseño, la creación y las operaciones y mantenimiento posteriores mediante el establecimiento de un canon de agua que incluya una parte de los costos totales, la ley también establece el Consejo Nacional de Adecuación de Tierras (CONSUAT).

Artículo 2, ley 41 de 1993 concesiones de agua, la autoridad administradora de las obras de adecuación de tierras será la encargada de obtener las concesiones de las aguas superficiales y subterráneas las cuales correspondan para el aprovechamiento de estas en beneficio colectivo dentro de un área específica, corresponderá a la administradora de cada distrito de riego.

La Ley 99 de 1993 establece el marco institucional actual de Colombia; en concreto, crea el Sistema Nacional Ambiental del Ministerio de Medio, así como un marco institucional nuevo y complejo en el que coexisten las distintas administraciones e instituciones.

3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

Para la realización de este proyecto se aplicará el tipo de investigación descriptiva, en razón de lo expuesto por medio de esta modalidad será posible obtener la información requerida para realizar los diseños necesarios para el aprovechamiento de los recursos hídricos del corregimiento de Otaré del municipio de Ocaña.

3.2 Población

La población enmarcada dentro de este Proyecto son personas que combinan las formas de vida del campo y la ciudad con un bajo nivel económico productores a pequeña escala , a los cuales se les debe garantizar el autoabastecimiento de los servicio públicos domiciliarios de conformidad con lo establecido en la ley 99 de 1993 y ley 142 de 1994. Son los pobladores del corregimiento quienes sufren el abandono de las administraciones nacionales, departamentales y municipales con relación a una inadecuada infraestructura de servicios públicos, generando problemática de tipo social, ambiental y de salud pública.

Actualmente el corregimiento de Otaré cuenta con una población en toda su área de intervención de aproximadamente 5000 habitantes dentro de los cuales se enmarcan los 42 usuarios del Proyecto.

3.3 Muestra

Se tomara como muestra toda la población del corregimiento de Otaré que será beneficiada con el estudio y que servirá como base para la realización de los diferentes diseños.

3.4 Recolección de información

Técnicas de recolección de información. La recolección de la información se realizará mediante las siguientes técnicas:

La observación: Basados en una observación rigurosa de los componentes del Minidistrito se podrá tener un parámetro del sistema de limpieza y mantenimiento utilizados, así como en el deterioro en las estructuras provocado por la disminución de la vida útil de cada componente del sistema.

La entrevista: Diálogo directo con las autoridades locales (Presidente de la Junta de Acción Comunal, representante del Minidistrito, concejales) acerca de la problemática que se viene presentando con el servicio y el manejo administrativo del Minidistrito.

Visitas de campo: Se realizarán con ayuda de la comunidad, quienes aportaron información valiosa para el Proyecto. Estas visitas representan una fuente primordial en la recolección de datos.

Instrumentos para la recolección de información. Para la recolección de datos e información utilizamos algunos instrumentos como:

Planos del Corregimiento de Otaré.

Planos de los diseños iniciales de las estructuras del Minidistrito de Riego.

P.B.O.T. para verificación de suelos, perfil de la población, etc.

Ficha de campo preliminar, para verificar el estado actual del Minidistrito de Riego.

R.A.S. 2000.

Antena GPS tipo garmin.

Cartera de campo para geolocalización de diversas obras hidráulicas.

3.5 Análisis de información

Teniendo en cuenta los datos recolectados y utilizando los instrumentos anteriormente mencionados, se realizará una valoración definitiva del Minidistrito de Riego. Esta información será presentada y soportada por planos, diseños, etc.

Los procedimientos utilizados para el análisis de la información recolectada son de carácter cualitativo y cuantitativo.

Análisis cualitativo. Busca describir e interpretar la información obtenida, las encuestas, el trazado, las características de las estructuras que hacen parte del Minidistrito, etc.

Análisis cuantitativo. Para el diseño del Minidistrito de Riego se tendrá en cuenta el reglamento de agua potable y saneamiento básico RAS 2000, el cual proveerá las especificaciones para el óptimo funcionamiento del sistema y por medio de este análisis se comprobarán los resultados obtenidos como caudales, presiones y determinación del tiempo de recorrido del fluido por el sistema en el simulador de software EPANET 2.0 que dará un estimativo del comportamiento del mismo.

Capítulo 4. Presentación de resultados

El proyecto parte de una investigación de campo en donde se busca conocer, describir y recopilar información de tipo técnico sobre la infraestructura existente y la microcuenca que abastece el minidistrito al que hace referencia el estudio. Con base a la información que se recopiló de lo expuesto anteriormente se realiza un trabajo de oficina que busque definir una alternativa para la optimización del Minidistrito de Riego.

4.1 Localización y descripción general de la zona de estudio

El Suelo suburbano de Otaré se localiza al Noroccidente del Municipio de Ocaña, Norte de Santander, cubriendo una extensión superficial de 0.062 km², equivalente al 9.88% del territorio municipal. El corregimiento Otaré está conformado por el suelo suburbano Otaré, y las veredas Cerro Monte Negro, Guadual, Patiecitos, Salobritos, Carpintero, Cerro las Casas, Piedecuesta, San Antonio, El Silencio, Pueblo Viejo y Vijagual.

Este corregimiento del Municipio de Ocaña se encuentra a 1 hora de distancia del Casco Urbano del Municipio y su principal vía se encuentra en regulares condiciones. Cuenta con un clima templado que varía desde los 14 °C hasta los 24°C dependiendo de la época del año. Sus precipitaciones van desde los 800 mm hasta los 1.200 mm.

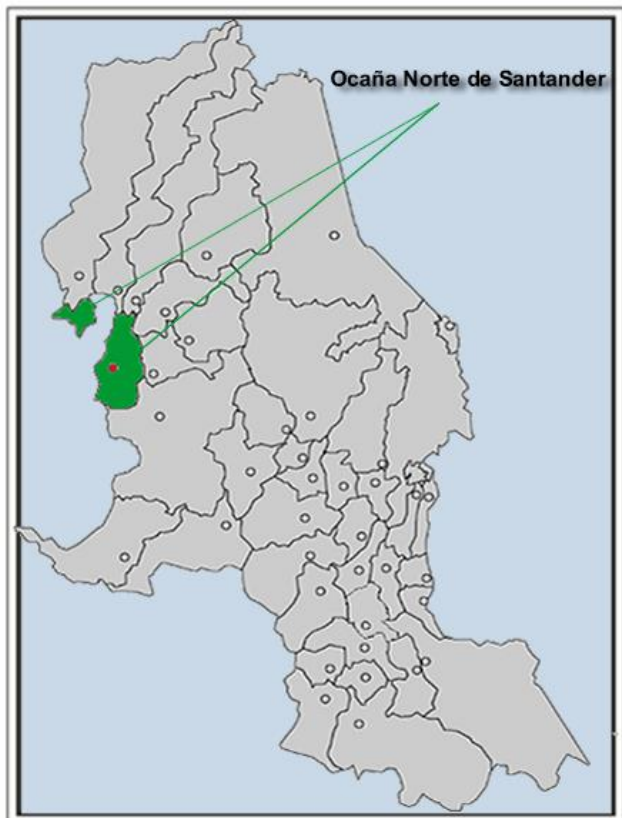


Figura No 1 Mapa de localización geográfica del corregimiento de Otaré, Ocaña, N.S.

Fuente: Autores de la investigación

Según el concepto técnico de concesiones emitido por CORPONOR en el formato MPO – 02 -12 de fecha 07-09-09, el Minidistrito de Riego de la asociación de usuarios de pequeña irrigación del distrito de adecuación de tierras de Otaré brinda beneficio a los predios ubicados en la cabecera de la vereda pie de cuesta, patiecitos del corregimiento de Otaré municipio de Ocaña.

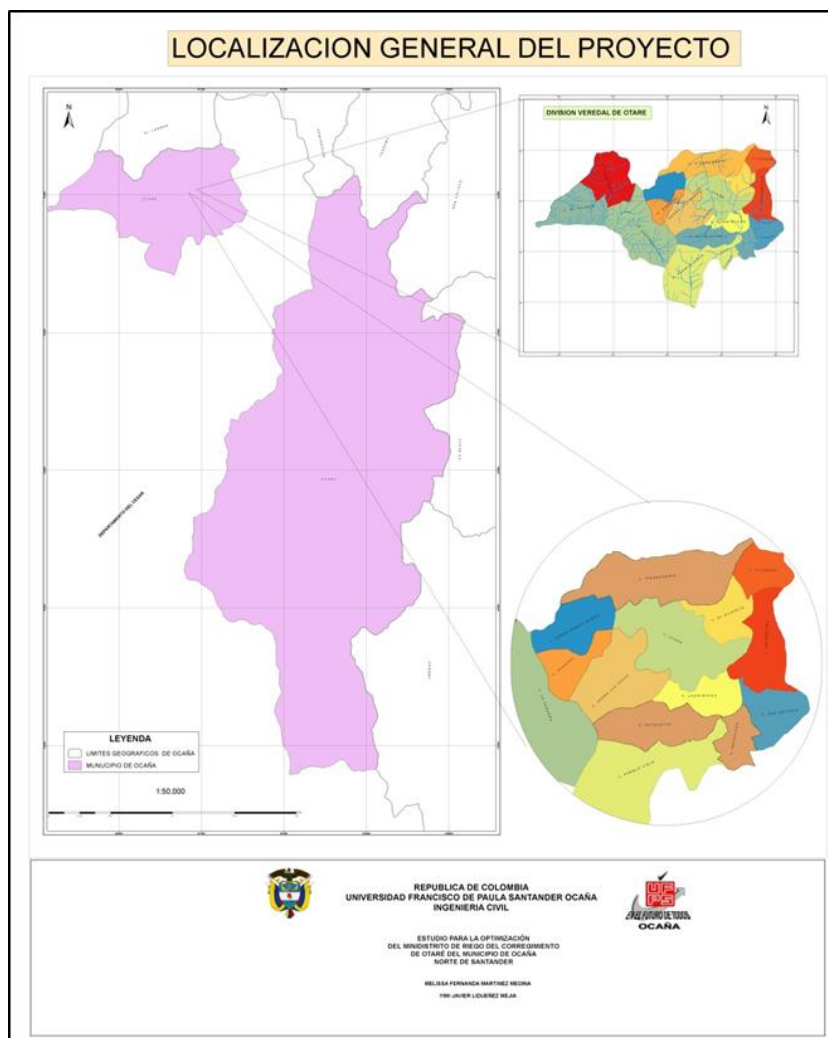


Figura No 2 Mapa de localización geográfica del proyecto de investigación.

Fuente: Autores de la investigación

Basados en esta información oficial y mediante el cálculo de área superficiales, implementando una herramienta SIG (sistemas de información geográfica) se pudo establecer que la zona denominada para efectos de este proyecto como área de estudio cuenta con una superficie total de 1084.132 Ha, sin embargo según información secundaria procedente de CORPONOR se

establece de forma puntual que el Minidistrito de Riego presta servicios a un total de 42 usuarios de la asociación irrigando un total de 80 Ha.

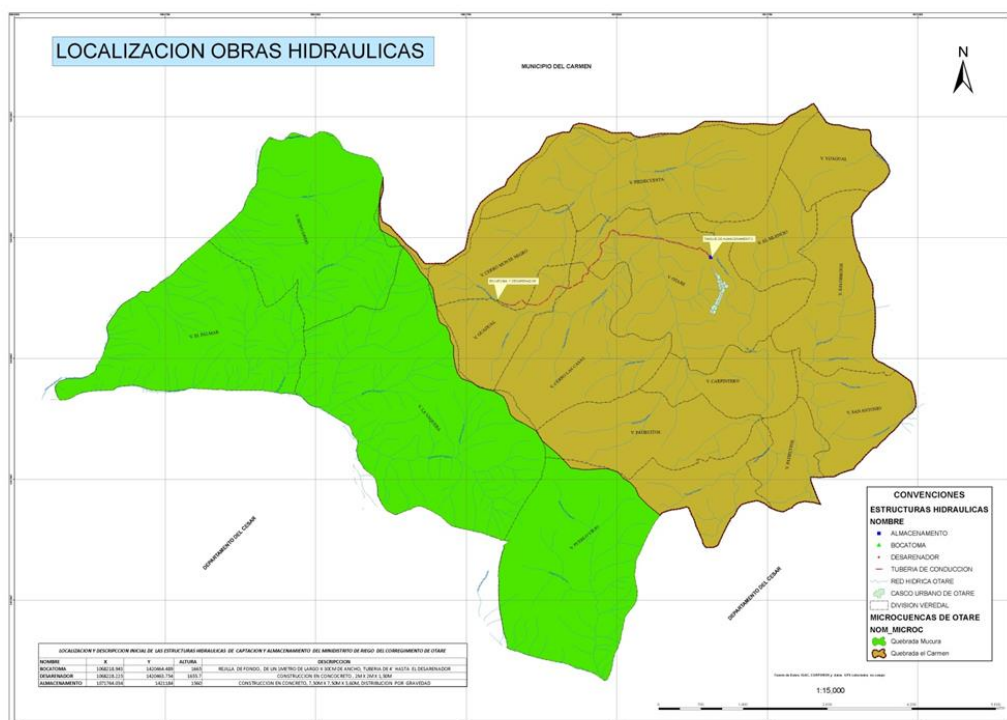


Figura No 3 Mapa de localización de las Obras Hidráulicas de Captación, Desarenador, Aducción o línea madre y el reservorio o tanque de almacenamiento.

Fuente: Autores de la investigación

4.2 Suelos, agua y clima de la microcuenca quebrada el carmen

Según el IGAC en su estudio de suelos y zonificación de tierras del año 2010 para Norte de Santander, la microcuenca quebrada el Carmen a la cual pertenece la zona de estudio y de la cual se captan las aguas usadas por el Minidistrito de Riego, presenta un total de 5 unidades de suelos las cuales se relacionan a continuación:

- MLCg1
- MQBf1
- MQTf1
- MQCg2
- MQAf1

Cada una de estas unidades de suelo presenta unas características especiales las cuales son de vital importancia en el momento de diseñar un minidistrito de riego y evaluar sus eficiencia.

MLCg1: muy superficiales, excesivamente drenados, presenta deslizamientos y reptación por sectores, Soliflucción generalizada, de textura franco arenosa. Fertilidad natural baja. Con un rango de pendiente $>75\%$ un total de 11.10 Ha hacen de la microcuenca parte de este suelo el cual se localiza bajo las coordenadas planas X: 1066550.69038 Y: 1421533.70944; al occidente de la microcuenca.

MQBf1: profundos, bien drenados, de textura franco arcillo arenosa. Fertilidad natural baja, soliflucción generalizada en amplios sectores en grado deslizamientos, con un rango de pendiente de 50 - 75% localizado bajo el par de coordenadas planas X: 1072719.21922 Y: 1419891.37521, ocupando un área total de 1915.65 Ha , sobre este tipo de suelo se encuentra localizado el tanque de almacenamiento y el casco urbano del municipio de Otaré.

MQTf1: profundo, bien drenados, textura franco arcillosa y franco arenoso. Fertilidad natural alta y alta, deslizamientos, reptación, desprendimiento de roca, soliflucción en amplios sectores, con rangos de pendientes 50 - 75% localizados bajo el par de coordenadas X: 1070005.282 Y: 1420284.62128 y ocupando un área aproximada dentro de la microcuenca de: 788.33 Ha.

MQCg2: moderadamente profundos, bien drenados, textura franco arcillo arenosa a arenosa franca. Fertilidad natural alta y baja. Soliflucción generalizada en amplios sectores en grado deslizamientos. Con pendientes promedio >75%, localizados en el par de Coordenadas X: 1068579.13557 Y: 1420593.62926, un área total de 754.51 Ha.

MQAf1: moderadamente profundos, limitados por roca, bien drenados, textura franco arcillosa, arcillosa. Fertilidad natural baja y alta, soliflucción generalizada en grado ligero; pendientes del terreno con rangos de 50 - 75% coordenadas X: 1072102.19454 Y: 1421617.35165, un área total de 462.96 Ha.

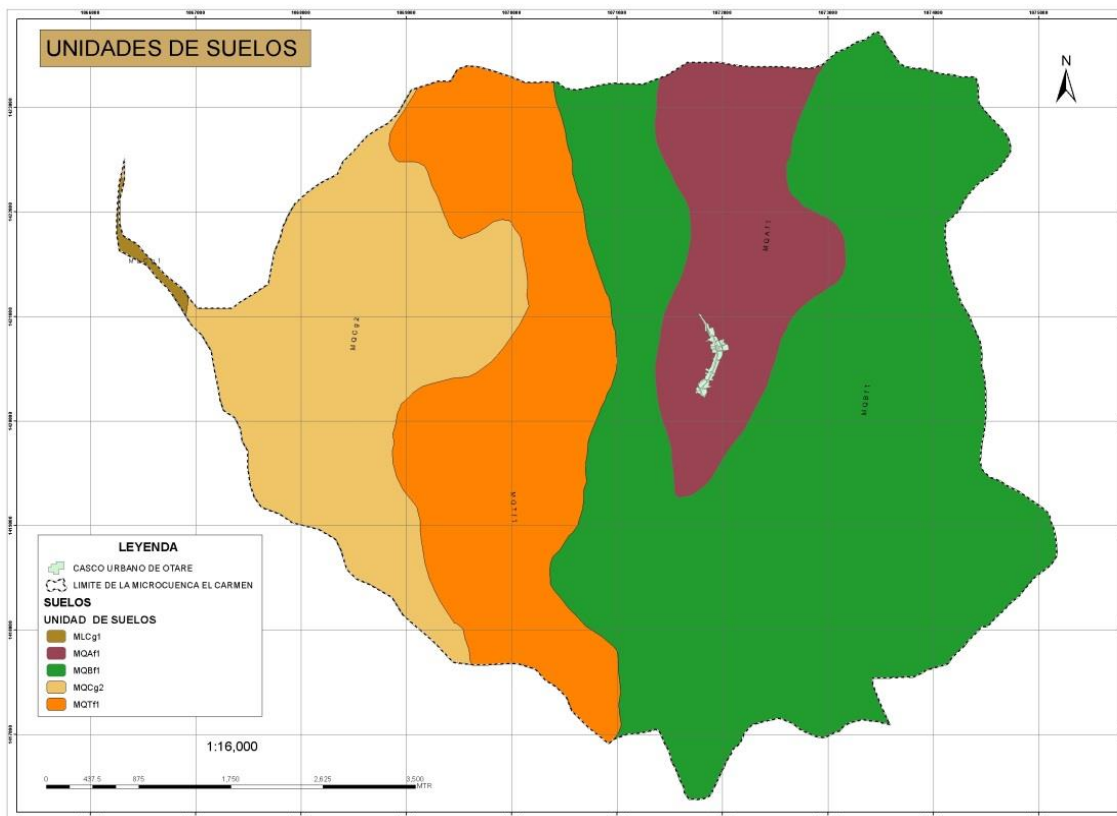


Figura No 4 Mapa de suelos de la microcuenca de la quebrada el Carmen en el corregimiento de Otaré.

Fuente: Autores de la investigación

4.3 Hidrografía

El documento oficial de COPORNOR concepto técnico de concesiones MPO – 02 -12 de fecha 07- 09-09, asegura que la fuente de suministro hídrico del minidistrito es la quebrada san marcos la cual pertenece a la cuenca del río algodonal, sin embargo al realizar la revisión de la información Geográfica oficial de Corponor (cuencas hidrográficas) se puede asegurar por parte de los autores de esta investigación que el Minidistrito de Riego no pertenece a la cuenca del río

algodonales sino que hace parte de la cuenca hidrográfica del río Lebrija regidor (ver Mapa), y que el corregimiento de Otaré está bajo la influencia geográfica de dos microcuencas.

- Microcuenca Quebrada Mucura
- Microcuenca Quebrada el Carmen

Siendo así, el Minidistrito de Riego es perteneciente a la microcuenca de la quebrada el Carmen, la cual tiene una superficie de 3932.58 Ha y un perímetro de 30.53 km; lo que la hace la de mayor área superficial en el corregimiento de Otaré.

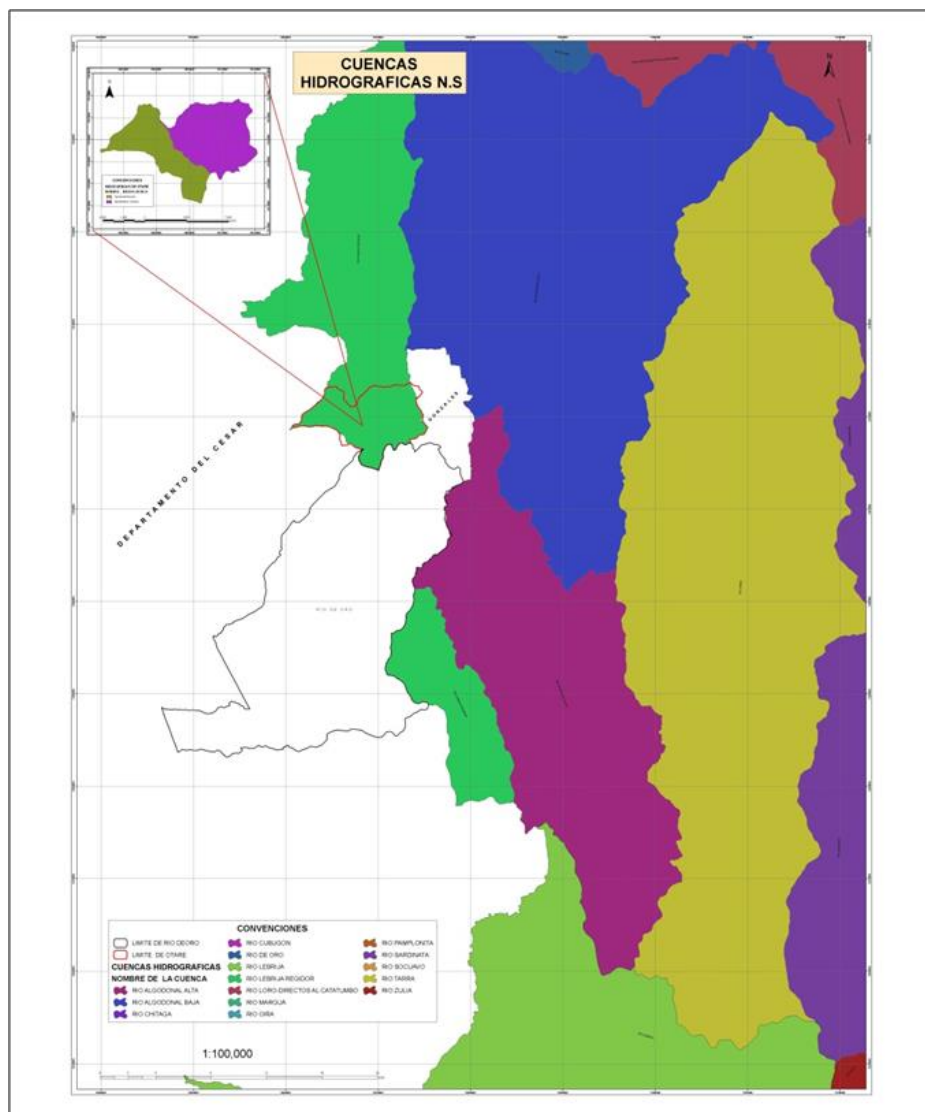


Figura No 5 Mapa de las cuencas hidrográficas del departamento de Norte De Santander y las microcuencas del corregimiento de Otaré.

Fuente: Autores de la investigación¹

1 La información geográfica usada para la construcción de la temática cuencas hidrográficas y de la microcuencas de Otaré fueron facilitadas por CORPONOR seccional Cúcuta y se basan en la información geográfica oficial del Ministerio del Medio ambiente.

La microcuenca quebrada el Carmen cuenta con un total de 95.63 km de red hídrica², las corrientes hídricas más importantes son:

Tabla No 2.

Relación de las principales corrientes Hídricas dentro del dominio Geográfico de la Microcuenca el Carmen.

NOMBRE DE LA CORRIENTE Y LONGITUD		COORDENADAS PLANAS DE CADA CORRIENTE HIDRICA			
		COORDENADAS PLANAS DE INICIO		COORDENADAS PLANAS DE FINAL	
NOMBRE DE LA CORRIENTE	LONGITUD_KM	X	Y	X	Y
Drenaje	53.292792	1071834.27	1416859.11	1069686.52	1423210.29
Cañada Ardila	1.256564	1068132.3	1419129.31	1068610.08	1420223.2
Cañada Carrizal	1.697918	1070707.17	1417444.23	1072185.11	1417590.81
Cañada El Trapiche	1.608357	1069564.72	1421057.12	1070654.01	1422135.85
Cañada La Aguada	0.866751	1074295.23	1419413.87	1073471.24	1419497.09
Cañada Palenque	1.587195	1075161.88	1418692.28	1073788.09	1418255.81
Cañada San Marcos	1.381691	1069174.31	1418976.36	1069521.1	1420270.15
Cañada Santa Rita	1.267982	1074693.4	1419116.96	1073472.67	1419068.08
Quebrada Agua Dulce	3.400896	1068066.39	1421100.05	1070527.51	1423066.32
Quebrada Capitán	2.572489	1072298.12	1421859.02	1072419.87	1420193.66
Quebrada El Carmen	3.51247	1071196.79	1420119.1	1070504.02	1423189.76
Quebrada El Molino	3.058189	1068610.08	1420223.2	1070883.32	1421531.67
Quebrada El Salobre	1.760351	1071652.31	1422023.42	1070520.81	1422659.04
Quebrada Montenegro	1.411213	1067474.89	1420966.57	1068610.08	1420223.2
Quebrada Muralla	2.16573	1071622.99	1416604.25	1072723.37	1418009.82
Quebrada Otaré	1.638202	1074206.4	1421039.86	1073523.22	1419733.96
Quebrada Simañitas	3.349366	1069316.04	1418248.73	1071196.79	1420119.1
Quebrada Tamaco	2.115415	1069669.28	1418865.25	1071196.79	1420119.1
Río de Oro	7.694863	1073424.72	1417487.78	1074427.9	1423190.17

Fuente: Autores de la investigación

² Cálculo realizado en el software SIG a partir de la capa vectorial oficial de red hídrica con la que se elaboró la cartografía del PBOT revisión y ajuste al 2015.

Mediante visitas a campo y toma de coordenadas se estableció que la corriente donde se localiza la estructura de captación es la quebrada Montenegro. Esta quebrada tributa sus aguas a la quebrada el molino en el punto geográfico X: 1068610.0781; Y: 1420223.2024,³ a una distancia aproximada de 459.57 metros.

Los tributarios más importantes de la quebrada el molino son la cañada Ardila con una longitud de 1.256 km al mismo punto geográfico de la confluencia de la quebrada Montenegro, y la cañada san marcos con una longitud de 1.381 km en las coordenadas planas X: 1069520.97544 Y: 1420269.95845.

También drenan sus aguas a la quebrada el Molino un total de 14 drenajes sencillos los cuales generalmente se secan en época de verano. La quebrada el molino es tributaria de la quebrada el Carmen.

³ Información extraída de los archivos de información geográfica oficiales del PBOT de Ocaña 2015 y confirmado con visitas a campo y captura de coordenadas con antena GPS



Figura No 6 Visualización de la red hídrica y el límite geográfico de la microcuenca quebrada el Carmen, en el corregimiento de Otaré.

Fuente: Google Earth Pro 2016

También se pueden apreciar los puntos donde se localiza la bocatoma y el tanque de almacenamiento del Minidistrito de Riego del corregimiento de Otaré.

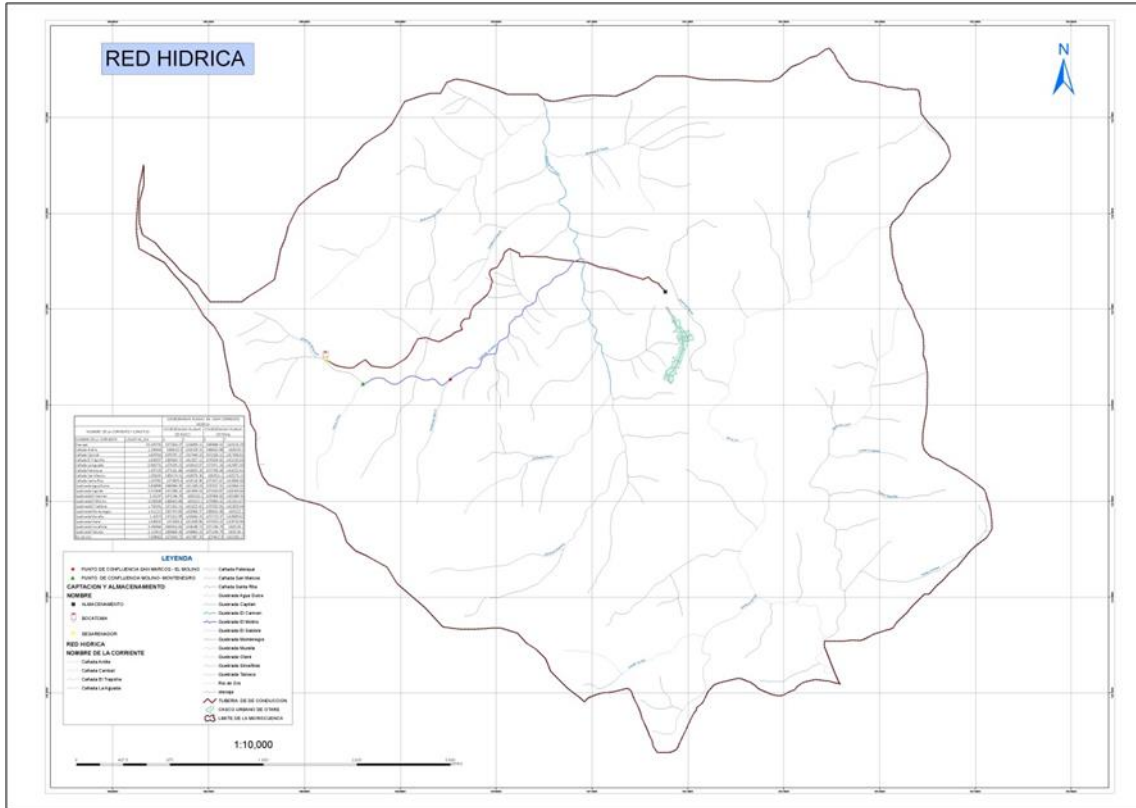


Figura No 7 Mapa de la red hídrica de la microcuenca quebrada el Carmen en el municipio de Otaré.

Fuente: Autores de la investigación

4.4 Topografía de la zona de estudio

La zona de estudio presenta un paisaje predominante de montaña con una topografía quebrada y fuertes pendientes de terreno, lo cual favorece los procesos de captación del recurso hídrico, su conducción y posterior distribución a cada uno de los usuarios del minidistrito. Sin embargo estas condiciones del terreno también ofrecen cierto grado de resistencia para los diseños hidráulicos y la realización de las obras de rehabilitación. Basados en un Modelo digital de

Terreno DEM se elaboró el mapa de curvas de nivel y a partir de este, se formula el análisis de terreno de la zona donde se encuentra localizado el Minidistrito de Riego.

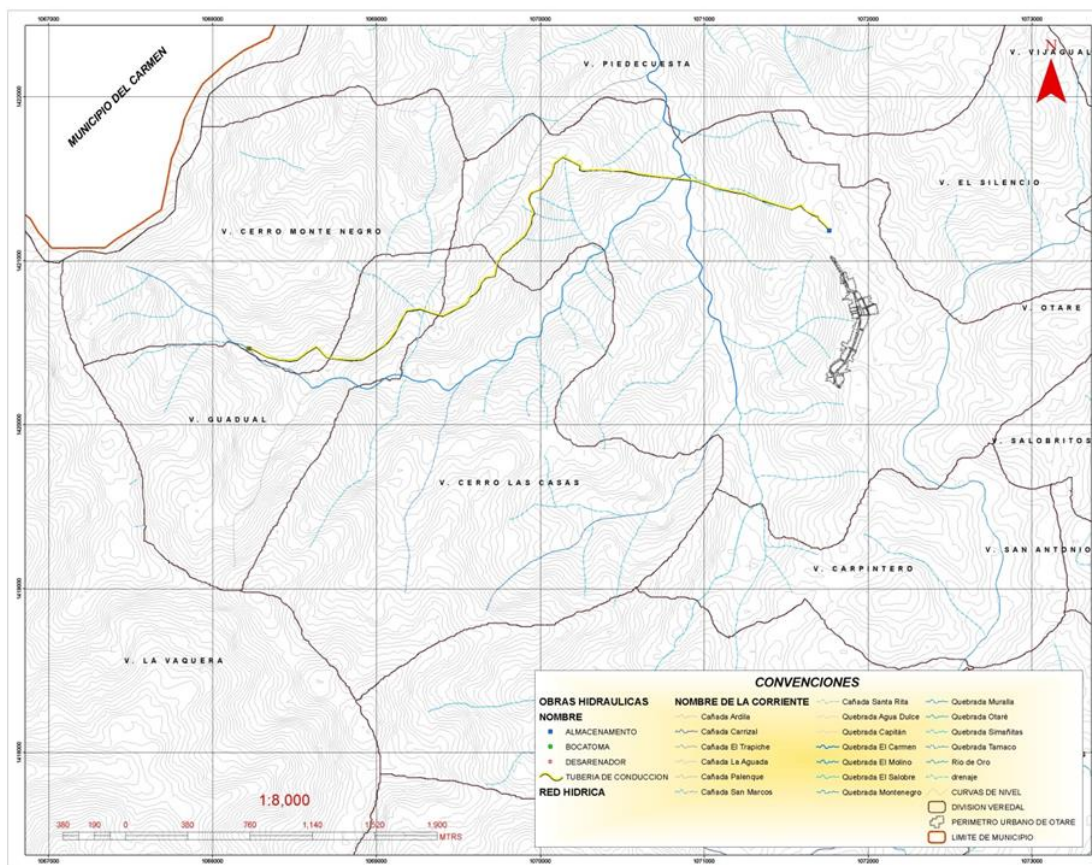


Figura No 8 Mapa de curvas de nivel del lugar geográfico donde se localiza el Minidistrito de Riego.

Fuente: Autores de la investigación

4.4.1 Pendientes del terreno. Esta característica es predominante en el momento de evaluar la eficiencia de un distrito de riego, para la zona específica donde se encuentra localizado el minidistrito este factor juega un papel de vital importancia dado que el sistema se basa es en el

uso de la fuerza de gravedad para la captación, aducción, almacenamiento y distribución del recurso hídrico.

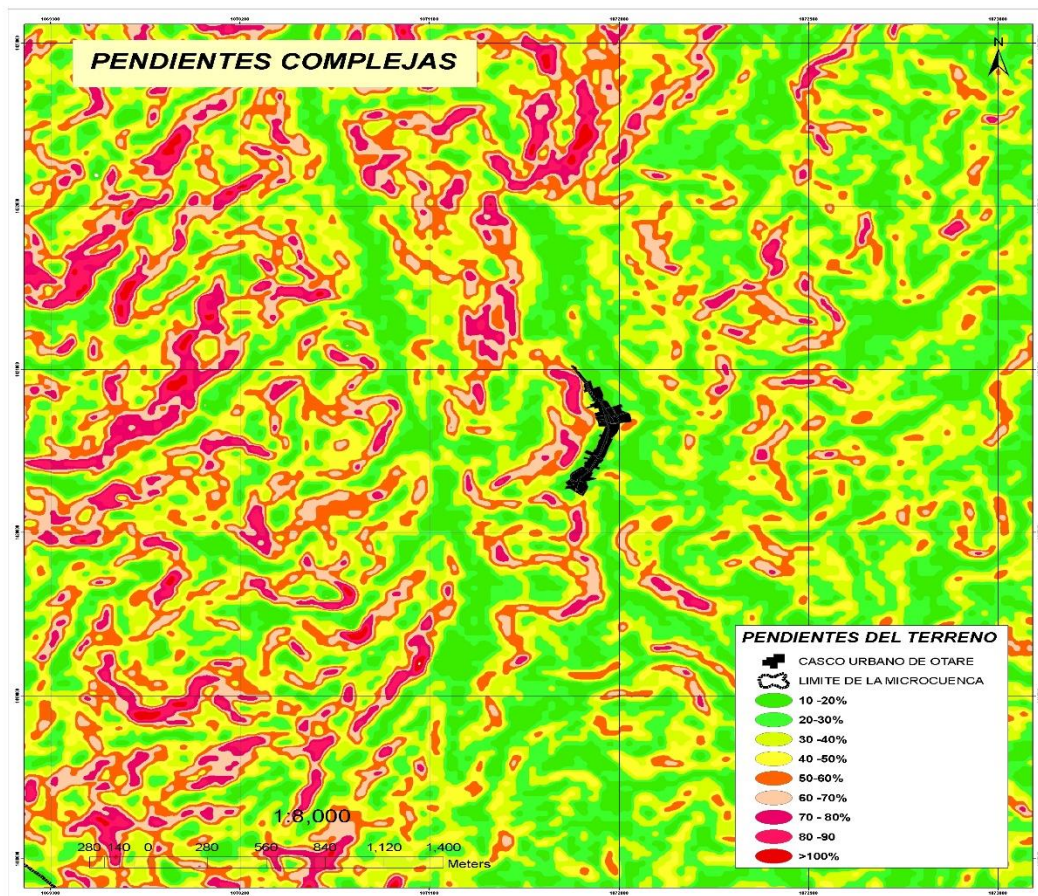


Figura No 9 Mapa de pendientes del terreno de la zona de estudio en el corregimiento de Otaré Municipio de Ocaña Norte de Santander.

Fuente: Autores de la investigación

La temática de pendientes complejas deja ver que los porcentajes predominantes de pendientes son los superiores a 40% y que se presentan pendientes superiores al 100% en la zona de estudio, estas características de topografía quebrada y fuertes pendientes hacen difícil los procesos de mantenimiento preventivo de la infraestructura hidráulica.

Como ya se ha descrito esta zona de Otaré cuenta con una topografía quebrada donde el paisaje predominante es de montaña, dada la antigüedad del minidistrito fue imposible conseguir un levantamiento topográfico de la zona. Las curvas de nivel presentadas anteriormente en este documento es un aporte de los autores del proyecto y construido a partir de un MODELO DIGITAL DE ELEVACION, el cual permitió generar las curvas de nivel a 10 metros.

Para poder estudiar las pendientes del terreno se realizó un mapa de pendientes teniendo como insumo el (DEM) en el cual se creó un Slop (pendiente) y se reclasifico en % para determinar las pendientes complejas.

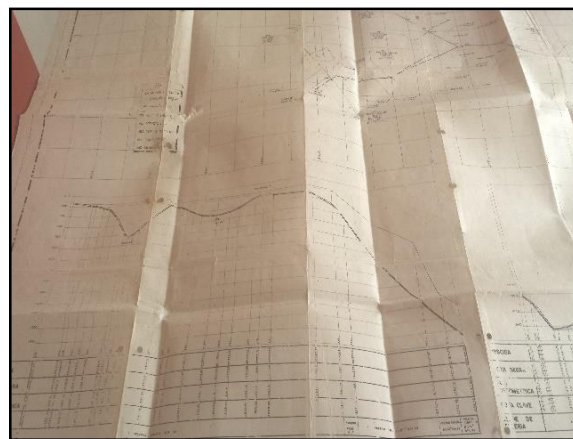
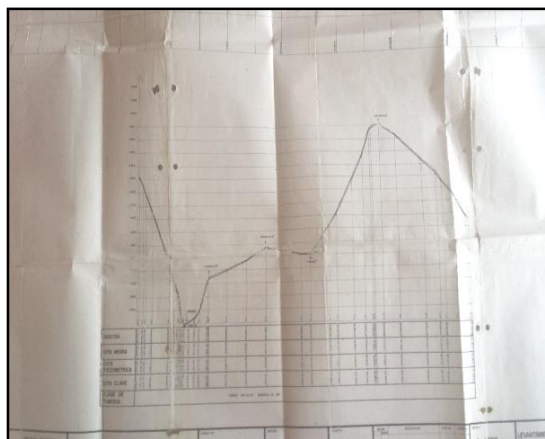


Foto No 1 Planos topográficos existentes de la zona de estudio

Fuente: Autores de la investigación

El plano No 6 a la derecha y el plano No 4 a la izquierda hacen parte de un paquete de planos gestionados por parte de los autores, los cuales fueron entregados en medio físico por la asociación del Minidistrito de Riego de Otaré para la elaboración del presente proyecto.

Estos planos contienen información topográfica poco legible lo que hace incomprendible su lectura, cabe resaltar que estos planos son los únicos con los que cuenta el minidistrito y son propiedad de la comunidad. Los planos fueron elaborados por el HIMAT a escala 1:2500 en el año 1994.

4.5 Estudio de demanda hídrica

4.5.1 Demanda doméstica. Debido a que Otaré es un corregimiento impulsado por la agricultura, el Minidistrito de Riego tiene por objetivo abastecer las necesidades de uso agrícola y por lo tanto, no se estima la demanda doméstica para este proyecto.

4.5.2 Demanda agrícola. Para la demanda de uso agrícola o de áreas productivas del corregimiento, las cuales corresponden a los cultivos típicos de la región como frijol, maíz, tomate, cebolla, yuca, plátano y café; se calcularon las necesidades de riego para determinar la demanda necesaria, en la cual se tuvo en cuenta los valores de evapotranspiración, precipitación y coeficientes de consumo para las diferentes unidades de uso y eficiencia de riego.

4.5.3 Evapotranspiración. Para el corregimiento de Otaré se encontró un valor de evapotranspiración de referencia anual de 1000 mm de acuerdo a la información entregada por el fondo de adaptación climatológica y el proyecto mapa de corpoica.

4.5.4 Coeficientes de consumo. Para la micro cuenca como se estableció en la determinación de las actividades económicas, se lleva a cabo el cultivo de cebolla, frijol, maíz, yuca, plátano, café y tomate, donde se abarca una extensión de 80 Ha.

Tabla No 3

Coeficientes de consumo según cultivo

Kc	INICIAL	MEDIA	DESARROLLO	MADURACION
CEBOLLA	0,95	0,95	0,95	1,05
FRIJOL	0,4	1,15	0,9	0,9
MAIZ	0,3	1,2	0,55	0,5
YUCA	0,5	1,1	0,95	0,95
PLATANO	1,0	1,20	1,20	1,10
CAFE	1,05	1,10	1,10	1,10
TOMATE	0,6	1,15	0,8	0,8

Fuente: IDEAM - instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales.

Para poder satisfacer las necesidades de riego aun en cualquier situación se toma el valor máximo de Kc que es 1,2.

4.5.5 Necesidad hídrica de los cultivos. Para calcular la evapotranspiración del cultivo se multiplica la evapotranspiración de referencia por el coeficiente de consumo máximo.

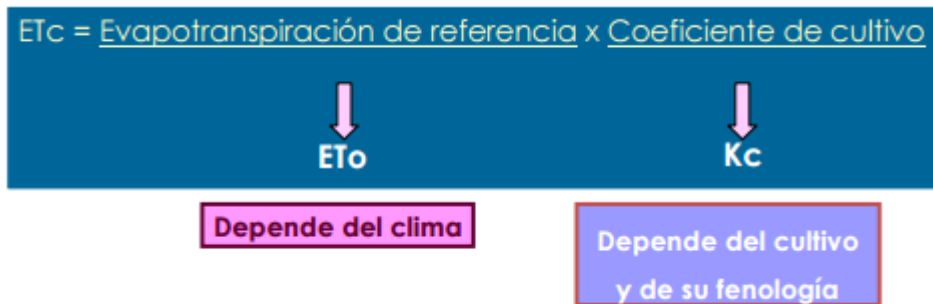


Figura No 10 Evapotranspiración del cultivo

Fuente: FAO, 2010.

$$ET_c = E_{to} * K_c$$

$$ET_c = 1000 * 1,2$$

$$ET_c = 1200 \text{ mm/año}$$

$$ET_c = 100 \text{ mm/mes}$$

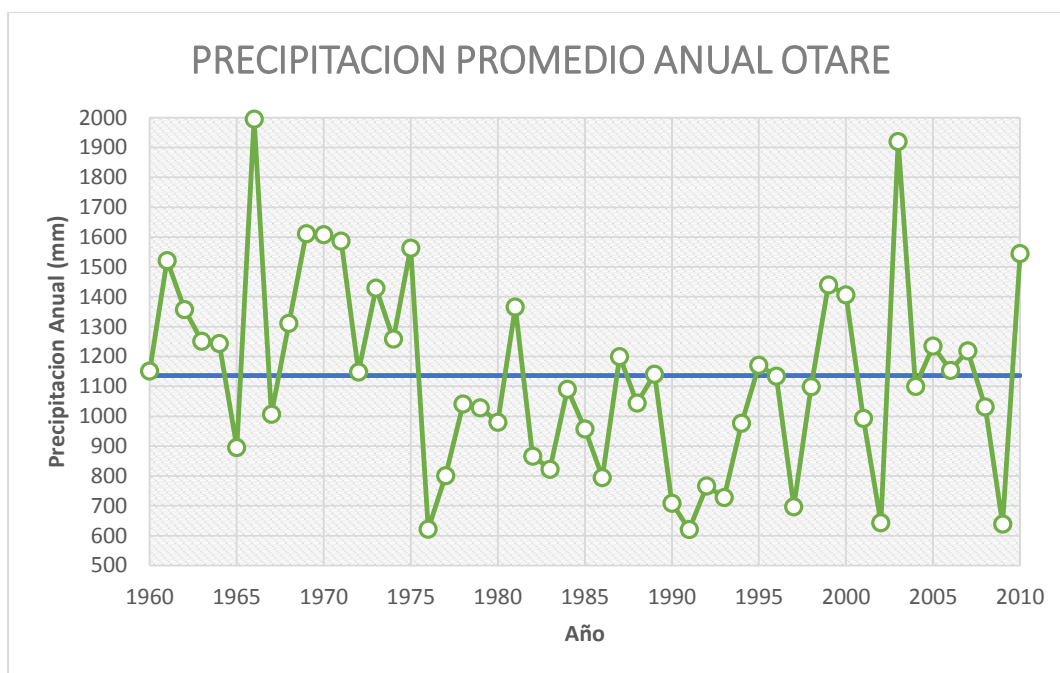
Tabla No 4

Valores totales mensuales de precipitación estación Brotare.

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES													
SISTEMA DE INFORMACION				NACIONAL AMBIENTAL									
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)													
LATITUD	824 N	TIPO EST PM			DPTO : NORTE DE SANTANDER				ESTACION : 16050170 BROTARE				
LONGITUD	7325 W	ENTIDAD 01 IDEAM			MUNICIPIO : OCAÑA				FECHA-INSTALACION 1960-JUN				
ELEVACION	1545 m				CORRIENTE: ORO				REGIONAL 08 SANTANDER				
AÑO	ENER	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL
1960						74.5	135.5	216.1	154.0	181.0	181.0	210.0	1152.1
1961	10.5	30.28	100.03	119.49	388	71.0	127.0	120.0	155.0	245.0	93.0	63.0	1522.13
1962	30.0	37.0	64.0	44.0	254.0	152.0	47.0	189.0	157.0	141.0	196.0	47.0	1358.0
1963	24.0	35.0	21.0	147.0	229.0	157.0	68.0	94.0	204.0	164.0	101.0	7.0	1251.0
1964	.0	11.0	8.0	126.0	105.0	193.0	128.0	114.0	224.0	200.0	58.0	77.0	1244.0
1965	51.0	18.0	17.0	25.0	136.0	28.0	13.0	103.0	210.0	117.0	152.0	26.0	896.0
1966	10.0	26.0	80.0	175.0	327.0	200.0	116.0	150.0	98.0	287.0	314.0	213.0	1996.0
1967	47.0	8.0	36.0	125.0	82.0	163.0	49.0	48.0	181.0	141.0	93.0	34.0	1007.0
1968	26.0	52.0	26.0	139.0	173.0	106.0	58.0	223.0	249.0	179.0	73.0	8.0	1312.0
1969	59.0	46.0	60.0	127.0	116.0	200.0	46.0	270.0	150.0	256.0	122.0	160.0	1612.0
1970	64.0	43.0	54.0	108.0	266.0	68.0	201.0	194.0	236.0	103.0	133.0	138.0	1608.0
1971	168.0	43.0	50.0	65.0	230.0	21.0	21.0	305.0	196.0	301.0	120.0	67.0	1587.0
1972	66.0	52.0	58.0	262.0	170.0	81.0	21.0	74.0	105.0	209.0	27.0	24.0	1149.0
1973	19.0	1.0	77.0	133.0	35.0	290.0	88.0	188.0	211.0	116.0	210.0	61.0	1429.0
1974	43.0	37.0	48.0	57.0	221.0	68.0	86.0	198.0	244.0	170.0	77.0	10.0	1259.0
1975	14.0	6.0	22.0	81.0	229.0	105.0	81.0	130.0	283.0	229.0	133.0	251.0	1564.0
1976	21.0	60.0	14.0	77.0	70.0	20.0	22.0	54.0	61.0	197.0	23.0	3.0	622.0
1977	29.0	14.0	57.0	58.0	154.0	86.0	32.0	115.0	63.0	94.0	99.0	.0	801.0
1978	.0	19.0	167.0	124.0	145.0	55.0	121.0	81.0	92.0	127.0	97.0	13.0	1041.0
1979	17.0	18.0	29.0	171.0	228.0	80.0	127.0	46.0	107.0	118.0	88.0	.0	1029.0
1980	9.0	66.0	16.0	54.0	151.0	85.0	16.0	191.0	139.0	147.0	91.0	15.0	980.0
1981	11.0	41.0	33.0	175.0	214.0	110.0	103.0	169.0	197.0	200.0	96.0	17.0	1366.0
1982	19.0	48.0	22.0	80.0	264.0	22.0	49.0	46.0	138.0	167.0	9.0	3.0	867.0
1983	.0	12.0	32.0	163.0	109.0	73.0	122.0	50.0	165.8	63.3	25.0	7.9	823.0
1984	.8	.4	16.2	132.3	37.9	52.0	243.1	149.3	172.0	171.7	63.5	51.7	1090.9
1985	14.1	4.4	15.2	89.9	64.2	55.8	65.2	118.7	178.6	171.6	87.4	92.9	958.0
1986	.1	16.6	30.1	144.4	119.2	39.9	48.3	72.5	130.3	163.0	14.3	16.2	794.9
1987	8.0	4.5	118.3	109.4	143.2	12.2	76.6	90.2 3	206.0	264.5	102.3	65.1	1200.3
1988	.3	9.3	1.6	44.2	142.6	174.8	56.3	235.2	128.9	97.0	80.1	74.2	1044.5
1989	40.1	40.3	103.2	65.5	58.6	117.3	13.1	178.0	197.5	162.9	106.0	59.0	1141.5
1990	3.7	25.2	24.6	120.8	55.7	35.9	56.2	102.4	51.9	162.8	29.4	40.5	709.1
1991	3.5	10.2	50.0	74.4	52.8	87.3	16.6	41.4	113.0	77.2	79.0	15.5	620.9
1992	3.8	8.8	.0	90.2	135.8	36.2	53.6	73.9	148.3	58.7	135.1	22.2	766.6
1993	9.9	17.4	43.0	62.2	128.3	46.8	37.3	126.8	142.1	44.4	67.9	2.0	728.1
1994	5.4	59.8	38.3	108.5	93.0	45.1	33.1	95.8	148.9	136.9	189.0	22.9	976.7
1995	4.0	12.0	37.1	130.6	113.2	181.3	109.8	211.9	97.4	205.7	30.4	37.5	1170.9
1996	12.3	11.0	47.3	100.1	110.0	138.5	89.9	126.6	185.2	165.4	102.2	46.6	1135.1
1997	24.0	5.4	11.3	86.1	78.1	53.7	34.4	47.8	179.7	90.1	77.0	10.0	697.6
1998	9.5	27.8	39.4	86.1	169.3	70.5	70.6	89.7	212.2	159.8	102.5	61.6	1099.0
1999	28.7	116.2	290.0	110.6	100.9	91.8	41.3	92.3	188.8	175.8	89.2	115.1	1440.7

2000	82.5	58.9	31.0	38.4	257.1	143.3	47.8	48.0	225.5	179.5	279.4	15.5	1406.9
2001	185.0	.0	46.3	37.2	132.2	24.7	78.0	82.6	54.7	198.9	116.0	37.7	993.3
2002	5.9	5.7	25.7	78.1	53.1	86.4	.0	46.0	174.2	137.2	26.1	4.9	643.3
2003	3.3	.9	96.5	181.8	38.5	205.8	591.5	168.6	231.1	235.7	101.2	65.7	1920.6
2004	19.8	11.5	44.1	231.0	99.4	59.4	86.4	74.9	153.6	186.3	93.9	40.3	1100.6
2005	74.3	84.6	16.6	131.0	129.4	98.0	111.8	95.6	151.2	151.0	156.6	34.9	1235.0
2006	64.0	2.0	84.2	135.4	156.2	44.3	72.3	54.8	158.4	241.1	106.4	35.3	1154.4
2007	12.5	5.8	71.0	97.8	219.7	68.2	75.5	210.6	141.4 3	185.5	93.0	38.1	1219.1
2008	6.5	8.5	16.8	74.0	147.9	107.4	91.7	150.8	144.3	104.7	139.6	39.2	1031.4
2009	10.8	17.3	49.4	41.7	160.0	79.8	22.3	44.6	72.8	70.0	61.8	8.3	638.8
2010	.0	13.6	69.9	60.5	192.6	206.3	171.8	244.9	198.1	67.2	182.7	137.8	1545.4

Fuente: IDEAM - instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales.



Grafica No 1 Precipitación promedio anual para el corregimiento de Otaré

Fuente: Autores de la investigación.

En la gráfica se puede apreciar la precipitación multianual promedio para el corregimiento de Otaré de 1140 mm, la cual corresponde a los 95 mm de precipitación promedio mensual.

4.5.7 Precipitación efectiva. La precipitación efectiva es aquella fracción de la precipitación total que es aprovechada por las plantas. Depende de múltiples factores como pueden ser la intensidad de la precipitación o la aridez del clima, y también de otros como la inclinación del terreno, contenido en humedad del suelo o velocidad de infiltración.

Para el cálculo de la precipitación efectiva se proponen las ecuaciones utilizadas por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (USSCS). Estas ecuaciones se calculan a partir de la precipitación mensual y son las siguientes:

Para una precipitación mensual (P_m) menor de 250 mm:

$$P_e = (125 - 0.2 \times P_m) * \frac{P_m}{125}$$

Para una precipitación mensual mayor o igual a 250 mm:

$$P_e = (125 + 0.1 \times P_m)$$

Para una precipitación promedio mensual de 95 mm:

$$P_e = (125 - 0.2 \times 95) * \frac{95}{125}$$

$$P_e = 80.56 \text{ mm}$$

4.5.8 Necesidad de riego. Se determina una necesidad neta de riego teniendo en cuenta la precipitación efectiva.

$$NRn = ETc - Pe$$

$$NRn = 100 - 80.56$$

$$NRn = 19.44 \text{ mm/mes}$$

$$NRn = 0.648 \text{ mm/dia}$$

4.5.9 Módulo de riego. Se calcula en función de la necesidad de riego en litros por segundo.

$$\text{Modulo de riego} = (0.648) * \left(\frac{1m}{1000mm}\right) * \left(\frac{10000m^2}{1 \text{ Ha}}\right) * \left(\frac{1 \text{ dia}}{86400seg}\right) * \left(\frac{1000 \text{ lt}}{1m^3}\right)$$

$$\text{Modulo de riego} = 0,075 \text{ lt/seg/Ha}$$

4.5.10 Demanda real o caudal de riego. La demanda de los cultivos típicos estimados para las áreas productivas del corregimiento de Otaré corresponden a las 80 Ha de cultivo.

$$Q = \text{Modulo de riego} * \text{Area de riego}$$

$$Q = 0.075 * 80$$

$$Q = 6.0 \text{ lt/seg}$$

4.6 Evaluación del minidistrito de riego de Otare

Se procederá a evaluar el sistema existente, el cual es abastecido por gravedad desde la quebrada Montenegro, cuenta con una captación de rejilla de fondo, línea de aducción bocatoma – desarenador, desarenador, línea de aducción desarenador – tanque de almacenamiento, tanque de almacenamiento y red de distribución. Ver figura No 11. Esquema general del Minidistrito de Riego del corregimiento de Otaré.

A continuación se presenta una caracterización del Minidistrito de Riego del corregimiento de Otaré, la cual se construyó a partir de las visitas a campo y del análisis pretencioso de la información que reposa en varias entidades de orden nacional y regional como lo son ASOMUNICIPIOS, la Secretaria de Agricultura de la Alcaldía Municipal de Ocaña, los portales del INCODER, los portales de datos libres del IGAC y la información facilitada por CORPONOR.

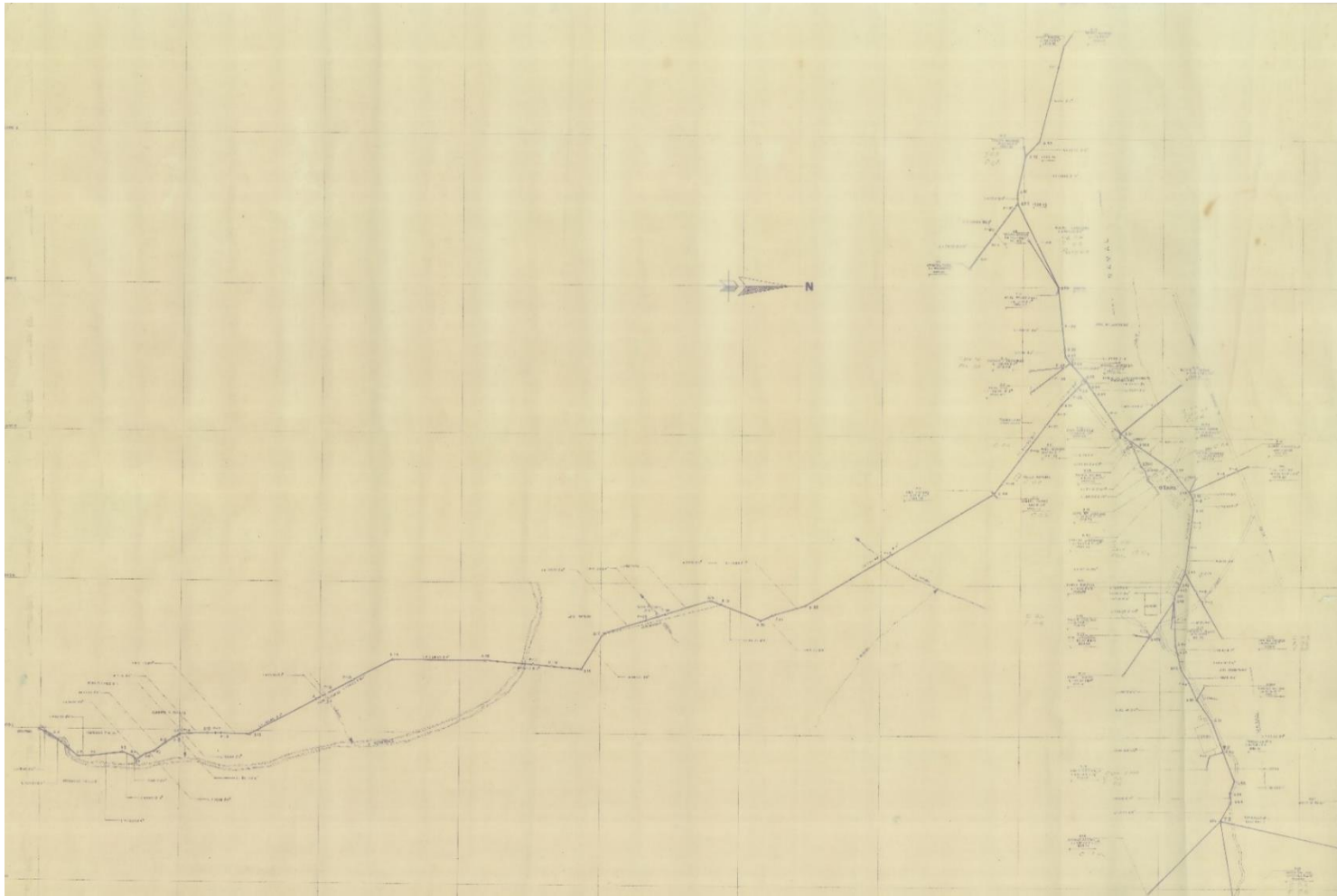


Figura No 11 Esquema general del Minidistrito de Riego corregimiento de Otaré

Fuente: CORPONOR

4.6.1 Fuente de abastecimiento. Según la información técnica que facilito CORPONOR se estudiaron graves inconsistencias las cuales se relacionan a continuación:

En el informe de la visita técnica realizada en la fecha (21 de junio del año 2014) elaborado por Laurin Andrea Ascanio Pérez y avalado por el director territorial de la época, el informe entrega unas apreciaciones técnicas dentro de las cuales indica que la cuenca abastecedora del recurso hídrico para el Minidistrito de Riego es la cuenca del río algodonal cosa que es totalmente falsa ya que según la información geográfica en formato SHAPEFILE de la misma corporación ambiental, Otaré no hace parte de la cuenca del río algodonal si no de la cuenca hidrográfica del río Lebrija regidor que a su vez está dividido en dos microcuencas: Quebrada el Carmen y Quebrada Mucura, como se había mencionado anteriormente.

El minidistrito se localiza dentro del dominio geográfico de la microcuenca quebrada el Carmen (ver temática Localización Obras Hidráulicas), según el mismo informe la fuente de suministro hídrico del minidistrito es la quebrada san Marcos, pero al procesar las coordenadas planas entregadas en el informe estas localizan la bocatoma en la quebrada Montenegro la cual unos metros más adelante da origen a la quebrada denominada el Molino.

Después de corroborada la información, La fuente de suministro corresponde a una corriente de dominio público, denominada “Quebrada Montenegro”, perteneciente a La Cuenca hidrográfica del río Lebrija regidor.

Con motivo del presente estudio se realizó un aforo directamente sobre el dique vertedero de la captación con las siguientes características y resultados:

Método de aforo	: Vertedero rectangular
Lugar	: Captación
Época	: En verano – agosto 2015
Altura lámina	: 0.02 m – Verano intenso
Ancho lámina de agua	: 1.20 m
Fórmula	: Francis
Q	: $1.84 \times L \times H^{\frac{3}{2}} = 0.0062 \text{ m}^3/\text{seg} = 6.25 \text{ lts}/\text{seg}$
V	: $Q / A = 0.0062 / (0.02 \times 1.20) = 0.26 \text{ m}/\text{seg}$

Consultado el fontanero y el representante del minidistrito, la altura media de agua en crecientes normales es de 0.03 m en todo lo ancho de la captación que es de 1.20 metros.

Estimamos el caudal medio mediante la siguiente formula:

Q medio	: $1.84 \times L \times H^{\frac{3}{2}}$
Q medio	: $1.84 \times 1.20 \times 0,03^{\frac{3}{2}}$
Q medio	: $0.0114 \text{ m}^3/\text{seg} = 11.47 \text{ lts}/\text{seg}$

Para estimar el caudal máximo, el fontanero indicó que la lámina de agua era de aproximadamente de 0.040 m, por tanto los caudales máximos estimados son:

Q máximo	: $1.84 \times L \times H^{\frac{3}{2}}$
----------	--

$$Q \text{ máximo} : 1.84 \times 1.20 \times 0,04^{\frac{3}{2}}$$
$$Q \text{ máximo} : 0.0176 \text{ m}^3/\text{seg} = 17.664 \text{ lts}/\text{seg}$$

4.6.2 Caracterización del agua

La calidad del agua es un tema muy importante desde el punto de vista ambiental, económico y de salud pública ya que de la calidad depende el uso que se le vaya a dar y los tratamientos que requiera para su posterior utilización.

La calidad de la fuente debe caracterizarse de la manera más completa posible para poder identificar el tipo de tratamiento que necesita y los parámetros principales de interés en periodo seco y de lluvia. Además, la fuente debe cumplir con lo exigido en el Decreto 1594 del 26 de junio de 1984, en su artículo 40 “criterios admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola”, o en su ausencia el que lo reemplace. Los análisis de laboratorio y los muestreos deben realizarse de acuerdo con la normatividad vigente (Normas NTC-ISO 5667).

Los análisis de laboratorio realizados al agua de la quebrada Montenegro, fueron realizados en el laboratorio ServiAnalitica Profesional SAS, y son reportados a continuación:

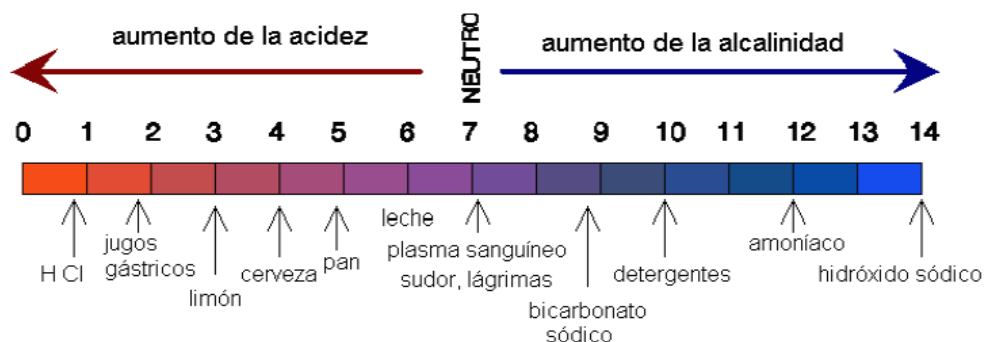
Tabla No 5.

Resultado de las pruebas realizadas a la fuente quebrada Montenegro

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO
Potencia de hidrogeno	pH	7,37
Turbiedad	UNT	0,36
Color	UPC	2
Alcalinidad	mg/L	88
Dureza total	mg/L	97
Nitratos	mg/L	7,48
Nitritos	mg/L	0,03
Sulfatos	mg/L	23
Hierro total	mg/L	0,02
DQO	μ S/cm	146
DBO5	mg/L	0,9
Oxígeno disuelto	mg/L	7,6
Coliformes totales	UFC/100m l	1100
Coliformes fecales	UFC/100m l	1100
Aerobios mesofilos	UFC/100m l	1100

Fuente: ServiAnalitica Profesional SAS

POTENCIAL DE HIDROGENO: Se define el valor pH, como la medida de la concentración de los iones hidrógeno. Nos mide la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 6 y 8.



Grafica No 2 Niveles de acidez y alcalinidad

Fuente: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico (R.A.S.)

Los análisis hechos a la fuente de abastecimiento muestra que este se encuentra en niveles óptimos 7,37 pH, al comparar estos resultados con los valores de la gráfica No 2 indica que este parámetro está dentro del nivel de fuente aceptable estipulado por el R.A.S.

COLOR: Se produce debido a compuestos orgánicos en estado coloidal muy finos y a inorgánicos en solución. El color ocasiona una apariencia desagradable, siendo causante en un medio adecuado para el crecimiento de algas (teoría de la purificación del agua). El R.A.S estipula un valor límite para el color, el numeral C.7.3.2.1 dice textualmente “para el uso de la tecnología FIME la fuente debe presentar un color por debajo de 30 (UPC)”. En los análisis realizados el color presenta un valor de 2 UPC cumpliendo con lo estipulado por el R.A.S.

ALCALINIDAD: La alcalinidad es la capacidad del agua a neutralizar los ácidos. Es la concentración de álcalis solubles en la solución. Los bicarbonatos disueltos, tales como el

bicarbonato de calcio ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$), de sodio (NaHCO_3) y de magnesio ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$); los carbonatos, tales como el de calcio (CaCO_3) son los álcalis que contribuyen a la alcalinidad de las aguas de riego. Los hidróxidos disueltos contribuyen muy poco en la mayoría de los casos, de la misma manera que el amonio, boratos, bases orgánicas, fosfatos y silicatos.

El valor de la alcalinidad para el agua de riego no ha sido establecido ya que depende directamente de la situación presentada, Sin embargo, podemos decir que un buen margen de alcalinidad del agua de riego está entre 60 y 100 ppm de bicarbonatos.

El agua en estudio muestra un valor de 88 mg/l, por lo tanto se considera que esta en un buen rango para neutralizar los ácidos que puedan existir en dicha agua.

DUREZA TOTAL: El término dureza se refiere al contenido total de iones alcalinotérreos que hay en el agua. Como la concentración de Ca^{2+} y Mg^{2+} es, normalmente, mucho mayor que la del resto de iones alcalinotérreos, la dureza es prácticamente igual a la suma de las concentraciones de estos dos iones.

La dureza, por lo general, se expresa como el número equivalente de miligramos de carbonato de calcio (CaCO_3) por litro. Es decir, si la concentración total de Ca^{2+} y Mg^{2+} es 1 mM, se dice que la dureza es 100 mg /L de CaCO_3 (= 1 mM de CaCO_3).

Tabla No 6.

Interpretación de la dureza

Dureza como CaCO₃	Interpretación
0-75	agua suave
75-150	agua poco dura
150-300	agua dura
> 300	agua muy dura

Fuente. <http://arturobola.tripod.com/dureza.htm>

En este caso específico tenemos una dureza de 97 mg /L por lo tanto se considera un agua poco dura, con lo cual se puede establecer que el agua dura es beneficiosa en riego porque los iones alcalinotérreos tienden a flocular (formar agregados) con las partículas coloidales del suelo y, como consecuencia, aumenta la permeabilidad del suelo al agua.

NITRATOS: Los nitratos se encuentran distribuidos en la litosfera en forma de sales sódicas y potásicas. Las concentraciones de los nitratos en aguas superficiales se deben a diferentes orígenes, se libera cuando la materia orgánica se descompone por las bacterias del suelo y por disolución de rocas y de efluentes industriales. Por otro lado, la principal fuente de nitratos es la agricultura, donde se utilizan como componente de abonos y fertilizantes nitrogenados.

La presencia natural de nitratos y nitritos en el medio ambiente es una consecuencia del ciclo del nitrógeno, por lo tanto las alteraciones de este ciclo por causas antropogénicas o naturales,

tendrán como resultado una modificación en la presencia y concentración de dichos iones en el ambiente.

En la quebrada Montenegro se cuenta con 7,48 mg/l de NO_3 , Los niveles de nitrato, tienen valores relativamente bajos y el agua no presenta problemas para ser utilizada como agua de riego.

SULFATOS: El sulfato, en general no está regulado en la normativa internacional sobre calidad de aguas para riego. El sulfato contribuye a la salinidad del agua de riego junto con Na, Ca, Mg, Cl y HCO_3 . Además, el sulfato contribuye a la conductividad y sólidos disueltos del agua, parámetros de calidad de aguas que si están regulados en la normativa internacional. Dado lo anterior no se dará mayor importancia al resultado de contenido de sulfatos que existe en la quebrada Montenegro.

HIERRO: Es un catión muy importante desde el punto de vista de contaminación, aparece en dos formas: ion ferroso, Fe^{++} , o más oxidado como ión férrico, Fe^{+++} . La estabilidad y aparición en una forma u otra depende del pH, condiciones oxidantes o reductoras, composición de la solución, etc. Afecta a la potabilidad de las aguas y es un inconveniente en los procesos industriales por provocar incrustaciones.

Los sedimentos de hierro son de color ocre y se pueden producir a partir de una concentración de 0,1 ppm. Por lo tanto en la quebrada Montenegro no habrá ningún riesgo

debido al contenido de hierro, ya que este es de 0,02 ppm mucho menor al necesario para producir efectos nocivos.

DBO5: Para analizar la DBO se realizó la pruebas a la fuente de abastecimiento, la quebrada obtuvo un valor de 0,9(mg/L), este valor al ser comparado con lo estimado por el R.A.S queda situado dentro del parámetro de “fuente aceptable”.

COLIFORMES TOTALES: Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por tanto, su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura. Los resultados obtenidos en los análisis de 1100 UFC/100ml nos muestra una carga contaminante admisible, según los valores admisibles estipulados en el decreto 1594 del 1984 - Artículo 40 – Parágrafo 1- donde se estipula que los Coliformes totales no deberá exceder de 5.000 cuando se use el recurso para riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto.

COLIFORMES FECALES: Los coliformes fecales se denominan termotolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas. Esta es la característica que diferencia a coliformes totales y fecales. La capacidad de los coliformes fecales de reproducirse fuera del intestino de los animales homeotérmicos es favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH, humedad etc. En los análisis que se obtuvieron de la fuente,

esta muestra valores de contenido de Coliformes de 1100 UFC/100ml lo que indica un contenido que no es riesgoso para el riego de cultivos.

Después de analizar las pruebas se puede apreciar que la fuente de abastecimiento cumple ciertamente con los criterios admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola.

4.6.3 Captación. Se encuentra un sistema de captación con rejilla de fondo de un metro de longitud por treinta centímetros de ancho (1.0 m x 0.30 m). En el centro del cauce se encuentra ubicada la rejilla de hierro, conformada por 50 varillas de $\Phi \frac{1}{2}$ " en dirección a la corriente, la estabilidad de la captación es buena así como las condiciones de las estructuras en concreto.

La estructura cuenta con una cámara de recolección, vertedero de excesos, válvula de compuerta y tapa metálica de acceso a la caja. En la foto No 2 se puede observar la captación existente ubicada en la quebrada Montenegro.

Dimensiones rejilla de fondo

Ancho total = 0.30 m

Largo total = 1.00 m

Capacidad de la rejilla

$$Q = K \times A_r \times V$$

Q = Caudal que pasa a través de la rejilla

K = Factor de reducción = 0.9

$A_r = \text{Área real de la rejilla} = (a / (a + b)) \times A \times L$

$a = \text{Separación entre varillas} = (1.0 - 50 \times 0.0254 \times \frac{1}{2}) / 51 = 0.0072 \text{ m}$

$b = \text{Diámetro de las varillas} = \text{Ø}1/2'' = 0.0127 \text{ m}$

$A_r = \text{Área real de la rejilla} = (0.0072 / (0.0072 + 0.0127)) \times 0.30 \times 1.0 = 0.11 \text{ m}^2$

$V = \text{Velocidad de paso a través de los orificios} = 0.15 \text{ m/seg. (Asumida)}$

$Q = 0.9 \times 0.11 \times 0.15$

$Q = 0.01465 \text{ m}^3/\text{seg} = 14.65 \text{ lts/seg}$



Foto No 2 Captación existente quebrada Montenegro.

Fuente: Autores de la investigación.

4.6.4 Aducción Captación – Desarenador. De la captación sale una tubería en PVC de Ø4'' de diámetro hasta el desarenador con una longitud de 9.3 m. La tubería parte de la cámara de

recolección y no se encuentra protegida. Ver foto No 3 y No 4. El 80% de la tubería se encuentra en buenas condiciones.



Foto No 3 Línea de aducción actual captación - desarenador.

Fuente: Autores de la investigación.

La capacidad hidráulica de la línea de aducción captación – desarenador está dada por:

Cota clave salida captación = 1664.80 m

Cota clave llegada desarenador = 1664.10 m

Longitud = 9.3 m

Tubería $\varnothing = 4''$

Pendiente Hidráulica = $(1664.80 - 1664.10) / 9.3 = 0.07526$ m/m

Coefficiente de rugosidad de Manning $n = 0.009$

Evaluando como conducto a flujo libre

Fórmula aplicada = Manning

Para el diámetro nominal de 4''

Diámetro externo = 114,30 mm

Espesor de la pared del tubo = 5,44 mm

Diámetro interno real = $114,30 - 5,44 \times 2 = 103,42$ mm

$$Q = (1/N) \times (D/4)^{2/3} \times S^{1/2} \times (\pi \times D^2 / 4)$$

$$Q = (1/0.009) \times (0.10342/4)^{2/3} \times (0.07526)^{1/2} \times (\pi \times (0.10342)^2 / 4)$$

$$Q = 2.665 \text{ m/seg} \times 0.0084 \text{ m}^2$$

$$Q = 0.02238 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 22.38 \text{ lts/seg}$$

La capacidad de transporte de la tubería que parte desde la captación hasta el desarenador es de

22.38 lts/seg.



Foto No 4 Línea de aducción llegada al desarenador.

Fuente: Autores de la investigación

4.6.5 Desarenador. El desarenador está construido en concreto de dimensiones 2.50m x 1.80m x 1,50m, sobre la margen izquierda aguas abajo de la captación, es de tipo convencional, estructuralmente se encuentra en buen estado. El desarenador consta de cámara de aquietamiento, vertedero de excesos, pantalla deflectora, zona de sedimentación, vertedero de salida, compuerta lateral para lavado. En la foto No 5 se puede apreciar el desarenador actual cerca de la captación.



Foto No 5 Vista general del desarenador

Fuente: Autores de la investigación.

Capacidad hidráulica

Cota corona muros = 1655.70 m

Cota clave entrada tubería = 1655.40 m

Ancho útil = $2.00 - 2 \times 0.30 = 1.4$ m

Largo útil = 2.20 m

Profundidad útil = 1.20 m

Cota clave tubería de salida = 1655.00 m

Carga hidráulica superficial para el tanque del desarenador

$$q = Q / A_s$$

q = Carga hidráulica superficial comprendida entre 15 – 80 ($m^3/m^2/día$)

Q = Capacidad hidráulica del desarenador (m³/seg)

A_s = Área superficial del tanque (m²)

Para

q = Carga hidráulica superficial = 15 m³/m²/día

Q mínimo = 15 x (2.20 x 1.40) = 46.2 m³/día = 0.000534722 m³/seg

Para

q = Carga hidráulica superficial = 80 m³/m²/día

Q máximo = 80 x (2.20 x 1.40) = 246.4 m³/día = 0.00285185 m³/seg

Velocidad de sedimentación

Según fórmula de Stokes:

$$V_s = (g/18) ((P_s - P) / \mu) \times d^2$$

V_s = Velocidad de sedimentación de las partículas en cm/seg

g = Aceleración de la gravedad = 981 cm/seg²

P_s = Peso específico de la partícula a remover, arena = 2.65 gr/cm³

P = Peso específico del agua = 1 gr/cm³

μ = Viscosidad del agua a la temperatura en que se encuentra

$\mu_{18^\circ\text{C}}$ = 0.01059 cm²/seg

d = Diámetro de la partícula a remover = 0.005 cm

$$V_s = (981/18) ((2.65-1.00) / 0.01059) \times (0.005)^2$$

$$V_s = 0.212 \text{ cm/seg} = 2.12 \text{ mm/seg}$$

Número de Reynolds

$$Re = V_s \times d / \mu$$

$$Re = 0.212 \times 0.005 / 0.01059 = 0.1 < 1.0 \text{ flujo laminar}$$

Período de retención

$$T = H / V_s$$

T = Tiempo que demora la partícula en tocar fondo (seg.)

H = Profundidad útil del desarenador = 1.20 m

V_s = Velocidad de sedimentación = 2.12 mm/seg

$$T = 1200 \text{ mm} / 2.12 \text{ mm/seg.} = 566.037 \text{ seg.}$$

Según el libro sobre abastecimiento de Aguas Flinn – Weston y Bogert, la relación entre el período de retención (θ) y el tiempo que demora la partícula en tocar fondo (t), en condiciones de depósitos con deflectores deficientes y esperando una remoción del 75% de las partículas es:

$$\theta / T = 3.00$$

$$\theta = 3.00 \times T$$

$$\theta = 3.00 \times 566.037 \text{ seg.}$$

$$\theta = 1698.11 \text{ seg.} = 28.30 \text{ min.}$$

Caudal de diseño

$$Q = C / \Theta$$

Q = Caudal de diseño (m³/seg)

C = Capacidad del desarenador = 1.20 x 1.40 x 2.20 = 3.696 m³

Para

Θ = Período de retención = 1698.11 seg. = 28.30 min.

$Q = 3.696 / 1698.11 = 0.002176 \text{ m}^3/\text{seg} = 2.18 \text{ lts}/\text{seg}$

$0.000534722 \text{ m}^3/\text{seg} < 0.002176 < 0.00285185 \text{ m}^3/\text{seg}$

Carga hidráulica superficial

$$q = Q / A_s$$

q = Carga hidráulica superficial comprendida entre 15 – 80 (m³/m²/día)

Q = Capacidad hidráulica del desarenador (m³/seg)

A_s = Área superficial del tanque (m²)

$q = (2.18 \text{ lts}/\text{seg} / 1000) \times 86400 / (2.20\text{m} \times 1.40\text{m}) = 61.15 \text{ (m}^3/\text{m}^2/\text{día)}$

$15 < 61.15 < 80 \text{ (m}^3/\text{m}^2/\text{día)}$

Velocidad horizontal

$$V_h = V_o \times L / H$$

V_h = Velocidad horizontal en cm /seg

$$V_o = \text{Carga hidráulica superficial} = 61.15 / 86400 = 0.00070779 \text{ m/seg}$$

$$L = \text{Largo útil del desarenador} = 2.20 \text{ m}$$

$$H = \text{Profundidad efectiva del desarenador} = 1.20 \text{ m}$$

$$V_h = 0.00070779 \text{ m/seg} \times 2.20 \text{ m} \times 100 / 1.20 \text{ m} = 0.129 \text{ cm/seg}$$

Velocidad horizontal máxima

$$V_{h\text{máx}} = 20 \times V_s$$

$$V_{h\text{máx}} = \text{Velocidad horizontal máxima en cm/seg}$$

$$V_s = \text{Velocidad de sedimentación de las partículas en cm/seg}$$

$$V_{h\text{máx}} = 20 \times 0.212 \text{ cm/seg} = 4.24 \text{ cm/seg}$$

Velocidad de resuspensión máxima

$$V_r = \sqrt{(8kxgx(P_s - P)xd/f)}$$

$$V_r = \text{Velocidad de resuspensión máxima en cm/seg}$$

$$k = \text{Parámetro de sedimentación de arenas} = 0.04$$

$$f = \text{Parámetro de sedimentación por acción de la gravedad} = 0.03$$

$$g = \text{Aceleración de la gravedad} = 981 \text{ cm/seg}^2$$

$$P_s = \text{Peso específico de la partícula a remover, arena} = 2.65 \text{ gr/cm}^3$$

P = Peso específico del agua = 1 gr/cm³

d = Diámetro de la partícula a remover = 0.005 cm

$$V_r = \sqrt{(8 \times 0.04 \times 981 \times (2.65 - 1.0) \times 0.005 / 0.03)}$$

$$V_r = 9.29 \text{ cm/seg}$$

Cuadro No 1 Información espacial y características técnicas generales de las estructuras de Capitación, desarenador y el tanque de almacenamiento.

<i>INFORMACION ESPACIAL</i>				<i>DESCRIPCION DE LA INFRAESTRUCTURA</i>
<i>NOMBRE</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>ALTURA (m)</i>	
<i>BOCATOMA</i>	1068218.94	1420464.49	1665	REJILLA DE FONDO, DE UN 1 METRO DE LARGO X 30CM DE ANCHO, TUBERIA DE 4" HASTA EL DESARENADOR
<i>DESARENADOR</i>	1068228.23	1420463.75	1663.2	CONSTRUCCION EN CONCRETO, 2.50M X 1.80M X 1.50M
<i>ALMACENAMIENTO</i>	1071764.03	1421184	1560	CONSTRUCCION EN CONCRETO, 7,50M X 7,50M X 3,60M, DISTRIBUCION POR GRAVEDAD

Fuente: Autores de la investigación

Cuadro No 2 Información espacial de las coordenadas iniciales, media y finales de la tubería de aducción desarenador – tanque de almacenamiento.

NOMBRE	LONGITUD		COORDENADAS PUNTO INICIAL		COORDENADAS PUNTO MEDIO		COORDENADAS PUNTO FINAL	
	LONGITUD EN MTRS	LONGITUD EN KM	COORDENADA DA X	COORDENADA DA Y	COORDENADA DA X	COORDENADA DA Y	COORDENADA DA X	COORDENADA DA Y
TUBERIA DE ADUCCION PRINCIPAL	4512.6560	4.512656	1068218.319	1420465.004	1069946.169	1421253.921	1071761.08	1421188.524

Fuente: Autores de la investigación

4.6.5 Aducción Desarenador – Tanque de almacenamiento. Desde el desarenador hasta el tanque de almacenamiento, parte como línea de aducción una tubería de Ø4" alternada en hierro y PVC. Ver figura No 12, la cual permite ver de forma clara la localización de la bocatoma, el desarenador, la tubería de aducción y el tanque de almacenamiento. En general las siguientes son las características de la línea de aducción desarenador – tanque de almacenamiento:

A la fecha el distrito presenta problemas principalmente por la línea de aducción desarenador – tanque de almacenamiento la cual fue comprada en gran parte de material de hierro y durante la construcción del sistema de riego, esta fue enterrada en varios tramos del trayecto haciendo que se deteriorara mucho más rápido, presentando daños considerables. (Ver foto No. 12)

Durante el trayecto también se evidencio la falta de válvulas de ventosas y de purga, elementos básicos para garantizar el funcionamiento de la línea de aducción. La línea cuenta con algunas ventosas y purgas que se encuentran en mal estado (Ver fotos No. 9 y No. 10) y no son aptas para el correcto funcionamiento del sistema, por lo cual deben cambiarse. El número de ventosas y purgas debe ser incrementado de acuerdo a consideraciones de diseño.

De las cajas de válvulas de ventosas existen varias que están en muy mal estado y que deben construirse nuevamente.

Algunos pasos elevados que sostienen la tubería están deteriorados y han provocado la inestabilidad de la línea de aducción desarenador – tanque de almacenamiento en algunos tramos. (Ver foto No. 11)

Existen tramos de tubería en PVC que están a cielo abierto sometidas a la acción de la intemperie, estos tramos deben protegerse con pintura para aumentar su vida útil y evitar su deterioro. (Ver foto No. 7).

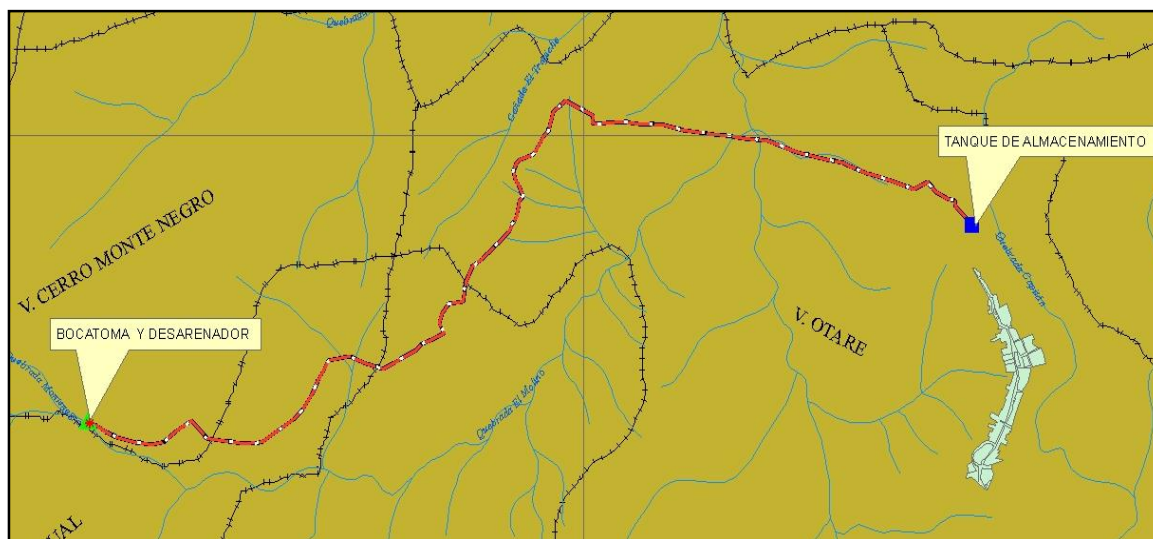


Figura No 12 Localización de la línea de aducción desarenador – tanque de almacenamiento.

Fuente: Autores de la investigación

Una vez en campo se realizó un recorrido con una antena GPS tipo garmin para el levantamiento de la información espacial y una descripción de los daños encontrados en la línea, los cuales se consignaron en una base de datos y se referenciaron sobre un mapa a lo largo de la ruta de la tubería de aducción desarenador – tanque de almacenamiento, la cual es la más deteriorada del sistema.



Foto No 6 Tubería de aducción desarenador – tanque de almacenamiento existente.

Fuente: Autores de la investigación

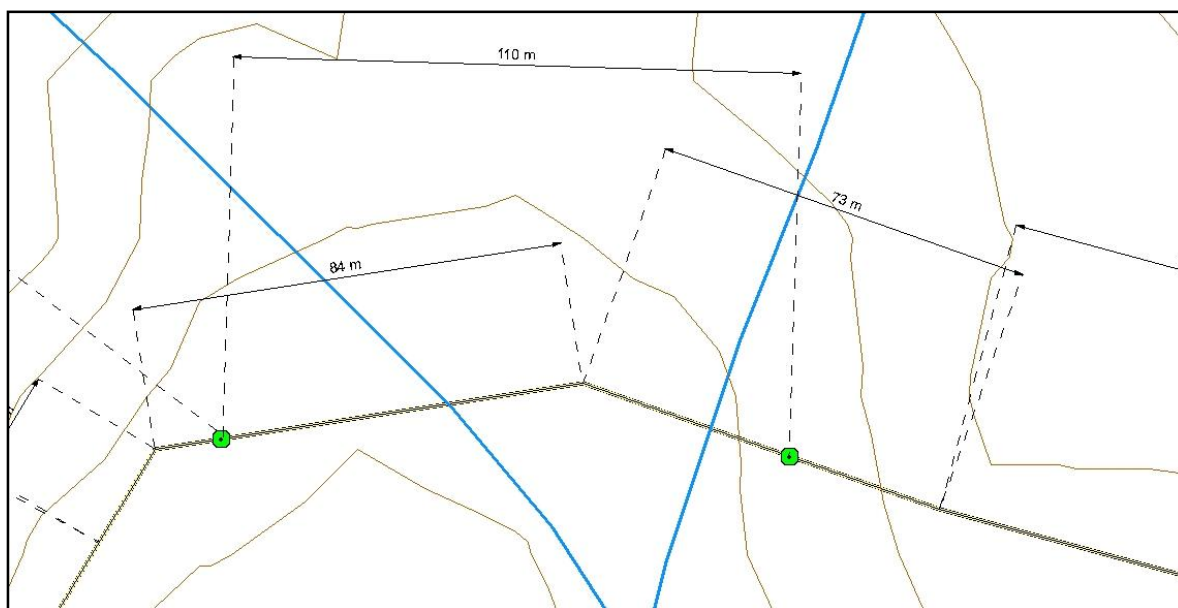


Figura No 13 Digitalización, acotamiento y referencia de los puntos geográficos donde se localizaron anomalías hidráulicas y estructurales en la tubería principal de aducción.

Fuente: Autores de la investigación

Como resultado del recorrido se identificaron y se referenciaron un total de 11 puntos críticos los cuales requieren de una intervención urgente para la rehabilitación del Minidistrito de Riego. En la siguiente base de datos se encuentran discriminados estos puntos críticos con sus datos geográficos de localización a lo largo de la tubería de aducción desde el desarenador hasta el tanque de almacenamiento.

Cuadro No 3

Relación de daños y anomalías en la tubería de Aducción desarenador – tanque de almacenamiento.

RELACION DE LOS DAÑOS O ANOMALIAS ENCONTRADAS EN TODO EL TRAYECTO DE LA TUBERIA DE CONDUCCION DESDE LA BOCATOMA DE CAPATCION HASTA EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO				
NOMBRE	COORDENADA X	COORDENADA Y	DESCRIPCION DEL DAÑO	DIATANCIA DESDE LA BOCATOMA (m)
PASO ELEVADO	1068814.72	1420395.575	PRESENTA DETERIORO EN LAS COLUMNAS DE APOYO A LA TUBERIA	600
PASO ELEVADO	1069142.978	1420624.513	PRESENTA DETERIORO EN LAS COLUMNAS DE APOYO A LA TUBERIA	1000
PASO ELEVADO	1069197.003	1420695.44	PRESENTA DETERIORO EN LAS COLUMNAS DE APOYO A LA TUBERIA	1090
PASO ELEVADO	1069307.412	1420691.962	LAS BASES DE CIMENTACION SE ENCUENTRAN DESPLAZADAS	1200
PASO ELEVADO	1069148.09	1420633.159	Desplazamiento de las bases de cimentacion- Filtracion grave de la tubería	1010
PASO ELEVADO	1069355.39	1420676.576	En este punto La tubería presenta curvamiento	1250
PASO ELEVADO	1069915.661	1421173.55	Desplazamiento de las bases de cimentacion- Existente realizada por la comunidad	2000
PASO ELEVADO	1069939.005	1421216.961	Desplazamiento de las bases de cimentacion- Existente realizada por la comunidad	2050
PASO ELEVADO	1069950.436	1421316.405	Desplazamiento de las bases de cimentacion- Existente realizada por la comunidad	2150
TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO	1071703.468	1421248.568	Presenta corrosion galvanica- Se encuentra descubierta	4000
PASO ELEVADO	1071733.162	1421221.389	Presenta corrosion galvanica- Columnas de apoyo deterioradas	4040

Fuente: Autores de la investigación

A continuación se presenta un mapa con la localización exacta de los puntos críticos localizados en el minidistrito, también se puede visualizar el levantamiento de puntos con antena GPS durante el recorrido que realiza la tubería principal hasta el tanque de almacenamiento en el centro poblado del corregimiento de Otaré, la salida grafica se trabajó a una escala 1:5000.

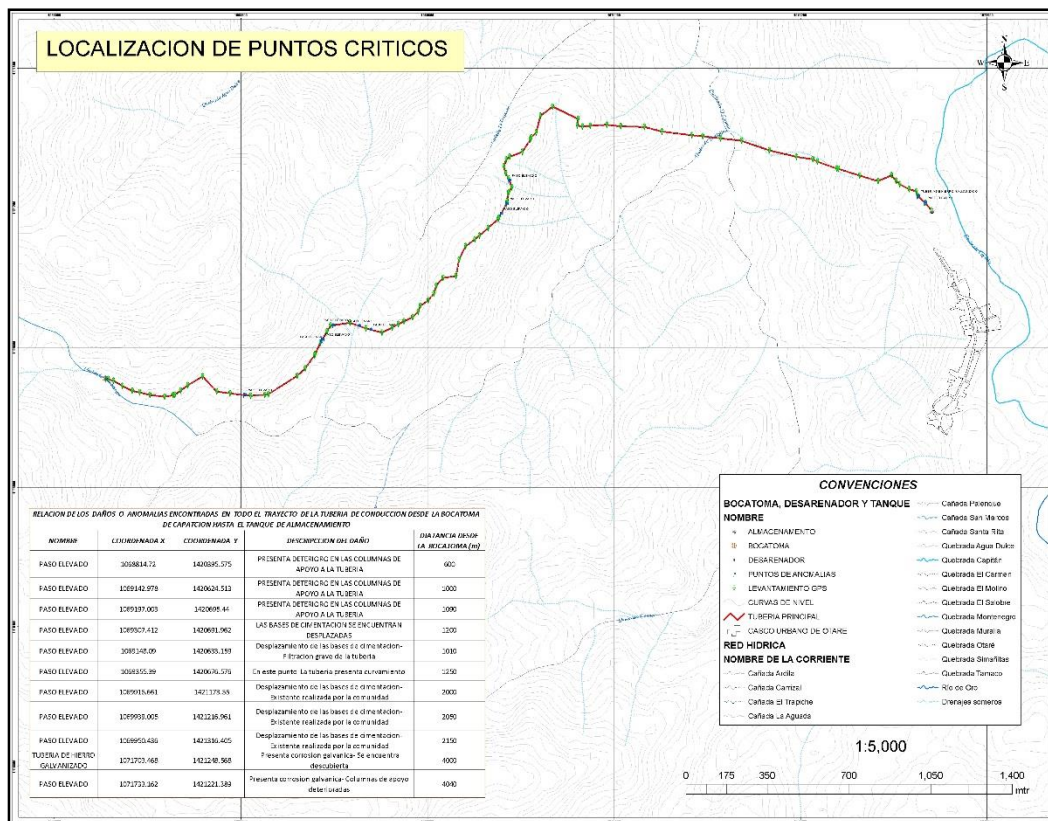


Figura No 14 Mapa de la localización geográfica de los puntos críticos que presentan algún tipo de anomalía técnica.

Fuente: Autores de la investigación

Foto No 7 Tubería desacoplada con fuga



Fuente: Autores de la investigación.

Foto No 8 Tubería presenta curvamiento



Fuente: Autores de la investigación.

Foto No 9 Ventosa en mal estado



Fuente: Autores de la investigación.

Foto No 10 Paso elevado en mal estado



Fuente: Autores de la investigación.

Foto No 11 Ventosa no convencional



Fuente: Autores de la investigación.

Foto No 12 Corrosión tubería de hierro



Fuente: Autores de la investigación.

Evaluación hidráulica como conducto a presión

Cota clave salida desarenador = 1664 m

Cota clave llegada tanque de almacenamiento = 1566,5 m

Presión de llegada = 5,00 m

Longitud tubería Ø4" en PVC = 2717 m

Longitud tubería Ø4" en HIERRO = 1795 m

Tramo de tubería Ø = 4"

Carga hidráulica disponible = $1664 - 1566,5 - 5 = 92,5$ m

Fórmula aplicada = Hazen Williams

Coficiente de rugosidad de Hazen PVC C= 150

Coficiente de rugosidad de Hazen HIERRO > 20 años C = 90

$$H = H1 + H2$$

$$H = J1 \times L1 + J2 \times L2$$

$$J1 = (Q / (0.2785 \times C \text{ PVC} \times D4^{2.63}))^{1/0.54}$$

$$J2 = (Q / (0.2785 \times C \text{ hierro} \times D4^{2.63}))^{1/0.54}$$

Para el diámetro nominal de 4'' PVC

Diámetro externo = 114,30 mm

Espesor de la pared del tubo = 5,44 mm

Diámetro interno real = $114,30 - 5,44 \times 2 = 103,42$ mm

Para el diámetro nominal de 4'' HIERRO

Diámetro externo = 114,30 mm

Espesor de la pared del tubo = 6,02 mm

Diámetro interno real = $114,30 - 6,02 \times 2 = 102,26$ mm

$$H = H1 + H2$$

$$92,5 = (Q / (0.2785 \times 150 \times (0.10342)^{2.63}))^{1/0.54} \times 2717 + (Q / (0.2785 \times 90 \times$$

$$(0.10226)^{2.63})^{1/0.54} \times 1795$$

$$Q = 0,00989 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 9,89 \text{ lts/seg.} \quad \text{Máximo caudal que puede transportar.}$$

Q máximo de transporte con presión de llegada (5m) = 9,89 lts/seg.

4.6.6 Tanque de almacenamiento. Al final de la línea de aducción se encuentra un tanque de almacenamiento construido con concreto reforzado. Este se encuentra ubicado cerca al caserío del corregimiento y el estado actual de la estructura es bueno. La tubería que alimenta la red inicia en Ø4".

A continuación se encuentra la caja de válvula, que tiene incluso la misma profundidad de los tanques. Allí se encuentran la válvula de la tubería de salida hacia la red en Ø4".

Es de resaltar que el tanque se encuentra ubicado en un sitio favorable y óptimo para la distribución de la red, lo que asegura las presiones necesarias por los usuarios.



Foto No 13 Tanque de almacenamiento

Fuente: Autores de la investigación.

El tanque presenta las siguientes características:

TANQUE

Cota tapa = 1566,65 m

Cota clave tubería Ø4" entrada tanque = 1566,5 m

Cota nivel de aguas promedio = 1566,2 m

Cota fondo tanque = 1562,9 m

Cota clave tuberías de salida = 1563,0 m

Ancho total = 8,0 m

Ancho útil = 7,5 m

Largo total = 8,0 m

Largo útil = 7,5 m

Altura útil = 3,3 m

Altura útil máxima = 3,5 m

Volumen útil = 185,6 m³

Volumen útil máximo = 196,9 m³

El tanque además cuentan con:

Tapa de acceso cuadrada de 60cm x 60cm

Respiraderos, en tubería galvanizada de 3"

Escalones acceso tanque

Escalones acceso interior

Caja de válvulas

La tubería de salida hacia la red de distribución cuenta con su respectiva válvula en Ø4".

4.6.7 Capacidad instalada vs demanda. Teniendo en cuenta la evaluación del Minidistrito de Riego existente que se realizó con base a la información de los documentos y los planos suministrados por las diferentes entidades regionales, y corroborada con visitas a campo por los autores del presente proyecto, se determinó la capacidad instalada para cada uno de los componentes y se comparó con la demanda actual estimada para los cultivos de la región, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla No 5.

Evaluación capacidad instalada vs demanda

COMPONENTE	UND	CAPACIDAD INSTALADA	DEMANDA
Fuente de abastecimiento	L/s	6.25	6.0
Captación rejillas	L/s	14.65	6.0
Aducción Captación - Desarenador	L/s	22.38	6.0
Desarenador	L/s	2.18	6.0
Aducción Desarenador –	L/s	9.89	6.0

Tanque de almacenamiento			
Tanque de almacenamiento	M3	196,9	518,4

Fuente: Autores de la investigación.

Teniendo en cuenta que el Minidistrito de Riego es netamente para uso agrícola y que la demanda se estimó para las 80 Ha de cultivos presentes en la zona en una situación crítica en la que se consideró toda el área cultivable en un mismo periodo de tiempo, la demanda puede variar según el área que cultiven los usuarios del sistema. Además de que el aprovechamiento del caudal para cada usuario dependerá del almacenamiento que se le proporcione al agua aun dentro de su zona de cultivos y así hacer eficiente sus sistemas de riego y el aprovechamiento del recurso.

4.7 Planteamiento y selección de alternativas del minidistrito de riego existente

Al analizar los valores obtenidos de capacidad instalada y compararlos con los valores de caudal requerido por demanda, y considerando el estado en general de la infraestructura existente y la demanda de agua actual, se plantean las siguientes actividades u obras, incluyendo alternativas para optimizar el Minidistrito de Riego del corregimiento de Otaré.

4.7.1 Fuente de abastecimiento. Si bien el caudal mínimo de la fuente es de 6.25 lts/seg, garantiza la demanda de agua de 6.0 lts/seg. Es necesario tomar cuanto antes las medidas de control y seguimiento al estado de la cuenca para evitar su deterioro y antes por el contrario diseñar y ejecutar planes y programas que garanticen la estabilidad del bosque protector en los nacientes aportantes.

No se plantea utilizar otra fuente de abastecimiento como alternativa, considerando que la Quebrada Montenegro, reúne las condiciones para seguir siendo utilizada.

Sin embargo es importante que se adquiriera el terreno de la microcuenca donde se encuentra la captación en la quebrada Montenegro, obtener la concesión de aguas y ejercer mecanismos de control para evitar que el área de la cuenca sea utilizada para otros usos que puedan afectar su estado de conservación y antes por el contrario se debe proteger el bosque protector existente y aumentar con reforestación en donde se requiera.

4.7.2 Captación. La capacidad de la rejilla actualmente instalada es de 14.65 lts/seg, no está limitando la cantidad de agua derivada, por tanto cumple con los requerimientos de la demanda.

Al seguir utilizando la Quebrada Montenegro es también obligatorio seguir utilizando la captación existente a pesar de que no fue construida con todas las especificaciones, pero que está cumpliendo su función y sus condiciones de estabilidad son buenas. Por lo anterior no se recomienda su reposición. De igual manera la rejilla cumple con la demanda de 6.0 lts/seg, por lo tanto no hay necesidad de rediseñarla.

Es necesario realizar las siguientes actividades de mantenimiento preventivo a la infraestructura existente:

Limpiar las rejillas retirando hojas, troncos o cualquier residuo presente.

Lavar y limpiar el tanque recolector para remover los sólidos y la suciedad acumulados en las paredes y en el fondo.

Abrir la válvula de limpieza del tanque recolector y dejar salir los sedimentos acumulados en su interior.

Abrir o cerrar las compuertas, según el caudal de agua que necesite.

Verificar el funcionamiento de las válvulas y lubricarlas, de ser necesario.

4.7.3 Aducción captación – desarenador. La línea de aducción existente entre la captación – desarenador, cuenta con la capacidad de transporte suficiente para atender la demanda de agua, por tanto desde el punto de análisis hidráulico no requieren reposición, pero considerando el trazado de la tubería es necesario protegerla con pintura bituminosa y atracarla en concreto donde sea necesario.

4.7.4 Desarenador. El desarenador existente cumple con las especificaciones exigidas por el R.A.S. de carga superficial, velocidad horizontal y pendiente. La carga hidráulica superficial está en el rango entre $15 < 61.15 < 80$ (m³/m²/día), la $V_{h\text{máx}} > V_h$ (4.24 cm/seg > 0.129 cm/seg) y la pendiente de la placa de fondo es de 5.2% cumpliendo con la norma que establece que ésta debe estar en el rango entre 5% – 8 %. Aunque el desarenador cumple con estos parámetros ya no tiene capacidad para tratar la demanda de 6.0 lts/seg.

Debe diseñarse y construirse un nuevo desarenador con un buen tiempo de retención que permita la sedimentación incluso de partículas muy finas debido a que el paso de partículas en suspensión hacia la línea de aducción desarenador – tanque de almacenamiento es perjudicial por el efecto abrasivo y daño a las paredes interiores del tubo, también porque aumenta las posibilidades de colmatación en su interior y porque el agua debería llegar en condiciones ideales sin partículas en suspensión al tanque de almacenamiento.

Para optimizar el sistema entonces existe la alternativa de diseñar y construir un nuevo desarenador con la capacidad requerida de 6.0 lts/seg.

4.7.5 Aducción desarenador – tanque de almacenamiento. La capacidad de transporte máxima de la línea de aducción desarenador - tanque de almacenamiento es de 9,89 lts/seg, suficiente para atender la demanda. Sin embargo esta línea de aducción presenta graves problemas en todo su recorrido, por lo tanto es necesario proponer algunos cambios a partir de un nuevo diseño evaluando la línea con un trazado más óptimo y proponiendo elementos hidráulicos acordes al diseño.

Es de anotar que se debe reinstalar la tubería de aducción desde el desarenador hasta el tanque de almacenamiento y que con lo correspondiente al diseño se deberán instalar ventosas, purgas, cámaras de quiebre de presión y las protecciones a la tubería donde sea necesario.

4.7.6 Tanque de almacenamiento. La evaluación del sistema de riego actual indicó que el volumen de almacenamiento actual es suficiente para compensar la demanda existente. En

cuanto al estado de las paredes de los mismos debe utilizarse algún producto de impermeabilización para evitar las filtraciones que puedan causar su deterioro, además es necesario cubrirlas para evitar la contaminación del agua.

Se deben lubricar y proteger con pintura anticorrosiva las válvulas de salida y desagüe en el tanque de almacenamiento, ya que las válvulas se deben proteger de la corrosión que presentan.

En base a que el volumen total necesario para almacenamiento según la demanda de 6.0 lts/seg corresponde a los 518.4 m³ se recomienda construir reservorios para almacenar el volumen adicional. El tanque es capaz de compensar la demanda de las 80 Ha de cultivos por 10 Horas, teniendo en cuenta que toda el área esta cultivada, pero consultado a los usuarios del Minidistrito de Riego por los autores del presente proyecto han afirmado que en épocas de daños graves en el sistema, el tanque los ha abastecido hasta el alrededor de dos días.

4.8 Optimización del minidistrito de riego existente

4.8.1 Rediseño del desarenador. Es necesario recordar que existe un desarenador en concreto conformado por algunos de los elementos que exige la norma y que se encuentran en regular estado. Sin embargo al evaluar la capacidad del desarenador ésta es insuficiente para atender la demanda actual y futura. Razón por la cual se recomendó el rediseño del desarenador de tal forma que por tiempo de retención en función del volumen y el caudal de diseño, permita la decantación de partículas de materiales con diámetro inferior al de arena muy fina.

4.8.2 Criterios básicos

Diámetro partícula a sedimentar = 0.05 mm.

Período de retención mínimo = 20 min.

Temperatura del agua = 20 ° C.

Caudal de diseño = 6.0 lts/seg

A continuación se establecen las condiciones de la tubería aducción bocatomá - desarenador puesto que son necesarias en el rediseño del desarenador.

Cota clave salida captación = 1664.80 m

Cota clave llegada desarenador = 1664.10 m

Longitud = 9.3 m

Tubería $\varnothing = 4''$

Coefficiente de rugosidad de Manning $n = 0.009$

Para el diámetro nominal de 3''

Diámetro externo = 114,30 mm

Espesor de la pared del tubo = 5,44 mm

Diámetro interno real = $114,30 - 5,44 \times 2 = 103,42$ mm

Pendiente hidráulica

$$S = (1664.80 - 1664.10) / 9.3 = 0.07526 \text{ m/m}$$

Condiciones a flujo lleno

$$Q_o = 0.312x \frac{D^{8/3} x S^{1/2}}{n}$$

$$Q_o = 0.312x \frac{0.10342^{8/3} x 0.07526^{1/2}}{0.009}$$

$$Q_o = 0.0224 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\frac{Q}{Q_o} = \frac{0.0060}{0.0224}$$

$$\frac{Q}{Q_o} = 0.27$$

$$V_o = \frac{Q_o}{A_o}$$

$$V_o = \frac{0.0224}{\frac{\pi}{4} (0.10342)^2}$$

$$V_o = 2.67 \text{ m/seg}$$

$$R_o = \frac{D}{4}$$

$$R_o = \frac{0.10342}{4}$$

$$R_o = 0.0258 \text{ m}$$

$$\frac{V_r}{V_o} = 0.802$$

$$V_r = 0.802 \times 2.67 \text{ m/seg}$$

$$V_r = 2.14 \text{ m/seg}$$

$$\frac{d}{D} = 0.504$$

$$d = 0.504 \times 0.10342 \text{ m}$$

$$d = 0.05 \text{ m}$$

$$\frac{R}{R_o} = 1.014$$

$$R = 1.014 \times 0.0258 \text{ m}$$

$$R = 0.026 \text{ m}$$

Esfuerzo cortante que permite el arrastre de la mayor parte de materiales

$$T = \zeta \times R \times S$$

$$T = 9810 \times 0.026 \times 0.07526 = 19.2 \text{ N/m}^2$$

Caudal de excesos máximo previsto será de:

$$Q_{\text{excesos}} = Q_{\text{lleno}} - Q_{\text{diseño}}$$

$$Q_{\text{excesos}} = 0.0224 - 0.0060 = 0.0164 \text{ m}^3/\text{seg}$$

1. Velocidad de sedimentación

Fórmula de Stokes:

$$V_s = (g/18) ((P_s - P) / \mu) \times d^2$$

V_s = Velocidad de sedimentación en cm/seg

g = Gravedad = 981 cm/seg²

P_s = Peso específico de la arena = 2.65 gr/cm³

P = Peso específico del agua = 1 gr/cm³

μ = Viscosidad del agua a la temperatura en que se encuentra

$\mu_{20^\circ\text{C}}$ = 0.01007 cm²/seg

d = Diámetro de la partícula a remover = 0.05 mm = 0.005 cm

Tipo = Arena muy fina

$$V_s = (981/18) ((2.65-1.00) / 0.01007) \times (0.005)^2$$

$$V_s = 0.223 \text{ cm/seg} = 2.23 \text{ mm/seg}$$

Número de Reynolds

$$Re = V_s \times d / \mu$$

$$Re = 0.223 \times 0.005 / 0.01007 = 0.11 < 1.0 \text{ flujo laminar}$$

2. **Período de retención:** Suponiendo la profundidad útil de sedimentación, H, igual a 1,5 m, el tiempo que tardaría la partícula de diámetro igual a 0,05 mm en llegar al fondo sería:

$$T = H / V_s$$

T = Tiempo que demora la partícula en tocar fondo (seg.)

H = Profundidad útil de sedimentación = 1.50 m

V_s = Velocidad de sedimentación = 2.23 mm/seg

$$T = 1500 \text{ mm} / 2.23 \text{ mm/seg.} = 672.65 \text{ seg.}$$

Según el libro elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, R.A. López, la relación entre el periodo de retención (θ) y el tiempo que demora la partícula en tocar fondo (T), en condiciones de depósitos con deflectores buenos y esperando una remoción del 87,5% de las partículas es:

$$\frac{\theta}{T} = 2.75$$

El periodo de retención hidráulico será de:

$$\theta = 2.75 \times 672.65$$

$$\theta = 1849.78 \text{ seg}$$

$$\theta = 0.51 \text{ horas } (0,5hr \leq \theta \leq 4hr)$$

3. **Chequeo de otras condiciones:**

Volumen del tanque

$$V = \theta \times Q$$

$$V = 1849.78 \text{ seg} \times 6.0 \text{ lts/seg}$$

$$V = 11098.68 \text{ lts} = 11.10 \text{ m}^3$$

Área superficial del tanque

$$A_s = V / H$$

$$A_s = 11.10 \text{ m}^3 / 1.50 \text{ m}$$

$$A_s = 7.40 \text{ m}^2$$

Dimensiones del tanque para una relación L: B = 4:1

$$B = \sqrt{\frac{A_s}{4}}$$

$$B = \sqrt{\frac{7.40}{4}}$$

$$B = 1.50 \text{ m}$$

$$L = 4 \times B$$

$$L = 4 \times 1.50 \text{ m} = 6 \text{ m}$$

Carga hidráulica superficial para el tanque

$$q = Q / A_s$$

q = Carga hidráulica superficial comprendida entre 15 – 80 (m³/m²/día)

Q = Capacidad hidráulica del desarenador (m³/seg)

A_s = Área superficial del tanque (m²)

$$q = \frac{6.0 \text{ lts/seg}}{6\text{m} \times 1.5\text{m}} \times \frac{1\text{m}^3}{1000 \text{ lts}} \times \frac{86400 \text{ seg}}{1 \text{ dia}}$$

$$q = 57.6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia} \quad 15 \leq 57.6 \leq 80 \text{ (m}^3/\text{m}^2/\text{dia)}$$

Cumple con las especificaciones de carga superficial exigidas por el R.A.S. $15 < q < 80$ (m³/m²/día).

La carga hidráulica superficial es igual a la velocidad de sedimentación de la partícula crítica en condiciones teóricas, V_o , la cual debe corresponder a la de un diámetro menor:

$$V_o = q$$

$$V_o = 57.6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día} = 0.0667 \text{ cm/seg}$$

$$d_o = \sqrt{\frac{V_o \times 18 \times \mu}{g \times (p_s - p)}}$$

$$d_o = \sqrt{\frac{0.0667 \times 18 \times 0.01007}{981 \times (2.65 - 1)}}$$

$$d_o = 0.0027 \text{ cm} = 0.03 \text{ mm}$$

Relación de tiempos es igual a relación de velocidades

$$\frac{\theta}{t} = \frac{V_s}{V_o}$$

$$\frac{\theta}{t} = \frac{0.223 \text{ cm/seg}}{0.0667 \text{ cm/seg}}$$

$$\frac{\theta}{t} = 3$$

Se removerán partículas hasta un diámetro igual a 0.03 mm. Al tener en cuenta las condiciones reales (flujo no uniforme, corrientes de densidad, cortos circuitos, zonas muertas, velocidad horizontal variable), el diámetro máximo posible de ser removido se aumenta a 0.05 mm.

Velocidad horizontal

$$V_h = \frac{V_o \times L}{H}$$

V_h = Velocidad horizontal en cm /seg

V_o = Carga hidráulica superficial = 0.0667 cm/seg

L = Largo útil del desarenador = 6.00 m

H = Profundidad efectiva del desarenador = 1.50 m

$$V_h = \frac{0.0667 \text{ cm/seg} \times 6.0 \text{ m}}{1.50 \text{ m}}$$

$$V_h = 0.267 \text{ cm/seg}$$

Velocidad horizontal máxima

$$V_{h \max} = 20 \times V_s$$

$V_{h \max}$ = Velocidad horizontal máxima en cm/seg

V_s = Velocidad de sedimentación de las partículas en cm/seg

$$V_{h \max} = 20 \times 0.223 \text{ cm/seg}$$

$$V_{h \max} = 4.46 \text{ cm/seg}$$

$$V_{h \max} > V_h$$

$$4.46 \text{ cm/seg} > 0.267 \text{ cm/seg}$$

Cumple con el parámetro de velocidad horizontal establecida por el reglamento.

Velocidad de resuspensión máxima

$$V_r = \sqrt{\frac{8 \times k \times g \times (p_s - p) \times d}{f}}$$

V_r = Velocidad de resuspensión máxima en cm/seg

k = Parámetro de sedimentación de arenas = 0.04

f = Parámetro de sedimentación por acción de la gravedad = 0.03

g = Aceleración de la gravedad = 981 cm/seg²

p_s = Peso específico de la partícula a remover, arena = 2.65 gr/cm³

P = Peso específico del agua = 1 gr/cm³

d = Diámetro de la partícula a remover = 0.005 cm

$$V_r = \sqrt{\frac{8 \times 0.04 \times 981 \times (2.65 - 1.0) \times 0.005}{0.03}}$$

$V_r = 9.29$ cm/seg

4. Cálculo de los elementos del desarenador:

Vertedero de salida

$$H_v = \left(\frac{Q}{1.84B}\right)^{2/3}$$

H_v = Altura lámina de agua sobre el vertedero en m

Q = Caudal máximo diario en m³/seg

B = Base del desarenador en m

$$H_v = \left(\frac{0.006}{1.84 \times 1.5}\right)^{2/3}$$

$H_v = 0.0168$ m

$$V_v = \frac{Q}{B \times H_v}$$

V_v = Velocidad sobre la cresta del vertedero en m/seg

Q = Caudal máximo diario en m^3/seg

H_v = Altura lámina de agua sobre el vertedero en m

B = Base del desarenador en m

$$V_v = \frac{0.006}{1.5 \times 0.0168}$$

$$V_v = 0.238 \text{ m/s}$$

Ecuación del alcance horizontal

$$X_s = 0.36 \times (V_v)^{2/3} + 0.60 \times (H_v)^{4/7}$$

$$X_s = 0.36 \times (0.238)^{2/3} + 0.60 \times (0.0168)^{4/7}$$

$$X_s = 0.20 \text{ m}$$

$$L_v = 0.20 + 0.15 \text{ m}$$

$$L_v = 0.35 \text{ m}$$

Pantalla de salida

$$\text{Profundidad} = H/2 = 1.50/2 = 0.75 \text{ m}$$

$$\text{Distancia al vertedero de salida} = 15 \times 0.0168 = 0.25 \text{ m}$$

Pantalla de entrada

$$\text{Profundidad} = H/2 = 1.50/2 = 0.75 \text{ m}$$

$$\text{Distancia a la cámara de aquietamiento} = L/4 = 6/4 = 1.50 \text{ m}$$

Almacenamiento de lodos

$$\text{Relación longitud: Prof. Lodos} = 10$$

$$\text{Profundidad máxima} = L/10 = 6/10 = 0.6 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad mínima adoptada} = 0.0 \text{ m}$$

$$\text{Dist. pto. de salida a la cámara de aquietamiento} = L/3 = 6/3 = 2.0 \text{ m}$$

$$\text{Dist. pto. de salida al vertedero salida} = 2L/3 = 2 \times 6/3 = 4.0 \text{ m}$$

$$\text{Pendiente longitudinal} = (0.60 - 0.0 / 6.0 = 10.0\%$$

Cámara de aquietamiento

$$\text{Profundidad} = H/3 = 1.50/3 = 0.50 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = B/3 = 1.5/3 = 0.50 \text{ m}$$

$$\text{Largo (adoptado)} = 0.60 \text{ m}$$

Rebose de la cámara de aquietamiento

$$Q_{\text{excesos}} = Q_0 - Q$$

$$Q_{\text{excesos}} = 0.0224 - 0.0060 = 0.0164 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$H_e = \left(\frac{Q_{\text{excesos}}}{1.84 L e} \right)^{2/3}$$

$$He = \left(\frac{0.0164}{1.84 \times 0.6} \right)^{2/3}$$

$$He = 0.06 \text{ m}$$

$$Ve = \frac{Q_{excesos}}{He \times Le}$$

$$Ve = \frac{0.0164}{0.06 \times 0.6}$$

$$Ve = 0.45 \text{ m/s}$$

$$Xs = 0.36 \times (Ve)^{\frac{2}{3}} + 0.60 \times (He)^{4/7}$$

$$Xs = 0.36 \times (0.45)^{\frac{2}{3}} + 0.60 \times (0.06)^{4/7}$$

$$Xs = 0.30 \text{ m}$$

$$Lr = 0.30 + 0.10 = 0.40 \text{ m}$$

$$\frac{B - ancho}{2} = 0.50 \text{ m}$$

Se adopta como $Lr = 0.50 \text{ m}$

Perfil hidráulico

El perfil hidráulico se establece para las condiciones de funcionamiento con un módulo que trabaja con el caudal de la demanda hídrica, es decir, un caudal igual a 6.0 L/s.

Se deben tener en consideración las pérdidas por ampliación de secciones y por el paso por debajo de las pantallas.

Pérdidas a la entrada de la cámara de quietamiento

Tomando $K = 0.20$ debido a la disminución de velocidad

$$V_1 = 2.14 \text{ m/seg}$$

$$V_2 = 0.006 / (0.50 \times 0.50) = 0.024 \text{ m/seg}$$

$$hm = k \frac{\Delta V^2}{2g}$$

$$hm = 0.20 \frac{(2.14^2 - 0.024^2)}{2 \times 9.81}$$

$$hm = 0.047 \text{ m}$$

Pérdidas a la entrada de la zona de sedimentación

Tomando $K = 0.10$

$$V_1 = 0.024 \text{ m/seg}$$

$$V_2 = V_h = 0.00267 \text{ m/seg}$$

$$hm = k \frac{\Delta V^2}{2g}$$

$$hm = 0.10 \frac{(0.024^2 - 0.00267^2)}{2 \times 9.81}$$

$$hm = 5.8 \times 10^{-6} \text{ m}$$

Pérdidas por las pantallas inicial y final

Estas se calcularán como un orificio sumergido de grandes dimensiones

Se adopta un coeficiente $C_d = 0.6$

$$Q = C_d A_o \sqrt{2gH}$$

$$A_o = 0.75 \times 1.5 = 1.125 \text{ m}^2$$

$$H = \left(\frac{1}{2 \times g} \right) \times \left(\frac{Q}{0.6 \times A_o} \right)^2$$

$$H = \left(\frac{1}{2 \times 9.81} \right) \times \left(\frac{0.006}{0.6 \times 1.125} \right)^2$$

$$H = 4.03 \times 10^{-6} \text{ m}$$

Cálculo de los diámetros de la tubería de excesos y lavado

Tubería de excesos

Debido a la magnitud de los caudales de la quebrada Montenegro se adopta una tubería de excesos en PVC Ø3".

Tubería de lavado

Se adopta una tubería de lavado en PVC Ø4".

Cálculo de cotas

Cota clave tubería de entrada	= 1664.10 m
Cota de batea de la tubería de entrada	= 1664.10-0.11 =1663.99 m
Cota lámina de agua en tubería de entrada	= 1663.99+0.05 =1664.04 m
Cota lámina de agua en cámara de aquietamiento	= 1664.04-0.047 =1663.993 m
Cota de la cresta del vertedero cámara de aquietamiento	= 1663.993-0.06 =1663.933 m
Cota fondo de la cámara de aquietamiento	= 1663.993-0.50 =1663.493 m
Cota lámina de agua en zona de sedimentación	= 1663.993-0.00 =1663.993 m
Cota de la corona de los muros del desarenador	= 1664.04+0.30 =1664.34 m
Cota inferior de pantallas de entrada y salida	= 1663.993 -0.75 =1663.243 m
Cota del fondo de profundidad útil de sedimentación	= 1663.993 -1.50 =1662.493 m
Cota placa fondo a la entrada y salida del desarenador	= 1662.493-0.50 =1661.993 m
Cota placa fondo en punto de desagüe	= 1662.493-0.60 =1661.893 m
Cota de batea de la tubería de lavado	= 1661.893 m
Cota clave de la tubería de lavado	= 1661.893+0.11 =1662.003 m
Cota cresta del vertedero de salida	= 1663.993-0.0168=1663.976 m
Cota lámina de agua de la cámara de recolección	= 1663.976-0.15 =1663.826 m
Cota de fondo de la cámara de recolección	= 1663.826-0.60 =1663.226 m

4.8.3 Optimización de la línea de aducción desarenador – tanque de almacenamiento.

Desde el sistema de tratamiento primario hasta el tanque de almacenamiento ubicado cerca al casco urbano del corregimiento de Otaré, parte como línea de aducción una tubería en Ø4” en PVC, que luego cambia a material de HIERRO. En la evaluación se determinó que su capacidad máxima era de:

$$Q \text{ transporte máxima} = 9.89 \text{ lts /seg}$$

La capacidad de la tubería de aducción desarenador – tanque de almacenamiento es suficiente para atender la demanda, sin embargo presenta graves problemas en cuanto a su instalación y al material utilizado para la tubería, además de que gran parte de esta se encuentra cristalizada por la acción del sol. Por esta razón los usuarios del minidistrito han socializado en varias ocasiones la problemática que presenta el sistema y han requerido cambiar la línea de aducción desarenador – tanque de almacenamiento, la cual presenta mayor deterioro en todo el sistema. Ante lo expuesto, es necesario plantear la optimización de la misma, partiendo desde la ubicación de las estructuras existentes del desarenador y el tanque de almacenamiento y de la topografía existente de esta línea de aducción.

El total de la línea de aducción funciona a presión dada las condiciones topográficas e hidráulicas, además que es la manera más práctica y económica. Hay diversos métodos y formas de analizar una red a presión teniendo en cuenta modelos matemáticos para el cálculo de las pérdidas, según lo establecido en el literal B.6.4.4.3 del RAS 2000 donde se cita la utilización de

modelos matemáticos como la ecuación de Hazen-Williams, con la debida consideración de los rangos de validez y la exactitud de ella.

Según lo establecido en el literal B.6.4.8.1 del RAS 2000 para la selección del diámetro de la tubería deben analizarse las presiones de trabajo, las velocidades del flujo y las longitudes de la línea de aducción a presión. La elección del diámetro estará basado en un estudio comparativo técnico económico, mediante las técnicas de optimización que hagan que el costo anual sea mínimo.

Si la tubería trabaja a presión, el diámetro nominal mínimo que debe utilizarse es de 50 mm (2 pulgadas Diámetro útil) para el caso de PEAD 63 mm (Diámetro nominal o exterior).

La Velocidad mínima en las tuberías de Aducción o Conducción obedeciendo al literal B.6.4.8.3 el cual dice que teniendo en cuenta que el agua que fluye a través de la tubería de Aducción o Conducción puede contener materiales sólidos en suspensión, debe adoptarse una velocidad mínima en las tuberías. Se recomienda una velocidad mínima de 0.60 m/s, aunque este valor dependerá de las características de auto limpieza, de la calidad del agua y de la magnitud de los fenómenos hidráulicos que ocurran en la tubería.

Es así que para el dimensionamiento preliminar del diámetro de las líneas, se hace uso de la ecuación de Hazen-Williams, debido a la rapidez y facilidad de la misma, de la misma manera de define el RDE preliminar de la tubería a partir de los valores de carga estática siendo $P_{diseño} = 1.3P_{estatica}$.

Las condiciones para la optimización son:

Cota clave salida nuevo desarenador = 1663,5 m

Cota clave llegada tanque de almacenamiento = 1566.5 m

Presión de llegada = 5,00 m

Carga hidráulica disponible = $H = 1663,5 - 1566.5 - 5 = 92$ m

Longitud de la tubería = $L = 4512.65$ m

Pérdida de carga unitaria = $J = H/L = 92 / 4512.65 = 0.02$ m/m

Fórmula aplicada = Hazen Williams

El material de la tubería a utilizar en la línea de aducción desarenador - tanque de almacenamiento es de polietileno de alta densidad (PEAD). Coeficiente de rugosidad de Hazen Williams, $C = 150$.

El caudal a considerar para el diseño es la demanda calculada de 6.0 Lts/seg.

Diámetro de la tubería:

$$D = \left(\frac{Q}{0.2785xCxJ^{0.54}} \right)^{1/2.63}$$

$$D = \left(\frac{0.006}{0.2785x150x(0.02)^{0.54}} \right)^{1/2.63}$$

$$D = 0.0772 \text{ m} = 3.05 \text{ in}$$

Se propone diseñar la línea de aducción desarenador – tanque de almacenamiento con un diámetro de 4” en toda su longitud, lo cual garantiza la demanda en su totalidad y teniendo en cuenta que el sistema actual ha funcionado correctamente y garantizado la demanda de los cultivos de esta región.

Teniendo definido el trazado y el diámetro preliminar, se realiza el modelo hidráulico de todo el sistema, en el Software de modelo Hidráulico Epanet 2.0 (las condiciones del modelo hidráulico se pueden apreciar en las memorias de cálculo hidráulico) donde se definen los parámetros importantes de funcionamiento, tales como caudales transportados, velocidades de flujo, pérdidas y presiones en la red.

Se realiza el respectivo análisis por golpe de ariete, y se verifica si el RDE adoptado cumple para todas las presiones presentes en la red, según lo dispuesto en el literal B.6.4.8.2 de la resolución 1096 del 2000, donde $P_{diseño} = 1.3P_{max}$, siendo la presión máxima $P_{max} = \text{mayor } (P_{estática}; P_{transitante})$.

5. Cálculo de sobre presión por golpe de ariete:

En el dimensionamiento de las líneas a presión debe realizarse siempre un análisis del golpe de ariete, con el fin de verificar que en ninguna de las tuberías que conforman la red se produzcan presiones por encima de las admisibles para los materiales de las tuberías y evitar

así posibles estallidos. Para todos los niveles de complejidad del sistema el análisis hidráulico de golpe de ariete es obligatorio.

El Golpe de Ariete es el causante principal de las averías en tuberías e instalaciones hidráulicas. Al cerrar bruscamente una válvula o un grifo instalado en el extremo de una tubería de cierta longitud, las partículas de agua que quedan detenidas son presionadas por las que vienen avanzando detrás y aún siguen moviéndose. Esto causa una sobrepresión que se desplaza por la tubería a una velocidad un tanto menor que la velocidad del sonido en el agua.

Es importante tener en cuenta el efecto del golpe de ariete ya que este es un aumento de presión considerable que de no tenerse en cuenta puede ocasionar daños a las tuberías.

En las tuberías de aducción que operen por gravedad, el cálculo del golpe de ariete debe ser hecho por el método de las características o por el método de los elementos finitos, utilizando la teoría de columna elástica, siempre que las siguientes condiciones fuesen susceptibles de ocurrir parcial o totalmente:

Separación de la columna en las secciones del perfil de la aducción de cotas más elevadas, en caso de posibles rupturas o durante maniobra de válvulas para operaciones de emergencia.

Necesidad de alivio del tiempo mínimo de cierre de válvula para interrupción del flujo para las condiciones normales y las operaciones de emergencia.

Maniobra de válvula de control de caudal con grandes variaciones de velocidad en el tiempo.

Las presiones internas actuantes exceden los 2/3 de la presión admisible especificada para cada clase de tubería, conexiones y accesorios.

Elevación de la presión en cualquier sección de la tubería, por medios mecánicos elevadores de presión.

Para el cálculo de la sobre presión por golpe de ariete se hace uso de la fórmula de allievi:

$$C = \sqrt{\frac{E_v/\rho}{1 + (E_v/E) * (D/e) * a}}$$

Donde:

C= Celeridad de onda de presión (m/s)

E_v = Modulo de elasticidad volumétrico del agua (2,23E8 kg/m²)

P=densidad del ruido

E= Modulo de elasticidad de Young de la tubería (kg/m²)

D= Diámetro interno del tubo

E= espesor de la pared

A= parámetro adimensional que describe el efecto de la velocidad de onda sobre el tubo

$$C = \sqrt{\frac{E_v/\rho}{1 + (E_v/E) * (D/e) * a}}$$

Cuando el fluido es agua la ecuación se puede resumir (asumiendo que el fluido se presenta a condiciones normales)

$$C = \frac{1480}{\sqrt{1 + (E_v/E) * (D/e) * a}}$$

Así para las tuberías del sistema tenemos:

Tubería PVC RDE 21 de 200 PSI Diámetro de 110mm

Velocidad= 3,52

E= 2,81E+08

D= 103,42 mm

e= 5,44

a= 1

g= 9,806

Tenemos:

$$C = \frac{1480}{\sqrt{1 + \left(\frac{2,23 \times 10^8}{2,81 \times 10^8} \right) * \left(\frac{103,42}{5,44} \right) * 1}}$$

$$C = 368,99$$

$$h_a = \frac{C \cdot V}{g}$$

$$h_a = \frac{368,99 * 3,52}{9,806} = 132,46 \text{ m. c. a}$$

Tubería PEAD PE100/PN16 de 230 PSI RDE 11 Diámetro de 110 mm

Velocidad= 2,15

E= 1,40E+08

D= 90 mm

e= 10

a= 1

Tenemos:

$$C = \frac{1480}{\sqrt{1 + \left(\frac{2,23 \times 10^8}{1,40 \times 10^8} \right) * \left(\frac{90}{10} \right) * 1}}$$

$$C = 377,92$$

$$h_a = \frac{C.V}{g}$$

$$h_a = \frac{377,92 * 2,15}{9,806} = 82,85 \text{ m. c. a}$$

Tubería PEAD PE100/PN16 de 230 PSI RDE 11 Diámetro de 110 mm

Velocidad= 1,11

E= 1,40E+08

D= 90 mm

e= 10

a= 1

Tenemos:

$$C = \frac{1480}{\sqrt{1 + \left(\frac{2,23 \times 10^8}{1,40 \times 10^8} \right) * \left(\frac{90}{10} \right) * 1}}$$

$$C = 377,92$$

$$h_a = \frac{C.V}{g}$$

$$h_a = \frac{377,92 * 1,11}{9,806} = 42,78 \text{ m. c. a}$$

Tubería Hierro Dúctil C40 580 PSI. Diámetro 100 mm

Velocidad= 1,23

E= 1,70XE10

D= 121

e= 4,4

a= 1

Tenemos:

$$C = \frac{1480}{\sqrt{1 + \left(\frac{2,23 \times 10^8}{1,70 \times 10^{10}} \right) * \left(\frac{121}{4,4} \right) * 1}} = 1268,74$$

$$C = 1268,74$$

$$h_a = \frac{C.V}{g}$$

$$h_a = \frac{1268,74 * 1,23}{9,806} = 159,07 \text{ m. c. a}$$

Debido a que en la abscisa 3+582,83 el sistema es susceptible a un daño por efectos de golpe de ariete, es necesaria evaluar el tiempo de cierre de la válvula del tanque de almacenamiento.

Se define el tiempo (T) como el intervalo entre el inicio y el término de la maniobra, sea cierre o apertura, total o parcial, ya que durante este tiempo se produce la modificación del régimen de movimiento del fluido.

El tiempo de cierre de una válvula puede medirse con un cronómetro, es un tiempo físico y real, fácilmente modificable, por ejemplo, con des multiplicadores, cambiando la velocidad de giro en válvulas motorizadas, etc.

En el caso de una sobre presión máxima

Tiempo de maniobra para no sobrepasar la presión de diseño está dado por:

$$h_a = \frac{C.V}{g}$$

Donde:

C: celeridad de onda (calculada para la evaluación del golpe de ariete)

V: velocidad del flujo

G: Aceleración de la gravedad

$$h_a = \frac{1201,86 * 1,23}{9,806}$$

$$h_a = 150,69$$

La presión en el punto más bajo de la aducción sería

$$P = P_e + S_p$$

$$P = 350,81 + 150,69$$

$$P = 501,50$$

El tiempo de maniobra es:

$$t = \frac{2 * L * V}{g * h_a}$$

$$t = \frac{2 * 1690 * 1,23}{9,806 * 150,69}$$

$$t = 2,81 \text{ s}$$

Es decir que esta válvula no puede cerrarse en un tiempo inferior a 2,81s, se recomienda utilizar válvulas de compuerta.

Tabla No 6.

Estado de los nudos de la red

Estado de los Nudos de la aducción				
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	m	m
Embalse Bocatoma	1665	-24,3	1665	0
Depósito Desarenador	1663,2	9,44	1664,1	0,9
Nudo 1	1650,818	0	1651,29	0,47
Nudo 2	1635,351	0	1643,66	8,31
Nudo 3	1599,198	0	1639,73	40,53
Nudo 4	1583,78	0	1632,74	48,96
Nudo 5	1569,376	0	1629,6	60,22
Nudo 6	1564,042	0	1620,43	56,38
Nudo 7	1584,126	0	1615,16	31,04
Nudo 8	1572,098	0	1611,89	39,79
Nudo 9	1598,558	0	1606,09	7,53
Depósito 10TRC	1598,429	7,2	1600,43	2
Nudo 11	1579,333	0	1599,09	19,76
Nudo 12	1571,913	0	1597,8	25,89
Nudo 13	1564,909	0	1595,71	30,8
Nudo 14	1525,236	0	1593,72	68,49
Nudo 15	1519,083	0	1590,32	71,24
Nudo 16	1457,844	0	1585,96	128,11
Nudo 17	1449,15	0	1584,18	135,03
Nudo 18	1222,504	0	1573,31	350,81
Nudo 19	1540,189	0	1563,47	23,28
Depósito Tanque	1559	6,66	1561	2

Fuente: Autores de la investigación.

Tabla No 7.

Estado de las líneas de la red

Estado de las Líneas de la aducción								
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérdida Unit.	Factor Fricción	Estado
	m	mm	mm	LPS	m/s	m/km		
Tubería bocatoma - desarenador	9,32	93,8	0,0015	24,3	3,52	96,56	0,014	Abierta
Tubería 1	324,47	93,8	0,0015	14,86	2,15	39,48	0,016	Abierta
Tubería 2	193,29	93,8	0,0015	14,86	2,15	39,48	0,016	Abierta
Tubería 3	99,56	93,8	0,0015	14,86	2,15	39,48	0,016	Abierta
Tubería 4	176,98	93,8	0,0015	14,86	2,15	39,48	0,016	Abierta
Tubería 5	79,56	93,8	0,0015	14,86	2,15	39,48	0,016	Abierta
Tubería 6	232,39	93,8	0,0015	14,86	2,15	39,48	0,016	Abierta
Tubería 7	133,28	93,8	0,0015	14,86	2,15	39,48	0,016	Abierta
Tubería 8	82,84	93,8	0,0015	14,86	2,15	39,48	0,016	Abierta
Tubería 9	146,94	93,8	0,0015	14,86	2,15	39,48	0,016	Abierta
Tubería 10	143,43	93,8	0,0015	14,86	2,15	39,48	0,016	Abierta
Tubería 11	111,71	93,8	0,0015	7,66	1,11	11,94	0,018	Abierta
Tubería 12	108,04	93,8	0,0015	7,66	1,11	11,94	0,018	Abierta
Tubería 13	175,31	93,8	0,0015	7,66	1,11	11,94	0,018	Abierta
Tubería 14	166,47	93,8	0,0015	7,66	1,11	11,94	0,018	Abierta
Tubería 15	284,55	93,8	0,0015	7,66	1,11	11,94	0,018	Abierta
Tubería 16	286,29	89,2	0,0024	7,66	1,23	15,26	0,018	Abierta
Tubería 17	116,3	89,2	0,0024	7,66	1,23	15,26	0,018	Abierta
Tubería 18	712,13	89,2	0,0024	7,66	1,23	15,26	0,018	Abierta
Tubería 19	645,05	89,2	0,0024	7,66	1,23	15,26	0,018	Abierta
Tubería 20	161,95	89,2	0,0024	7,66	1,23	15,26	0,018	Abierta

Fuente: Autores de la investigación.

Se elaboró la siguiente tabla y figura para mostrar el comportamiento hidráulico de la línea de

Aducción captación – desarenador y desarenador – Tanque de almacenamiento:

Tabla No 8.

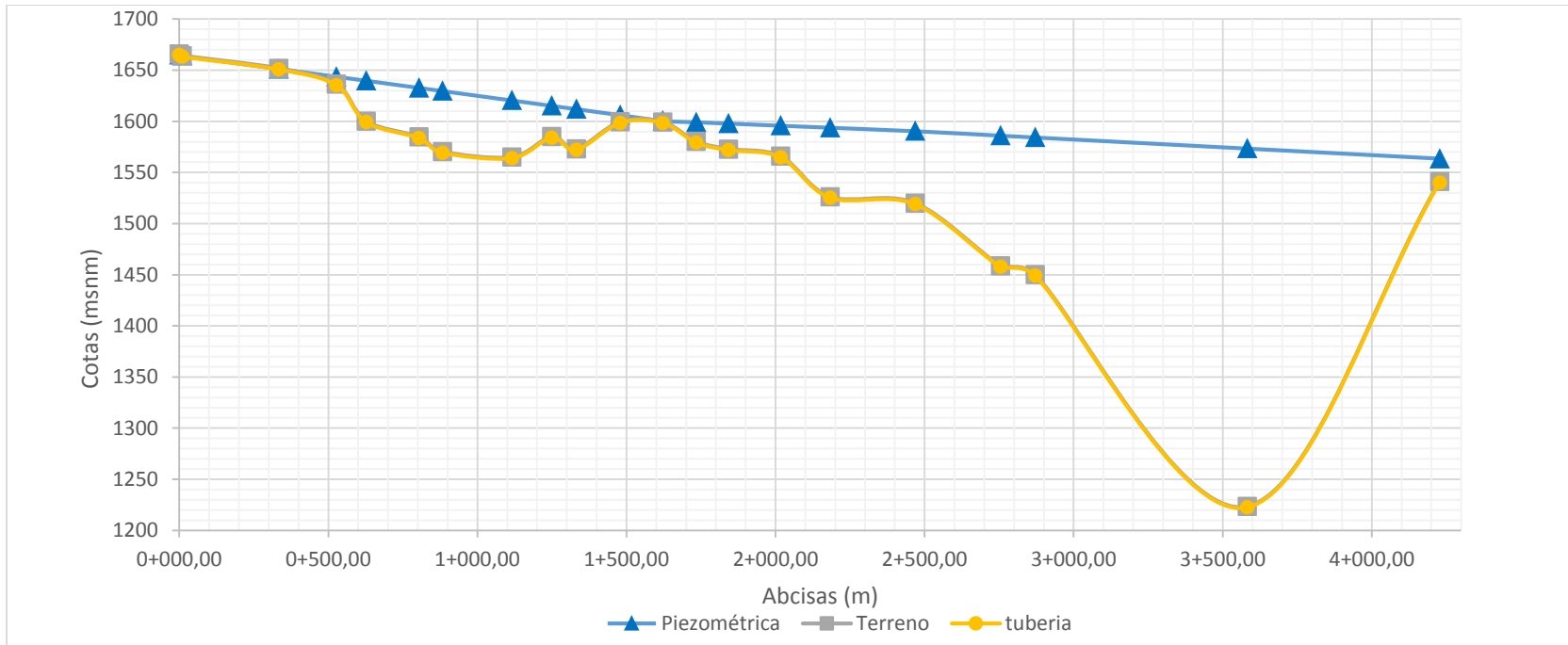
Evaluación hidráulica línea de aducción captación – desarenador y desarenador – tanque de almacenamiento.

TRAMO		ABS	LONG	C	J m/K m	V m/s	Tubería	RD E	Øn	Qdis	hf (m)	COTA EJE TERRENO		COTA EJE TUBERÍA		COTA PIEZOMETRICA		P máxim a	Presi ón Estáti ca	Sobre Presi ón	Presi ón Total	Cump le	
Inic io	Fin							mm	mm	Lps	Tram o	inicial	final	inicial	final	inicial	final	Tubería					
	Boc	0+000,00	0																0				
Boc	Des	0+009,32	9,32	150	96,56	3,52	PVC RDE 21 de 200 PSI	21	114	24,3	0,90	1666,00	1664,20	1665,00	1663,20	1665,00	1664,10	140,6	0,9	132,4 6	133,3 6	Cump le	
Des	1	0+333,79	324,47	150	39,48	2,15	PEAD PE100/PN16 de 230 PSI	14	110	14,86	12,81	1664,20	1651,82	1663,20	1650,82	1664,10	1651,29	161,69	0,47	82,85	83,32	Cump le	
1	2	0+527,08	193,29	150	39,48	2,15	PEAD PE100/PN16 de 230 PSI	14	110	14,86	7,63	1651,82	1636,35	1650,82	1635,35	1651,29	1643,66	161,69	8,31	82,85	91,16	Cump le	
2	3	0+626,64	99,56	150	39,48	2,15	PEAD PE100/PN16 de 230 PSI	14	110	14,86	3,93	1636,35	1600,20	1635,35	1599,20	1643,66	1639,73	161,69	40,53	82,85	123,3 8	Cump le	
3	4	0+803,62	176,98	150	39,48	2,15	PEAD PE100/PN16 de 230 PSI	14	110	14,86	6,99	1600,20	1584,78	1599,20	1583,78	1639,73	1632,74	161,69	48,96	82,85	131,8 1	Cump le	
4	5	0+883,18	79,56	150	39,48	2,15	PEAD PE100/PN16 de 230 PSI	14	110	14,86	3,14	1584,78	1570,38	1583,78	1569,38	1632,74	1629,60	161,69	60,22	82,85	143,0 7	Cump le	
5	6	1+115,57	232,39	150	39,48	2,15	PEAD PE100/PN16 de 230 PSI	14	110	14,86	9,17	1570,38	1565,04	1569,38	1564,04	1629,60	1620,43	161,69	56,38	82,85	139,2 3	Cump le	
6	7	1+248,85	133,28	150	39,48	2,15	PEAD PE100/PN16 de 230 PSI	14	110	14,86	5,26	1565,04	1585,13	1564,04	1584,13	1620,43	1615,16	161,69	31,04	82,85	113,8 9	Cump le	
7	8	1+331,69	82,84	150	39,48	2,15	PEAD PE100/PN16 de 230 PSI	14	110	14,86	3,27	1585,13	1573,10	1584,13	1572,10	1615,16	1611,89	161,69	39,79	82,85	122,6 4	Cump le	
8	9	1+478,63	146,94	150	39,48	2,15	PEAD PE100/PN16 de 230 PSI	14	110	14,86	5,80	1573,10	1599,56	1572,10	1598,56	1611,89	1606,09	161,69	7,53	82,85	90,38	Cump le	

Continuación Tabla No 8.

TRAMO		ABS	LONG	C	J m/K m	V m/s	Tubería	RD E	Øn	Qdis	hf (m)	COTA EJE TERRENO		COTA EJE TUBERÍA		COTA PIEZOMETRICA		P máxim a	Presi ón Estáti ca	Sobre Presi ón	Presi ón Total	Cump le	
Inic io	Fin							mm	mm	Lps	Tram o	inicial	final	inicial	final	inicial	final	Tuberí a					
9	10T RC	1+622,06	143,43	150	39,48	2,15	PEAD PE100/PN16 de 230 PSI	14	110	14,86	5,66	1599,56	1599,43	1598,56	1598,43	1606,09	1600,43	161,69	2	82,85	84,85	Cump le	
	10T RC	11	1+733,77	111,71	150	11,94	1,11	PEAD PE100/PN16 de 230 PSI	14	110	7,66	1,33	1599,43	1580,33	1598,43	1579,33	1600,43	1599,09	161,69	19,76	42,78	62,54	Cump le
11	12	1+841,81	108,04	150	11,94	1,11	PEAD PE100/PN16 de 230 PSI	14	110	7,66	1,29	1580,33	1572,91	1579,33	1571,91	1599,09	1597,80	161,69	25,89	42,78	68,67	Cump le	
12	13	2+017,12	175,31	150	11,94	1,11	PEAD PE100/PN16 de 230 PSI	14	110	7,66	2,09	1572,91	1565,91	1571,91	1564,91	1597,80	1595,71	161,69	30,8	42,78	73,58	Cump le	
13	14	2+183,59	166,47	150	11,94	1,11	PEAD PE100/PN16 de 230 PSI	14	110	7,66	1,99	1565,91	1526,24	1564,91	1525,24	1595,71	1593,72	161,69	68,49	42,78	111,2 7	Cump le	
14	15	2+468,14	284,55	150	11,94	1,11	PEAD PE100/PN16 de 230 PSI	14	110	7,66	3,40	1526,24	1520,08	1525,24	1519,08	1593,72	1590,32	161,69	71,24	42,78	114,0 2	Cump le	
15	16	2+754,43	286,29	150	15,26	1,23	Hierro Dúctil C40 580 PSI.	21	100	7,66	4,37	1520,08	1458,84	1519,08	1457,84	1590,32	1585,96	407,74	128,1 1	159,0 7	287,1 8	Cump le	
16	7	2+870,73	116,3	150	15,26	1,23	Hierro Dúctil C40 580 PSI.	21	100	7,66	1,77	1458,84	1450,15	1457,84	1449,15	1585,96	1584,18	407,74	135,0 3	159,0 7	294,1 0	Cump le	
7	18	3+582,86	712,13	150	15,26	1,23	Hierro Dúctil C40 580 PSI.	21	100	7,66	10,87	1450,15	1223,50	1449,15	1222,50	1584,18	1573,31	407,74	350,8 1	159,0 7	509,8 8	No cumpl e	
18	19	4+227,91	645,05	150	15,26	1,23	Hierro Dúctil C40 580 PSI.	21	100	7,66	9,84	1223,50	1541,19	1222,50	1540,19	1573,31	1563,47	407,74	23,28	159,0 7	182,3 5	Cump le	
19	Tan	4+389,86	161,95	150	15,26	1,23	Hierro Dúctil C40 580 PSI.	21	100	7,66	2,47	1541,19	1560,00	1540,19	1559,00	1563,47	1561,00	407,74	2	159,0 7	161,0 7	Cump le	

Fuente: Autores de la investigación.



Grafica No 3 Perfil Evaluación hidráulica línea de aducción optimizada captación – desarenador y desarenador – tanque de almacenamiento

Fuente: Autores de la investigación.

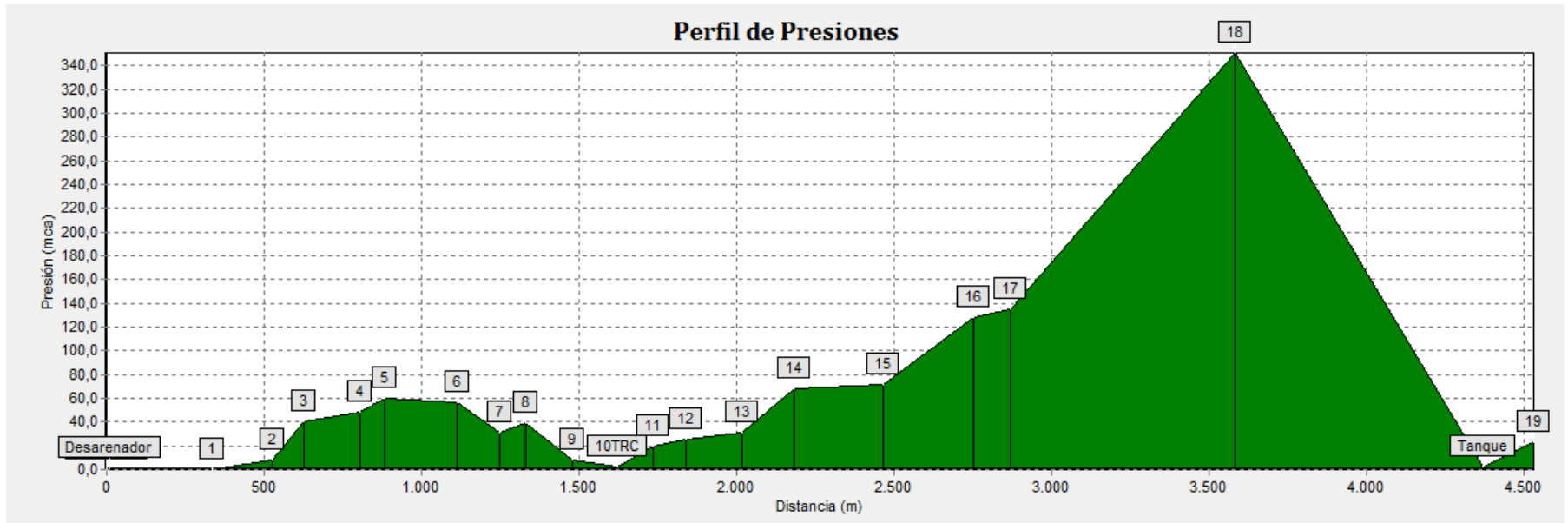


Figura No 15 Perfil de presiones línea de aducción captación – desarenador y desarenador – tanque de almacenamiento

Fuente: Autores de la investigación.

En la evaluación se detectó la necesidad de realizar los siguientes trabajos, en los que no todos requieren diseño para su ejecución:

Instalación de ventosas de acción simple, en los sitios requeridos (altos) para garantizar la evacuación de aire. De esta forma se evita la creación de bolsas de aire al interior de la tubería, las que obstruyen el paso del agua y disminuyen su capacidad de transporte.

Instalación de purgas en los sitios requeridos (bajos) para facilitar las operaciones de lavado o drenaje de los sedimentos que se puedan depositar en el interior de la tubería, los cuales también impiden el paso del agua disminuyendo la capacidad de transporte de la aducción desarenador – tanque de almacenamiento.

La construcción de nuevas cajas en concreto para las ventosas y purgas necesarias.

En los tramos donde la topografía no permita enterrar la tubería y esta quede a cielo abierto sometida a la acción de la intemperie, se deberá proteger con pintura para aumentar su vida útil y evitar su deterioro. Además de que esto suceda y sea atravesando caminos rurales o zonas transitables por el paso del ganado o personas, se deberá proteger en concreto o realizar colgados según como la topografía y el relieve lo permita.

6. **Diseño de purgas.** El dimensionamiento de las purgas no obedece a cálculos, sino a las recomendaciones establecidas en normas de diseño y las cuales indican que para tuberías mayores a Ø100 mm, se recomienda que la tubería de desagüe esté entre 1/3 y 1/4 del diámetro

de la tubería principal con un mínimo de $\varnothing 100$ mm. Para tuberías de menor diámetro las purgas deberán ser igual al diámetro de la tubería principal. En nuestro caso tenemos en los puntos más bajo de la línea:

Tabla No 9.

Ubicación y diámetros de purgas Aducción desarenador- tanque de almacenamiento

PUNTO	\varnothing	\varnothing INTERNO	\varnothing PURGA
	TUBERIA (Pulg)	REAL TUBERIA (mm)	(Pulg)
6	4.0	103,42 mm	4.0
14	4.0	103,42 mm	4.0
18	4.0	103,42 mm	4.0

Fuente: Autores de la investigación.

7. **Diseño de ventosas.** Según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS 2000 se recomienda que para tuberías con diámetro interno real menor o igual que 100 mm, el diámetro mínimo sea de 50 mm y para tuberías con diámetro interno real mayor que 100 mm el diámetro mínimo de la ventosa sea de 75 mm. Por lo general las ventosas se instalan en los puntos más altos y teniendo en cuenta algunas condiciones como:

Cambio de pendiente negativo: Se definen como el incremento del tramo de pendiente descendiente o la disminución del tramo de pendiente ascendiente.

Tramos de largo ascenso o descenso: Si el segmento ascendiente es largo, una ventosa debe de colocarse en lo alto de la sección y en cada 500 m. para garantizar la salida y entrada de aire durante el llenado de tubería y operaciones de vaciado.

Tramos largos horizontales: Los tramos horizontales de largo recorrido deben de ser evitadas tanto como sea posible, si no es posible, se sugiere colocar una ventosa cada 500 m y dimensionarla de acuerdo al cálculo del llenado del conducto.

Tabla No 10 Ubicación y diámetros de ventosas Aducción desarenador- tanque de almacenamiento

PUNTO	Ø TUBERIA (Pulg)	Ø INTERNO REAL TUBERIA (mm)	Ø VENTOSA (Pulg)
2	4.0	103,42 mm	4.0
9	4.0	103,42 mm	4.0
13	4.0	103,42 mm	4.0
16	4.0	103,42 mm	4.0

Fuente: Autores de la investigación.

Capítulo 4. Conclusiones

Como parte inicial de la solución al problema presente en el Minidistrito de Riego existente del corregimiento de Otaré, se desarrolló el presente estudio de optimización el cual presenta las posibles soluciones para el óptimo funcionamiento del sistema, en donde se integran las capacidades máximas de la infraestructura existente y la demanda hídrica para los cultivos de la región.

Es de resaltar que la información técnica con la que cuenta el Minidistrito de Riego de Otaré es escasa y precaria, las diferentes entidades regionales y nacionales carecen de información espacial de la localización de las estructuras hidráulicas, no cuentan con información cartográfica actualizada del minidistrito y mucho menos con estudios hidráulicos o planos estructurales que sirvieran como insumos para un proyecto de mejoramiento de este sistema.

Además, la información existente de este minidistrito que fue entregada a los autores de este proyecto es de mucha antigüedad y de difícil lectura, los documentos técnicos facilitados por las entidades en los que se contiene información acerca del estado actual del sistema y de las localizaciones de las obras hidráulicas, presentan inconsistencias que fueron corroboradas por los presentes autores de este proyecto.

La quebrada Montenegro como fuente de abastecimiento es óptima, como única fuente de abastecimiento la quebrada aseguraría la continuidad en la operación del sistema, sin embargo es importante que se adquiriera el terreno de la microcuenca donde se encuentra la captación en la

quebrada Montenegro, obtener la concesión de aguas y ejercer mecanismos de control para evitar que el área de la cuenca sea utilizada para otros usos que puedan afectar su estado de conservación y antes por el contrario se debe proteger el bosque protector existente y aumentar con reforestación en donde se requiera.

El trazado y modelación en de la línea de aducción se realizó utilizando el software Epanet 2.0, demostrando ser una herramienta valiosa para el desarrollo de nuestro proyecto con un objetivo principal que era el cambio de la tubería deteriorada existente y mejorar las presiones actuales del sistema.

El material usado para las tuberías fue en su mayor longitud de Polietileno por su excelente idoneidad técnica y competitividad en todo tipo de conducciones de fluidos a presión, además que tiene una vida útil mínima de 50 años y las características de presión y resistencias son óptimas para el diseño. Gracias a la modelación se obtuvieron unos diámetros adecuados para cumplir con las presiones y la resistencia de la tubería elegidas.

Dentro de las obras complementarias para el funcionamiento del sistema del distrito de riego se encuentra la construcción de reservorios, los cuales son de vital importancia para el correcto funcionamiento del riego de cultivos, dado que estos almacenan el volumen necesario de la demanda y proporcionan una carga hidráulica competente para el funcionamiento de los equipos de aspersión, además de mantener un volumen de almacenamiento en las épocas de estiaje de las cuencas.

Dado que este es un proyecto de beneficio regional y una base primordial para el desarrollo de la agricultura del corregimiento de Otaré, lo que impulsa la economía de esta región, la comunidad ha acogido y apoyado la ejecución de este proyecto.

Capítulo 5. Recomendaciones

Para optimizar el Minidistrito de Riego se propone y se recomiendan las siguientes actividades:

Construcción de un desarenador nuevo con capacidad para tratar 6.0 lts/seg ubicado en el mismo sitio donde se encuentra el antiguo desarenador, ya que es un lugar adecuado para cumplir hidráulica y constructivamente esta actividad.

Optimización de la línea de aducción captación – desarenador con la protección de tubería expuesta con pintura bituminosa.

Optimización de la línea de aducción desarenador – tanque de almacenamiento, con la instalación de 2468.14 metros lineales de tubería PEAD PE100/PN16 de 230 PSI de Ø4" y de 1921.72 metros lineales de tubería Hierro Dúctil C40 410 PSI de Ø4". Instalación de purgas y ventosas, construcción de cajas en concreto para válvulas de ventosas y purgas, además de la ejecución de obras complementarias como: protección de tubería descubierta con pintura bituminosa en los tramos que estén a cielo abierto; construcción de pasos elevados en concreto reforzado para salvar pequeños caños o deslizamientos; protección en concreto o colgados para las tuberías que están localizadas en los caminos rurales o cuando se requiera.

También se recomienda a los usuarios no usar conexiones fraudulentas de ninguna clase en la línea de aducción, lo cual no garantizaría el caudal necesario para abastecer la demanda. Además

de que las conexiones destinadas al uso diferente del presente estudio, perjudicarían todo lo que tiene ver con el gasto innecesario delpreciado líquido que escasea en nuestro entorno.

El presente estudio no incluye ninguna actividad respecto a gestiones y tramitación ambiental que se debe cumplir ante Corponor, esta gestión la deberá adelantar el Corregimiento de Otaré o la persona encargada del estudio.

La ejecución del presente proyecto requiere de recursos de financiación, con lo que no cuenta el Corregimiento, por tanto es necesario acudir a las diferentes oportunidades:

Realizar esfuerzos financieros locales, los cuales requieren de la participación activa de la entidad que maneje el Minidistrito de Riego del corregimiento con apoyo de los organismos competentes en la materia.

Gestionar y tramitar ante entidades financiadoras, FINDETER, banca comercial, y otros un crédito para obtener recursos de financiación del proyecto en mención. En este caso se debe elegir la mejor opción en el mercado financiero.

Gestionar y tramitar recursos de financiación no reembolsables ante entidades patrocinadoras de orden estatal o ante programas que adelante el Gobierno Nacional: DPS, MINDESARROLLO, Fondo Nacional de Regalías, Plan Colombia, ONG'S, etc.

Cumplir con los ajustes institucionales, fiscales y financieros exigidos a los entes territoriales municipales por parte del Gobierno y el estado colombiano, como requisito previo para tramitar o gestionar recursos de crédito o no reembolsables.

Referencias

Alcaldía municipio de Ocaña, Norte de Santander. (2002). Ocaña proyecto de acuerdo Tomo 2.

CHOW, Ven Te. *Hidráulica de canales abiertos*. Editorial Mc Graw Gil.

DASTANE, GN. (1974). *La lluvia efectiva en la agricultura de riego*. Roma: Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas.

IDEAM, 2010. *Estudio Nacional del Agua 2010*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C. pp. 178-196.

LÓPEZ, Cualla, Ricardo Alfredo. *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*. Segunda Edición, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 2003.

MEZA, Y. A., (2014). *Determinación de la oferta y demanda hídrica de la microcuenca el silencio localizada en el corregimiento de Otaré del municipio de Ocaña en apoyo para su reglamentación (Informe final modalidad pasantías presentado para optar el título de Ingeniera Ambiental)*. Universidad francisco de paula Santander, Ocaña, Colombia.

RONALD V, Giles. *Mecánica de los fluidos e hidráulica*. Tercera edición. Editorial McGraw-Hill. España, 1972.

VILLALOBOS, F. (2009). *Fitotecnia: Bases y tecnologías de la producción agrícola*. Madrid – Barcelona - México: Ediciones Mundi-prensa. p101.

Municipio De Otare. (2016). Obtenido de: <http://otare.es.tl/>

Noemi Mitre. Ruiz Ronal. (2011). *Riego y drenaje. Procedimiento de calculo de la demanda de agua para riego*. Obtenido de: <https://es.scribd.com/doc/55597001/Procedimiento-de-calculo-de-la-demanda-de-agua-para-riego> [En línea] [Citado 20 de mayo de 2016].

Amiquero Nahuai. Rusmell Marcial y Yance Soto Franklin. (2011). *Calculo de la demanda de agua en un proyecto de riego*. Obtenido de: <https://es.scribd.com/doc/198656891/Calculo-de-Demanda-de-Agua-Por-El-Cultivo>

FAO. (2011). *Effective Rainfall and its significance*. Obtenido de: www.fao.org/docrep/X5560E/x5560e02.htm#TopOfPage

Agro.es (2008). *Evapotranspiracion de referencia y coeficiente de cultivo- necesidades de agua de los cultivos transpiración evaporación*. Obtenido de <http://www.agroes.es/agricultura/agua-riegos-regadios/329-evapotranspiracion-necesidades-de-agua-cultivos-agricultura>

Elejalde Edith. (2013) *Colombia prehispánica precolombiana*. Obtenido de: <http://es.slideshare.net/edithelejalde/colombia-prehispnica>

Anónimo. (2016). *El riego en América latina*. Obtenido de:

http://www.eurosur.org/medio_ambiente/bif60.htm

Traxco. (2010). *Historia ancestral del riego agrícola*. Obtenido de

<http://www.traxco.es/blog/noticias-agricolas/historia-ancestral-del-riego>

FINAGRO. (2014). *Perspectiva del sector agropecuario colombiano*. Obtenido de:

www.finagro.com.co/sites/default/files/2014_09_09_perspectivas_agropecuarias.pdf

Concejo Municipal. (2016). *Suelo Urbano*. Obtenido de:

www.corponor.gov.co/pot/Ocana/Proyecto%20de%20Acuerdo/Ocana%20Proyecto%20de%20Acuerdo%20Tomo%202.pdf

Sistema de Información agroclimática para el regado. *Calculo de la precipitación efectiva*.

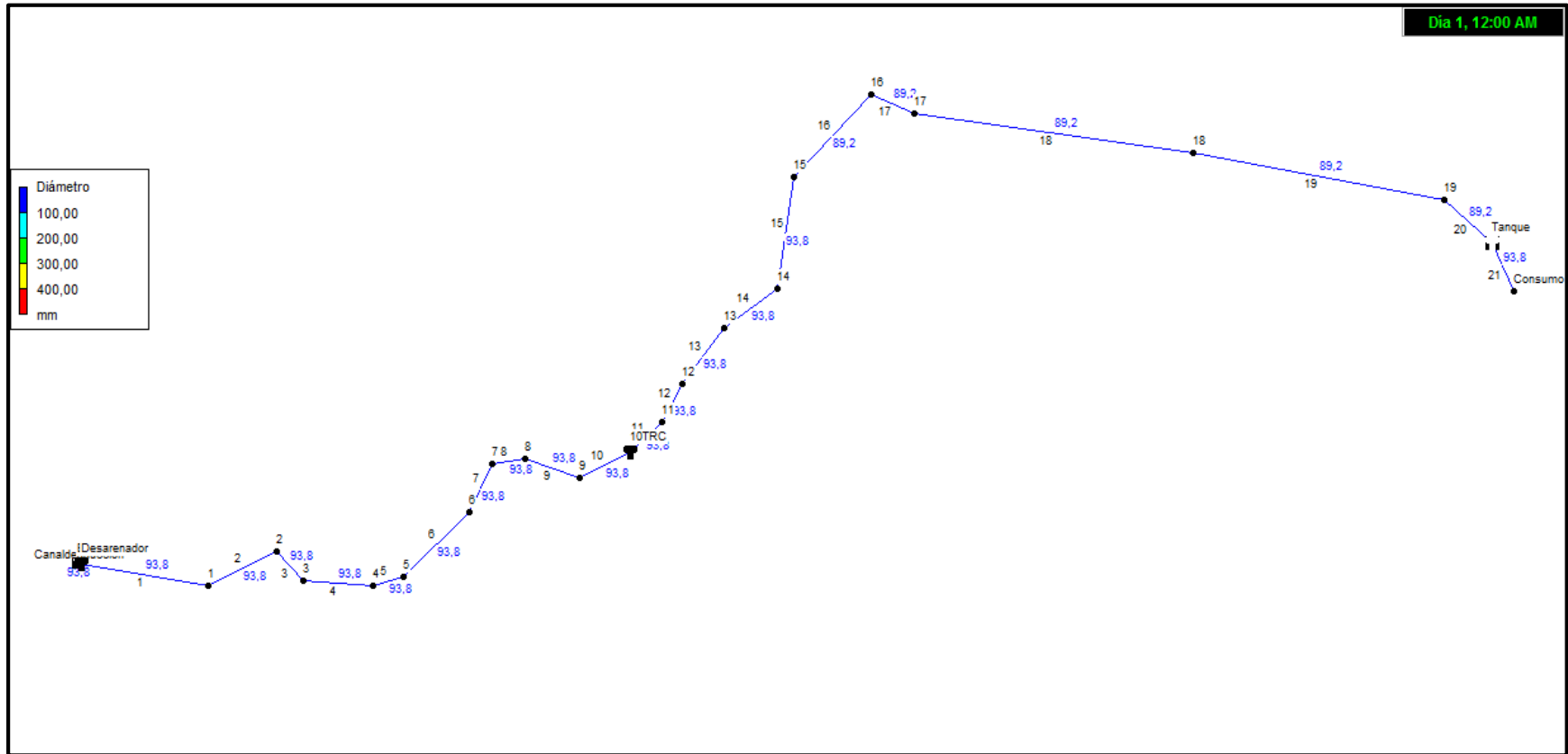
Obtenido de: www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/gestion-sostenible-regadios/precipitacionefectiva05_tcm7-380300.pdf

Alcobendas Cobo. Pedro Jesús. (2010). *Necesidades de riego de cultivos*. Obtenido de:

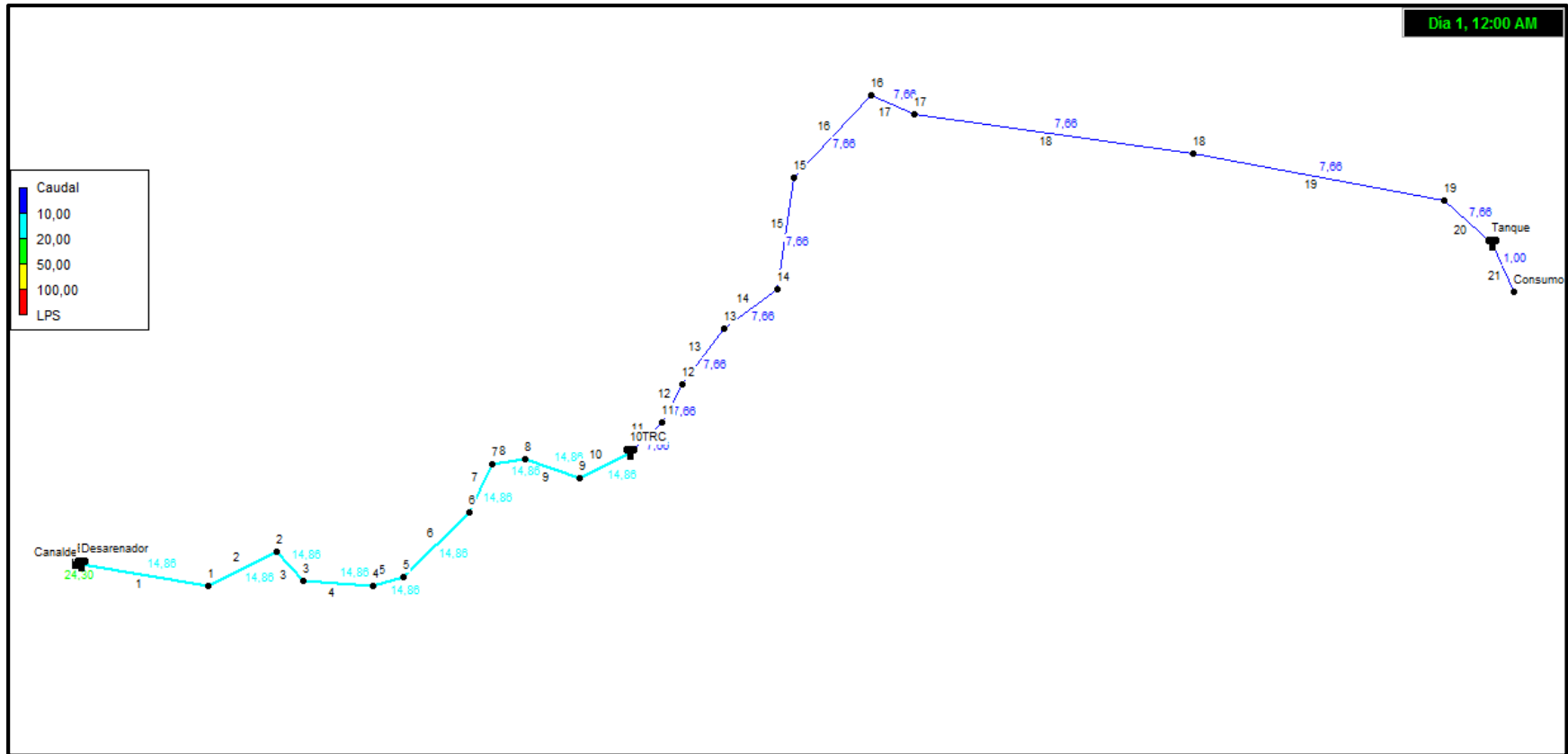
www.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/PresentacionesPDF_STR/NecesidadesRiego.pdf

Apéndices

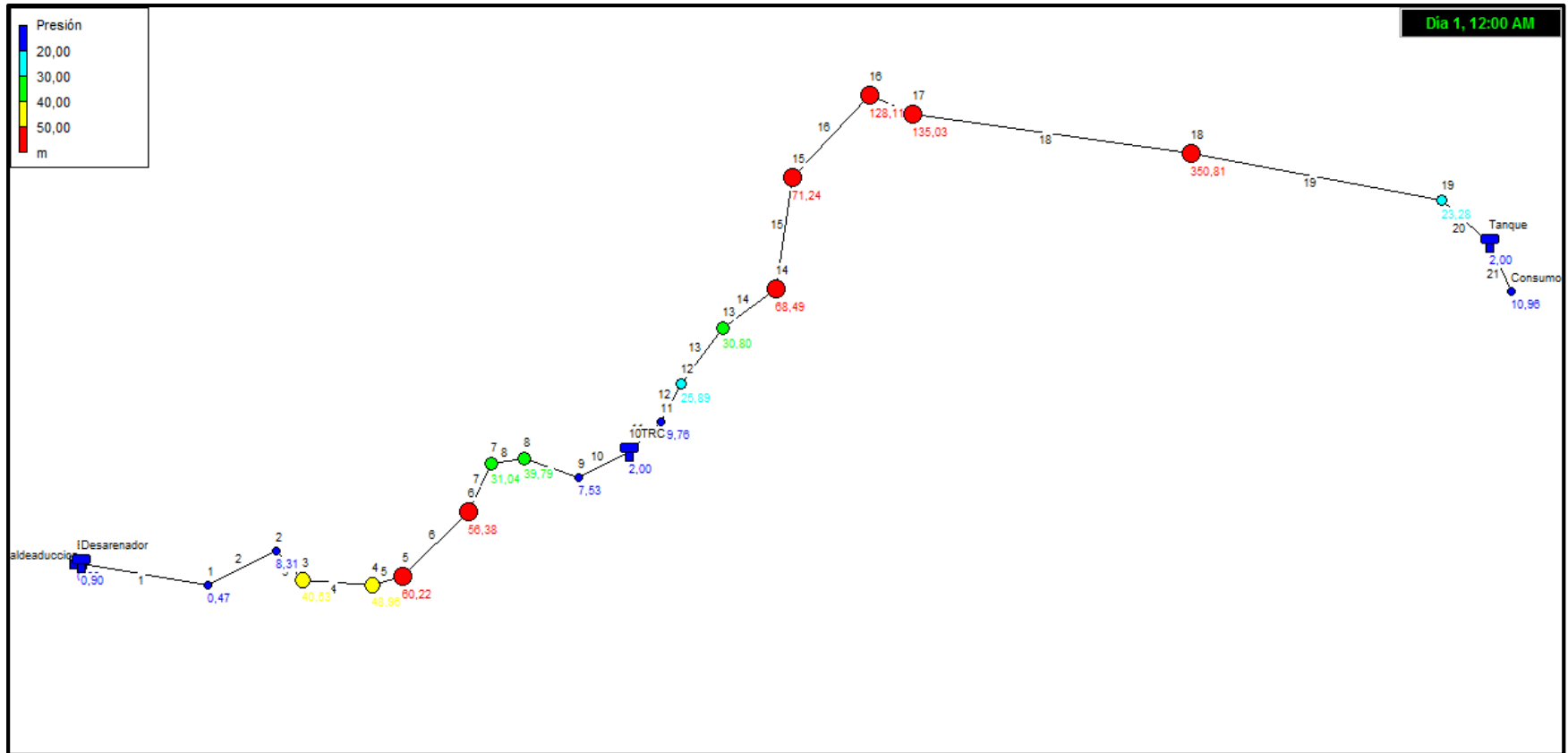
Apéndice 1. Esquemas en planta del diámetro de las tuberías de la línea de aducción del Minidistrito de Riego del corregimiento de Otaré.



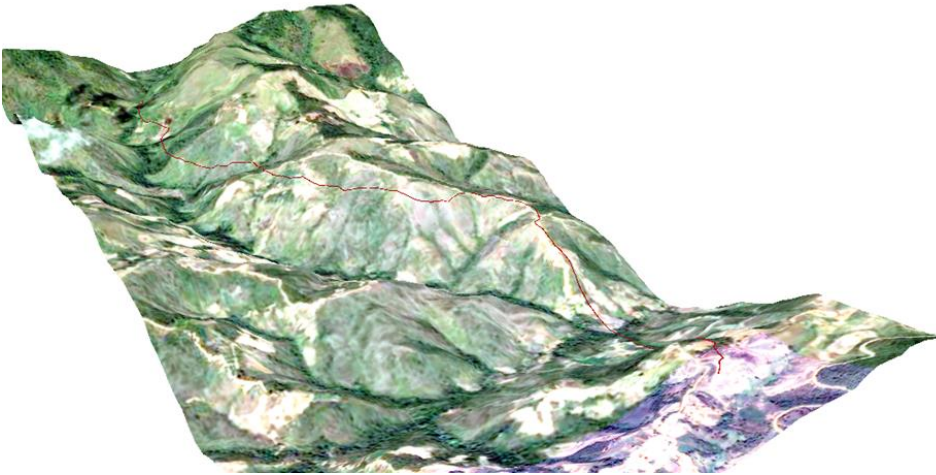
Apendice 2. Esquema en planta del caudal en las tuberías de la línea de aducción del Minidistrito de Riego del corregimiento de Otaré.



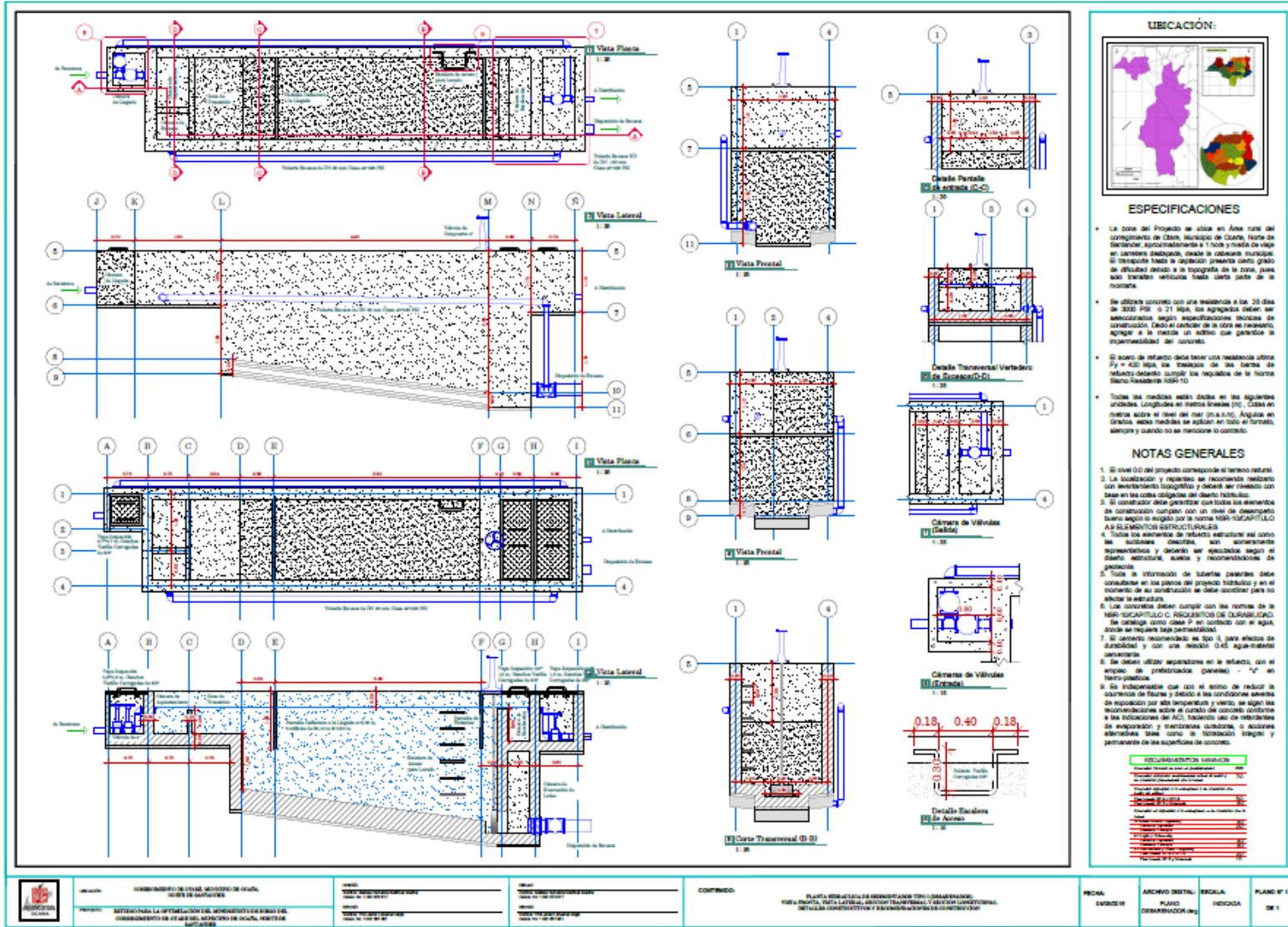
Apéndice 3. Esquema en planta de las presiones en los nodos de la línea de aducción del Minidistrito de Riego del corregimiento de Otaré.





Apéndice 4. Esquemas en 3D de la topografía del Minidistrito de Riego del corregimiento de Otaré.





Apéndice 5. Plano desarenador optimizado



	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:	LOCALIZACION TRAZADO Y REPLANTEO			UNIDAD:	ML
I. EQUIPO					
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 61,81	
Nivel	h	0,15	\$ 2.400,00	\$ 360,00	
				Sub-total	\$ 421,81
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Puntilla con cabeza 2-1/2"	LB	0,01	\$ 2.400,00	\$ 24,00	
Estacas de Madera 4x4x0.9CM	UND	0,50	\$ 1.508,00	\$ 754,00	
				Sub-total	\$ 778,00
III. TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Comisión de topografía	h	0,015	\$ 41.209,00	\$ 618,14	
				Sub-total	\$ 618,14
Total Costo Directo					\$ 1.817,95


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:	EXCAVACION EN ZANJA-MATERIAL COMUN 0,00 - 2,00MT			UNIDAD:	M3
I. EQUIPO					
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 1.775,75	
				Sub-total	\$ 1.775,75
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
III. TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
HR AYUDANTE AA+PRESTACIONES	hh	2,50	\$ 7.103,00	\$ 17.757,50	
				Sub-total	\$ 17.757,50
Total Costo Directo					\$ 19.533,25


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
ITEM:	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PEAD PN 16 DE 110 MM, UNION TERMOFUSION (INCLUYE ACCESORIOS)	UNIDAD:	ML	
I. EQUIPO				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Herramienta menor 10%				\$ 413,16
Planta electrica	DIA	0,0025	\$ 40.000,00	\$ 100,00
Maquina termofusion	DIA	0,0025	\$ 60.000,00	\$ 150,00
Sub-total				\$ 663,16
II. MATERIALES DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Tuberia polietileno PN 16 de 110 mm	ML	1	\$ 35.252,00	\$ 35.252,00
Bincha de seguridad cada 20 metros	UND	0,05	\$ 500,00	\$ 25,00
Sub-total				\$ 35.277,00
III. TRANSPORTE				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Sub-total				\$ -
IV. MANO DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
H-CUADRILLA BB+PRESTACIONES	hc	0,20	\$ 20.658,00	\$ 4.131,60
Sub-total				\$ 4.131,60
Total Costo Directo				\$ 40.071,76


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
ITEM:	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HIERRO DUCTIL C40 (INCLUYE ACCESORIOS)	UNIDAD:	ML	
I. EQUIPO				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Herramienta menor 10%				\$ 826,32
			Sub-total	\$ 826,32
II. MATERIALES DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Tuberia hierro ductil C40	ML	1	\$ 82.423,00	\$ 82.423,00
			Sub-total	\$ 82.423,00
III. TRANSPORTE				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
			Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
H-CUADRILLA BB+PRESTACIONES	hc	0,40	\$ 20.658,00	\$ 8.263,20
			Sub-total	\$ 8.263,20
Total Costo Directo				\$ 91.512,52



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS


ITEM:	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE VENTOSA DE 4"			UNIDAD:	UND
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 516,45	
				Sub-total	\$ 516,45
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Valvula de ventosa doble camara, triple accion de 4"	UND	1	\$ 1.125.000,00	\$ 1.125.000,00	
				Sub-total	\$ 1.125.000,00
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
H-CUADRILLA BB+PRESTACIONES	hc	0,25	\$ 20.658,00	\$ 5.164,50	
				Sub-total	\$ 5.164,50
Total Costo Directo					\$ 1.130.680,95


		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
		ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
ITEM:	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE PURGA DE 4"	UNIDAD:	UND		
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 516,45	
				Sub-total	\$ 516,45
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Valvula garra de tigre 4"	UND	1	\$ 700.000,00	\$ 700.000,00	
				Sub-total	\$ 700.000,00
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
H-CUADRILLA BB+PRESTACIONES	hc	0,25	\$ 20.658,00	\$ 5.164,50	
				Sub-total	\$ 5.164,50
Total Costo Directo					\$ 705.680,95


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE OBRA	UNIDAD:	M3		
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 1.278,54	
				Sub-total	\$ 1.278,54
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
HR AYUDANTE AA+PRESTACIONES	hh	1,80	\$ 7.103,00	\$ 12.785,40	
				Sub-total	\$ 12.785,40
Total Costo Directo					\$ 14.063,94


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:	CAJAS PARA VALVULAS EN CONCRETO			UNIDAD:	UND
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 6.573,00	
Formaleta metalica	Glb	0,05	\$ 150.000,00	\$ 7.500,00	
				Sub-total	\$ 14.073,00
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Concreto de 3000 psi	m3	0,35	\$ 320.000,00	\$ 112.000,00	
Acero de refuerzo	kg	4,48	\$ 2.500,00	\$ 11.200,00	
Alambre negro	kg	0,025	\$ 3.100,00	\$ 77,50	
				Sub-total	\$ 123.277,50
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
H-CUADRILLA AA+PRESTACIONES	hc	3,50	\$ 18.780,00	\$ 65.730,00	
				Sub-total	\$ 65.730,00
Total Costo Directo					\$ 203.080,50


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:	TAPA VALVULA TIPO PARA CAJA EN CONCRETO			UNIDAD:	UND
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 2.253,60	
Formaleta metalica	Glb	0,05	\$ 150.000,00	\$ 7.500,00	
				Sub-total	\$ 9.753,60
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Concreto de 3000 psi	m3	0,096	\$ 320.000,00	\$ 30.720,00	
Acero de refuerzo	kg	3,58	\$ 2.500,00	\$ 8.950,00	
Alambre negro	kg	0,025	\$ 3.100,00	\$ 77,50	
Tapa valvula hf	und	1,00	\$ 55.000,00	\$ 55.000,00	
				Sub-total	\$ 94.747,50
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
H-CUADRILLA AA+PRESTACIONES	hc	1,20	\$ 18.780,00	\$ 22.536,00	
				Sub-total	\$ 22.536,00
Total Costo Directo					\$ 127.037,10


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
ITEM:	ATRAQUE PARA PROTECCION DE TUBERIA DE 0,40 X 0,30 MTS	UNIDAD:	ML	
I. EQUIPO				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Herramienta menor 10%				\$ 1.502,40
			Sub-total	\$ 1.502,40
II. MATERIALES DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Concreto de 3000 psi	m3	0,12	\$ 320.000,00	\$ 38.400,00
			Sub-total	\$ 38.400,00
III. TRANSPORTE				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
			Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
H-CUADRILLA AA+PRESTACIONES	hc	0,80	\$ 18.780,00	\$ 15.024,00
			Sub-total	\$ 15.024,00
Total Costo Directo				\$ 54.926,40


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:	TANQUE ROMPE CARGA EN CONCRETO (1,4x0,8x1,0)M			UNIDAD:	UND
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 14.085,00	
Vibrocompactador electrico de concreto	Dia	0,04	\$ 27.850,00	\$ 1.114,00	
				Sub-total	\$ 15.199,00
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Concreto de 3000 psi	m3	0,66	\$ 320.000,00	\$ 211.200,00	
TABLERO .80X1.40	und	4	\$ 90,00	\$ 360,00	
PLASTOCRETE DM	kg	0,75	\$ 7.500,00	\$ 5.625,00	
Acero de refuerzo	kg	25,45	\$ 2.500,00	\$ 63.625,00	
Alambre negro	kg	0,075	\$ 3.100,00	\$ 232,50	
Puntilla 1-1/2	Lb	1,1	\$ 4.028,00	\$ 4.430,80	
				Sub-total	\$ 285.473,30
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
H-CUADRILLA AA+PRESTACIONES	hc	7,50	\$ 18.780,00	\$ 140.850,00	
				Sub-total	\$ 140.850,00
Total Costo Directo					\$ 441.522,30


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:	LOCALIZACION Y REPLANTEO			UNIDAD:	M2
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 37,56	
				Sub-total	\$ 37,56
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Puntilla con cabeza 2-1/2"	LB	0,02	\$ 2.400,00	\$ 48,00	
Durmiente 4x4CMx2.9M	UND	0,01	\$ 4.900,00	\$ 49,00	
				Sub-total	\$ 97,00
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
H-CUADRILLA AA+PRESTACIONES	hc	0,02	\$ 18.780,00	\$ 375,60	
				Sub-total	\$ 375,60
Total Costo Directo					\$ 510,16


		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
		ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
ITEM:	DESCAPOTE Y LIMPIEZA	UNIDAD:	M2		
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 1.065,45	
				Sub-total	\$ 1.065,45
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Material sobrante	Viaje	0,05	\$ 162.400,00	\$ 8.120,00	
				Sub-total	\$ 8.120,00
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
HR AYUDANTE AA+PRESTACIONES	hh	1,50	\$ 7.103,00	\$ 10.654,50	
				Sub-total	\$ 10.654,50
Total Costo Directo					\$ 19.839,95


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:	EXCAVACION PARA CIMENTACION			UNIDAD:	M3
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 1.704,72	
				Sub-total	\$ 1.704,72
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
HR AYUDANTE AA+PRESTACIONES	hh	2,40	\$ 7.103,00	\$ 17.047,20	
				Sub-total	\$ 17.047,20
Total Costo Directo					\$ 18.751,92


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:	RELLENO SELECCIONADO, INCL. SUMINISTRO Y COMPACTACION			UNIDAD:	M3
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 1.278,54	
VIBROCOMPACTADOR TIPO RANA	Dia	0,05	\$ 70.000,00	\$ 3.500,00	
				Sub-total	\$ 4.778,54
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
HR AYUDANTE AA+PRESTACIONES	hh	1,80	\$ 7.103,00	\$ 12.785,40	
				Sub-total	\$ 12.785,40
Total Costo Directo					\$ 17.563,94


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:	SOLADO CONCRETO 2.500 PSI, EXP. 0.05			UNIDAD:	M3
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 2.130,90	
				Sub-total	\$ 2.130,90
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Concreto de limpieza 1:3:4	m3	1,10	\$ 250.000,00	\$ 275.000,00	
				Sub-total	\$ 275.000,00
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
HR AYUDANTE AA+PRESTACIONES	hh	3,00	\$ 7.103,00	\$ 21.309,00	
				Sub-total	\$ 21.309,00
Total Costo Directo					\$ 298.439,90


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:	CICLOPEOS 60% CONCRETO 1:2.3 Y 40% PIEDRA			UNIDAD:	M3
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 8.826,60	
				Sub-total	\$ 8.826,60
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Concreto de 3000 psi	m3	0,60	\$ 320.000,00	\$ 192.000,00	
Piedra media zonga	m3	0,40	\$ 60.000,00	\$ 24.000,00	
				Sub-total	\$ 216.000,00
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
HR CUADRILLA AA+PRESTACIONES	hc	4,70	\$ 18.780,00	\$ 88.266,00	
				Sub-total	\$ 88.266,00
Total Costo Directo					\$ 313.092,60


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:	CONCRETO DE 4.000 PSI PARA MUROS Y LOSAS		UNIDAD:	M3	
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 9.390,00	
Vibrador	Dia	0,25	\$ 70.000,00	\$ 17.500,00	
				Sub-total	\$ 26.890,00
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
CONCRETO 1:2:2 ELABORADO EN OBRA	m3	1,00	\$ 348.600,00	\$ 348.600,00	
ALGARROBILLO 2"X2"X3.00MT	Und	5,50	\$ 4.000,00	\$ 22.000,00	
TABLA 1"X12"X3.00MT ALGARROBILLO	Und	1,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	
				Sub-total	\$ 382.600,00
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
HR CUADRILLA AA+PRESTACIONES	hc	5,00	\$ 18.780,00	\$ 93.900,00	
				Sub-total	\$ 93.900,00
Total Costo Directo				\$ 503.390,00	


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:	ACERO DE REFUERZO PDR DE 60.000 PSI			UNIDAD:	KG
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 93,90	
				Sub-total	\$ 93,90
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
ACERO DE REFUERZO PDR-60	Kg	1,00	\$ 2.450,00	\$ 2.450,00	
ALAMBRE NEGRO	Kg	0,03	\$ 3.200,00	\$ 96,00	
HOJA SEGUETA NICHOLSON	Und	0,03	\$ 33.200,00	\$ 996,00	
				Sub-total	\$ 3.542,00
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
HR CUADRILLA AA+PRESTACIONES	hc	0,05	\$ 18.780,00	\$ 939,00	
				Sub-total	\$ 939,00
Total Costo Directo					\$ 4.574,90


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
ITEM:	SUMINISTRO E INSTALACION DE LA TUBERIA DE EXCESOS 3", RDE 26	UNIDAD:	ML	
I. EQUIPO				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Herramienta menor 10%				\$ 309,87
Sub-total				\$ 309,87
II. MATERIALES DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Tuberia acueducto PVC 3" RDE 26	ML	1	\$ 18.080,00	\$ 18.080,00
Lubricante PVC 500 gramos	und	0,02	\$ 16.300,00	\$ 326,00
Sub-total				\$ 18.406,00
III. TRANSPORTE				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Sub-total				\$ -
IV. MANO DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
H-CUADRILLA BB+PRESTACIONES	hc	0,15	\$ 20.658,00	\$ 3.098,70
Sub-total				\$ 3.098,70
Total Costo Directo				\$ 21.814,57


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
ITEM:	SUMINISTRO E INSTALACION DE LA TUBERIA DE LAVADO 4", RDE 26	UNIDAD:	ML	
I. EQUIPO				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Herramienta menor 10%				\$ 413,16
			Sub-total	\$ 413,16
II. MATERIALES DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Tuberia acueducto PVC 4" RDE 26	ML	1	\$ 29.861,00	\$ 29.861,00
Lubricante PVC 500 gramos	und	0,04	\$ 16.300,00	\$ 652,00
			Sub-total	\$ 30.513,00
III. TRANSPORTE				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
			Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
H-CUADRILLA BB+PRESTACIONES	hc	0,20	\$ 20.658,00	\$ 4.131,60
			Sub-total	\$ 4.131,60
Total Costo Directo				\$ 35.057,76


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
ITEM:	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PARA BYPASS 4", RDE 26	UNIDAD:	ML	
I. EQUIPO				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Herramienta menor 10%				\$ 413,16
			Sub-total	\$ 413,16
II. MATERIALES DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Tuberia acueducto PVC 4" RDE 26	ML	1	\$ 29.861,00	\$ 29.861,00
Lubricante PVC 500 gramos	und	0,04	\$ 16.300,00	\$ 652,00
			Sub-total	\$ 30.513,00
III. TRANSPORTE				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
			Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
H-CUADRILLA BB+PRESTACIONES	hc	0,20	\$ 20.658,00	\$ 4.131,60
			Sub-total	\$ 4.131,60
Total Costo Directo				\$ 35.057,76


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
ITEM:	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE VALVULA DE COMPUERTA VASTAGO ASCENDE EXTREMO BRIDA COMPUERTA ELASTICA DE 4"	UNIDAD:	UND	
I. EQUIPO				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Herramienta menor 10%				\$ 7.230,30
Sub-total				\$ 7.230,30
II. MATERIALES DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Valvula compuerta elastica-vastago ascendente 4"	und	1	\$ 976.140,00	\$ 976.140,00
perfil U de 2" x1", Timón de operación de valvula de compuerta, varilla sin fin de 1" , Tubo galvanizado de 1 1/2"	und	1	\$ 800.000,00	\$ 800.000,00
Sub-total				\$ 1.776.140,00
III. TRANSPORTE				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Sub-total				\$ -
IV. MANO DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
H-CUADRILLA BB+PRESTACIONES	hc	3,50	\$ 20.658,00	\$ 72.303,00
Sub-total				\$ 72.303,00
Total Costo Directo				\$ 1.855.673,30


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
ITEM:	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE VALVULA HF DE 4"	UNIDAD:	UND	
I. EQUIPO				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Herramienta menor 10%				\$ 3.098,70
				Sub-total
				\$ 3.098,70
II. MATERIALES DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
valvula compuerta elastica E.L para PVC de 4"	und	1	\$ 500.000,00	\$ 500.000,00
				Sub-total
				\$ 500.000,00
III. TRANSPORTE				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
				Sub-total
				\$ -
IV. MANO DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
H-CUADRILLA BB+PRESTACIONES	hc	1,50	\$ 20.658,00	\$ 30.987,00
				Sub-total
				\$ 30.987,00
Total Costo Directo				\$ 534.085,70


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:	SUMINISTRO E INSTALACION DE CINTA PVC V-15, PARA IMPERMEABILIZACION DE JUNTAS			UNIDAD:	ML
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 309,87	
				Sub-total	\$ 309,87
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
CINTA PVC V-15	ML	1	\$ 20.500,00	\$ 20.500,00	
				Sub-total	\$ 20.500,00
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
H-CUADRILLA BB+PRESTACIONES	hc	0,15	\$ 20.658,00	\$ 3.098,70	
				Sub-total	\$ 3.098,70
Total Costo Directo					\$ 23.908,57


	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:	TAPA METALICA PARA ACCESO			UNIDAD:	UND
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 3.380,40	
				Sub-total	\$ 3.380,40
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
ANGULO DE 1 1/2"x 1 1/2"X3/16"	ml	2,20	\$ 36.221,00	\$ 79.686,20	
SOLDADURA 6011X1/8"	kg	0,16	\$ 7.592,00	\$ 1.214,72	
ANTICORROSIVO 507 GRIS	gl	0,23	\$ 31.154,00	\$ 7.165,42	
LÁMINA CORRUGADA 1.00X2.00 CAL.16	m2	0,60	\$ 125.000,00	\$ 75.000,00	
PINTURA ESMALTE SINTET	gl	0,10	\$ 63.680,50	\$ 6.368,05	
DISOLVENTE THINNER	gl	0,32	\$ 15.599,00	\$ 4.991,68	
				Sub-total	\$ 174.426,07
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
H-CUADRILLA AA+PRESTACIONES	hc	1,80	\$ 18.780,00	\$ 33.804,00	
				Sub-total	\$ 33.804,00
Total Costo Directo					\$ 211.610,47

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:	ESCALONES PARA INGRESO A ESTRUCTURAS L=0.80 CM, 15 CM ANCLADOS A CADA LADO Y 50 CM EN FORMA DE U, EN ACERO PDR DE 60.000 PSI			UNIDAD:	UND
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 751,20	
				Sub-total	\$ 751,20
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
ACERO FIGURADO DE REFUERZO PDR DE 60.000 PSI	KG	1,24	\$ 3.433,00	\$ 4.262,41	
TALADRO RERFORADOR	DIA	0,05	\$ 80.000,00	\$ 4.000,00	
SIKADUR-42 ANCLAJE 15 KG	UND	0,05	\$ 231.420,00	\$ 11.571,00	
				Sub-total	\$ 19.833,41
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
H-CUADRILLA AA+PRESTACIONES	hc	0,40	\$ 18.780,00	\$ 7.512,00	
				Sub-total	\$ 7.512,00
Total Costo Directo					\$ 28.096,61

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
		ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
ITEM:	SUMINISTRO E INSTALACION DE NIPLES PASAMUROS L=0.30M DE 4"	UNIDAD:	UND		
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 2.554,08	
				Sub-total	\$ 2.554,08
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Tornillos grado 8 2-1/2"	UND	4,00	\$ 2.500,00	\$ 10.000,00	
Empaque de neolite	UND	2,00	\$ 2.000,00	\$ 4.000,00	
PASAMURO 4" ZXB L= 0.3 m	UND	1,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	
				Sub-total	\$ 264.000,00
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
H-CUADRILLA AA+PRESTACIONES	hc	1,36	\$ 18.780,00	\$ 25.540,80	
				Sub-total	\$ 25.540,80
Total Costo Directo					\$ 292.094,88

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
		ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
ITEM:	PAÑETE IMPERMEABILIZADO EN: PISO Y CARA INTERIOR DEL TANQUE	UNIDAD:	M2		
I. EQUIPO					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
Herramienta menor 10%				\$ 939,00	
				Sub-total	\$ 939,00
II. MATERIALES DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
MORTERO 1:4 IMPERMEABILIZADO	M3	0,02	\$ 326.044,00	\$ 6.520,88	
ANDAMIOS	DIA	0,06	\$ 800,00	\$ 48,00	
TABLA BURRA 15X2.7CMX2.9M	UND	0,01	\$ 8.400,00	\$ 84,00	
				Sub-total	\$ 6.652,88
III. TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
				Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
H-CUADRILLA AA+PRESTACIONES	hc	0,50	\$ 18.780,00	\$ 9.390,00	
				Sub-total	\$ 9.390,00
Total Costo Directo					\$ 16.981,88

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
ITEM:	PINTURA VINILO TIPO CORAZA PARA MUROS EXTERIORES TRES MANOS	UNIDAD:	M2	
I. EQUIPO				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Herramienta menor 10%				\$ 539,93
			Sub-total	\$ 539,93
II. MATERIALES DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
PINTURA TIPO I	GL	0,03	\$ 34.000,00	\$ 1.020,00
ANDAMIOS	DIA	0,03	\$ 800,00	\$ 24,00
TABLA BURRA 15X2.7CMX2.9M	UND	0,01	\$ 8.400,00	\$ 84,00
			Sub-total	\$ 1.128,00
III. TRANSPORTE				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
			Sub-total	\$ -
IV. MANO DE OBRA				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
H-CUADRILLA CC+PRESTACIONES	hc	0,25	\$ 21.597,00	\$ 5.399,25
			Sub-total	\$ 5.399,25
Total Costo Directo				\$ 7.067,18

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA				
OBJETO:	OPTIMIZACION DEL MINIDISTRITO DE RIEGO DEL CORREGIMIENTO DE OTARE, MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.				
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VR UNIT	VR TOTAL
1	SISTEMA DE REDES				
1.1	PRELIMINARES				
1.1.1	LOCALIZACION TRAZADO Y REPLANTEO	ML	4389,86	\$ 1.817,95	\$ 7.980.539,40
1.2	EXCAVACIONES				
1.2.1	EXCAVACION EN ZANJA-MATERIAL COMUN 0,00 - 2,00MT	M3	750,31	\$ 19.533,25	\$ 14.655.992,81
1.3	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS				
1.3.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PEAD PN 16 DE 110 MM, UNION TERMOFUSION (INCLUYE ACCESORIOS)	ML	2468,14	\$ 40.071,76	\$ 98.902.713,73
1.3.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HIERRO DUCTIL C40 (INCLUYE ACCESORIOS)	ML	1921,72	\$ 91.512,52	\$ 175.861.439,93
1.3.3	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE VENTOSA DE 4"	UND	4,00	\$ 1.130.680,95	\$ 4.522.723,80
1.3.4	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA DE PURGA DE 4"	UND	3,00	\$ 705.680,95	\$ 2.117.042,85
1.4	RELLENOS				
1.4.1	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE OBRA	M3	750,31	\$ 14.063,94	\$ 10.552.314,82
1.5	ESTRUCTURA EN CONCRETO				
1.5.1	CAJAS PARA VALVULAS EN CONCRETO	UND	7,00	\$ 203.080,50	\$ 1.421.563,50
1.5.2	TAPA VALVULA TIPO PARA CAJA EN CONCRETO	UND	7,00	\$ 127.037,10	\$ 889.259,70
1.5.3	ATRAQUE PARA PROTECCION DE TUBERIA DE 0,40 X 0,30 MTS	ML	123,40	\$ 54.926,40	\$ 6.777.917,76
1.5.4	TANQUE ROMPE CARGA EN CONCRETO	UND	1,00	\$ 441.522,30	\$ 441.522,30
	SUBTOTAL				\$ 324.123.030,60
2	DESARENADOR				
2.1	PRELIMINARES				

2.1.1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	M2	48,00	\$ 510,16	\$ 24.487,68
2.2.2	DESCAPOTE Y LIMPIEZA	M2	48,00	\$ 19.839,95	\$ 952.317,60
2.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.2.1	EXCAVACION PARA CIMENTACION	M3	22,90	\$ 18.751,92	\$ 429.418,97
2.2.2	RELLENO SELECCIONADO, INCL. SUMINISTRO Y COMPACTACION	M3	8,12	\$ 17.563,94	\$ 142.619,19
2.3	ESTRUCTURAS EN CONCRETO				
2.3.1	SOLADO CONCRETO 2.500 PSI, EXP. 0.05	M3	15,95	\$ 298.439,90	\$ 4.760.116,41
2.3.2	CICLOPEOS 60% CONCRETO 1:2.3 Y 40% PIEDRA	M3	3,38	\$ 313.092,60	\$ 1.058.252,99
2.3.3	CONCRETO DE 4.000 PSI PARA MUROS Y LOSAS	M3	11,92	\$ 503.390,00	\$ 6.000.408,80
2.4	ACERO DE REFUERZO				
2.4.1	ACERO DE REFUERZO PDR DE 60.000 PSI	KG	2500,00	\$ 4.574,90	\$ 11.437.250,00
2.5	TUBERIA				
2.5.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE LA TUBERIA DE EXCESOS 3", RDE 26	ML	9,00	\$ 21.814,57	\$ 196.331,13
2.5.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE LA TUBERIA DE LAVADO 4", RDE 26	ML	12,00	\$ 35.057,76	\$ 420.693,12
2.5.3	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PARA BYPASS 4", RDE 26	ML	9,00	\$ 35.057,76	\$ 315.519,84
2.6	ACCESORIOS				
2.6.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE VALVULA DE COMPUERTA VASTAGO ASCENDE EXTREMO BRIDA COMPUERTA ELASTICA DE 4"	UND	1,00	\$ 1.855.673,30	\$ 1.855.673,30
2.6.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE VALVULA HF DE 4"	UND	3,00	\$ 534.085,70	\$ 1.602.257,10
2.6.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE CINTA PVC V-15, PARA IMPERMEABILIZACION DE JUNTAS	ML	15,00	\$ 23.908,57	\$ 358.628,55
2.6.3	TAPA METALICA PARA ACCESO	UND	3,00	\$ 211.610,47	\$ 634.831,41
2.6.4	ESCALONES PARA INGRESO A ESTRUCTURAS L=0.80 CM, 15 CM ANCLADOS A CADA LADO Y 50 CM EN FORMA DE U, EN ACERO PDR DE 60.000 PSI	UND	6,00	\$ 28.096,61	\$ 168.579,68
2.6.5	SUMINISTRO E INSTALACION DE NIPLES PASAMUROS L=0.30M DE 4"	UND	3,00	\$ 292.094,88	\$ 876.284,64
	SUBTOTAL				\$29.684.826,96
3	SISTEMA MANTENIMIENTO DE TANQUE				
2.1	OPTIMIZACION				

2.1.1	PAÑETE IMPERMEABILIZADO EN: PISO Y CARA INTERIOR DEL TANQUE	M2	164,25	\$ 16.981,88	\$ 2.789.273,79
2.1.2	PINTURA VINILO TIPO CORAZA PARA MUROS EXTERIORES TRES MANOS	M2	115,20	\$ 7.067,18	\$ 814.138,56
	SUBTOTAL				\$ 3.603.412,35

COSTO DIRECTO	\$ 357.411.269,91
ADMINISTRACION (19%)	\$ 67.908.141,28
IMPREVISTOS (6%)	\$ 21.444.676,19
UTILIDADES (5%)	\$ 17.870.563,50
TOTAL OBRA CIVIL	\$ 464.634.650,89

Apéndice 6. Resultados análisis Físicoquímicos y microbiológicos



ServiAnalítica Profesional SAS
NIT. 900 476 024 -4

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Cruda

TIPO DE MUESTRA: Puntual

LUGAR DE MUESTREO: Quebrada Montenegro

PUNTO: Captación

TOMADA POR: Yimi J. Lidueñez Mejía, Melissa F. Martínez Medina


FECHA TOMA DE MUESTRA: 25 Julio 2016 **Hora:** 1:30 Am

SOLICITANTE: Yimi J. Lidueñez Mejía, Melissa F. Martínez Medina

ANALISIS SOLICITADOS: Ver tabla

Análisis físicoquímicos y microbiológicos de aguas

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	METODO
POTENCIAL DE H	pH	7,37	Standard Methods 4500 H + B
TURBIEDAD	UNT	0,36	Standard Methods 2310 B
COLOR	UPC	2	Standard Methods 2120 A
ALCALINIDAD	mg/L	88	Standard Methods 2120 A
DUREZA TOTAL	mg/L	97	Standard Methods 2340 C
NITRATOS	mg/L	7,48	Standard Methods 2510 B
NITRITOS	mg/L	0,03	Standard Methods 4500 NO ₂ B
SULFATOS	mg/L	23	Standard Methods 4500 SO ₄ E
HIERRO TOTAL	mg/L	0,02	Standard Methods 3500 Fe B
DQO	μS/cm	146	Standard Methods 2510 B
DBO5	mg/L	0,9	Standard Methods 5210
OXIGENO DISUELTO	mg/L	7,6	Standard Methods 4500 C
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml	1100	Filtración por membrana
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	1100	Filtración por membrana
AEROBIOS MESÓFILOS	UFC/100 ml	1100	Filtración por membrana


CARLOS ALBERTO PATIÑO P.
Químico

ServiAnalítica Profesionales SAS
NIT 900.476.024-4
Dirección calle 12 A N° 8 - 30
Celular 301 656 6273