

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE UN ACUEDUCTO VEREDAL EN  
ARATOCA SDR.**

**Monografía para optar al título de  
Especialista en Evaluación y Gerencia de Proyectos**

**CAROLINA PRADA PRADA  
FABIO LANCHEROS CHAPARRO  
LUIS ERNESTO SILVA RAMÍREZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y  
EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA  
2007**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE UN ACUEDUCTO VEREDAL EN  
ARATOCA SDR.**

**Monografía de grado para optar al título de  
Especialista en Evaluación y Gerencia de Proyectos**

**CAROLINA PRADA PRADA  
FABIO LANCHEROS CHAPARRO  
LUÍS ERNESTO SILVA RAMÍREZ**

**Director:  
HERNÁN PABÓN BARAJAS  
Ingeniero Industrial**

**Codirector:  
LUÍS EMILIO ROJAS PABÓN  
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FSICOMECAÑICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y  
EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA  
2007**

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>3</b>
1.1 Identificación.	3
1.2 Descripción.	3
1.3 Formulación.	4
<b>2. ALCANCES Y LIMITACIONES</b>	<b>5</b>
2.1. Justificación.	6
<b>3. OBJETIVOS.</b>	<b>8</b>
3.1 General.	8
3.2 Específicos.	8
<b>4. MARCOS REFERENCIALES</b>	<b>10</b>
4.1 Marco contextual.	10
4.1.1 Antecedentes.	10
4.1.2 Estado actual del Arte.	10
4.1.3 Otros proyectos.	11
4.2 Marco teórico.	12
4.2.1 Respecto al Proyecto.	12
4.2.2 Respecto a la Empresa.	12
4.2.3 Respecto al Medio Externo.	13
4.3 Marco conceptual.	13
4.4 Marco legal.	14
4.4.1 Derecho Constitucional.	15
4.4.2 Licencias.	16
4.4.3. Derecho privado.	17
<b>5. METODOLOGÍA</b>	<b>18</b>
5.1 Revisión sistemática del tema.	<b>18</b>
5.2 Tipo de investigación.	<b>18</b>
5.3 Universo y muestra.	18
5.4 Métodos e instrumentos de recolección de datos.	19
5.5 Procedimiento para recoger información.	19
5.6 Plan de tabulación.	19
<b>6. INFORMACIÓN GENERAL DE LA REGIÓN</b>	<b>21</b>
6.1 Localización	21
6.2 Infraestructura vial.	

6.2.1 Vías de acceso	26
<b>6.2.2 Red vial</b>	<b>26</b>
<b>6.3 División político administrativo del área de estudio</b>	<b>26</b>
6.4 Geomorfología	26
6.5 Hidrología y climatología.	26
6.5.1 Hidrología.	26
6.5.2 Climatología.	28
6.5.2.1 Precipitación.	28
6.5.2.2 Temperatura.	29
<b>7. CARACTERIZACION SOCIOECONÓMICA</b>	<b>30</b>
7.1 Variables de estratificación	30
7.2 Definición del estrato para la vereda Clavellinas.	31
<b>8. ESTUDIOS DE MERCADOS</b>	<b>33</b>
8.1 Población beneficiada.	33
8.2 Resultados de la encuesta.	33
8.3 Conclusiones de los resultados de la encuesta.	43
8.4 Crecimiento proyectado de la población beneficiada.	44
8.4.1 Proyección Geométrica	44
8.4.2 Proyección Exponencial	45
8.5 Demanda actual	45
8.6 Demanda proyectada.	46
<b>9. ESTUDIO TÉCNICO</b>	<b>47</b>
9.1 Estudio de dotación.	47
9.1.1 Uso del Agua.	47
9.1.2 Hábitos Higiénicos y Disponibilidad de Alcantarillado.	47
9.1.3 Medidores y control de pérdidas.	47
9.2 Parámetros de diseño.	48
9.2.1 Vida Útil.	48
9.2.2 Capacidad.	48
9.2.2.1 Nivel de complejidad.	48
9.2.2.2 Dotación bruta.	49
9.2.3 Caudal de diseño.	50
9.2.4 Diámetro.	50
9.2.4.1 Diámetros internos mínimos en la red matriz.	50
9.2.4.2 Diámetros internos mínimos en las redes de distribución	51

9.2.5 Volumen de agua a almacenar.	52
9.3 Aspectos técnicos (Titulo B RAS 2000).	52
9.3.1 Vertederos de excesos.	54
9.3.2 Acondicionamiento de la cuenca que aporta al embalse.	55
9.4 Tamaño del proyecto.	55
9.5 Localización.	59
9.6 Emplazamiento.	59
<b>10. INGENIERÍA DEL PROYECTO</b>	<b>61</b>
10.1 Diseño hidráulico.	61
10.1.1 Descripción del Sistema.	61
10.1.1.1 Periodo de diseño de la captación de agua superficial.	61
10.1.2 Utilización de la bomba.	61
10.1.3 El sistema de bombeo.	62
10.1.4 Distribución.	62
10.1.4.1 Diseño de la red de distribución.	63
10.1.5 Capacidad de los tanques.	63
10.1.5.1 Periodo de diseño de tanques.	64
10.1.5.2 Edificación de operación.	64
<b>11. ANÁLISIS DE AGUA</b>	<b>65</b>
11.1 Resultados del análisis	65
11.2 Conclusiones y recomendaciones	66
<b>12. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y ADMINISTRATIVA</b>	<b>67</b>
12.1 Alternativas de administración.	67
12.1.1 Sociedades.	68
12.1.1.1 Clasificaciones	68
12.1.2 Asociaciones y Fundaciones.	68
12.1.3 Organizaciones no gubernamentales.	69
12.2 Requisitos para inicio de operaciones	69
12.3 Parámetros de definición	69
12.4 Factores de decisión.	70
12.5 Tipo de organización recomendado.	71
12.6 Indicadores De Gestión.	72
<b>13. ESTUDIO DE E.I.A.S.</b>	<b>74</b>
13.1 Identificación de impactos	74
13.1.1 Impactos potenciales del proyecto.	74
13.1.1.1 Durante la construcción:	74
13.1.1.2 Durante la operación del acueducto.	74

13.2	Evaluación de impactos ambientales.	75
13.2.1	Matrices	75
13.3	Metodología de valoración de impactos.	77
13.3.1	Criterios básicos de evaluación ambiental.	77
13.4	Medidas de mitigación.	80
13.4.1	Programa de reforestación.	81
13.4.1.1	Programas Forestales “Río Magdalena”.	81
13.5	Impacto social del proyecto.	81
13.5.1.	Potencial agrícola.	82
13.5.2	Concentración Poblacional	82
13.5.3	Potencial de inversión	82
13.5.4	Cuantificación del impacto social	82
13.5.5	Conclusiones del impacto social (MGA).	83
<b>14.</b>	<b>ESTRUCTURA TARIFARIA ESTRATIFICADA</b>	<b>84</b>
14.1	Criterios de estructura tarifaria	84
14.1.1	Estructura Tarifaria Propuesta	84
<b>15.</b>	<b>ESTUDIO FINANCIERO, ECONOMICO Y SOCIAL</b>	<b>86</b>
15.1	Organización y Gastos Generales.	86
15.1.1	Gastos de Administración.	87
15.1.2	Otros Gastos de Administración.	87
15.2	Costos de Operación.	87
15.2.1	Insumos Químicos.	87
15.2.2	Mano de Obra.	88
15.2.3	Otros Costos de Operación.	88
15.3	Ingresos.	88
15.4	Costos de Inversión Totales.	89
15.5	Concepto Financiero.	90
15.6	Concepto Económico y Social.	91
<b>16.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>92</b>
<b>17.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>94</b>
<b>17.</b>	<b>EPÍLOGO</b>	<b>95</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>96</b>
	<b>GLOSARIO</b>	<b>97</b>

## TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Población estimada 2005 Aratoca Sdr.	18
<b>Tabla 2.</b> Cuencas y subcuencas.	27
<b>Tabla 3.</b> Caracterización socioeconómica de la vereda Clavellinas.	30
<b>Tabla 4.</b> Categorías de estratificación.	31
<b>Tabla 5.</b> Comportamiento del crecimiento de población.	45
<b>Tabla 6.</b> Niveles de complejidad.	45
<b>Tabla 7.</b> Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema.	46
<b>Tabla 8.</b> Proyección de la demanda total basada en la dotación neta mínima.	47
<b>Tabla 9.</b> Niveles de complejidad.	49
<b>Tabla 10.</b> Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema.	50
<b>Tabla 11.</b> Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas.	50
<b>Tabla 12:</b> Diámetros internos red matriz.	52
<b>Tabla 13.</b> Diámetros internos red de distribución.	53
<b>Tabla 14.</b> Crecimiento de la población hasta el 2025.	57
<b>Tabla 15.</b> Consumo proyectado hasta el año 2025.	57
<b>Tabla 16.</b> Factores de decisión para localización.	60
<b>Tabla 17.</b> Periodo de diseño de obras de captación.	62
<b>Tabla 18.</b> Periodo de diseño de tanques de almacenamiento.	65
<b>Tabla 19.</b> Matriz de Fearo.	77
<b>Tabla 20.</b> Criterios de evaluación ambiental.	80
<b>Tabla 21.</b> Matriz de importancia del impacto.	81
<b>Tabla 22.</b> Tarifas vigentes.	86
<b>Tabla 23.</b> Gastos de administración.	88
<b>Tabla 24.</b> Otros gastos de administración.	88
<b>Tabla 25.</b> Insumos químicos.	88
<b>Tabla 26.</b> Mano de obra.	89
<b>Tabla 27.</b> Otros costos de operación.	89
<b>Tabla 28.</b> Proyección de consumos e ingresos del	90

servicio.

**Tabla 29.** Estudios de Preinversión e Inversión.

91

## GRÁFICAS

	Pág.
<b>Grafica 1.</b> Mapa de Colombia.	22
<b>Grafica 2.</b> Mapa de Santander.	23
<b>Gráfica 3.</b> Mapa de Aratoca.	24
<b>Gráfica 4.</b> Mapa de la vereda Clavellinas.	25
<b>Grafica 5.</b> Porcentajes del resultado - pregunta No. 1	33
<b>Grafica 6.</b> Porcentajes del resultado - pregunta No. 2	34
<b>Grafica 7.</b> Porcentajes del resultado - pregunta No. 3	35
<b>Grafica 8.</b> Porcentajes del resultado - pregunta No. 4	36
<b>Grafica 9.</b> Porcentajes del resultado - pregunta No. 5	37
<b>Gráfica 10.</b> Porcentajes del resultado - pregunta No. 6	38
<b>Grafica 11.</b> Porcentajes del resultado - pregunta No. 7	39
<b>Grafica 12.</b> Porcentajes del resultado - pregunta No. 8	40
<b>Grafica 13.</b> Porcentajes del resultado - pregunta No. 9	41
<b>Grafica 14.</b> Porcentajes del resultado - pregunta No. 10	42

## **ANEXOS**

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO A.</b> Excavación para represa.	126
<b>ANEXO B.</b> Diques para control de entrada y paso de agua	127
<b>ANEXO C.</b> Sellamiento del terreno en la represa	128
<b>ANEXO D.</b> Mapa de distribución de la red matriz	129
<b>ANEXO E.</b> Encuesta	130

## RESUMEN

### **TÍTULO:**

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN ACUEDUCTO VEREDAL EN ARATOCA SANTANDER\*

### **AUTORES:**

Carolina Prada Prada- Ingeniero Financiero.

Fabio Lancheros Chaparro- Contador Público.

Luis Ernesto Silva Ramírez.- Ingeniero Industrial. \*\*

### **PALABRAS CLAVES:**

Hídrico, Gravedad, Diseño, Capacidad, Sistema, Demanda, Proyección, Indicadores.

### **DESCRIPCIÓN:**

El propósito de este trabajo es definir la viabilidad financiera, económica y social para la construcción de un acueducto tipo gravedad con el fin de abastecer de agua potable a los habitantes de la Vereda Clavellinas del municipio de Aratoca en el departamento de Santander y, de la organización requerida para su administración con base en las normas establecidas para estos casos.

Además de recurrir a los estudios que sobre la vereda ha realizado la Alcaldía municipal de Aratoca en cuanto a su potencial hídrico mediante el Esquema de Ordenamiento Territorial (E.O.T.), se realizaron actividades de campo que permitieron obtener información real de las características generales de la zona y de sus habitantes, para conocer el ambiente que hay en torno a la construcción del acueducto y de la organización de la comunidad para la administración del mismo.

Se realizaron cálculos de diseño y capacidad del sistema de acueducto, teniendo en cuenta el comportamiento del crecimiento de población y de la demanda con la proyección hasta el año 2.025.

Se presentan en este estudio los diferente tipos de organizaciones a los cuales podrá recurrir la comunidad para administrar el acueducto y la propuesta que los autores consideran es la mejor para los intereses colectivos y del acueducto.

Las tarifas aplicadas para los cálculos de ingresos operacionales están basadas en las fijadas por las empresas de acueducto oficiales, autorizadas de la Comisión Reguladora de Tarifas.

Se aplica el software exigido para los proyectos públicos, MGA, diseñado por el Departamento de Planeación Nacional - DNP – y en él se reflejan los indicadores relevantes para definir la viabilidad financiera, económica y social, tales como el CAUE, las TIR y otros más.

De los análisis realizados se establece con evidencia la viabilidad financiera y social del proyecto, por lo cual se recomienda su ejecución.

---

\* Monografía

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y empresariales. Especialización en Evaluación y Gerencia de Proyectos.- Director.- Hernán Pabón Barajas.- Ingeniero Industrial.

## SUMMARY

### TITLE:

STUDY PREFACTIBILIDAD FOR THE CONSTRUCTION OF AN AQUEDUCT VEREDAL IN ARATOCA SANTANDER \*

### AUTHORS:

Carolina Prada Prada.- Financial Engineer.  
Fabio Lancheros Chaparro. Public Accountant.  
Luis Ernesto Silva Ramírez.. - Industrial Engineer.\*\*

### KEY WORDS:

Hídrico, Graveness, Design, Capacity, System, Demands, Projection, Indicators.

### DESCRIPTION:

The purpose of this work is to define the financial, economic and social viability for the construction of an aqueduct type graveness with the purpose of supplying from drinkable water to the inhabitants of the Clavellinas Sidewalk of the municipality of Aratoca in the department of Santander and, of the organization required for its administration with base in the established norms for these cases.

Besides appealing to the studies that about the sidewalk the municipal Governorship of Aratoca has carried out as for their hídrico potential by means of the Outline of Territorial Classification (E.O.T. in Spanish), they were carried out field activities that allowed to obtain real information of the general characteristics of the area and of their inhabitants, to know the atmosphere that there is around the construction of the aqueduct and of the organization of the community for the administration of the same one.

They were carried out design calculations and capacity of the aqueduct system, keeping in mind the behavior of population's growth and of the demand with the projection until the year 2.025.

They are presented in this study the different types of organizations to which the community will be able to appeal to administer the aqueduct and the proposal that the authors consider it is the best for the collective interests and of the aqueduct.

The rates applied for the calculations of operational revenues are based on those fixed by the officials aqueduct companies, authorized of the Commission Regulators of Rates.

The software is applied demanded for the public projects, MGA, designed by the Department of National Planning - DNP - and in it they are reflected the outstanding indicators to define the financial, economic and social viability, such as the CAUE, the TIR and other more.

Of the carried out analyses the financial and social viability of the project settles down with evidence, reason why its execution is recommended.

---

\* Monograph

\*\* Ability of Engineerings Physique Mechanics. School of Industrial and Managerial Studies. Specialization in Evaluation and Management of Projects, Directress – Hernán Pabón Barajas Industrial Engineer.

## **RESUMEN**

El propósito de este trabajo es definir la viabilidad financiera, económica y social para la construcción de un acueducto tipo gravedad con el fin de abastecer de agua potable a los habitantes de la Vereda Clavellinas del municipio de Aratoca en el departamento de Santander y, de la organización requerida para su administración con base en las normas establecidas para estos casos.

Además de recurrir a los estudios que sobre la vereda ha realizado la Alcaldía municipal de Aratoca en cuanto a su potencial hídrico mediante el Estudio de Ordenamiento Territorial (E.O.T.), se realizaron actividades de campo que permitieron obtener información real de las características generales de la zona y de sus habitantes, para conocer el ambiente que hay en torno a la construcción del acueducto y de la organización de la comunidad para la administración del mismo.

Se realizaron cálculos de diseño y capacidad del sistema de acueducto, teniendo en cuenta el comportamiento del crecimiento de población y de la demanda con la proyección hasta el año 2.025.

Se presentan en este estudio los diferentes tipos de organizaciones a las cuales podrá recurrir la comunidad para administrar el acueducto y la propuesta que los autores consideran es la mejor para los intereses colectivos y del acueducto.

Las tarifas aplicadas para los cálculos de ingresos operacionales están basadas en las fijadas por las empresas de acueducto oficiales, autorizadas de la Comisión Reguladora de Tarifas.

Se aplica el software exigido para los proyectos públicos, MGA, diseñado por el Departamento de Planeación Nacional - DNP – y en él se reflejan los indicadores relevantes para definir la

viabilidad financiera, económica y social, tales como el CAUE, las TIR y otros más.

De los análisis realizados se establece con evidencia la viabilidad financiera y social del proyecto, por lo cual se recomienda su ejecución.

## **TÍTULO**

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE  
UN ACUEDUCTO VEREDAL EN ARATOCA SDR.

## **INTRODUCCIÓN**

La actividad turística que emerge por estos tiempos en la Provincia Guantánamo, dada la construcción de infraestructuras macro realizadas por el Gobierno, con propuestas de servicios turísticos de gran actualidad, especialmente en deportes extremos, frente a las condiciones contrastantes de las veredas circunvecinas a dichos nodos de atracción, en lo concerniente a la prestación de servicios públicos y para este caso muy puntual el que tiene que ver con la dotación de agua potable a los habitantes de la Vereda Clavellinas del Municipio de Aratoca Sdr., lo que conlleva a realizar el presente estudio y aportar los resultados correspondientes en la búsqueda de la solución a la necesidad expuesta.

Esta Vereda es la más importante del municipio de Aratoca, toda vez que en ella se concentra el mayor número de habitantes del Municipio así como la mayor actividad productiva, sin embargo el manejo desordenado de los recursos naturales como el agua hacen que la mayoría de las viviendas y fincas no cuenten con el preciado líquido.

Por lo tanto es urgente que se organice la explotación del recurso y se ordene su distribución de tal manera que todos los habitantes dispongan del servicio de manera equitativa y suficiente.

La presencia del Estado en estas regiones, a través del suministro de los servicios básicos hasta la población necesitada, es algo que debe estar al día para crear condiciones dignas de seres humanos, dado que es deber constitucional de los Gobiernos proveer a los colombianos de medios tanto para el bienestar como para el desarrollo productivo.

Aún cuando no se realicen proyectos de la envergadura del Parque Nacional Chicamocha –PANACHI- y del Teleférico, según algunos el más largo del mundo, el gobierno debe proveer en forma continua mayores y mejores condiciones de

vida a todos sus habitantes, a través de una infraestructura de servicios entre los que aparece de manera prioritaria el suministro de agua potable a la comunidad.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Identificación.**

El agua potable es un factor que contribuye a elevar el nivel de vida, dando progreso a todos los sectores económicos. Cuando se carece del líquido, el desarrollo de la comunidad es lento o se trunca.

Actualmente los habitantes de la vereda Clavellinas de Aratoca no cuentan con sistemas de acueducto adecuados; sus alternativas de provisión del preciado líquido son obsoletas las cuales en periodos de sequía no pueden suministrar la cantidad de agua requerida por sus habitantes.

La escasez de agua soportada durante muchos años ha venido generando condiciones malsanas de vida en la comunidad de la Vereda Clavellinas, las cuales causan enfermedades y condiciones inhumanas de vida.

### **1.2 Descripción.**

1. Carencia de los servicios de agua potable, por inexistencia de la infraestructura física necesaria.
2. Falta del servicio de agua en cuanto a cobertura, continuidad y/o calidad.
3. Existencia de problemas de salud pública solucionables con la ejecución del proyecto de agua potable.
4. Deterioro del medio ambiente, de los recursos hídricos y de los ecosistemas naturales, causados por el incumplimiento de las normas ambientales debido al uso incontrolado de las fuentes de agua.

### **1.3 Formulación.**

La vereda Clavellinas necesita un sistema de acueducto para el suministro de agua potable para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, con un diseño técnico que permita un adecuado funcionamiento y sostenibilidad a través del tiempo.

El Estudio de Ordenamiento Territorial (EOT) de Aratoca, realizado por personal competente y patrocinado por el Gobierno Municipal de Aratoca, busca la sostenibilidad y sustentabilidad de los sistemas de producción del sector rural, estableciendo reglas de juego en cuanto al uso de los recursos naturales para evitar el agotamiento de éstos, ante lo cual se hace imprescindible la adaptación del presente proyecto a dicho estudio.

Se requiere llevar a cabo un proceso de organización comunitaria en la vereda con el fin de conformar una entidad encargada de administrar y velar por el buen funcionamiento del acueducto.

## **2. ALCANCE – LIMITACIONES**

Se pretende con la realización de este estudio, establecer si es o no viable tanto financiera como económica. Social y administrativamente la construcción del sistema en cuestión.

Se Definirá la viabilidad financiera en cuanto a costos, gastos, alternativas de financiamiento y/o de provisión de recursos para la construcción del acueducto, a la luz de las normas vigentes establecidas para estos casos.

Se propondrá la forma de organización que se encargará de la administración de dicho acueducto teniendo en cuenta las opciones que permite el Estado Colombiano , buscando la mas conveniente a las condiciones de la comunidad.

Por diseño, obras y procedimientos correspondientes se entienden los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento del sistema de acueducto, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionamiento adecuado, calidad, eficiencia, sostenibilidad en el futuro. Estos pormenores de la construcción física del acueducto no son el motivo principal de este estudio y en aras de no incrementar los costos del mismo, estará basado en los presupuestos generales de construcción de otros acueductos veredales con similares condiciones y que se han llevado a cabo en el Departamento de Santander, además del concepto profesional de los contratistas de dichas obras.

Se definirán algunas medidas necesarias como: población beneficiada y su respectiva proyección, el consumo actual y proyectado, el mínimo nivel de represamiento de agua para atender la demanda actual y proyectada, los requerimientos mínimos para distribución del agua, las tarifas adecuadas a las condiciones socioeconómicas de la vereda y la manera más práctica para cobro del servicio teniendo en cuenta que las distancias entre usuarios hace tedioso la recolección de

información acerca del consumo mensual y el envío de recibos o facturas.

Debido a que la información que suministra el Dane es vigencia del año 2005, se deben realizar algunos estudios de campo que aproximen más a la realidad los datos requeridos para el análisis del presente estudio.

## **2.1 JUSTIFICACIÓN**

Con el fin de beneficiar a los habitantes de la Vereda Clavellinas de Aratoca, se pretende realizar este estudio para que de acuerdo a sus resultados se proceda a la posterior construcción de un acueducto, que cumpla con características hidráulicas, higiénicas, y económicas acordes con las normas legales vigentes.

Este estudio permitirá:

- Aplicar los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la Especialización en Evaluación y Gerencia de Proyectos.
- Materializar este proyecto en un requisito que desde hace tiempo ha establecido la Oficina de Acueducto y Saneamiento de la Gobernación de Santander para avalar dicha construcción.
- Poner al día en servicios de agua potable a una región que apunta a estar a la vanguardia en infraestructura turística para Colombia y el mundo.
- Dar este aporte a una causa más que justa para conseguir que más colombianos disfruten de este servicio básico, lo que generará en nosotros una gran satisfacción personal y profesional.
- Mejora el nivel de salud de la comunidad.
- Controlar el uso adecuado del agua.

- Valorizar los predios del sector lo que redundará en beneficios económicos a los propietarios de las tierras.
- Generación de negocios al margen de la vía.
- Incremento en la producción agrícola del sector.

### **3. OBJETIVOS.**

#### **3.1 General.**

Realizar un estudio que permita identificar la viabilidad financiera, económica, social y administrativa para la construcción de un acueducto veredal en Clavellinas, municipio de Aratoca Sdr., atendiendo las normas vigentes (RAS) y el EOT, el cual solucione la necesidad de agua potable para sus habitantes.

#### **3.2 Específicos.**

- \* Estimar la población y demanda actual y futura de la vereda con base en el periodo de diseño
- \* Definir el nivel de complejidad del acueducto a construir, según se establece en el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico
- \* Definir la ubicación ideal para la construcción del acueducto a partir de varias opciones propuestas.
- \* Elaborar el presupuesto general del proyecto.
- \* Realizar el estudio proyectado por lo menos a diez años, de la sostenibilidad técnica, financiera y administrativa del acueducto veredal.
- \* Estudiar los diferentes modelos institucionales que se pueden escoger para administrar el acueducto.
- \* Proponer la mejor alternativa para administración del acueducto, el marco legal que les rige y los elementos esenciales para su operación.
- \* Plantear algunos indicadores de gestión que se deberán tener en cuenta para la buena marcha del acueducto y del servicio.

\* Identificar las entidades que podrían estar subsidiando la arborización de las hectáreas designadas alrededor de la presa para asegurar un nivel de lluvias ideal y favorable al acueducto.

## **4. MARCOS REFERENCIALES**

### **4.1 Marco contextual**

#### **4.1.1 Antecedentes.**

Históricamente, la región del municipio de Aratoca incluida su jurisdicción ha sido conocida como una zona de escasa actividad hidrográfica y pluvial. En ocasiones de alta y prolongada sequía, las autoridades municipales se han visto en la necesidad de traer el agua en carro tanques para atender la deficiencia del acueducto. Dicho acueducto atiende la demanda de la cabecera municipal, pero algunas veredas como Clavellinas no cuentan con acueducto que les suministre el líquido.

Se han construido acueductos en algunas veredas y en ellas se ve el beneficio que trae consigo la organización para la distribución y consumo controlado del agua. Estos sectores reflejan unas mejores condiciones de vida y mayor producción agrícola.

Incluso en el sector conocido como Clavellinas Bajas, recientemente se construyó un acueducto veredal que proveerá de agua a municipios como Villanueva, Cabrera y Barichara.

Algunos pobladores cuentan con suministros de agua locales como pozos poco profundos, arroyos, escorrentía, etc., pero éstos resultan insuficientes para atender las demandas requeridas.

#### **4.1.2 Estado actual del Arte.**

El Estudio de Ordenamiento Territorial de Aratoca (EOT), documento oficial realizado por expertos en diferentes temas y patrocinado por la Alcaldía de Aratoca, el cual diagnostica las condiciones actuales y con proyección de la región en todos los campos del funcionamiento del municipio y sus veredas, ha

arrojado información que refleja la suficiencia de los afluentes de agua que rodean la región de manera que si se puede atender la demanda tanto urbana como rural.

Exámenes fisicoquímicos encomendados en diferentes oportunidades por particulares y realizados a las aguas de los afluentes que bordean la vereda han reflejado un altísimo grado de pureza de las mismas.

Sin embargo, también deja ver dicho estudio que la falta de organización de la comunidad para el aprovechamiento de la riqueza acuífera, solo está permitiendo que muy pocos se beneficien del agua mientras otros pasan gran necesidad.

Desde hace ya un buen tiempo la comunidad perteneciente a la vereda Clavellinas, se ha reunido para organizarse con el fin de buscar soluciones a la escasez de agua. De estas reuniones han surgido comisiones encargadas de gestionar ante personas naturales y entidades gubernamentales el apoyo a la construcción del acueducto veredal. Resultado de ello es el compromiso adquirido por la Administración Departamental para financiar el proyecto.

#### **4.1.3 Otros proyectos.**

En el departamento de Santander, se han ejecutado proyectos similares al que nos ocupa, dos de los cuales son el de la vereda El Alto de la Aldea en el municipio de Girón y el de la vereda El Volcán en el municipio de Vetás, y que nos servirán de soporte para los cálculos del presupuesto y de la selección de la mecánica a seguir en los procesos de control, facturación y cobro del servicio para el caso de la vereda Clavellinas.

Hasta la fecha no se han realizado otros proyectos que busquen solucionar la falta del servicio de agua potable en la Vereda Clavellinas.

## **4.2 Marco teórico.**

Las variables que juegan en el desarrollo de este estudio y que se deben tener en cuenta al momento de definir la conveniencia o no del proyecto porque influyen de manera directa en el resultado del mismo, son:

### **4.2.1. Respecto al Proyecto**

1. Tamaño: el tamaño del proyecto se define de acuerdo con los rangos establecidos por la RAS, según el cual el sistema que se va a construir debe corresponder a la población beneficiada.
2. Clase: este se constituye en un proyecto eminentemente público.
3. Avance en el Tiempo: el proyecto debe estar programado en todas y cada una de sus etapas de manera sistemática, teniendo en cuenta los tiempos que requieren los trámites y gestiones ante las entidades de control.

### **4.2.2. Respecto a la Empresa**

1. Respaldo Financiero y Administrativo: afortunadamente el proyecto cuenta el apoyo político de las autoridades nacionales, departamentales y municipales al igual que con financiación 100% del sector público.
2. Bondad de los Resultados: una vez realizado el estudio propuesto, se podrá disponer de argumentos valiosos para dar un concepto acerca de la favorabilidad o no de las cifras en lo concerniente a la sostenibilidad financiera que requiere el acueducto, toda vez que aún cuando es un proyecto social y no se hace con ánimo de lucro también es cierto que no se debe exponer a una eventual quiebra económica especialmente durante la etapa de operación.
3. Importancia del Proyecto: siendo el agua un elemento vital tanto para las personas como para el desarrollo productivo de

la zona, el proyecto se convierte en la mejor de las probabilidades para superar esta deficiencia histórica que ha generado inferiores condiciones de vida y productividad.

#### **4.2.3. Respecto al Medio Externo**

1. Amenazas: Los cambios climáticos de los últimos tiempos podrían amenazar el caudal de las quebradas o afluentes, y esto debe indicarnos que debemos dejar planteado un plan de contingencia el cual podría basarse en la reforestación del mayor número de hectáreas alrededor del embalse, lo que contribuiría al aumento en las lluvias.

2. Grado de Incertidumbre: el cambio en las administraciones políticas de turno podrían comprometer la realización del proyecto toda vez que dependería de la disposición que tengan los nuevos administradores respecto de este tipo de planes.

3. Respuesta y Aceptación: como es de esperarse, la comunidad ve con muy buenos ojos la realización de este proyecto, no solamente porque solucionarían el problema de la escasez de agua sino porque la zona se estaría poniendo a tono con los últimos avances que en la región se han venido presentando, al convertirse en una de las regiones más turísticas de Colombia y con el tiempo presumiblemente de Latinoamérica.

4. Vigencia: el proyecto se acoge a los rangos establecidos por el Estado en la reglamentación correspondiente tanto en infraestructura como en capacidad técnica del acueducto para atender la demanda actual y proyectada durante los siguientes veinte (20) años.

#### **4.3 Marco conceptual.**

Algunos de los términos y siglas que se manejan en este trabajo son:

**CAS** Corporación Autónoma de Santander

**EOT** Esquema de Ordenamiento Territorial

**MGA** Metodología General Ajustada

**RAS** Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico

#### **4.4 Marco legal.**

Corresponde al Ministerio de Desarrollo Económico, formular la política de Gobierno en materia social del país relacionada con la competitividad, integración y desarrollo de los sectores productivos del agua potable y saneamiento básico y expedir resoluciones, circulares y demás actos administrativos de carácter general o particular necesarios para el cumplimiento de sus funciones.

Es por ello que ha adoptado el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico –[RAS](#)-, el cual tiene por objeto señalar los requisitos técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico y sus actividades complementarias, señaladas en el artículo 14, numerales 14.19, 14.22, 14.23 y 14.24 de la Ley 142 de 1994, que adelanten las Entidades prestadoras de los servicios públicos municipales de acueducto, alcantarillado y aseo o quien haga sus veces.

Se observará lo establecido en el Esquema de Ordenamiento Territorial ([EOT](#)) de Aratoca.

Para destacar el Artículo 14 de la ley 388 de 1997, que señala que en el Componente Rural, se debe establecer lo siguiente: La determinación de los sistemas de aprovisionamiento de los servicios de agua potable y saneamiento básico de las zonas rurales a corto y mediano plazo y la localización prevista para los equipamientos de salud y educación.

Así mismo, están establecidas diferentes formas de organizar a la comunidad para efectos de administrar el acueducto.

De acuerdo a la forma escogida, el gobierno cuenta con entes de control como la Superintendencia de Economía Solidaria, del Sector de Hacienda y Crédito Público, y que está encargada de controlar la legalidad de la constitución de la organización que administrará el acueducto.

#### **4.4.1 Derecho Constitucional**

Dentro de los aspectos legales que afectan el proyecto podemos mencionar los siguientes:

Derecho Fundamental: El derecho a la vida, a la dignidad humana y a la salud.

La falta del servicio de agua ha generado condiciones malsanas de vida y es normal encontrar en la región un alto índice de enfermedades resultado de la imposibilidad para atender el aseo personal y general en la forma y frecuencia que se debe. La construcción del acueducto contribuirá en el alcance de condiciones de vida, dignas de los habitantes de la Vereda y así evitar que dichas condiciones sean causa de decesos injustificados.

Derecho Fundamental: El derecho al trabajo.

Hay una alta tasa de desempleo en una zona eminentemente agrícola. Quienes están laborando lo hacen en actividades distintas a la agricultura y mucha tierra se queda sin aprovechar. La provisión de agua para el riego permitirá que se tornen productivas las tierras que hasta ahora no lo son y aumentará la probabilidad de trabajo en especial en la producción agrícola.

Derecho Fundamental: El derecho de libre organización.

La creación de una entidad que administre el nascente acueducto, llevará a que los habitantes de la vereda se organicen y sean ellos quienes lleven las riendas que permitan hacer grande y sostenible su acueducto.

Derecho Económico: .....Mejorar el ingreso y calidad de vida de los campesinos.

Como se dijo anteriormente, el agua que se utilice para el riego de los cultivos, conllevará unos mejores ingresos económicos y mejorará las condiciones de vida de los campesinos de la región.

Derecho Económico: .....Protección especial a la producción de alimentos.

Esta es una zona que por su altura y clase de tierras es altamente óptima para sembrar productos de gran diversidad que ayudarían a surtir los mercados de las ciudades grandes como Bucaramanga y Bogotá y algunas intermedias como San Gil, Socorro y Barbosa entre otras.

Derecho Ambiental: .....Planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.

La falta de organización de la comunidad ha llevado a que unos pocos hagan uso del agua de manera desordenada y desproporcionada. Con la administración del agua y control para el buen manejo de la misma se conseguirá llevarla a todos los necesitados.

#### **4.4.2 Licencias.**

Para llevar a cabo este proyecto se requiere de:

Certificados de conformidad. Las empresas prestadoras de los servicios de agua potable y saneamiento básico, o quien haga sus veces, exigirán los Certificados de Conformidad con los reglamentos técnicos de los Ministerios del Medio Ambiente, Salud y/o de las entidades competentes.

Permisos especiales. La modificación al nivel de complejidad del sistema debe ser autorizado por la Comisión de Regulación de Agua Potable

Licencias ambientales. Para la ejecución de obras inherentes a la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico y sus actividades complementarias, obtendrán Licencia Ambiental aquellas actividades que pueden producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al paisaje, tal como expresen las disposiciones legales vigentes.

Concesiones. Para disponer del afluente seleccionado, se requiere gestionar ante la Corporación Autónoma de Santander –CAS- la concesión respectiva, definiendo el caudal mínimo necesario y las condiciones de uso.

#### **4.4.3 Derecho privado.**

La construcción del acueducto Veredal, se realizará en predios que cederá a título de propiedad al Municipio de Aratoca , uno de los dueños de las fincas que forman parte de la Vereda. Se tienen tres propuestas, las cuales serán revisadas y analizadas según las diferentes variables que se involucran en un estudio de emplazamiento, asignándoles un puntaje que permitirá identificar cuál es el lugar ideal para el embalse. Las variables todas apuntan al cumplimiento de lo establecido en el EOT y a facilitar la operación del sistema.

Una vez escogido el terreno se procederá a la gestión correspondiente ante las autoridades competentes para la escrituración.

Está previsto dentro de la propuesta de construcción, la reforestación de cincuenta hectáreas alrededor del embalse, que permitirán mitigar con creces el posible daño ecológico que se presente. Aunque la verdad es que no se requerirá dañar o talar bosques ya que las áreas propuestas están despejadas desde hace muchos años.

Igualmente se tendrá en cuenta el aprovechamiento de los alrededores del embalse para generar un paisaje agradable que embellezca su entorno. El mismo estilo de construcción permitirá crear un lugar muy agradable que con el tiempo podría ser visitado.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 Revisión sistemática del tema.

Se ha considerado importante la ayuda de los valiosos aportes que puedan hacer a este estudio, personas que están directamente relacionadas con el tema de acueductos veredales y es por esto que acudimos a la consulta constante de funcionarios del IDEAM, de la CAS, profesionales que han construido acueductos veredales, quienes nos han expresado su colaboración incondicional para que el resultado de esta idea sea lo más objetivo posible para el éxito de la misma.

### 5.2 Tipo de investigación.

El estudio que se llevará a cabo para la realización de este proyecto es de carácter cuantitativo, tipo descriptivo analítico.

### 5.3 Universo y muestra.

En el municipio de Aratoca, la población estimada para el año 2005 según el DANE es la siguiente:

**Tabla No. 1** Población estimada 2005 Aratoca Sdr.

<b>Cabecera municipal</b>	<b>Rural</b>	<b>Total</b>	<b>Hogares</b>	<b>Viviendas</b>	<b>Población Clavellinas</b>	<b>Viviendas en Clavellinas</b>
2188	6097	8285	1845	2744	3287	657

Fuente: Dane y Oficina de Planeación Municipal de Aratoca.

De acuerdo a la información suministrada por la Oficina de Planeación Municipal de Aratoca, en la Vereda Clavellinas viven 3287 personas, población heterogénea en cuanto a edad, actividad, estudio, etc., instaladas en 657 viviendas.

La muestra seleccionada fue de 169 habitantes: ubicados en la zona rural beneficiada, es decir en la Vereda Clavellinas de

Aratoca, teniendo en cuenta que un hogar y/o una vivienda no podrá estar representado en más de una vez en las encuestas. Esta muestra es representativa de la población beneficiada y corresponde al 25,72% de la misma.

#### **5.4 Métodos e instrumentos de recolección de datos.**

La información que se requiere para identificar el alcance de este proyecto será de carácter primaria y secundaria.

La información primaria se obtendrá como resultado de una encuesta que se realizará entre los pobladores de la vereda, en una muestra de 169 personas mayores y que consideramos dan una representación suficiente de la población que se beneficiará con el acueducto.

La información secundaria se recopilará de las diferentes fuentes válidas como son el DANE, la Secretaría de Aguas de la Gobernación de Santander, la CAS y en la Alcaldía Municipal de Aratoca y sus oficinas de Planeación y Servicios Públicos.

#### **5.5 Procedimiento para recoger información.**

Una parte de las encuestas se realiza en algunas fincas de la vereda, pero debido a dificultades logísticas que hacen muy gravoso el trabajo no realizamos todas las encuestas en el área rural sino que se aprovechará el día de mercado en Aratoca (domingo) para contactar con otros habitantes de la vereda; para esto contaremos con la ayuda de la Dirección de la Oficina de Servicios Públicos.

La información secundaria se extractará de fuentes provistas por las entidades ya mencionadas como son la página Web de cada una de ellas e informes de estudios realizados como el EOT que es un documento oficial con datos proyectados.

#### **5.6 Plan de tabulación.**

La encuesta que se realiza no procura descubrir un posible mercado o nicho sino que pretende identificar la aceptación de

la comunidad para: adaptarse a la nueva forma de obtener el agua, aceptar las futuras políticas de austeridad y racionamiento en casos de prolongada sequía, manifestar la colaboración con el medio ambiente generando unas condiciones propicias que ayuden a garantizar la sostenibilidad del acueducto, y, participar en la creación de la entidad que se encargará de atender todo lo concerniente con el servicio de agua.

Por lo anterior, se medirá de acuerdo a los resultados las circunstancias favorables que existan o no para pensar en construir el acueducto. Se realizarán las gráficas y sus respectivos análisis e interpretaciones tratando de ser lo más objetivos posible, en aras de definir el ambiente comunitario que habría para la construcción del sistema y la creación del ente administrador.

El gráfico del resultado a cada una de las preguntas en la encuesta se desarrolla en el numeral 10-2 del presente estudio.

## **6. INFORMACIÓN GENERAL DE LA REGIÓN**

La Información general de la vereda Clavellinas fue obtenida a través de la observación directa en la región mediante visitas de campo realizadas en diferentes oportunidades, con ayuda de la comunidad, de la Alcaldía Municipal, de la oficina de Planeación Municipal, Tesorería Municipal, Oficina de Servicios Públicos de Aratoca, la CAS, etc..

### **6.1 Localización**

La vereda Clavellinas forma parte de la jurisdicción del municipio de Aratoca (Santander).

La cabecera municipal de Aratoca tiene una extensión de 20.35 hectáreas, 368 predios, distribuidos en 16 sectores o barrios a saber: Brisas, el Hoyo, Asovenir o Mirador, el Picacho, El Ramal, Luis Carlos Galán, Lomita, El Centro, La Curva, Cuatro Esquinas, San Rafael, Zulia, Miraflores, Morrórico, Terrazas y Bellavista.

El área rural tiene una extensión de 16.340,08 hectáreas y 1.177 predios, distribuido en 4 veredas, así: San Pedro, San Antonio, Cantabara, Clavellinas. Subdivididas en 29 sectores.

Límites: El territorio municipal, limita por el norte con el Municipio de Piedecuesta y Los Santos definido naturalmente por el recorrido del Río Chicamocha; por el sur con el Municipio de Curití delimitado por las quebradas la Honda, Cantabara y la Laja; por el oriente con el Municipio de Cepitá delimitados por el Río de Chicamocha; y por el occidente con los Municipios de los Santos y Jordán.

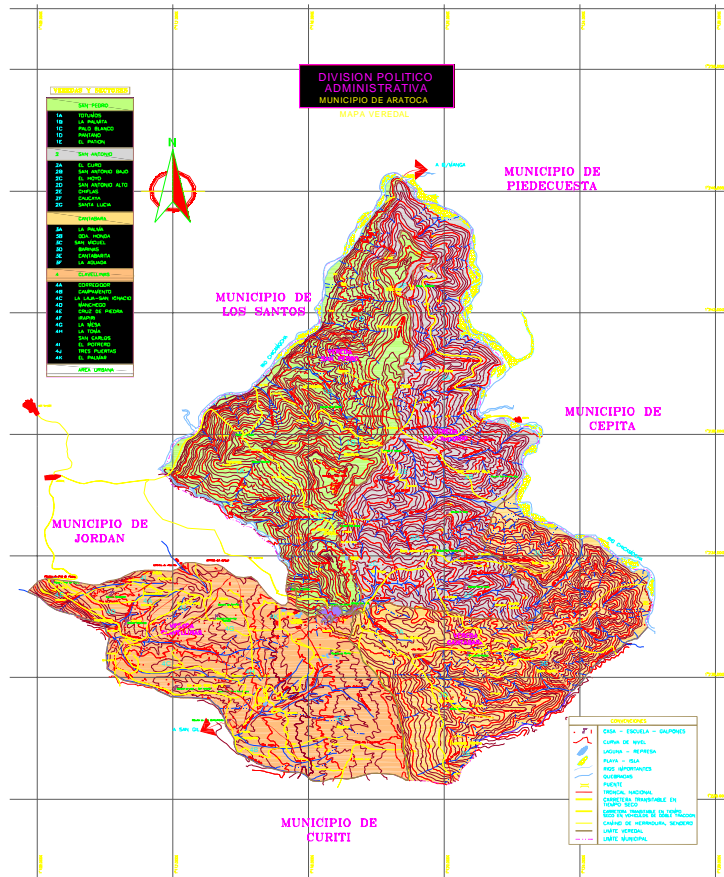
Grafica 1. Mapa de Colombia



Grafica 2. Mapa de Santander



Gráfica 3. Mapa de Aratoaca





## **6.2 Infraestructura vial.**

### **6.2.1 Vías de acceso**

Al la Vereda Clavellinas se llega por vía terrestre desde Bucaramanga en un tiempo aproximado de 1.5 horas, empleando la carretera pavimentada que comunica Bucaramanga con San Gil y la carretera nacional con capa de rodadura en aceite, que conduce hasta Bogotá.

### **6.2.2 Red vial**

La Vereda Clavellinas cuenta con el privilegio de estar sobre la vía a Bogotá, brindando diferentes posibilidades de acceso. Esta condición vial permite a los pobladores de la región una fácil movilización hacia cualquier sitio del país

## **6.3 División político administrativo del área de estudio**

La vereda del área de estudio está organizada político administrativamente por medios de juntas de acción comunal con personería jurídica y miembros elegidos popularmente.

## **6.4 Geomorfología**

La topografía del territorio se caracteriza por su aspecto montañoso y accidentado, presentando grandes alturas que superan los 2100 msnm, la estructura geológica principal la constituye la falla del río Suárez. Cuenta con tres clases de bioclimas: medio, frío y cálido.

## **6.5 Hidrología y climatología**

### **6.5.1 Hidrología.**

El sistema hidrológico se encuentra dentro de la cuenca del Río Chicamocha a donde llegan los caudales de las Quebradas la Arenosa, Montaña, Guacamaya, Quinta, Honda, Agua Buena y la Tomita entre otras.

Las cuencas y subcuencas de la jurisdicción del municipio de Aratoca se relacionan en la tabla (número 2). Los cuadros a color corresponden a las quebradas que forman parte de la vereda Clavellinas.

**Tabla 2.** Cuencas y subcuencas

CUENCA	SUB CUENCA	QUEBRADA	AREA INFL Km <sup>2</sup>	Caudal L/ SEG	CONSUMO		DEFORES TACIÓN
					Humano	Agrícola	
Río Chicamocha	Altamira	San Pedro Garavetera Cañada Altamira	6.71	22			
	Susa	Susa	3.6				
	Piedra Blanca	Piedra Blanca	3.95	8			
	Tichana	Tichana Morgatal La Mesetas Medio Pote	13.09				
	Cañada	Cañada	2.92				
	Cicaro						
	Clavellinera	Clavellinera El Oso Manchengo Corregidor	18.16	15 10 30	X X		
	Concha		4.21				
	El Retiro	El Retiro	2.25				
	La Honda	La Honda Barinas Los Naranjos El Corozo Cantavara La Aguada	25.19	28 13	X		X X
	La Hondura	La Hondura	4.28				
	Los Cacaos	Los Cacaos	4.13				
	La Playa	La Playa La Arenosa Agua Blanca(buena) La Quinta Las Vegas Cañada la Montaña Cañada el Hoyo	19.93	150 67 25	X X X  X		X   X

	La Tinta	La Tinta El Salitre	8.91				
	La Laja	La Laja Lagunetas La Guacamaya Mal Paso Cañada La Toma Cañada Pantano G Cañada las Tapias	19.82	86	X  X		X  X
	Morales	San José Los Lodos Guamara Cañada Curapo Cañada Ovejera	20.40				
	Pescadero	Cauces Cortos	1.74				
	Blanca	Cauces Cortos	3.16				
	Salado		3.18				
	Ficaro		2.94				

Fuente: UMATA - E.O.T.

## 6.5.2 Climatología

La climatología del sector se caracteriza por ser húmedo entre 70 y 80% y tener una temperatura promedio de 11° C con una altura de 1300-2200 metros sobre el nivel del mar. Podría decirse que en una parte de la vereda el piso térmico es frío y también se halla una formación vegetal de bosque húmedo, rastrojos medios y altos, los cultivos de la zona son principalmente: hortalizas, café, mora, piscicultura y cría de aves de corral.

### 6.5.2.1 Precipitación.

De acuerdo con los registros Pluviométricos, se observa que en la región de estudio se presentan lluvias durante todo el año, con intensidades máximas, registradas en los períodos de abril a junio y de septiembre a noviembre, de 318mm mensuales en promedio.

El verano regularmente se presenta durante el período de diciembre a marzo, con intensidad promedio mensual de 90mm.

La precipitación promedio anual, evaluada a partir de las dos estaciones, es de 2760mm que corresponde a la distribución mensual acumulada de las precipitaciones durante un año, siendo octubre el mes más lluvioso y enero el mes más seco.

#### **6.5.2.2 Temperatura.**

El promedio de los registros de temperatura de las dos estaciones es de 18 °C. las temperaturas máximas y mínimas registradas son de 20°C y 16°C correspondientes a las épocas de verano de invierno respectivamente.

## 7. CARACTERIZACION SOCIOECONÓMICA

Los resultados obtenidos de la caracterización socioeconómica de la vereda bajo estudio son la base, para el diseño de la estructura tarifaria estratificada que regulará el pago del servicio de acueducto.

### 7.1 Variables de estratificación

- Habitantes por Predio: La vereda presenta entre cuatro (4) a seis (6) habitantes por predio, de tal forma que el valor medio corresponde a cinco (5) personas.
- Pisos de las Viviendas: La tendencia del uso de los pisos en los predios de mayor a menor corresponde a pisos en cemento y baldosín.
- Muros de las viviendas: Los muros de las casas, en su gran mayoría son de ladrillo a la vista y frisado.
- Techos de las Viviendas: Los techos de las casas en su gran mayoría son en teja de barro y/o de zinc.
- Tenencia de la vivienda: En términos generales, la vivienda es de propiedad de quienes habitan en ella.
- Estado de la Vivienda: En general, las condiciones de los predios son buenas.

**Tabla 3.** Caracterización socioeconómica de las veredas de Aratoca Sdr.

VEREDA	HABITANTES PROMEDIO POR PREDIO	ACABADOS DE LA VIVIENDA			CARACTERISTICAS	
		PISOS	MUROS	TECHOS	TENENCIA	ESTADO
Clavellinas	5	Cemento	Ladrillo	Zinc	Propia	Buena

Fuente: Oficina de Planeación Municipal de Aratoca Sdr.

El propósito fundamental de la estratificación socioeconómica es el de poder clasificar las viviendas que conforman la vereda

bajo estudio, con base en las condiciones económicas de sus habitantes y de acuerdo a criterios económicos y sociales manifestados en el número de personas por familia, personas que laboran por familia e ingresos que generan, calidad de las viviendas en cuanto a materiales y estado y tenencia de las mismas, tomando como patrones las categorías definidas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE.

Dichas categorías según el Dane se clasifican en la siguiente tabla:

**Tabla 4.** Categorías de estratificación

<b>DEFINICIÓN</b>	
1	Bajo-Bajo
2	Bajo
3	Medio-Bajo.
4	Medio
5	Medio-Alto
6	Alto

Fuente: Dane

La importancia de la estratificación se relaciona con la determinación de las bases que fundamentan la asignación de una tarifa básica por el consumo del servicio de acueducto en función de los niveles, socioeconómicos de los habitantes, atendiendo la reglamentación establecida en el decreto 25451 de Octubre 12 de 1984, en donde se definen los estratos socioeconómicos de la población para la cual se deben fijar tarifas básicas de los servicios públicos en Colombia.

## **7.2 Definición del estrato para la vereda Clavellinas.**

De acuerdo a la información suministrada por la Oficina de Planeación Municipal de Aratoca y el Estudio de Ordenamiento Territorial (EOT), en los cuales se asignaron los correspondientes puntajes de valoración a cada predio, se define que las veredas correspondientes al municipio de Aratoca, se ubican en el estrato dos (2).

De acuerdo a lo anterior, la Vereda Clavellinas se ubica en el **estrato dos** (2) es decir **bajo**, para todos los efectos que surte dicha designación.

## 8. ESTUDIOS DE MERCADOS

### 8.1 Población beneficiada.

La población que se beneficiará del acueducto veredal es de 3287 personas, todos pobladores de la Vereda Clavellinas, organizados en 657 hogares.

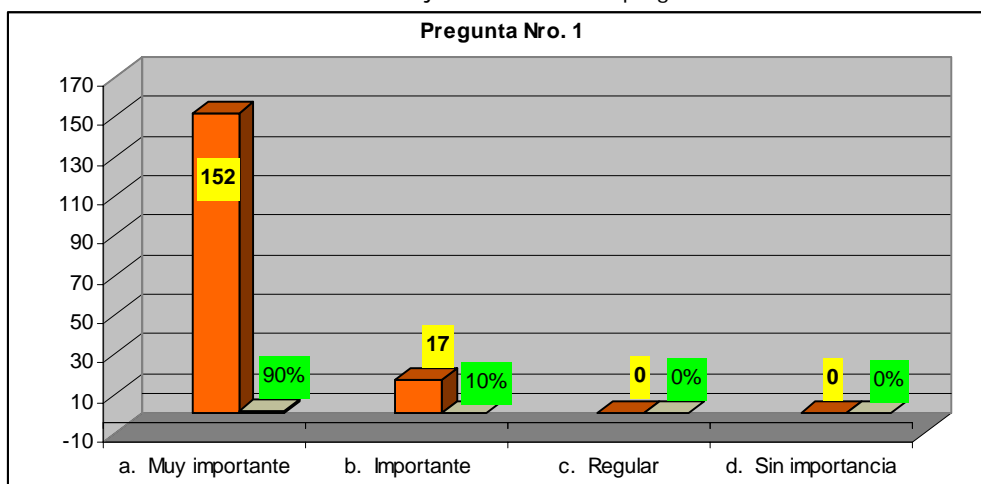
### 8.2 Resultados de la encuesta.

Las preguntas hechas con sus respectivos resultados y análisis son expuestas a continuación y se constituyen en el factor a analizar durante el transcurso de este proyecto.

1. ¿Qué tan importante considera Usted la construcción de un acueducto para la Vereda Clavellinas?

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
a. muy importante	152	90%
b. importante	17	10%
c. Regular	0	0%
d. sin importancia	0	0%

Grafica 5. Porcentajes del resultado - pregunta No. 1

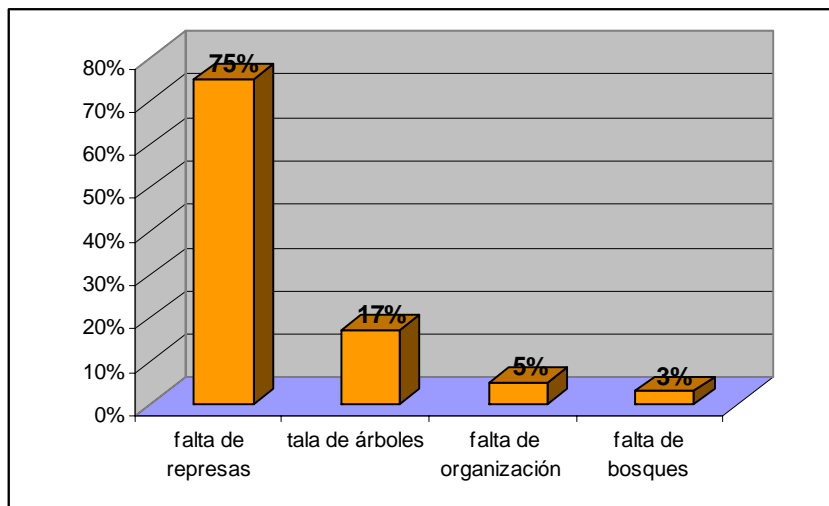


De acuerdo con lo expresado por la comunidad encuestada, el 90% considera muy importante la construcción del acueducto y un 10% lo considera importante, lo que lleva a pensar que la acogida al proyecto es contundente. Ninguno de los encuestados es contrario a la idea del proyecto luego arranca esta idea con el pleno favoritismo de la ciudadanía.

2. ¿A cuál de estos factores cree Usted, se debe la escasez de agua en la Vereda Clavellinas. ?

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
a. falta de organización de la comunidad	8	5%
b. falta de represas (acueductos)	127	75%
c. tala exagerada de árboles	29	17%
d. falta de bosques	5	3%

**Grafica 6.** Porcentajes del resultado - pregunta No. 2



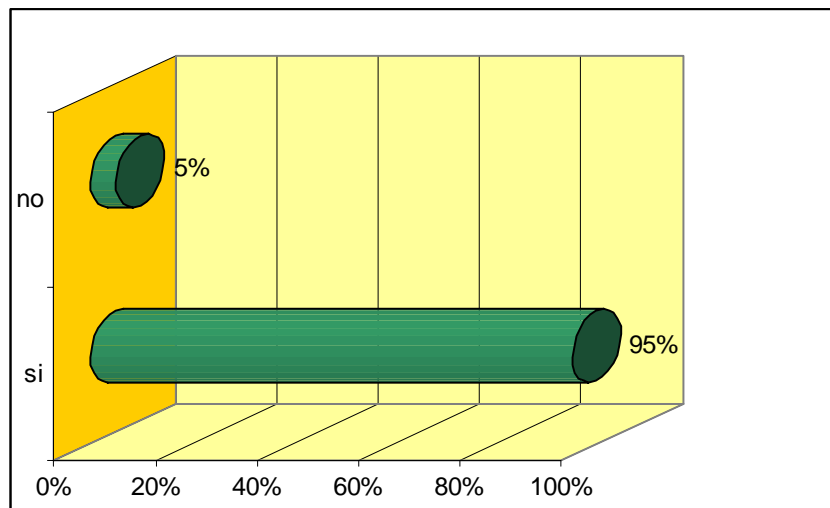
Los resultados correspondientes: 75% considera que la falta de acueductos en la región es la razón principal para que se viva la escasez constante de agua, un 17% cree que se debe a la tala indiscriminada de árboles, un 5% a la falta de organización de la comunidad y el 3% a la ausencia de bosques en el sector, reflejan sin duda alguna la falta de presencia del Estado en

este lugar, en lo que tiene que ver con servicios públicos, y se nota que también se tiene una conciencia viva del daño que ha dejado la tala descontrolada de árboles.

3. ¿Está dispuesto a participar en las reuniones que se programen para organizar la construcción y administración del acueducto veredal?

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<b>SI</b>	161	95%
<b>NO</b>	8	5%

**Grafica 7.** Porcentajes del resultado - pregunta No. 3

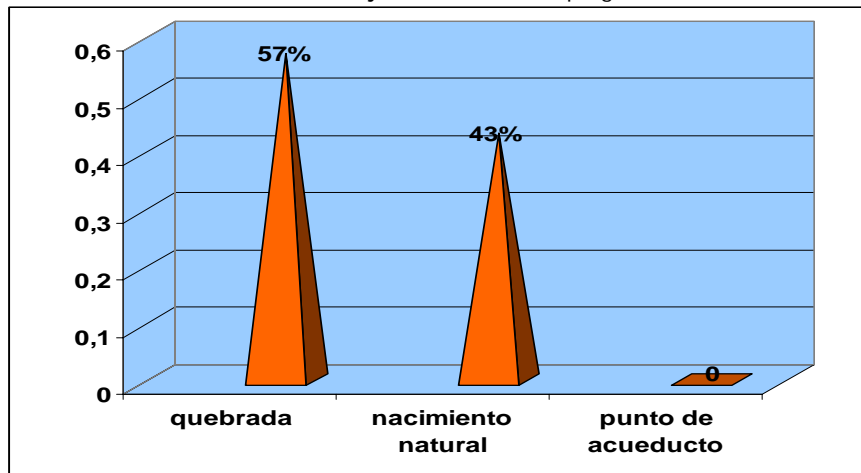


Es contundente el resultado a esta respuesta. Sin posibilidad a equivocación, se puede asegurar que la población en su totalidad está dispuesta a participar del desarrollo y organización de este proyecto de manera activa, con actitud y presencia. Ese 95% es fiel muestra de que la comunidad no escatimará esfuerzos para que se solucione este vital problema. El 5% que contesta NO, obedece a que consideran que no disponen del tiempo para participar.

4. Cuál es la fuente de provisión de agua con que cuenta actualmente?

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
a. quebrada	96	57%
b. nacimiento natural	73	43%
c. punto de acueducto	0	0%

Grafica 8. Porcentajes del resultado - pregunta No. 4



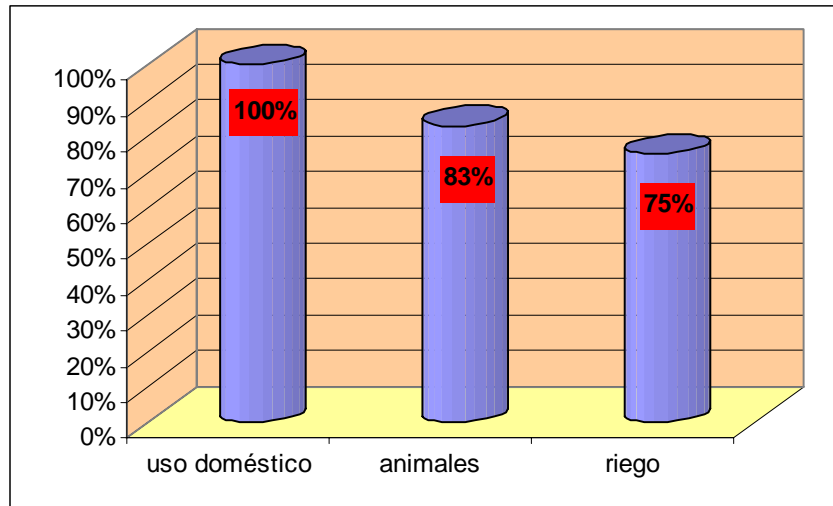
Se concluye en este resultado, que afortunadamente existen suficientes nacimientos naturales de agua en el sector y que el 43% de los habitantes cuentan con esta alternativa para obtener el agua; que un porcentaje muy alto, el 57% de los encuestados toman el agua directamente de las quebradas que bordean la zona, y, que nadie cuenta con un punto de agua como suscriptor del acueducto municipal de Aratoca, muy a pesar de que la tubería que transporta el agua hasta la cabecera municipal atraviesa prácticamente toda la vereda.

5. El consumo de agua en su casa o finca, va destinado a:

## PORCENTAJE

a. Uso doméstico	100%
b. Riego	75%
c. Animales	83%

**Grafica 9.** Porcentajes del resultado - pregunta No. 5

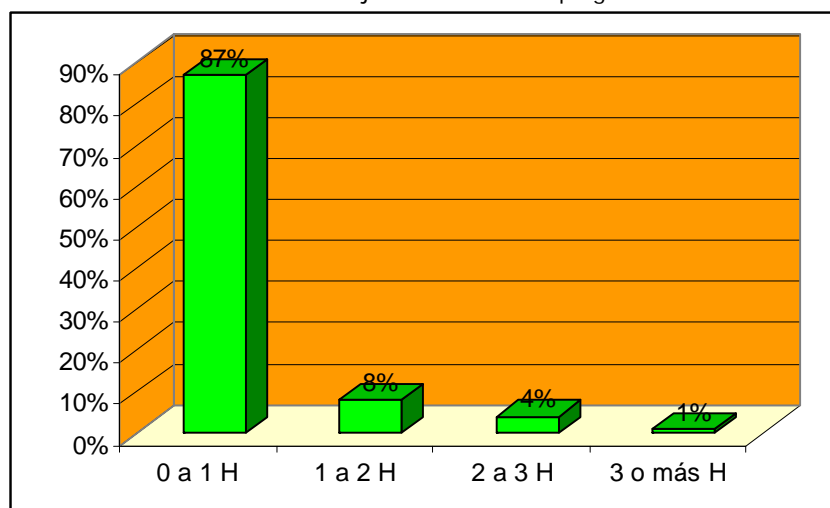


Las diferentes modalidades de uso del agua se identifican en las respuestas que se dieron a la presente pregunta, así: el número de personas que usan el agua para asuntos meramente domésticos es del 90%, el 75% requieren el líquido para riego de plantaciones y un 83% lo requiere para atender necesidades de animales, entendibles estas cifras teniendo en cuenta que corresponde a una población eminentemente rural y/o dedicada a las actividades agropecuarias.

6. ¿Cuánto terreno (hectáreas) tiene arborizado actualmente en la finca?

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
0 o menos de 1 hectárea	171	87%
1 o menos de 2 hectáreas	15	8%
2 o menos de 3 hectáreas	8	4%
3 o más hectáreas	2	1%

**Gráfica 10.** Porcentajes del resultado - pregunta No. 6

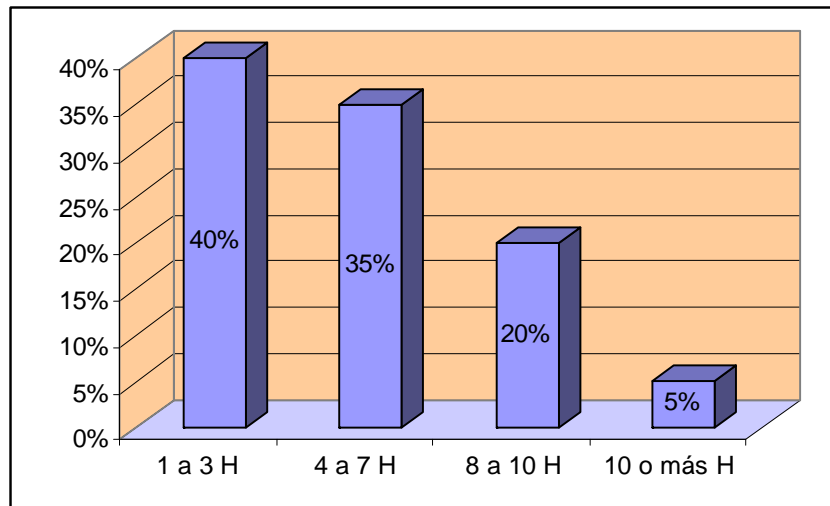


Lo consecuente del resultado a esta pregunta y la número 2 es interesante ya que tan sólo el 1% de personas encuestadas disponen de tres o más hectáreas arborizadas y el techo no alcanza a las cinco hectáreas según el informe detallado. Se está hablando, por lo tanto, que el 95% de los encuestados no tienen más de dos hectáreas arborizadas, prácticamente nada para el espacio en cuestión. De esto se desprende que en la población no existe la costumbre de arborizar, pues hay que tener en cuenta que tan sólo se encuestaba a una persona por familia.

7. ¿Hasta cuántas hectáreas estaría dispuesto a arborizar si el proyecto de construcción del acueducto exige hacerlo, en aras de mantener vigente su capacidad de provisión de agua?

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1 a 3 hectáreas	68	40%
4 a 7 hectáreas	59	35%
8 a 10 hectáreas	34	20%
Más de 10 hectáreas	8	5%

Grafica 11. Porcentajes del resultado - pregunta No. 7

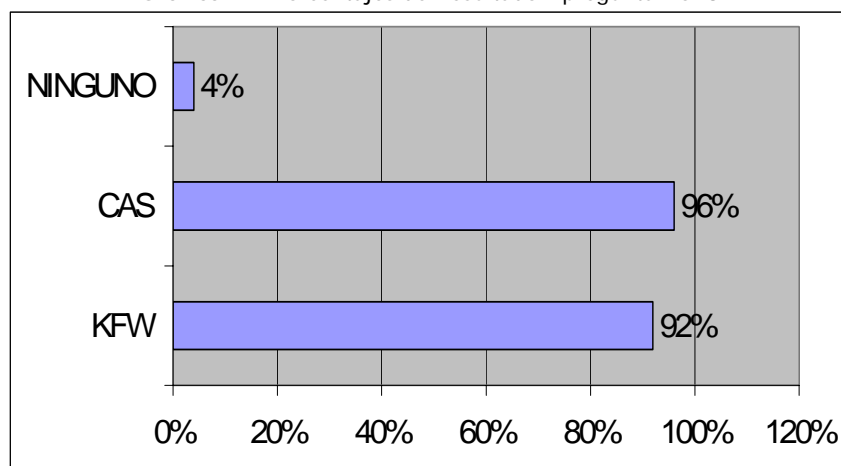


Afortunadamente, para bien de la comunidad y la realización de este proyecto, se encontró un excelente ambiente de participación activa y disposición a separar buena cantidad de tierra para destinarla a la arborización. Se puede colegir que si de la mano con la construcción del acueducto se realizan los resultados de esta pregunta, se estaría garantizando la efectividad del acueducto en la provisión de agua a corto y largo plazo. Si el 100% de la población con capacidad de decidir se ubicara en el margen de las tres hectáreas, ya sería un éxito para el futuro del proyecto. Sin embargo el promedio es mejor pues el 60% está entre las más de cuatro hectáreas.

8. ¿Cuál de estos programas institucionales de reforestación conoce?

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
KFW (Federación de Cafeteros)	155	92%
CAS	162	96%
NINGUNO	7	4%

Grafica 12. Porcentajes del resultado - pregunta No. 8

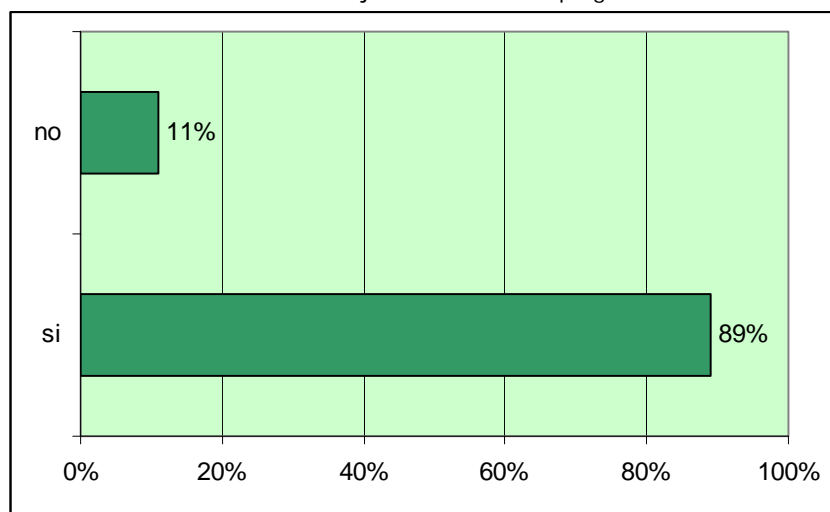


A esta pregunta, los encuestados contestan en su inmensa mayoría que conocen los programas de reforestación existentes: 96% para el caso del programa montado por la CAS y un 92% para el de origen alemán que se lleva a cabo a través de la Federación Nacional de Cafeteros. Una campaña sencilla de educación haría que el 100% de los habitantes del sector se enteren de los programas y sus bondades.

7 Está de acuerdo con racionar el agua en épocas de verano?

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<b>SI</b>	150	89%
<b>NO</b>	19	11%

**Grafica 13.** Porcentajes del resultado - pregunta No. 9



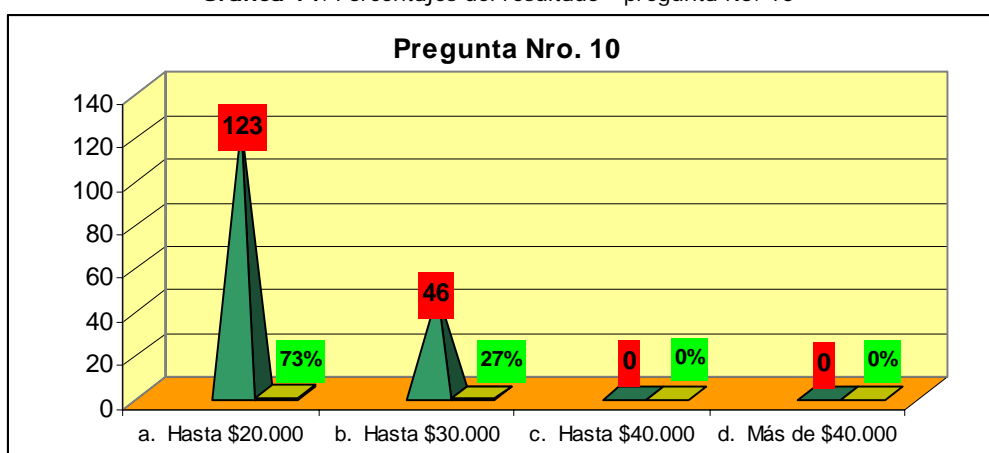
La gran mayoría de los encuestados, 89%, están de acuerdo con que se racionalice el consumo del agua en época de escasez, lo cual permite deducir que la comunidad ve con buenos ojos este mecanismo de administración del recurso en circunstancias climáticas especiales. El 11% no se acomoda a la disciplina que conlleva esta medida y por ello son contrarios a que se aplique. Un porcentaje tan alto de personas que aceptan de entrada una política de austeridad en el gasto, hace prever que la administración del acueducto cuenta con el apoyo de los usuarios y facilitará sin duda alguna el control y la generación de costumbres sanas de consumo.

8 ¿De acuerdo al siguiente rango, hasta cuánto estaría dispuesto a pagar mensualmente por el servicio de agua?

## FRECUENCIA PORCENTAJE

a. hasta \$20.000	123	73%
b. hasta \$30.000	46	27%
c. hasta \$40.000	0	0%
e. más de \$40.000	0	0%

Grafica 14. Porcentajes del resultado - pregunta No. 10



La disposición a pagar por el servicio de agua se refleja en el resultado a esta pregunta, permitiendo ver que una muy buena cantidad de usuarios están dispuestos a cancelar por el servicio de acueducto, 73%, hasta \$20.000 y el 27% hasta \$30.000, lo que equivale a que el 100% pagarían por lo menos \$20.000. Esto augura que el acueducto generará sus propios recursos para funcionar y llena las expectativas de los interesados en el proyecto así como las del gobierno local.

### 8.3 Conclusiones de los resultados de la encuesta.

Después de analizar todos y cada uno de los resultados de la encuesta realizada entre la población que se beneficiará con este proyecto, se puede resaltar las siguientes conclusiones:

Que sin duda alguna, para la población de la Vereda Clavellinas, es de suma importancia la construcción del acueducto propuesto a través de este proyecto.

Que la comunidad descarga en la falta de presencia del Estado, reflejada en la ausencia de infraestructura (acueductos) y en la desafortunada y egoísta costumbre de talar los pocos árboles que han crecido gracias más a la generosidad de la naturaleza que como resultado de la mano del hombre, la situación de la alta escasez de agua que por todos los tiempos han padecido y que se acentúa aún más con los veranos prolongados e intensos propios de este sector.

Que la comunidad quiere participar con presencia y actitud en el transcurso del proyecto hasta su final, aportando: terrenos para ser reforestados, participando de las reuniones que den legitimidad y legalidad a la creación del acueducto como entidad formal, y, con sacrificio pues estarían aceptando los mecanismos conducentes a racionar el consumo de agua en tiempos de fuertes veranos.

Que se hace necesario dar mas ilustración acerca de los programas de reforestación existentes, ya sea a través del Comité Nacional de Cafeteros o de la Corporación Autónoma de Santander y aprovechar para que el mayor número de hectáreas sean reforestadas por medio de estos programas, pues esto contribuiría a mejorar el medio ambiente y crearía las condiciones ideales para que se mantenga la capacidad de provisión de agua a través del nuevo acueducto y establecería el entorno ideal para el desarrollo agrícola.

Es necesario definir y controlar el uso correcto del agua a proveer pues como se vio una muy alta destinación del agua es para atender actividades agrícolas y esto debe regularse dando prioridad al uso rigurosamente humano sobre todo en épocas de escasez y verano.

#### **8.4 Crecimiento proyectado de la población beneficiada.**

El crecimiento de una población está directamente relacionada con el movimiento de la misma en sus 3 componentes básicos: nacimientos, defunciones y migración.

En la medida en que las personas nacen, mueren o cambian de lugar de residencia, puede variar el volumen de población en

una determinada zona geográfica, El predominio de alguno de los componentes sobre los demás, determina el aumento, disminución o estabilización del ritmo de crecimiento en un determinado periodo de tiempo.

La medición del crecimiento se realiza mediante las tasas de crecimiento que generalmente se calculan para períodos intercensales, lográndose a partir de estas estimaciones los promedios para periodos más cortos (anuales).

Las Curvas existentes para ajustar debidamente el crecimiento poblacional o para proyectar el crecimiento de una comunidad en caso de no poseer suficientes datos son de dos tipos:

#### **8.4.1 Proyección Geométrica**

Es el método más utilizado en este tipo de estudios y se denota como:

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

Donde: Pf = Población futura Po = Población actual  
n = años a proyectar r = Tasa de crecimiento

#### **8.4.2 Proyección Exponencial**

$$Pf = Po.e^{nt}$$

Donde:

Pf = Población final  
Po = Población inicial  
n = años a proyectar  
t = Tasa de crecimiento  
e = Exponencial

Para efectos prácticos se utilizó el método de proyección geométrico en este estudio, con un crecimiento anual aproximado del 3.2% incluida la natalidad y la inmigración que se presenta en la región lo que nos llevaría a presentar el siguiente cuadro de crecimiento en la población:

**Tabla 5.** Comportamiento del crecimiento de población

<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Año</b>	<b>Población</b>
2006	3.392	2011	3.971	2016	4.648	2021	5.441
2007	3.501	2012	4.098	2017	4.797	2022	5.615
2008	3.613	2013	4.229	2018	4.950	2023	5.795
2009	3.728	2014	4.364	2019	5.109	2024	5.980
2010	3.848	2015	4.504	2020	5.272	2025	6.172

FUENTE: AUTOR – TABLAS EN EXCEL

## 8.5 Demanda actual

De acuerdo a la densidad poblacional se establece el nivel de complejidad que tendrá el proyecto. En la siguiente tabla se expresan los niveles de complejidad:

**Tabla 6.** Niveles de complejidad

<b>Población</b>	<b>Niveles de complejidad</b>
Población menor a 2500 habitantes	Bajo
2501 -12500 habitantes	Medio
12501 – 60000 habitantes	Medio Alto
Población mayor a 60001 habitantes	Alto

FUENTE: RAS 2000 CAP. III ART. 11

La población de la vereda fué de 3287 habitantes lo que implica un nivel de complejidad **Medio** en el año 2005 manteniéndose en él hasta el 2025 cuando la población alcanzará los 6.172 habitantes.

La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de abastecimiento. La dotación neta depende del nivel de complejidad del sistema.

**Tabla 7.** Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema

<b>Nivel de complejidad del sistema</b>	<b>Dotación neta mínima (Lt/hab.día)</b>	<b>Dotación neta máxima (Lt/hab.día)</b>
Bajo	100	150
Medio	120	175

Medio alto	130	-
Alto	150	-

FUENTE: RAS 2000 CAP. XII ART. 67

La dotación neta estimada para el proyecto será de 120 Lt/hab.-día. Determinado este valor se calcula la dotación bruta teniendo en cuenta las perdidas en el sistema.

Por lo tanto la demanda actual de agua por habitante es de 120 litros diarios y la demanda total actual será  $120 \times 3287 = 394.440$  litros por día.

### 8.6 Demanda proyectada.

Como ya se calculó el comportamiento de la población desde el año 2005 hasta el 2025 y la dotación neta requerida para la población actual, entonces resulta fácil proyectar la demanda año tras año, quedando estructurada dicha proyección de la siguiente manera:

**Tabla 8.** Proyección de la demanda total basada en la dotación neta mínima

Año	Demanda total (Lts/día)	Año	Demanda total (Lts/día)	Año	Demanda total (Lts/día)	Año	Demanda total (Lts/día)
2006	407.062	2011	476.496	2016	557.773	2021	652.914
2007	420.088	2012	491.744	2017	575.622	2022	673.807
2008	433.531	2013	507.480	2018	594.042	2023	695.369
2009	447.404	2014	523.719	2019	613.051	2024	717.621
2010	461.721	2015	540.478	2020	632.669	2025	740.585

FUENTE: AUTOR - TABLAS EN EXCEL

## **9. ESTUDIO TÉCNICO**

### **9.1 Estudio de dotación**

Los parámetros de consumo analizados para la identificar la dotación exigida, son los siguientes: uso del agua, hábitos higiénicos, disponibilidad de alcantarillado, medición y control de pérdidas.

#### **9.1.1 Uso del Agua**

La finalidad del sistema de acueducto proyectado es la de abastecer de agua potable a la población en estudio para suplir los consumos domésticos, y de ser posible, para riego y bebederos de animales; éstos dos últimos en la medida en que la capacidad técnica lo permitan después de atender la necesidades humanas.

#### **9.1.2 Hábitos Higiénicos y Disponibilidad de Alcantarillado**

Los estudios realizados acerca de saneamiento ambiental arrojan como conclusión que en la actualidad los sistemas más comunes de evacuación de aguas negras son la utilización campo abierto y cajas sépticas.

Por esta razón se hace indispensable la implementación de soluciones individuales y colectivas al problema sanitario, mediante la consolidación de pozos sépticos con campos de infiltración por grupo de viviendas o la construcción de un alcantarillado veredal, en los sitios donde las condiciones del terreno lo permitan.

#### **9.1.3 Medidores y control de pérdidas**

Dado que las circunstancias de lugar y actividad de los beneficiarios un porcentaje muy alto hace uso del agua Un sistema con medidor en cada vivienda reduce las pérdidas físicas, y conlleva el uso controlado.

## 9.2 Parámetros de diseño.

Los parámetros que influyen en el diseño del sistema son: la vida útil, la capacidad, la dotación bruta, el caudal y el volumen de agua a almacenar.

### 9.2.1 Vida Útil.

Teniendo en cuenta "Las normas para el diseño de acueductos rurales y urbanos menores" del Ministerio de Obras Públicas y las establecidas en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-2000 del Ministerio de Desarrollo Económico, tanto las conducciones a los tanques de almacenamiento, los tanques y las redes de distribución se diseñarán para una vida útil de 20 años, o sea hasta el año 2025 para el que está proyectada una población total de 6.172 habitantes.

### 9.2.2 Capacidad

#### 9.2.2.1 Nivel de complejidad

De acuerdo a la densidad poblacional se establece el nivel de complejidad que tendrá el proyecto. En la siguiente tabla se expresan los niveles de complejidad:

Tabla 9. Niveles de complejidad

<b>Población</b>	<b>Niveles de complejidad</b>
<b>Población menor a 2500 habitantes</b>	<b>Bajo</b>
<b>2501 -12500 habitantes</b>	<b>Medio</b>
<b>12501 – 60000 habitantes</b>	<b>Medio Alto</b>
<b>Población mayor a 60001 habitantes</b>	<b>Alto</b>

[FUENTE: RAS 2000 CAP. III ART. 11](#)

Para el proyecto se trabajara con una población de 3287 habitantes con un nivel de complejidad **Medio** en el año 2005 y 6.172 habitantes en el 2025.

### 9.2.2.2 Dotación bruta

La dotación neta definida anteriormente es básica para calcular la dotación bruta. Teniendo en cuenta las pérdidas técnicas que se generan en el traslado del líquido desde el afluente escogido se obtendrá la dotación bruta requerida.

**Tabla 10.** Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta mínima (Lt/hab.día)	Dotación neta máxima (Lt/hab.día)
Bajo	100	150
Medio	120	175
Medio alto	130	-
Alto	150	-

[FUENTE: RAS 2000 CAP. XII ART. 67](#)

La dotación neta estimada para el proyecto tendrá un valor de 120 Lt/hab.-día. Determinado este valor se calcula la dotación bruta teniendo en cuenta las perdidas en el sistema.

**Tabla 11.** Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas

Nivel de complejidad del sistema	Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas para el cálculo de la dotación bruta
Bajo	40%
Medio	30%
Medio alto	25%
Alto	20%

[FUENTE: RAS 2000](#)

El porcentaje máximo admisible de perdidas técnicas para este proyecto es del 30%.

Para calcular la dotación bruta diaria por habitante se aplica la siguiente fórmula:

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

Donde: d es demanda y p es el porcentaje máximo permitido.

La dotación bruta estimada es 171.42 Lt/hab.día.

### **9.2.3 Caudal de diseño**

El caudal de diseño se estima por medio de la siguiente formula:

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

Donde: Q es el caudal

p es la población beneficiada en el año 2025

d es la demanda bruta

El caudal medio diario para el proyecto es de  $Q_{md} = 12.25$  Lt/s.

Lo que quiere decir que el afluente deberá, por lo menos, proveer cada segundo 12.25 litros para poder atender la demanda actual.

### **9.2.4 Diámetro**

#### **9.2.4.1 Diámetros internos mínimos en la red matriz.**

Para aquellos casos de los niveles bajo y medio de complejidad en los cuales exista una red matriz y para los niveles medio alto y alto de complejidad, los diámetros internos mínimos de las tuberías que deben utilizarse en la red matriz se indican en la tabla número 12:

Tabla 12: Diámetros internos red matriz.

Nivel de complejidad de sistema	Diámetro mínimo
Bajo	64 mm (2.5 pulgadas)
Medio	100 mm (4 pulgadas)
Medio alto	150 mm (6 pulgadas)
Alto	300 mm (12 pulgadas) o más según diseño

FUENTE: RAS 2000 ART. 84

Para determinar el diámetro de impulsión desde el afluente hasta el embalse, se estimó que la velocidad mínima en la manguera debe ser de 0.2m/s de acuerdo a normas técnicas colombianas para el diseño de instalaciones hidráulicas.

$$Q = V \cdot A$$

Donde Q: caudal en m<sup>3</sup>/s  
 V: velocidad en m/s  
 A: área circular en m<sup>2</sup>

$$A = Q/V$$

$$A = (0.01225 \text{ m}^3/\text{s})/0.6\text{m/s}=0.020417\text{m}^2$$

$$\text{Donde } A = \frac{3.1416 \cdot D^2}{4}$$

$$D = \frac{0.020417\text{m}^2 \cdot 4}{3.1416} = 0.16123\text{m} = 6.3'' = 8''$$

Por lo tanto la manguera o tubo de pvc que se utilice para transportar el agua desde el afluente hasta la presa debe ser de por lo menos de 8 pulgadas.

#### 9.2.4.2 Diámetros internos mínimos en las redes de distribución.

El valor del diámetro interno mínimo de las tuberías que deben utilizarse en las redes menores de distribución depende del

nivel de complejidad del sistema y del uso del agua, tal como se muestra en la Tabla número 13:

**Tabla 13.** Diámetros internos red de distribución.

<b>Nivel de complejidad</b>	<b>Diámetro mínimo</b>		
Bajo	38.1 mm	(1.5 pulgadas)	
Medio	50.0 mm	(2.0 pulgadas)	
Medio alto	100 mm	(4 pulgadas).	Zona comercial e industrial
	63.5 mm	(2 ½ pulga)	Zona residencial
Alto	150 mm	(6 pulgadas)	Zona comercial e industrial
	75 mm	(3 pulgadas)	Zona residencial

FUENTE: [RAS 2000 ART. 85](#)

### 9.2.5 Volumen de agua a almacenar

Se aspira a construir una presa de dimensiones 300x100x5 metros correspondientes al largo, el ancho y la profundidad respectivamente.

### 9.3 Aspectos técnicos (Titulo B RAS 2000)

En caso de que las obras de captación incluyan la construcción de un embalse, el diseñador debe considerar, al seleccionar la zona para construirlo, los siguientes factores, entre otros:

1. La cuenca tendrá un área y una precipitación neta suficientes para proveer los caudales requeridos durante todo el período de diseño.
2. La topografía de la zona destinada para el embalse debe proveer suficiente almacenamiento con un costo mínimo y un buen sitio para ubicar el vertedero de excesos.

3. La geología del embalse debe tener entre otras las siguientes características:
  - a) Debe proveer los materiales convenientes para la construcción de la presa.
  - b) Debe tener una capacidad portante adecuada para una cimentación segura de la presa y el vertedero de excesos.
  - c) Debe tener una impermeabilidad suficiente de suelos para evitar una infiltración excesiva por debajo de la presa. En caso contrario se deben prever las medidas necesarias para limitar las infiltraciones bajo la presa.
4. Deben evitarse las zonas que tengan alta densidad de habitantes, grandes bosques, terrenos pantanosos, ríos y quebradas que tengan alta turbiedad durante gran parte del año y aquellas que requieran nueva localización de obras de infraestructura, como carreteras, puentes, ferrocarriles, líneas de transmisión eléctrica, etc.
5. En lo posible, la zona del embalse debe estar muy próxima al municipio en el cual se está desarrollando el proyecto de abastecimiento de aguas.
6. Debe reducirse al mínimo las áreas inundadas de poca profundidad para evitar el crecimiento de vegetación.

Los embalses de tierra se utilizarán cuando los materiales de construcción estén disponibles cerca de la zona del embalse y siempre que el vertedero de excesos sea independiente de la estructura principal. Para el diseño de la presa se tendrán en cuenta, entre otros, los siguientes requisitos:

1. Los materiales serán estables bajo las condiciones probables de contenido de humedad.
2. La cimentación tendrá suficiente capacidad portante para las hipótesis más desfavorables de cargas.

3. La permeabilidad del cuerpo de la presa y de su cimentación debe ser tan baja como sea posible.
4. El borde libre de la presa debe ser suficiente para prevenir cualquier desbordamiento del embalse durante las crecientes y los daños ocasionados por la acción de las olas.
5. Los taludes de la presa deben protegerse contra la erosión, ya sea mediante un enrocado o mediante pasto.
6. El diseño de la presa garantizará la estabilidad al vuelco, a los deslizamientos, a las fallas por corte directo y a la subpresión. Además, debe ponerse especial atención a los efectos sísmicos sobre la presa.

### **9.3.1 Vertederos de excesos**

En todo tipo de presas debe construirse al menos un vertedero de excesos para proteger las estructuras durante las crecientes. Para esto deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

1. La capacidad del vertedero debe justificarse en función de la máxima creciente registrada o estimada según las características hidrológicas de la zona.
2. La rápida, localizada aguas abajo de la cresta del vertedero, debe construirse revestida en concreto o en mampostería con el fin de proteger las estructuras contra la erosión producida por las altas velocidades del agua.
3. En caso de que se considere necesario la rápida debe ir acompañada de estructuras de aireación con el fin de prevenir posibles problemas causados por cavitación.
4. Al final de la rápida siempre debe existir una estructura disipadora de energía del agua del canal de excesos, para prevenir problemas de socavación en las estructuras ubicadas aguas abajo. En lo posible se tratará de entregar el flujo con la misma energía que lo caracterizaba antes de la construcción de la presa.

### **9.3.2 Acondicionamiento de la cuenca que aporta al embalse**

Siempre que las obras de captación involucren la construcción de una presa y el embalsamiento de agua, deben observarse los siguientes requisitos para lograr un acondicionamiento de la cuenca localizada aguas arriba de las estructuras:

1. Deben eliminarse todos los posibles focos de contaminación, tanto química como bacteriológica. Por esta razón, es conveniente que el municipio adquiera las áreas perimetrales y las adecue convenientemente eliminando las viviendas y plantando árboles de hojas perennes en las mismas (la repoblación forestal en las zonas marginales reducirá además la cantidad de limos y arcillas arrastrada hacia el embalse).
2. En caso de que aguas arriba del embalse se localice otro municipio, las aguas residuales de éste deben ser tratadas antes de volverse a entregar al río que alimenta la presa.
3. Deben tomarse todas las medidas de protección posibles sobre la vertiente y los ríos afluentes, con el fin de evitar contaminaciones de origen animal o humano y la erosión.
4. Debe impedirse el acceso incontrolado de excursionistas, nadadores, navegantes y ganado a la zona de la vertiente y a las áreas tributarias.

### **9.4. Tamaño del proyecto**

Para definir el tamaño del proyecto hemos considerado los siguientes aspectos:

1. el número de personas que beneficiará la presa de agua a construir es de 3287 con un crecimiento anual aproximado del 3.2% incluida la natalidad, la inmigración que se presenta en la región lo que nos llevaría a presentar el siguiente cuadro de crecimiento en la población:

**Tabla 14.** Crecimiento de la población durante los próximos 20 años

<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Año</b>	<b>Población</b>
2006	3.392	2011	3.971	2016	4.648	2021	5.441
2007	3.501	2012	4.098	2017	4.797	2022	5.615
2008	3.613	2013	4.229	2018	4.950	2023	5.795
2009	3.728	2014	4.364	2019	5.109	2024	5.980
2010	3.848	2015	4.504	2020	5.272	2025	6.172

[FUENTE: AUTOR - TABLAS EN EXCEL](#)

Para efectos del estudio es necesario tener en cuenta la población proyectada de tal manera que no encontremos limitantes de capacidad en un futuro inmediato.

Ahora bien, si tenemos en cuenta el consumo per cápita de la región y proyectado hasta el año 2.025, el anterior cuadro se complementa así:

**Tabla 15.** Consumo proyectado hasta el año 2025 para las Vereda Clavellinas de Aratoca

<b>Año</b>	<b>Demanda total (Lts/día)</b>	<b>Año</b>	<b>Demanda total (Lts/día)</b>	<b>Año</b>	<b>Demanda total (Lts/día)</b>	<b>Año</b>	<b>Demanda total (Lts/día)</b>
2006	407.062	2011	476.496	2016	557.773	2021	652.914
2007	420.088	2012	491.744	2017	575.622	2022	673.807
2008	433.531	2013	507.480	2018	594.042	2023	695.369
2009	447.404	2014	523.719	2019	613.051	2024	717.621
2010	461.721	2015	540.478	2020	632.669	2025	740.585

[FUENTE: AUTOR - TABLAS EN EXCEL](#)

Si se construye un embalse con una capacidad no inferior a 150.000 Mt<sup>3</sup>, se podría pensar en la posibilidad de ser una provisión alterna para la cabecera municipal de Aratoca.

Algunos vecinos propietarios en la Vereda Clavellinas, han expresado su disposición de donar al municipio de Aratoca el terreno necesario, no mayor a 6 hectáreas, para la construcción de la presa, siempre y cuando la Administración Municipal se comprometa a reforestar cincuenta (50) hectáreas alrededor de la presa.

Para cumplir la exigencia puesta por los oferentes, se estará recurriendo a alguno de los programas de reforestación existentes, ya sea el programa KFW de la Federación Nacional de Cafeteros o el de la Corporación Autónoma de Santander

(CAS), lo que evitará elevar los costos del proyecto por este concepto toda vez que estos son programas subsidiados por el gobierno alemán y el nacionales respectivamente.

Si se construye una represa de 150.000 Mt<sup>3</sup>, sus dimensiones serían de 300x100x5 metros de largo, ancho y profundo respectivamente.

Es necesario tener en cuenta que se deben dejar muros intercalados cada 100 metros a lo largo del terreno con el fin de mermarle capacidad de presión al agua embalsada. Esto hace que la capacidad se reduzca a 149.750Mt<sup>3</sup> una vez descontado el volumen ocupado por los muros de contención a los lados y los intercalados.

Hasta aquí se van a utilizar 3 hectáreas, el resto del terreno, 3 hectáreas, se deja como margen de seguridad alrededor de la represa y para construcción de una bodega donde se almacenaran los insumos, los equipos y materiales necesarios para el funcionamiento del acueducto y a donde llegarán los puntos de energía y teléfono.

Esta capacidad estará sobrada aún para una población proyectada a largo plazo, es por eso que consideramos que dicha represa se pueda estar constituyendo en un nodo alternativo de provisión de agua para el acueducto municipal de Aratoca.

La represa a construir será surtido por la Quebrada La Guacamaya además de las aguas lluvias que se presenten y que creemos aumentaran en la medida en que cada suscriptor se comprometa a reforestar tierras con árboles que motiven los aguaceros y otros que conserven el agua como el Aro.

Desde la quebrada La Guacamaya se traerá tubería de 8" hasta la represa y de ella saldrá una manguera de 2" que llevará el líquido impulsado por una bomba de ocho (8) caballos de fuerza, hasta un tanque con capacidad para almacenar 18.500 galones de agua, ubicado en la parte más alta del sector de la Vereda Clavellinas para desde ahí enviar por gravedad el líquido a cada uno de los puntos ubicados más

arriba de la represa y que son aproximadamente 50 puntos con un consumo promedio de 11.322 galones diarios. Igualmente saldrán 3 tuberías de 4" para repartir el agua en la vereda Clavellinas, las cuales irán disminuyendo de diámetro hasta 3 y 2", con fin de aumentar la presión hacia los puntos más distantes, y en el transcurso de las mismas se irán desprendiendo brazos de 1/2", con sus respectivos medidores para los puntos atendidos.

La vereda Clavellinas por estar ubicada en un tramo importante de la vía Bucaramanga - Bogotá, cuenta con la ventaja de tener acceso fácil para insumos requeridos para alimentar el proceso de provisión de agua potable.

Igualmente, se cuenta con red de alta tensión de la Electrificadora de Santander.

Esta región cuenta con suficiente mano de obra calificada y alquileres de maquinaria pesada para realizar tanto las labores de alistamiento de terrenos, construcción del embalse, la bodega y el tanque, el tendido de mangueras, instalación de equipos y mantenimiento preventivo y correctivo que se requiera.

El grado de escolaridad, de experiencia y conocimiento técnico identificado en el sector, deja ver que dentro de los pobladores podemos encontrar personas capacitadas para asumir la administración del acueducto y realizar las tareas de tipo técnico que se presenten.

Se deben tener en cuenta los proyectos sociales y turísticos que se están realizando muy cerca de la Vereda Clavellinas, como es el caso del Parque Nacional Chicamocha, el Teleférico más largo del mundo a corto plazo y la conversión del río Chicamocha en una autopista fluvial para el traslado de embarcaciones con pasajeros y carga en ambos sentidos, a largo plazo.

Estos proyectos gubernamentales harán sin duda alguna que el flujo de turistas aumente geométricamente y en ese orden de

ideas los índices de aumento de inmigrantes también se dé y por consecuencia la población crezca mucho más de los cálculos hechos.

## 9.5 Localización

La Vereda Clavellinas está ubicada al sur de la jurisdicción de Aratoca en la zona centro oriente y dentro de esa zona se ubican tres puntos que se constituyen en alternativas para la ubicación de la represa a construir. Estos puntos son: San Carlos, ubicado al sur oriente de la Vereda, el Nuevo Guamal ubicado en el centro y Las Lajas al sur de la Vereda.

## 9.6 Emplazamiento

Para escoger el punto ideal en el que se construirá la represa se tuvieron los siguientes factores ponderados y detallados en la tabla 16

**Tabla 16.** Factores de decisión para localización

Factor	Ponderac. de factores	Puntaje Max. de Factores	Puntaje en los grados	Evaluación de Alt. de localización		
				San Carlos	Nvo.Guamal	Las Lajas
Normas de Desarrollo P.O.T.	0.13	65.0	de 0 a 65	50	60	30
Mano de Obra	0.05	25.0	de 0 a 25	12	25	23
Costo Transporte de insumos	0.06	30.0	de 0 a 30	10	30	18
Cercanía a Afluente	0.08	40.0	de 0 a 40	35	23	12
Altura	0.08	40.0	de 0 a 40	40	25	12
Topografía	0.08	40.0	de 0 a 40	20	35	15
Energía Eléctrica	0.15	75.0	de 0 a 75	25	75	75
Vías	0.07	35.0	de 0 a 35	13	35	35
Condiciones de vida y comunidad	0.05	25.0	de 0 a 25	5	17	25
Riqueza acuífera	0.25	125.0	de 0 a 125	105	110	80
<b>TOTALES</b>	<b>1</b>	<b>500</b>		<b>315</b>	<b>435</b>	<b>325</b>
<b>ORDEN DE PRIORIDAD EN LA LOCALIZACIÓN</b>				<b>3º</b>	<b>1º</b>	<b>2º</b>

Teniendo en cuenta la tabla que referencia los factores influyentes en la decisión acerca del emplazamiento, encontramos que la mejor alternativa para construir la represa es EL NUEVO GUAMAL, pues si bien es cierto que en todos los factores no es el mejor, en su conjunto e interactuando los factores dejan como mejor opción este punto.

De este terreno ubicado en El Nuevo Guamal, es bueno dejar claro algunos detalles muy importantes:

- Que este lugar es bien conocido por las Autoridades Departamentales, entre ellos por el Señor Gobernador del Departamento, quien manifestó gran interés y se comprometió con la comunidad para realizar este proyecto.
- Que ya se realizaron perforaciones en diferentes puntos del terreno donado y se encontró un nivel freático muy aceptable y con una aparente riqueza acuífera que despierta gran interés a las autoridades y a la comunidad en general.
- Se realizaron estudios fisicoquímicos del agua que brotó en este sitio y se detectó que es de muy alta pureza, lo que nos va a permitir y facilitar vender un servicio de alta calidad.
- Que el donante del terreno, propuso disponer dentro de su propiedad, ya no en condición de donación, con las cincuenta hectáreas alrededor de la presa que permiten cumplir con el compromiso adquirido por parte de la administración municipal de Aratoca de reforestarlas.

## 10. INGENIERÍA DEL PROYECTO

### 10.1 Diseño hidráulico

#### 10.1.1 Descripción del Sistema

Se debe tener en cuenta que las presiones dependen del manejo que se le hace a las válvulas del sistema que conectan el tubo de 4" con las de menor capacidad.

Se propone alimentar cuatro conducciones, una que nutrirá al tanque que se construirá en la parte más alta de Clavellinas para surtir desde allí por gravedad los puntos que se encuentren más arriba de la represa y las otras tres que llevarán el agua a los puntos más bajos.

##### 10.1.1.1 Periodo de diseño de la captación de agua superficial.

Para el caso de las obras de captación de agua superficial, los periodos máximos de diseño que se deben utilizar, se especifican en la tabla número 17.

Tabla 17. Periodo de diseño de obras de captación

Nivel de Complejidad del Sistema	Período de diseño
Bajo	15 años
Medio	20 años
Medio alto	25 años
Alto	30 años

FUENTE: [RAS 2000 CAP. XII ART. 69](#)

#### 10.1.2 Utilización de la bomba

Con el fin de minimizar la cantidad de equipo de bombeo dados los problemas de mantenimiento y operación sobre todo en acueductos veredales, se optó por conducir desde la represa

con la presión sobre la línea de 2" al tanque ubicado en las partes altas de la Vereda desde donde se alimentará por gravedad los puntos ubicados por debajo de la altura a la cual se encuentra el tanque.

### **10.1.3 El sistema de bombeo**

Para escoger la bomba que impulsará el agua hasta el tanque, se tuvieron en cuenta aspectos como:

- Altura o cabeza dinámica = 100 mts
- Recorrido = 0.5 Km.
- Diámetro de la manguera = 2"
- Niveles de voltaje = Trifásico

Teniendo en cuenta los datos anteriores, para este caso se requiere una bomba IHM MODELO VM40 - 215 MULTITAPAS de ocho caballos de fuerza y que consume 2.8 K/Hora, la cual tiene un valor comercial de \$1.525.000.

### **10.1.4 Distribución**

El diseño se dividió en varios ramales: uno que parte desde el embalse hacia la represa y tres que salen, desde la represa, otro que va hacia la línea de conducción del acueducto de Aratoca y otros que salen hacia los puntos de usuarios arriba de la represa.

El esquema de distribución de la red matriz se puede observar en el Anexo D.

#### 10.1.4.1 Diseño de la red de distribución

Para el diseño de las redes de distribución se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

- Velocidad mínima: 0.6 m/sg
- Velocidad máxima: 2.5 m/sg.
- Presión mínima de servicio: 8mts
- Presión máxima estática: 60mts en la vivienda.
- Ecuación de pérdidas: Exponencial de Hazen-Williams

$$hf = 10.685x \frac{1}{D^{4.87}} x \left( \frac{Q}{C} \right)^{1.85}$$

Donde:

h: Pérdidas .

D= Diámetro interno del tubo en metros.

Q= Caudal en m<sup>3</sup>/sg

C= Coeficiente de fricción (PVC=150).

Para el diseño se contabilizaron las pérdidas por accesorios como el 5% de las pérdidas por fricción obtenidas de la ecuación de Hazen - Williams, además se utilizaron diámetros nominales.

En los resultados de los diseños se establecen diámetro, presión estática y dinámica, y tipo de tubería.

#### 10.1.5 Capacidad de los tanques

Tuvimos en cuenta para definir la capacidad del tanque a construir, imprevistos que nos permiten durante algún lapso, hasta 6 días, bombear el agua desde la represa.

Para atender 50 puntos que son los que están por encima de la altura del embalse, con consumos diarios de 857.1 litros cada uno, es decir 42.855 litros en total, y, durante 4 días requeriríamos 171.420 litros igual a 171.42 metros cúbicos.

Por lo tanto hemos recomendado construir un tanque con capacidad para almacenar 180 metros cúbicos de agua, con medidas de 10x8x2.5 metros (volumen = 200 Mt<sup>3</sup>).

#### **10.1.5.1 Período de diseño de tanques de almacenamiento.**

El período de diseño depende del nivel de complejidad del sistema, y se establece en la Tabla número 18:

**Tabla 18.** Período de diseño de tanques de almacenamiento

<b>Nivel de complejidad del sistema</b>	<b>Período de diseño</b>
Bajo	20 años
Medio	25 años
Medio alto	30 años
Alto	30 años

[FUENTE: RAS 2000 CAP. XII ART. 96](#)

#### **10.1.5.2 Edificación de operación.**

En el Artículo 120 del RAS se establecen los requisitos mínimos y las condiciones con las que se debe diseñar cada una de las áreas que conforman el edificio de operación.

Para el caso que nos ocupa teniendo en cuenta que el nivel de complejidad del sistema propuesto es medio, la norma dice:

**“NIVEL MEDIO DE COMPLEJIDAD.** Dentro del diseño del edificio de operación deben contemplarse los siguientes ambientes: Sala de dosificación y almacenamiento de productos químicos; Sala de cloración y de cilindros de cloro; Oficina del administrador; Laboratorio de servicio y análisis básicos; y Baño.”

Por lo tanto la construcción de dicho edificio, que llamaremos campamento, se incluirán dentro de las obras civiles a realizar.

## 11. ANÁLISIS DE AGUA

El agua de la quebrada La Guacamaya alimenta el acueducto municipal de Aratoca y periódicamente se le realizan análisis físico químicos. El siguiente es el resultado de un análisis solicitado por un particular.

### 11.1 Resultados del análisis

Se realizaron los aforos necesarios para tomar las muestras representativas en diferentes puntos de la quebrada, suficientemente distantes y se llevaron al laboratorio CERTIFIED, quienes después del estudio realizado entregaron el siguiente resultado:



CERTIFIED LABORATORIES COLOMBIA S.A.

#### REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

**CLIENTE:** ANÁLISIS No. 15103 - 05  
 Atte. Ing. Alfredo Marín  
 Bucaramanga  
**FECHA:** Marzo 8 de 2005  
**VENDEDOR:** Proinas  
 Fecha Muestreo: 21-02-2005  
**EQUIPO:** Muestras agua de pozo alimentación Tanque No 1 y Tanque No 2.

ORIGEN DE LA MUESTRA	ALIMENTACIÓN	CONDENSADO	TANQUE 1	TANQUE 2
COLOR			No presenta	No presenta
OLOR			No presenta	No presenta
TURBIDEZ			No presenta	No presenta
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS			10 ppm	8 ppm
pH			5.52	5.57
DUREZA TOTAL CaCO <sub>3</sub>			1.9 ppm	1.9 ppm
ALCALINIDAD P: CaCO <sub>3</sub>			0 ppm	0 ppm
ALCALINIDAD M: CaCO <sub>3</sub>			<10 ppm	<10 ppm
SULFITOS Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			2.5 ppm	2.5 ppm
FOSFATOS PO <sub>4</sub>			<5 ppm	<5 ppm
HIERRO TOTAL Fe <sup>2+</sup> y Fe <sup>3+</sup>				
SÍLICE SiO <sub>2</sub>			6.0 ppm	5.0 ppm
OXIGENO DISUELTO O <sub>2</sub>				
CLORUROS Cl <sup>-</sup>			<10 ppm	<10 ppm
NITRITOS NO <sub>2</sub>				
FOSFONATOS ATPM PO <sub>3</sub>				
OTROS				

NOTA: Valores en partes por millón (ppm) o mg/litro, excepto el pH

## 11.2 Conclusiones y recomendaciones

### RECOMENDACIONES:

Las dos muestras son prácticamente idénticas. El análisis muestra un agua de muy bajo contenido de sólidos totales disueltos, un pH ligeramente ácido, una dureza cercana a cero y un contenido de sílice bajo. El análisis muestra que se trata de un agua de muy alta pureza y con un bajo contenido de sílice; no se trata de un agua de pozo ya que estas se caracterizan por su alto contenido de sólidos disueltos, entre ellos la dureza y la sílice. Puede tratarse de un agua suavizada o desmineralizada.

Ing. Fernando Suárez - Departamento Técnico

## 12. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y ADMINISTRATIVA

### 12.1 Alternativas de administración.

En este espacio se aportarán los elementos de juicio necesarios para decidir qué tipo de organización legal y cuál es la estructura más conveniente para su funcionamiento.

Cada una de las alternativas conlleva un proceso de formación y de formalización que le permite alcanzar su legitimidad y su legalidad y en el cual se identifican, entre otros factores, su razón de ser, sus alcances y limitaciones, sus bondades y compromisos.

Se pueden identificar las diferentes opciones según sus componentes y sus responsabilidades y debe decidirse por la que más convenga para el buen funcionamiento del acueducto y que a su vez beneficie a la comunidad.

Las organizaciones pueden ser:

Con personalidad jurídica	Sin personalidad jurídica
Sociedades, Unipersonal, Fundaciones, Cooperativas, ONG	Empresa, Asociaciones, Corporaciones, Consorcio, Unión Temporal, Cuentas en participación, Agencia mercantil, Sociedad de hecho
Estatutos	Contrato
Nombre, patrimonio, nacionalidad independientes de los sujetos que la integran	No cuenta con estos atributos
Sujeto pasivo de obligaciones tributarias	No es sujeto pasivo de obligación **
Matrícula mercantil	No matrícula mercantil

### **12.1.1 Sociedades.**

Las sociedades es una forma de organización que tiene las siguientes características:

- Pluralidad de asociados
- Obligación de hacer aporte
- Intención de participar en el reparto de utilidades
- Sujeto independiente de los socios individualmente considerados
- Regla general: Escritura Pública y registro mercantil.  
Excepción : Ley 1014 de 2006 (art 22)
- Tipología legal
- Atributos : objeto social

#### **12.1.1.1 Clasificaciones**

Las sociedades se clasifican según los siguientes parámetros:

- Con limitación y sin limitación de responsabilidad
- Personas y capital
- Públicas, privadas o mixtas
- Acciones, Cuotas o partes de interés
- Nacionales y extranjeras
- Constitución: a través de documentos público o privado.
- Organización Interna: dirección – administración – representación y fiscalización.
- Extinción: disolución y liquidación.

#### **12.1.2 Asociaciones y Fundaciones:**

Las asociaciones y fundaciones tienen las siguientes características:

- Sin ánimo de lucro: altruistas, beneficio
- Beneficencia pública, interés social, interés común
- Pluralidad - excepciones
- Dirección, administración y representación. Fiscalización: voluntaria
- No venta de participaciones

- No distribución de utilidades
- No participación en distribución del remanente de la liquidación
- Registro ante Cámara de Comercio como entidades sin ánimo de lucro
- Tratamiento tributario distinto a entidades con ánimo de lucro: Salud, deporte, educación formal, cultura, investigación científica o tecnológica, ecología, protección ambiental, programas de desarrollo social
- Impuesto a la renta
- Obligados a llevar libros de contabilidad registrados en Cámara de Comercio

### **12.1.3 Organizaciones no gubernamentales:**

- Ser una entidad jurídica sin ánimo de lucro
- Ser de utilidad común
- Beneficio social
- No tipología legal autónoma, generalmente adoptan la forma de asociaciones, corporaciones o fundaciones
- Sujetos de derecho y obligaciones
- Tratamiento tributario especial

### **12.2 Requisitos para inicio de operaciones**

1. Reunión de partícipes para la constitución
2. Estudio de nombre
3. Elaboración de documento constitutivo: formal o informal
4. Matrícula en registro mercantil
5. Inscripción de libros de contabilidad
6. RUP: Contratos de obra, consultoría, suministro, compraventa de bienes muebles con entidades estatales.

### **12.3 Parámetros de definición**

- Fin
- Número de miembros
- Responsabilidad que asumen los integrantes de la organización
- Duración del proyecto

- Utilidades: forma, época y destinación
- Posibilidad y forma de cesión de las participaciones
- El acceso que pueda tener a recursos externos
- Deberes que surgen de la forma organizativa
- Cumplimiento de requisitos especiales
- Impactos de orden laboral y tributario
- Formal o informal
- Requerimientos legales especiales para la actividad a desarrollar
- Costo financiero en la implementación y ejecución
- Organización y funcionamiento interno – toma de decisiones
- Estructura de Poder
- Reformas estatutarias
- Posibilidad de ingreso y retiro de nuevos miembros
- Posibilidad de expansión
- Trámites a realizar para perfeccionarla
- Productos o servicios: nuevos o comercializar los existentes

La entidad creada, bien sea una empresa comercial e industrial, una cooperativa rural o una empresa de economía mixta, deberá respetar la legislación y normatividad existente sobre servicios públicos.

#### **12.4 Factores de decisión.**

Estos son los factores que se observaran para escoger la mejor alternativa de administración para el acueducto:

##### **Independencia:**

Que la entidad administradora sea autónoma en todos los aspectos, sin vínculos de carácter político para evitar que el acueducto se convierta en cuota burocrática.

##### **Democracia:**

Que sea una entidad que permita escoger a sus directivos de manera participativa, para que así permita renovar las

administraciones cuando las condiciones lo requieran o confirmarlas cuando así lo crean conveniente.

### **Aceptación Estatal:**

Que vaya de acuerdo con la política central de servicios públicos implantada por los Gobierno Nacional y Departamental. De otra manera no se contará con el aval de ellos quienes son los que a la final financiarán el proyecto. También es muy importante que cuente con el reconocimiento y aceptación de los órganos de control para que la gestión ante éstos sea oportuna y efectiva y no se generen cuellos de botella en la aprobación.

### **Integración:**

Que sea una entidad que permita integrar a la comunidad para que trabaje mancomunadamente para alcanzar propósitos que la favorezcan, como es la reforestación de tierras, la realización de talleres de educación acerca del buen uso del agua, la aplicación de racionamientos en épocas de sequía, la realización de aportes especiales para mejorar el servicio, etc.

### **Control:**

Que esté obligada por la Ley a la entrega de informes anuales revisables y controlables por algún órgano de control como la Superintendencia de Sociedades y a la realización de Asambleas para información a los usuarios.

## **12.5 Tipo de organización recomendado.**

De acuerdo a lo anterior, consideramos conveniente que se cree una **Cooperativa de Usuarios del Acueducto** para que se encargue de administrar el servicio, con base en las siguientes razones:

- Igualdad de participación de todos sus miembros
- No tiene ánimo de lucro
- Exención de impuestos de renta

- Democracia en la elección de cuerpos directivos
- Vigilada por la Superintendencia del sector solidario
- Propiedad común de los bienes
- Intereses comunes

## 12.6 Indicadores De Gestión.

Se hace necesario que a la administración del acueducto se le entreguen algunos indicadores que vayan mostrando el alcance de eficiencia y eficacia del servicio.

Se procura que se tengan en cuenta estos indicadores que han sido escogidos de los establecidos en el Acueducto de Bucaramanga y que se cree tienen aplicación, guardadas las proporciones del acueducto veredal.

Es muy importante que de las lecturas que se hagan a dichos indicadores en especial en la etapa de operación del proyecto, se lleve historia en diferentes medios de archivo y se manejen estadísticas de los datos para poder dar interpretación adecuada a las circunstancias de cada momento.

A continuación detallamos algunos de los indicadores de gestión que se deben tener en cuenta para el buen manejo del acueducto veredal.

<b>Nombre del indicador</b>	Caudal captado (Lt/s)
<b>Fórmula del indicador</b>	.m3*1000/mes
<b>Periodicidad del indicador</b>	Mensual
<b>Proceso</b>	Captación
<b>Responsable del proceso</b>	Auxiliar planta de tratamiento

<b>Nombre del indicador</b>	Diferencia agua captada vs agua tratada. (Lt/s)
<b>Fórmula del indicador</b>	Caudal captado – caudal a tratar
<b>Periodicidad del indicador</b>	Mensual
<b>Proceso</b>	Captación
<b>Responsable del proceso</b>	Auxiliar planta de tratamiento

<b>Nombre del indicador</b>	Suspensiones del servicio por daños
<b>Fórmula del indicador</b>	No. de daños/año
<b>Periodicidad del indicador</b>	Mensual
<b>Proceso</b>	Captación
<b>Responsable del proceso</b>	Auxiliar mantenimiento y operaciones

<b>Nombre del indicador</b>	Agua producida y suministrada a la red (Lt/s)
<b>Fórmula del indicador</b>	Lt/s suministrada
<b>Periodicidad del indicador</b>	Mensual
<b>Proceso</b>	Tratamiento
<b>Responsable del proceso</b>	Auxiliar planta de tratamiento

<b>Nombre del indicador</b>	Fugas en planta (m3)
<b>Fórmula del indicador</b>	.m3 fuga/m3 producida
<b>Periodicidad del indicador</b>	Mensual
<b>Proceso</b>	Tratamiento
<b>Responsable del proceso</b>	Auxiliar mantenimiento y operaciones

<b>Nombre del indicador</b>	Suministro por suscriptor
<b>Fórmula del indicador</b>	.m3 suministrados mes/No. De suscriptores
<b>Periodicidad del indicador</b>	Mensual
<b>Proceso</b>	Tratamiento
<b>Responsable del proceso</b>	Auxiliar mantenimiento y operaciones

## **13. ESTUDIO DE E.I.A.S.**

### **13.1 Identificación de impactos**

#### **13.1.1 Impactos potenciales del proyecto.**

##### **13.1.1.1 Durante la construcción:**

1. Movimiento de tierras.
2. Altos riesgos de accidente con el movimiento de volquetas.
3. Generación de ruidos producidos por taladros, excavadoras, aplanadoras y demás maquinaria requerida.
4. Posible tala de plantas para despejar el trayecto de las mangueras.
5. Desplazamiento de aves hacia otros lugares.

##### **13.1.1.2 Durante la operación del acueducto.**

1. Mayor flujo de personas por el sector.
2. Aumento del ruido nocivo producido por la bomba que impulsará el agua hasta el tanque.
3. Generación de desechos tóxicos como canecas que contienen cloro, acpm, etc.
4. Aumento de negocios alrededor del acueducto.
6. Disposición inadecuada de residuos, desechos y desperdicios de los transeúntes y negocios.
7. Emisión de olores por tratamiento de material químico y posible esparcimiento del mismo afectando las plantaciones y animales del entorno

8. Sedimentación en los cursos y depósitos de agua.

### **13.2 Evaluación de impactos ambientales.**

La evaluación de la afectación ambiental generada por el proyecto se puede visualizar a través de procedimientos o herramientas que hoy día facilitan su lectura e interpretación. Tal es el caso de las matrices diseñadas para contener los aspectos más relevantes en el impacto ambiental y la calificación cuantitativa y cualitativa que alcanzan según su trascendencia.

#### **13.2.1 Matrices**

Las matrices se basan en la interacción de dos listas:

Una contiene las actividades del proyecto y otra contiene los elementos ambientales. Los puntos de intersección determinan las interacciones CAUSA – EFECTO del proyecto.

Generalmente se utilizan rangos de valores numéricos o claves para registrar aspectos de intensidad de los impactos, ya sean adversos o benéficos.

Desarrollada por la Oficina Federal de Revisión y Análisis Ambiental de Canadá, (FEARO).

Enfrenta actividades del proyecto contra elementos ambientales que pueden ser afectados.

Utiliza seis (6) tipos de símbolos que identifican los tipos de efectos: inocuo, falta información, adverso, significativamente adverso, benéfico, significativamente benéfico.

Con la información obtenida se determinan las áreas o actividades que requieren mayor atención.

La siguiente matriz de Fearo refleja el grado de afectación que las actividades del proyecto ejercen sobre los recursos ambientales.

Tabla 19. Matriz de Fearo

		ACTIVIDADES DEL PROYECTO									
		1. LOCALIZACIÓN Y PREPARACIÓN				2. CONSTRUCCIÓN			3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
		1.1 ESTUDIOS DEL SUELO	1.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS	1.3 EXCAVACIÓN	1.4 LIMPIEZA DEL SITIO	2.1 TRABAJO CON MAQUINARIA PESADA	2.2 MVTO. MATERIALES DE CONSTRUC.	2.3 MOVILIZACIÓN DE VEHÍCULOS PESADO	3.1 FLUJO PEATONAL	3.2 FLUJO VEHICULAR	3.3 PRESENCIA DE MATERIALES TÓXICOS
AREAS QUE PUEDEN TENER IMPACTOS	1. EFECTOS FÍSICO-QUÍMICOS	1.1 AGUA									
		1.1.1 Superficial									
		a. Flujo									
		b. Calidad									
	1.2. OLORES										
	1.3 RUIDO										
	2. EFECTOS ECOLÓGICOS	2.1 ESPECIES									
		2.1.1 Terrestres									
		a. Vegetación									
		b. Fauna									
2.1.2. Aérea											
a. Fauna											

FUENTE: METODOLOGÍAS DE VALORACIÓN DE IMPACTOS, CAP. 5

De esta matriz se deduce que las actividades que afectan de manera relevante el ambiente y que por lo tanto requieren mayor atención por parte de quienes responden por el proyecto en todas sus fases, son en su orden:

1. El trabajo con maquinaria pesada.
2. Movilización de vehículos pesados.
3. Limpieza del Sitio
4. Excavación
5. El movimiento de tierras.

### **13.3 Metodología de valoración de impactos.**

#### **13.3.1 Criterios básicos de evaluación ambiental.**

Los más utilizados, para determinar la importancia del impacto son:

Intensidad (I): Se refiere al grado de incidencia de un impacto concreto sobre un determinado elemento ambiental.

Signo ( $\pm$ ): Hace alusión al carácter beneficioso (+) ó perjudicial (-). Si es inocuo (0).

Extensión (EX): Se refiere al área de afectación teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Porcentaje de área.

Duración o persistencia (PE): Se refiere al tiempo que, supuestamente permanecerá el efecto desde su aparición, hasta cuando el factor afectado retorna a sus condiciones iniciales.

Momento (MO): Tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto.

Reversibilidad (RV): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción o recuperación del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales antes de la acción, **por medios naturales**.

Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado, es decir, retornar a las condiciones previas, a la acción ***por medio de la intervención humana.***

Sinergia (SI): Hace referencia a que la acción conjunta de dos impactos, en el impacto total es superior al de la suma de los impactos parciales.

Acumulación (AC): Da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Efecto (EF): Se refiere a la relación causa – efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

Periodicidad (PR): Hace referencia a la regularidad con que se presenta el efecto.

Importancia del impacto.

Para hallar la importancia del impacto, se asignan unos valores (Ver Tabla Anexa) a cada uno de los criterios:

$$I = \pm (3 I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Cuantificada ecuación se cualifica cada resultado de acuerdo a las siguientes rangos:

I < 25 :	Impactos Irrelevantes: <b><u>Compatibles.</u></b>
25 < I ≤ 50 :	Impactos <b><u>Moderados.</u></b>
50 < I ≤ 75 :	Impactos <b><u>Severos.</u></b>
I > 75 :	Impactos <b><u>Críticos.</u></b>

El sistema anterior permite dimensionar los impactos en forma cuantitativa y a su vez localizar en planos la afectación específica.

Teniendo en cuenta estos criterios la siguiente es la calificación ambiental y la importancia de dichos impactos:

**Tabla 20.** Criterios de evaluación ambiental

<p style="text-align: center;"><u>NATURALEZA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto beneficioso +</li> <li>- Impacto perjudicial -</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><u>INTENSIDAD ( I )</u> (Grado de destrucción)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baja 1</li> <li>- Media 2</li> <li>- Alta 4</li> <li>- Muy alta 8</li> <li>- Total 12</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><u>EXTENSIÓN ( EX )</u> (Área de influencia)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puntual 1</li> <li>- Parcial 2</li> <li>- Extenso 4</li> <li>- Total 8</li> <li>- Critica (+4)</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><u>MOMENTO ( MO )</u> (Plazo de manifestación)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Largo plazo 1</li> <li>- Medio plazo 2</li> <li>- Inmediato 4</li> <li>- Critico (+4)</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><u>PERSISTENCIA ( PE )</u> (Permanencia del efecto)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fugaz 1</li> <li>- Temporal 2</li> <li>- Permanente 4</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><u>REVERSIBILIDAD ( RV )</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corto plazo 1</li> <li>- Medio plazo 2</li> <li>- Irreversible 4</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><u>SINERGIA ( SI )</u> (Regularidad de la manifestación)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin sinergismo (simple) 1</li> <li>- Sinérgico 2</li> <li>- Muy sinérgico 4</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><u>ACUMULACIÓN ( AC )</u> (Incremento progresivo)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Simple 1</li> <li>- Acumulativo 4</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><u>EFEECTO ( EF )</u> (Relación causa – efecto)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Indirecto (secundario) 1</li> <li>- Directo 4</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><u>PERIODICIDAD ( PR )</u> (Regularidad de la manifestación)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Irregular a periódico y discontinuo 1</li> <li>- Periódico 2</li> <li>- Continuo 4</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><u>RECUPERABILIDAD ( MC )</u> (Reconstrucción por medio humanos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperable de manera inmediata 1</li> <li>- Recuperable a medio plazo 2</li> <li>- Mitigable 4</li> <li>- Irrecuperable 8</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><u>IMPORTANCIA ( I )</u></p> $I = \pm ( 3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC )$

FUENTE: METODOLOGIAS DE VALORACIÓN DE IMPACTOS, CAP. 5

Tabla 21. Matriz de importancia del impacto

IMPACTO	CRITERIOS											Resultado	IMPORTANCIA DEL IMPACTO
	N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
Flujo del agua superficial	N	2	4	4	4	4	1	4	4	4	4	43	MODERADO
Calidad del agua superficial	P	2	4	2	4	4	1	4	4	4	8	45	MODERADO
Olores en el entorno	N	2	1	4	2	4	1	1	4	1	8	33	MODERADO
Ruido en el entorno	N	2	1	4	2	4	1	1	4	2	8	34	MODERADO
Alteración de la Vegetación	N	1	1	4	2	2	1	1	4	1	4	24	COMPATIBLE
Población Fauna Terrestre	N	2	1	4	4	4	1	1	4	1	4	31	MODERADO
Población Fauna Aérea	N	2	1	4	2	4	1	1	4	1	4	29	MODERADO

FUENTE: METODOLOGIAS DE VALORACIÓN DE IMPACTOS, CAP. 5 - AUTOR

El sistema anterior permite dimensionar los impactos en forma cuantitativa y a su vez localizar en planos la afectación específica.

De acuerdo a la matriz anterior, se concluye que no existen impactos de carácter severo como tampoco crítico y que el único impacto que se hace compatible con el proyecto es el de la alteración de la vegetación y esto se debe a que el lugar donde se construirá la represa está devastado y con vegetación silvestre y porque en un tiempo cercano se puede recuperar la vegetación mediante un programa de paisajismo alrededor de la represa lo que redundará en el embellecimiento del entorno donde se construya.

Los demás impactos son de tipo moderado los cuales se convierten en el costo ambiental que representa la realización de un proyecto como el presente pero que podemos mitigar de alguna manera a través de los planes de reforestación.

### 13.4 Medidas de mitigación.

La exigencia establecida por los oferentes para donar el terreno necesario para la construcción del acueducto, en el sentido de que dicha donación se formalizará de la mano con un compromiso escrito de parte de la administración municipal de Aratocha donde se responsabilice de la reforestación de por lo menos cincuenta (50) hectáreas alrededor del terreno escogido para la represa, es la manera de resarcir con creces el posible daño ecológico que pueda generar la construcción del acueducto.

### **13.4.1 Programa de reforestación.**

Para poder el cumplir el compromiso que adquiere el gobierno municipal acerca de la reforestación alrededor del embalse, se recurrirá a uno de los programas que existen, bien sea a través de la CAS y/o a través de la Federación Nacional de Cafeteros mediante su Programa Forestal "Río Magdalena". Esto permitirá que dicho plan de mitigación no afecte los resultados financieros del proyecto.

#### **13.4.1.1 Programas Forestales "Río Magdalena".**

El Programa Forestal "Río Magdalena" se desarrolla en el marco de la Cooperación Financiera bilateral entre los gobiernos de Alemania y Colombia, con el propósito de contribuir a la estabilización del balance hídrico y a la reducción de la erosión en subcuencas prioritarias de la cuenca media y alta del Río Magdalena, a través del incremento del uso forestal sostenible y en la recuperación y conservación de los bosques en pendientes y zonas altas degradadas.

Este programa es administrado por la Federación Nacional de Cafeteros y consiste en que quien dispone las tierras para ser reforestadas recibirá todo el soporte necesario para hacerlo. Dicho soporte incluye asistencia técnica y aportes económicos para atender los costos de la actividad. El contrato tiene una duración de cinco años durante los cuales el beneficiario (dueño de las tierras) respetará los plantíos y mantendrá la vigencia del contrato en caso de venta de la tierra.

### **13.5 Impacto social del proyecto.**

La construcción del acueducto veredal de la Vereda Clavellinas y los macros proyectos turísticos se constituyen en un polo de desarrollo de la zona que redundará en el crecimiento poblacional; el tráfico vehicular, el comercio que se genere y la consecución de unos mejores niveles de vida crearán las condiciones indispensables para tal desarrollo.

### **13.5.1. Potencial agrícola.**

Corresponde a la evaluación que se efectúe alrededor del potencial de explotación agropecuaria que presenten las tierras, la disponibilidad de grandes extensiones con propósitos agropecuarios y al uso actual de la tierra a mejores condiciones productivas y disponibilidad de buenas extensiones, las tierras serán utilizadas en explotaciones agropecuarias; de otra parte es lógico esperar que las tierras destinadas actualmente al uso agropecuario reúnen los requisitos de productividad y extensión, razón por la cual no se destinarán en el corto, mediano y largo plazo a albergar concentraciones poblacionales.

### **13.5.2 Concentración Poblacional**

Las concentraciones poblacionales actuales se encuentran localizadas cerca a la cabecera municipal de Aratoca y a la carretera principal Bucaramanga - Bogotá. Las nuevas edificaciones que aparezcan como consecuencia del proyecto del acueducto veredal, tenderán a ubicarse en sitios que permitan generar un crecimiento económico a través de negocios complementarios a las actividades turísticos de la zona.

### **13.5.3 Potencial de inversión**

A medida que se vayan consolidando los proyectos de acueducto veredal y los proyectos turísticos de la zona, el sector bajo estudio se verá dotado de una infraestructura de servicios que la convertirá en sitio atractivo para los inversionistas; este hecho se debe reflejar a largo plazo en el crecimiento productivo con el consecuente crecimiento del PIB de la región y el consecuente bienestar de los habitantes de la vereda Clavellinas.

### **13.5.4 Cuantificación del impacto social**

La cuantificación del impacto social se realizó a través de "La Metodología General Ajustada" –MGA-, que es un programa de

aplicación para los proyectos públicos y en el que se refleja, entre otros indicadores, el valor económico que gana la sociedad con la realización del proyecto.

Para este proyecto se ha aplicado el [MGA](#) y sus resultados se pueden ver directamente en él.

#### **13.5.5 Conclusiones del impacto social (MGA).**

El estudio del impacto social realizado por medio de [MGA](#) permite ver que el proyecto genera un gran beneficio social, impacto que se manifiesta en la Tasa Interna de Retorno (TIR) igual a 71.16%.

En el programa anexo MGA se pueden ver los detalles de dicho análisis.

## **14. ESTRUCTURA TARIFARIA ESTRATIFICADA**

### **14.1 Criterios de estructura tarifaria**

Acorde a las políticas del Gobierno Nacional, y en consonancia con la metodología definida por la Junta Nacional de Tarifas, a través del "Instructivo para solicitar modificaciones en los niveles de tarifas de las Empresas Públicas Municipales y de las Empresas de Obras Sanitarias EMPOS", se desarrolla la propuesta de estructura tarifaria para el cobro de servicio de acueducto en la Vereda Clavellinas del Municipio de Aratoca, teniendo en cuenta la actual composición del mercado de usuarios y la situación operativa y financiera del ente administrador.

El diseño de la estructura tarifaria propuesta tiene como base el estudio socioeconómico ya presentado en este proyecto, en el cual se establecen las características de la población usuaria del servicio, categorizada por estratos socioeconómicos.

La estructura tarifaria estratificada que se sugiere, es el resultado del Ejercicio presupuestal, en relación con la inclusión de todos los costos requeridos en la ejecución del proyecto, independientemente de que exista un recurso donado (terreno) disponible que será utilizado, lo cual reduciría el valor total de la obra.

#### **14.1.1 Estructura Tarifaria Propuesta**

Se presentan los valores sugeridos para los cargos fijos y por consumo de usuarios con medidor, a precios corrientes de 2.007, para suscriptores en el estrato 2 residencial, comercial e industrial, oficial, agua en bloque y uso temporal.

Estas tarifas son propuestas teniendo en cuenta que la vereda Clavellinas fue clasificada como estrato dos (2) luego del estudio socioeconómico que ya tratamos en capítulos anteriores.

La tabla 22 anuncia cada uno de los conceptos de cobro según sea el caso del usuario, incluidos los subsidios establecidos por ley.

**Tabla 22.** Tarifas vigentes

<b>Servicio: Normal - Estrato dos (2)</b>			
<b>2007</b>			
<b>RESIDENCIAL</b>	<b>Valor SIC (\$)</b>	<b>Subsidio(-) /Aporte(+)</b>	<b>Tarifa Real</b>
Cargo Fijo (\$/mes)	6.874	-4.411	2.463
Consumo Básico (\$/m3)	994	-509	485
Consumo complementario(\$/m3)	1.284	0	1.284
<b>COMERCIAL E INDUSTRIAL</b>	<b>Valor SIC (\$)</b>	<b>Subsidio(-) /Aporte(+)</b>	<b>Tarifa Real</b>
Cargo Fijo (\$/mes)	6.116	+3.058	9.174
Consumo (\$/m3)	883	+442	1.325
<b>OFICIAL</b>	<b>Valor SIC (\$)</b>	<b>Subsidio(-) /Aporte(+)</b>	<b>Tarifa Real</b>
Cargo Fijo (\$/mes)	6.116	+3.058	9.174
Consumo (\$/m3)	883	+442	1.325
<b>AGUA EN BLOQUE</b>	<b>Valor SIC (\$)</b>	<b>Subsidio(-) /Aporte(+)</b>	<b>Tarifa Real</b>
Cargo Fijo (\$/mes)	6.116	+3.058	9.174
Consumo (\$/m3)	883	+442	1.325
<b>USO TEMPORAL</b>	<b>Valor SIC (\$)</b>	<b>Subsidio(-) /Aporte(+)</b>	<b>Tarifa Real</b>
Cargo Fijo (\$/mes)	6.116	+3.058	9.174
Consumo (\$/m3)	883	+442	1.325

FUENTE: ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA

## **15. ESTUDIO FINANCIERO, ECONOMICO Y SOCIAL**

Para realizar el estudio financiero del proyecto, se ha aplicado el Software "Metodología General Ajustada" del Departamento Nacional de Planeación, el cual es el oficialmente exigido para la presentación de los proyectos públicos.

Consideramos relevante incorporar el análisis financiero, económico y social a la metodología utilizada por el sector público desde hace algunos meses, en la cual se detallan todas las cifras que componen los resultados económicos.

Mediante él hemos podido insertar las variables de cantidad y costo por actividades y conocer el costo total de las mismas en sus etapas de preinversión, inversión y mantenimiento y operación, para posteriormente obtener los flujos de caja correspondientes y el cálculo de indicadores financieros y sociales del mismo.

Para efecto de la evaluación social el factor incorporado para conocer el impacto positivo del valor del servicio en la comunidad fue de 2.65.

Consideramos que para tener una mejor apreciación de la secuencia económica, es preciso consultar esta metodología ([MGA](#)), la cual se adjunta al presente proyecto con el ejercicio en mención.

### **15.1 Organización y Gastos Generales**

Una vez concluidas las obras y definida la puesta en marcha inician las labores de administración y mantenimiento del proyecto.

Para ello es necesario la vinculación del siguiente personal con sus pagos correspondientes:

### 15.1.1 Gastos de Administración

Tabla 23. Gastos de administración

CANT	CARGO	SUELDO MES	PRESTACIÓN	VLR AÑO 1
1	Administrador	\$ 1,000,000	\$ 520,000	\$ 18,240,000
1	Secretaría	\$ 450,000	\$ 234,000	\$ 8,208,000
1	Coordinador	\$ 750,000	\$ 390,000	\$ 13,680,000
<b>Subtotal Administración</b>				<b>\$ 40,128,000</b>

### 15.1.2 Otros Gastos de Administración

Tabla 24. Otros gastos de administración

	AÑO
Servicios Públicos	\$ 600,000
Papelería y Elementos de Aseo	\$ 1,000,000
Facturación	\$ 960,000
Otros Gastos	\$ 1,500,000
<b>Subtotal Otros Gastos de Administración</b>	<b>\$ 4,060,000</b>

**TOTAL GASTOS DE ADMINISTRACIÓN ANUAL \$ 40.188.000**

### 15.2 Costos de Operación

Se estiman los siguientes costos de potabilización del agua

#### 15.2.1 Insumos Químicos

Tabla 25. Insumos químicos

INSUMO	CANT X M <sup>3</sup>	VLR KG	COSTO X M3
Sulfato de Aluminio	0.040	\$ 2,000	\$ 80
Cal	0.020	\$ 600	\$ 12
Cloro	0.004	\$ 8,500	\$ 34
<b>Total por M3</b>			<b>\$ 126</b>

### 15.2.2 Mano de Obra

Tabla 26. Mano de obra

CANT	CARGO	SUELDO MES	PRESTACIÓN	VLR AÑO 1
1	Auxiliar Planta Tratamiento	\$ 600.000	\$ 312.000	\$ 10.944.000
1	Auxiliar Mantenimiento y Operación	\$ 600.000	\$ 312.000	\$ 10.944.000
<b>Subtotal Producción</b>				<b>\$ 21.888.000</b>

### 15.2.3 Otros Costos de Operación

Tabla 27. Otros costos de operación

		AÑO
Mantenimiento	5% de la Inversión	\$21,911,700
Energía	2,8 Kw/hora * 6 *\$280 * 30 días	\$1,693,440
Fletes	Insumos	\$360,000
Otros Costos	1.000.000*12	\$12,000,000
<b>Subtotal Otros Costos</b>		<b>\$35,965,140</b>

**TOTAL COSTOS MANO DE OBRA Y OTROS \$ 57.853.140**

### 15.3 Ingresos

Los únicos ingresos que se generan por la operación del proyecto son los correspondientes a la prestación del servicio de suministro de agua.

La siguiente es la tabla proyectada de ingresos desde el primer año de operación (2008) hasta el 2025.

**Tabla 28.** Proyección de consumos e ingresos del servicio

<b>AÑO</b>	<b>No. USUARIOS</b>	<b>CONSUMO PROMEDIO USUARIO (M3)</b>	<b>CONSUMO TOTAL AÑO m3.</b>	<b>VLR M3 (miles de pesos)</b>	<b>VLR SERVICIO AÑO</b>
2008	723	216	156.168	\$ 0,76	\$ 117.907
2009	746	216	161.136	\$ 0,76	\$ 121.658
2010	770	216	166.320	\$ 0,76	\$ 125.572
2011	794	216	171.504	\$ 0,76	\$ 129.486
2012	820	216	177.120	\$ 0,76	\$ 133.726
2013	846	216	182.736	\$ 0,76	\$ 137.966
2014	873	216	188.568	\$ 0,76	\$ 142.369
2015	901	216	194.616	\$ 0,76	\$ 146.935
2016	930	216	200.880	\$ 0,76	\$ 151.664
2017	959	216	207.144	\$ 0,76	\$ 156.394
2018	990	216	213.840	\$ 0,76	\$ 161.449
2019	1022	216	220.752	\$ 0,76	\$ 166.668
2020	1054	216	227.664	\$ 0,76	\$ 171.886
2021	1088	216	235.008	\$ 0,76	\$ 177.431
2022	1123	216	242.568	\$ 0,76	\$ 183.139
2023	1159	216	250.344	\$ 0,76	\$ 189.010
2024	1196	216	258.336	\$ 0,76	\$ 195.044
2025	1234	216	266.544	\$ 0,76	\$ 201.241

#### **15.4 Costos de Inversión Totales**

Las siguientes son las inversiones cuantificadas que deben desarrollarse de acuerdo a los análisis expuestos y el origen de los recursos financieros para su ejecución.

**Tabla 29.** Estudios de Preinversión e Inversión

<b>INVERSION</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>VALOR</b>	<b>FINANCIACION</b>
<i>ESTUDIOS DE PREINVERSION</i>		\$ 22,808,400	Gobernación
Análisis Físico-Químico	\$ 120,000		Gobernación
Diseño Arquitectónico	\$ 4,002,000		Gobernación
Diseños de Ingeniería	\$ 6,998,400		Gobernación
Estudios Socioeconómicos	\$ 4,320,000		Gobernación
Estudios de Suelos	\$ 3,000,000		Gobernación
Trámites - Permisología	\$ 4,368,000		Gobernación
<i>ESTUDIOS DE INVERSION</i>		\$ 438,223,400	
Limpieza del Predio	\$ 1,280,000		Gobernación
Terreno (6 Has)	\$ 120,000,000		Donación de Usuario
Descapote y Excavación	\$ 40,000,000		Gobernación
Replanteo	\$ 5,203,200		Gobernación
Paisajismo	\$ 40,656,000		Gobernación
Bodega	\$ 9,840,000		Gobernación
Planta de Tratamiento	\$ 35,000,000		Gobernación
Tanques de Agua	\$ 35,780,000		Gobernación
Redes Matrices	\$ 144,914,200		Gobernación
Embalse	\$ 5,550,000		Gobernación
<i>ADMINISTRACION DE LA OBRA CIVIL</i>		\$ 9,340,800	Gobernación
<b>TOTAL PREINVERSIONES E INVERSIONES</b>		<b>\$ 470,372,600</b>	

## 15.5 Concepto Financiero

Organizadas las cifras en el flujo de caja podemos establecer una TIRF del 14.74%, indicador financiero satisfactorio para este tipo de proyectos del orden social. Consideramos es una tasa de retorno que genera el flujo de caja normal para provisionar las reservas correspondientes a un mejoramiento, posible ensanche u otras inversiones conexas al proyecto, incluido algún imprevisto.

Desde este punto de vista, a nivel financiero es viable la inversión.

## **15.6 Concepto Económico y Social**

Efectuados los ajustes correspondientes a la información financiera, las cifras obtenidas en el correspondiente flujo de caja determinan una TIR (E) del 71.16%.

Esta tasa comparada con la mínima esperada en el sector público (12%) es lo suficientemente interesante para determinar la realización de la inversión, toda vez que independientemente del excedente financiero, el mayor excedente se queda en la población beneficiada (usuarios), derivado de un servicio económico (265% menos de su valor real) y el menor costo de servicio generado por las atenciones médicas, que puedan suscitarse de un servicio de agua deficiente y malsano.

## 16. CONCLUSIONES

Se registra con complacencia los resultados de este estudio que se inició con el interés de aplicar los conocimientos adquiridos a través del desarrollo de la Especialización en Evaluación y Gerencia de Proyectos y el de aportar a los habitantes de la Vereda Clavellinas la realización de una de las etapas que se deben cumplir para alcanzar su objetivo de contar con el servicio de agua potable en sus domicilios.

Los resultados cuantitativos y cualitativos del estudio dicen que esta idea se puede hacer realidad con el apoyo político de las autoridades y el empuje que la comunidad le dé para su organización y manejo.

En las diferentes etapas de la realización de esta tarea, se obtuvieron los propósitos registrados al inicio como objetivos a alcanzar, y mucho más de lo propuesto, pero que tiene una gran trascendencia en el proyecto, esto se puede observar a través de este documento y que se resumen así:

1. Se consultaron las normas vigentes para la realización de un proyecto de esta clase y se recopiló la información desde sus diferentes fuentes, lo que permitió dar las bases legales y objetivas del proyecto para el éxito del mismo.
2. Definido el periodo para el cual se proyectaba el acueducto, se realizaron las proyecciones correspondientes para la población y la demanda, basados como ya se dijo en la información provista por las fuentes autorizadas.
3. Se estableció cuál era el nivel de complejidad de la obra de acuerdo a la población beneficiada.
4. La ubicación del punto ideal para la localización de la represa se definió atendiendo los factores de afectación y ponderándolos para conseguir la mejor decisión.

5. Aplicando el software “Metodología General Ajustada”, MGA del Departamento Nacional de Planeación, se realizaron las evaluaciones financiera, económica y social, y se elaboró el presupuesto del proyecto. Esto nos permitió conocer los indicadores clave para tomar la decisión de realizar o no la idea propuesta.

6. Se analizó la sostenibilidad técnica del proyecto en una proyección de 20 años lo que duplicó el periodo propuesto inicialmente.

7. Se compararon las diferentes alternativas de organización, llegando a la conclusión de que lo mejor es formar una cooperativa de usuarios que administre el acueducto.

8. Se definieron los indicadores de gestión mínimos a cumplir para la buena operación del acueducto, esperando que los administradores del acueducto podrán adicionar otros que consideren convenientes.

9. Se consultó ante las autoridades las posibilidades de financiación del proyecto, encontrando con gran satisfacción la buena disposición del Gobierno Departamental para asumir los costos del mismo, y la de un vecino propietario quien dona la tierra para la construcción de la represa.

## **17. RECOMENDACIONES**

La experiencia que alcanzamos al realizar este proyecto, nos permite dejar plasmadas algunas recomendaciones para quienes en el futuro deseen realizar trabajos similares al presente:

1. Realizar suficientes actividades de campo es clave en este proceso ya que permite percibir de manera objetiva las necesidades que originan el proyecto y el ambiente que prevalece ante la expectativa de realización del mismo.
2. Darle la importancia que tienen los estudios realizados alrededor del tema (estado actual del arte) y que pueden alimentar el desarrollo del proyecto, de tal manera que se aproveche al máximo el tiempo en otros aspectos del mismo.
3. Consultar a los expertos para atender los asuntos que requieren un conocimiento técnico específico con el que no cuentan los autores del proyecto.
4. A las autoridades políticas y sociales les recomendamos construir la represa de acuerdo a los términos del estudio realizado y expuesto en este documento.
5. Igualmente se le recomienda las instituciones promotoras y administradoras de los planes de arborización popularizados, apoyar y acompañar a la comunidad en su propósito de reforestar el mayor número de hectáreas posibles.
6. A la comunidad clavellinera les recomendamos que se organice de manera oportuna para que dé cuerpo legítimo y legal a la cooperativa de usuarios del acueducto y que dicha entidad esté creada y operando antes de terminar la construcción del mismo.

## **18. EPÍLOGO**

El haber podido realizar el presente trabajo tan importante para esta comunidad de Clavellinas en Aratoca, Santander, nos llena de suficiente orgullo. Paralelo a ello el haber puesto al servicio de esta noble causa los conocimientos adquiridos en el curso de especialización en la UIS aumenta más nuestra satisfacción.

Durante su desarrollo no sólo llenó de mérito el hecho mismo del resultado expuesto en este estudio sino que la experiencia adquirida por el conocimiento in situ de las condiciones de vida de una comunidad aumentan nuestro ímpetu por elaborar cada día más, a través de los conocimientos de esta disciplina, proyectos que generen beneficio a tantas familias que viven en condiciones de necesidad y que día a día piden a Dios una oportunidad para mejorar su vida.

## **BIBLIOGRAFÍA**

INGENIERIA SANITARIA APLICADA A SANEAMIENTO Y SALUD PÚBLICA

ESTUDIO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL ARATOCA 2000-2009, Alcaldía Municipal.

MAPA GEOLÓGICO GENERALIZADO DEL DEPARTAMENTO DE SANTANDER ESC. 1:400.000, Ingeominas. Bucaramanga 1997, Royero G, José M. y Clavijo.

REGLAMENTO TECNICO PARA EL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS 2000, Ministerio de Desarrollo Económico, República de COLOMBIA.

MANUAL METODOLOGICO GENERAL, PARA LA IDENTIFICACIÓN, PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS GUIAS SECTORIALES DE PROYECTOS GUIA No 8. DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO, Departamento Nacional de Planeación –DNP- Dirección de Inversiones y Finanzas Públicas.

GUIA PARA LA PRESENTACIÓN DEL PROYECTO, RESUMEN DEL PROYECTO, ESTUDIO DE (PRE) FACTIBILIDAD DEL PROYECTO, Onudi. Rev. Abril/ 2003.

DECRETO No.155 DEL 22 DE ENERO DE 2004, Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Económico.

## GLOSARIO

**Acidez** Capacidad de una solución acuosa para reaccionar con iones hidroxilo. Se mide cuantitativamente por titulación con una solución alcalina normalizada y se expresa usualmente en términos de mg/l como carbonato de calcio.

**Acometida** Derivación de la red local de acueducto que llega hasta el registro de corte en el inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

**Acueducto** Sistema de abastecimiento de agua para una población.

**Acuífero** Formación geológica o grupo de formaciones que contiene agua y que permite su movimiento a través de sus poros bajo la acción de la aceleración de la gravedad o de diferencias de presión.

**Adoquín** Pequeña estructura de concreto (similar al ladrillo) que sirve como capa de pavimento.

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

**Aeración** Proceso en el que se produce un contacto entre el aire y el agua con el objetivo de oxigenarla o de excluir gases o sustancias volátiles.

**Afluente** Agua, agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o a algún proceso de tratamiento.

**Agua cruda** Agua superficial o subterránea en estado natural; es decir, que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento.

**Agua potable** Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el Decreto 475 de 1998, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud.

**Aguas lluvias** Aguas provenientes de la precipitación pluvial.

**Aire:** Fluido que forma la atmósfera de la tierra, constituido por una mezcla gaseosa cuya composición normal es de por lo menos 20% de oxígeno, 77% de nitrógeno y proporciones

variables de gases inertes y vapor de agua en relación volumétrica.

**Aireador** Dispositivo o equipo que permite transferir aire al agua.

**Alcalinidad** Capacidad del agua para neutralizar los ácidos. Esta capacidad se origina en el contenido de carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ) y ocasionalmente boratos, silicatos y fosfatos. La alcalinidad se expresa en miligramos por litro de equivalente de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

**Almacenamiento** (En sistemas de Acueducto): Acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios.

**Amenaza:** peligro latente asociado con la potencial ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en un sistema. Se expresa matemáticamente como la probabilidad de ocurrencia de un evento de una cierta intensidad, en un sitio específico y durante un tiempo de exposición definido.

**Análisis** Examen del agua, agua residual o lodos, efectuado por un laboratorio.

**Análisis físico-químico del agua** Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas.

**Análisis microbiológico del agua** Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.

**Análisis organoléptico** Se refiere a olor, sabor y percepción visual de sustancias y materiales flotantes y/o suspendidos en el agua.

**Área tributaria** Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado.

**Autoridad municipal ambiental (AMA)** Entidad municipal que tiene a su cargo el manejo y ordenamiento ambiental.

**Autoridad regional ambiental (ARA)** Entidad regional que tiene a su cargo el manejo y ordenamiento ambiental.

**Bacteria** Grupo de organismos microscópicos unicelulares, rígidos carentes de clorofila, que desempeñan una serie de procesos de tratamiento que incluyen oxidación biológica, fermentaciones, digestión, nitrificación y desnitrificación.

**Borde libre** Espacio comprendido entre el nivel máximo esperado del agua fijado por el sistema de rebose y la altura total de la estructura de almacenamiento.

**Calidad del agua** Conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua.

**Cámara** Compartimento con paredes, empleado para un propósito específico.

**Cámara de caída** Estructura utilizada para dar continuidad al flujo cuando una tubería llega a una altura considerable respecto de la tubería de salida.

**Cámara de combustión:** Compartimento de un incinerador donde los residuos son quemados.

**Canal** Cauce artificial, revestido o no, que se construye para conducir las aguas lluvias hasta su entrega final en un cauce natural. Conducto descubierto que transporta agua a flujo libre.

**Capacidad de almacenamiento** Volumen de agua retenido en un tanque o embalse.

**Capacidad específica (agua subterránea o pozos profundos)** Caudal extraída de un pozo por unidad de abatimiento, para un tiempo determinado, expresado en L/s/m.

**Capacidad hidráulica** Caudal que puede manejar un componente o una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación.

**Capacidad máxima** Caudal máximo de diseño de una estructura hidráulica.

**Captación** Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento.

**Caracterización de las aguas residuales** Determinación de la cantidad y características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales.

**Carbón activado** Forma de carbón altamente adsorbente, usado para remover material orgánico disuelto causante del mal sabor, color y olor del agua.

**Carga orgánica** Producto de la concentración media de DBO por el caudal medio determinado en el mismo sitio; se expresa en kilogramos por día (kg/d).

**Carga superficial** Caudal o masa de un parámetro por unidad de área y por unidad de tiempo, que se emplea para dimensionar un proceso de tratamiento ( $m^3/(m^2 \text{ día})$ , kg DBO/(ha día).

**Caudal de diseño** Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

**Caudal de incendio** Parte del caudal en una red de distribución destinado a combatir los incendios.

**Caudal máximo diario** Consumo máximo durante veinticuatro horas, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

**Caudal máximo horario** Consumo máximo durante una hora, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

**Caudal medio** Caudal medio anual.

**Caudal medio diario** Consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un período de un año.

**Celda diaria:** Área definida donde se esparcen y compactan los residuos durante el día para cubrirlos al final del mismo.

**Certificado de conformidad** Documento emitido de acuerdo con las reglas de un sistema de certificación, en el cual se manifiesta adecuada confianza de que un producto, proceso o servicio debidamente identificado esta conforme con una norma técnica u otro documento normativo específico. Decreto 2269/93

**Cloración** Aplicación de cloro, o compuestos de cloro, al agua residual para desinfección; en algunos casos se emplea para oxidación química o control de olores.

**Cloro residual** Concentración de cloro existente en cualquier punto del sistema de abastecimiento de agua, después de un tiempo de contacto determinado.

**Coagulación** Aglutinación de las partículas suspendidas y coloidales presentes en el agua mediante la adición de coagulantes.

**Coagulantes** Sustancias químicas que inducen el aglutinamiento de las partículas muy finas, ocasionando la formación de partículas más grandes y pesadas.

**Coeficiente de rugosidad** Medida de la rugosidad de una superficie, que depende del material y del estado de la superficie interna de una tubería.

**Colector principal ó matriz** Conducto cerrado circular, semicircular, rectangular, entre otros, sin conexiones domiciliarias directas que recibe los caudales de los tramos secundarios, siguiendo líneas directas de evacuación de un determinado sector.

**Colector** Pozo construido desde la superficie del terreno hasta la tubería de alcantarillado, que es empleado en la inspección y mantenimiento de la red.

**Coliformes** Bacterias gram negativas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a la temperatura de 35 o 37°C (coliformes totales). Aquellas que tienen las mismas propiedades a la temperatura de 44 o 44.5°C se denominan coliformes fecales. Se utilizan como indicadores de contaminación biológica.

**Combinado** Sistema de alcantarillado que recibe aguas lluvias y aguas residuales de origen doméstico y/o industrial.

**Compactación:** Proceso por unidad normalmente utilizado para incrementar el peso específico (densidad en unidades métricas) de materiales residuales para que puedan ser almacenados y transportados más eficazmente.

**Concentración** Denomínase concentración de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido, la relación existente entre su peso y el volumen del líquido que lo contiene.

**Concreto reforzado:** material constituido por un concreto que tiene un refuerzo consistente en barras de acero corrugado,

estribos transversales o mallas electrosoldadas, colocadas principalmente en zonas de tracción, y en cuantías superiores a las mínimas especificadas.

**Concreto** Mezcla homogénea de material cementante, agregados inertes y agua, con o sin aditivos.

**Conducción** Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.

**Conducto** Estructura hidráulica destinada al transporte de agua.

**Conexión domiciliaria** Tubería que transporta las aguas residuales y/o las aguas lluvias desde la caja domiciliar hasta un colector secundario. Generalmente son de 150 mm de diámetro para vivienda unifamiliar.

**Conexiones erradas** Contribución adicional de caudal debido al aporte de aguas pluviales en la red de aguas sanitarias y viceversa.

**Consumo** Volumen de agua potable recibido por el usuario en un periodo determinado.

**Control de calidad del agua potable** Análisis organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos realizados al agua en cualquier punto de la red de distribución, con el objeto de garantizar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el Decreto 475 de 1998.

**Cota de batea** Nivel del punto más bajo de la sección transversal interna de una tubería o colector.

**Cota de clave** Nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería o colector.

**Cuantificable** Que se puede determinar su valor.

**Cuenca hidrográfica** Superficie geográfica que drena hacia un punto determinado.

**Cuerpo receptor** Cualquier masa de agua natural o de suelo que recibe la descarga del afluente final.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) ó Demanda de oxígeno** Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20 °C). Mide

indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable.

**Demanda Química de Oxígeno (DQO)** Medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un ambiente ácido y a altas temperaturas.

**Desarenador** Cámara destinada a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación.

**Descomposición anaerobia** Degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno molecular por efecto de microorganismos. Usualmente va acompañada de la generación de ácidos y gas metano.

**Desecho:** Término general para residuos sólidos excluyendo residuos de comida y cenizas sacados de viviendas, establecimientos comerciales e instituciones.

**Desechos industriales** Desechos líquidos de la manufactura de un producto específico. Usualmente son más concentrados y tienen mayores variaciones de caudal que los desechos domésticos.

**Deshidratación de lodos** Proceso de remoción del agua de lodos hasta formar una pasta.

**Desinfección** Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.

**Desinfectante** Sustancia que tiene el poder de destruir microorganismos patógenos.

**Diámetro** Diámetro real interno de conductos circulares.

**Diámetro nominal** Es el número con el cual se conoce comúnmente el diámetro de una tubería, aunque su valor no coincida con el diámetro real interno.

**Diámetro real** Diámetro interno de una tubería determinado con elementos apropiados.

**Difusor** Dispositivo para dispersar un fluido en otro.

**Digestión** Descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en presencia de oxígeno.

**Digestión aerobia** Descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en presencia de oxígeno.

**Digestión anaerobia** Descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en ausencia de oxígeno.

**Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>):** Polucionante gaseoso, inodoro, ácido, formado principalmente de la combustión de combustibles fósiles.

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** Gas incoloro, inodoro y no tóxico que produce ácido carbónico cuando está disuelto en agua. Se produce durante la degradación térmica y descomposición (microbial) por microbios de los residuos sólidos.

**Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>):** Resultado de la combinación del óxido nítrico con oxígeno en la atmósfera. Es el mayor componente del smog fotoquímico.

**Disposición final** Disposición del efluente de una planta de tratamiento o de los lodos tratados.

**Disposición final de residuos:** Proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en forma definitiva, en forma definitiva, efectuado por las personas prestadoras de servicios, disponiéndolos en lugares especialmente diseñados para recibirlos y eliminarlos, obviando su contaminación y favoreciendo la transformación biológica de los materiales fermentables, de modo que no representen daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

**Dosificación** Acción mediante la cual se suministra una sustancia química al agua.

**Dosis óptima** Concentración que produce la mayor eficiencia de reacción en un proceso químico.

**Dotación** Cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes.

**Drenaje** Estructura destinada a la evacuación de aguas subterráneas o superficiales para evitar daños a las estructuras, los terrenos o las excavaciones.

**Edificio de operación** Área o conjunto de dependencias de una planta de tratamiento de agua potable que cumple determinadas funciones auxiliares, directa o indirectamente

ligadas al proceso de tratamiento, necesarias para su correcta operación, mantenimiento y control.

**Eficiencia de remoción** Medida de la efectividad de un proceso en la remoción de una sustancia específica.

**Eficiencia de tratamiento** Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico; normalmente se expresa en porcentaje.

**Efluente** Líquido que sale de un proceso de tratamiento.

**Efluente final** Líquido que sale de una planta de tratamiento de aguas residuales.

**Emergencia** Evento repentino e imprevisto que se presenta en un sistema de suministro de agua para consumo humano, como consecuencia de fallas técnicas, de operación, de diseño, de control o estructurales, que pueden ser naturales, accidentales o provocadas que alteran su operación normal o la calidad del agua, y que obliguen a adoptar medidas inmediatas para minimizar las consecuencias.

**Emisario final** Colectores cerrados que llevan parte o la totalidad de las aguas lluvias, sanitarias o combinadas de una localidad hasta el sitio de vertimiento o a las plantas de tratamiento de aguas residuales. En caso de aguas lluvias pueden ser colectores a cielo abierto.

**Emisario Submarino** Es una tubería que conduce las aguas residuales mar adentro.

**Emisión:** Descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil.

**Ensayo de jarras** Ensayo de laboratorio que simula las condiciones en que se realizan los procesos de oxidación química, coagulación, floculación y sedimentación en la planta.

**Ensayo de tratabilidad** Estudios efectuados a nivel de laboratorio o de planta piloto, a una fuente de abastecimiento específica, para establecer el potencial de aplicación de un proceso de tratamiento.

**Escorrentía** Volumen que llega a la corriente poco después de comenzada la lluvia.

**Estación de bombeo** Componente destinado a aumentar la presión del agua con el objeto de transportarla a estructuras más elevadas.

**Estación de bombeo de aguas residuales** Componente de un sistema de alcantarillado sanitario o combinado utilizado para evacuar por bombeo las aguas residuales de las zonas bajas de una población. Lo anterior puede también lograrse con estaciones elevadoras de aguas residuales. Una definición similar es aplicable a estaciones de bombeo de aguas lluvias.

**Estructuras de disipación de energía** Estructuras construidas para disipar la energía del flujo.

**Estructuras de entrega** Estructuras utilizadas para evitar daños e inestabilidad en el cuerpo de agua receptor de aguas lluvias o residuales.

**Estudio de evaluación de impacto ambiental:** Estudio destinado a identificar y evaluar los potenciales impactos positivos y negativos que pueda causar la implementación, operación, futuro inducido, mantenimiento y abandono de un proyecto, obra o actividad, con el fin de establecer las correspondientes medidas para evitar, mitigar o controlar aquellos que sean negativos e incentivar los positivos.

**Estudio geotécnico:** se define como estudio geotécnico todas las actividades complementarias definidas en las *Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR - 98*, Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998 o los decretos que lo reemplacen o complementen, cuyo objetivo sea garantizar la estabilidad de las obras lineales para la instalación de ductos y redes.

**Evaluación del riesgo:** Evaluación cualitativa y cuantitativa del riesgo posado sobre la salud humana o sobre el ambiente por la presencia actual o potencial y/o por el uso de un polucionante específico.

**Excavación:** retiro permanente o temporal de una masa de material férreo con el objeto de instalar un ducto, construir una obra, modificar la topografía del terreno, explotar materiales, etc.

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

**Filtración de contacto o en línea** Proceso de filtración sin floculación ni sedimentación previa.

**Filtración lenta** Proceso de filtración a baja velocidad.

**Filtración rápida** Proceso de filtración a alta velocidad.

**Filtración intermitente** Aplicación intermitente de agua residual, previamente sedimentada, a un lecho de material granular, que es drenado para recoger y descargar el efluente final.

**Filtro Anaerobio** Consiste en una columna llenada con varios tipos de medios sólidos usados para el tratamiento de la materia orgánica carbonácea en aguas residuales.

**Filtro percolador** Tanque que contiene un lecho de material grueso, compuesto en la gran mayoría de los casos de materiales sintéticos o piedras de diversas formas, de alta relación área/volumen, sobre el cual se aplican las aguas residuales por medio de brazos distribuidores fijos o móviles. Este es un sistema de tratamiento aerobio.

**Floculación** Aglutinación de partículas inducida por una agitación lenta de la suspensión coagulada.

**Flotación** Proceso de separación de los sólidos del agua mediante adhesión de microburbujas de aire a las partículas para llevarlas a la superficie.

**Frecuencia** En hidrología, número de veces que en promedio se presenta un evento con una determinada magnitud, durante un periodo definido.

**Fuente de abastecimiento de agua** Depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.

**Fuente de emisión:** Actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire.

**Fuente fija:** Fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.

**Fugas** Cantidad de agua que se pierde en un sistema de acueducto por accidentes en la operación, tales como rotura o fisura de tubos, rebose de tanques, o fallas en las uniones entre las tuberías y los accesorios.

**Gradiente de velocidad medio** Raíz cuadrada de la potencia total disipada (P) en la unidad de volumen de una estructura hidráulica (V) dividida por la viscosidad absoluta del

$$\bar{G} = \sqrt{\frac{P}{V\mu}}$$

agua ( $\mu$ ), expresada así:

**Granulometría** Técnica para la medida del tamaño de los granos o partículas y estudio de la distribución de los mismos con arreglo a una escala de clasificación.

**Hidrante** Elemento conectado a la red de distribución que permite la conexión de mangueras especiales utilizadas en la extinción de incendios.

**Humedad:** relación existente entre el peso del agua y el peso de los sólidos en un suelo. Se expresa en porcentaje.

**Impacto ambiental** Afectación del entorno ocasionada por la realización de una obra.

**Incineración:** Procesamiento térmico de los residuos sólidos mediante la oxidación química con cantidades estequiométricas o en exceso de oxígeno. Proceso de reducir los desechos material inerte (escoria) y a productos gaseosos completamente oxidados mediante la combustión.

**Incinerador:** Horno para quemar o incinerar residuos bajo condiciones controladas.

**Infiltración:** Proceso mediante el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo.

**Instalación interna** Conjunto de tuberías y accesorios que recogen y conducen las aguas residuales y/o lluvias de las edificaciones hasta la caja de inspección domiciliar.

**Interceptor** Conducto cerrado que recibe las afluencias de los colectores principales, y generalmente se construye paralelamente a quebradas o ríos, con el fin de evitar el vertimiento de las aguas residuales a los mismos.

**Interventor:** profesional, ingeniero civil, que representa al propietario durante la construcción de la obra, bajo cuya responsabilidad se verifica que ésta se adelante de acuerdo con todas las reglamentaciones correspondientes, siguiendo los

planos, diseños y especificaciones realizados por los diseñadores.

**Laguna aerobia** Término a veces utilizado para significar "laguna de alta producción de biomasa". Lagunas de poca profundidad, que mantienen oxígeno disuelto (molecular) en todo el tirante de agua.

**Laguna aireada** Estanque natural o artificial de tratamiento de aguas residuales en el cual se supe el abastecimiento de oxígeno por aeración mecánica o difusión de aire comprimido. Es una simplificación del proceso de lodos activados y según sus características se distinguen cuatro tipos de lagunas aireadas 1. Laguna aireada de mezcla completa, 2. Laguna aireada facultativa, 3. Laguna facultativa con agitación mecánica y 4. Laguna de oxidación aireada.

**Laguna anaerobia** Laguna con alta carga orgánica en la cual se efectúa el tratamiento en ausencia de oxígeno disuelto (molecular), con la producción de gas metano y otros gases como el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S).

**Laguna de estabilización** Se entiende por lagunas de estabilización los estanques construidos en tierra, de poca profundidad (1-4 m) y períodos de retención considerable (1-40 días). En ellas se realizan de forma espontánea procesos físicos, químicos, bioquímicos y biológicos, conocidos con el nombre de autodepuración o estabilización natural. La finalidad de este proceso es entregar un efluente de características múltiples establecidas (DBO, DQO, OD, SS, algas, nutrientes, parásitos, enterobacterias, coliformes, etc.).

**Laguna de maduración** Laguna de estabilización diseñada para tratar efluente secundario o agua residual previamente tratada por un sistema de lagunas (anaerobia - facultativa, aireada – facultativa o primaria - secundaria). Originalmente concebida para reducir la población bacteriana.

**Laguna facultativa** Laguna de coloración verdosa cuyo contenido de oxígeno varía de acuerdo con la profundidad y hora del día. En el estrato superior de una laguna facultativa primaria existe una simbiosis entre algas y bacterias, en presencia de oxígeno; en los estratos inferiores se produce una biodegradación anaerobia de los sólidos sedimentables.

**Lecho de filtración** Medio constituido por material granular poroso por el que se hace percolar un flujo.

**Lechos de secado** Dispositivos que eliminan una cantidad de agua suficiente de lodos para que puedan ser manejados como material sólido.

**Lixiviado:** Líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de las basuras bajo condiciones aeróbicas y aneróbicas o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación.

**Lodo (en Potabilización)** Contenido de sólidos en suspensión o disolución que contiene el agua y que se remueve durante los procesos de tratamiento.

**Lodo** Suspensión de materiales en un líquido proveniente del tratamiento de aguas residuales, del tratamiento de efluentes líquidos o de cualquier actividad que lo genere.

**Lodos activados** Procesos de tratamiento biológico de aguas residuales en ambiente químico aerobio, donde las aguas residuales son aireadas en un tanque que contiene una alta concentración de microorganismos degradadores. Esta alta concentración de microorganismos se logra con un sedimentador que retiene los flóculos biológicos y los retorna al tanque aireado.

**Macromedición** Sistema de medición de grandes caudales, destinados a totalizar la cantidad de agua que ha sido tratada en una planta de tratamiento y la que está siendo transportada por la red de distribución en diferentes sectores.

**Mantenimiento** Conjunto de acciones que se ejecutan en las instalaciones y/o equipos para prevenir daños o para la reparación de los mismos cuando se producen.

**Mantenimiento correctivo** Conjunto de actividades que se deben llevar a cabo cuando un equipo, instrumento o estructura ha tenido una parada forzosa o imprevista.

**Mantenimiento preventivo** Conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia de trabajo, evitando que se produzcan paradas forzosas o imprevistas.

**Material de cubierta:** Material de origen natural o sintético, utilizado para cubrir los residuos sólidos depositados en un relleno sanitario.

**Medible** Que se puede determinar sus medidas, con base en el Sistema Internacional de medidas.

**Medición** Sistema destinado a registrar o totalizar la cantidad de agua transportada por un conducto.

**Medio magnético** Placa circular para la grabación y reproducción de sonidos, imágenes o datos informáticos.

**Metales pesados** Son elementos tóxicos que tiene un peso molecular relativamente alto. Usualmente tienen una densidad superior a  $5,0 \text{ g/cm}^3$  por ejemplo, plomo, plata, mercurio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, molibdeno, níquel, zinc.

**Mezcla lenta** Agitación suave del agua con los coagulantes, con el fin de favorecer la formación de los flóculos.

**Mezcla rápida** Agitación violenta para producir dispersión instantánea de un producto químico en la masa de agua.

**Mezclador** Equipo para producir turbulencia en el agua.

**Micromedición** Sistema de medición de volumen de agua, destinado a conocer la cantidad de agua consumida en un determinado período de tiempo por cada suscriptor de un sistema de acueducto.

**Microtamizado** Cribado del agua en mallas.

**Monitoreo:** Actividad consistente en efectuar observaciones, mediciones y evaluaciones continuas en un sitio y periodo determinados, con el objeto de identificar los impactos y riesgos potenciales hacia el ambiente y la salud pública o para evaluar la efectividad de un sistema de control.

**Monóxido de carbono (CO):** Gas venenoso, inodoro, incoloro, producido de la combustión incompleta de un combustible fósil.

**Muestra compuesta de agua** Integración de muestras puntuales tomadas a intervalos programados y por períodos determinados, preparadas a partir de mezclas de volúmenes iguales o proporcionales al flujo durante el periodo de toma de muestras.

**Muestra integrada** Consiste en el análisis de muestras instantáneas tomadas simultáneamente en diferentes puntos o

tan cerca como sea posible. La integración se hace de manera proporcional a los caudales medidos al tomar la muestra.

**Muestra puntual** Muestra de agua residual tomada al azar en un momento determinado para su análisis. Algunos parámetros deben determinarse in situ y otros en el laboratorio.

**Muestra puntual de agua** Muestra tomada en un punto o lugar en un momento determinado.

**Nivel freático:** Profundidad de la superficie de un acuífero libre con respecto a la superficie del terreno.

**Norma de calidad del agua potable** Valores de referencia admisibles para algunas características presentes en el agua potable, que proporcionan una base para estimar su calidad.

**Norma técnica colombiana oficial obligatoria** Norma técnica colombiana o parte de ella, cuya aplicación ha sido declarar obligatoria por el organismo nacional competente. (Decreto 2269/93)

**Operación** Conjunto de acciones para mantener en funcionamiento un sistema.

**Optimización** Proceso de diseño y/o construcción para lograr la mejor armonía y compatibilidad entre los componentes de un sistema o incrementar su capacidad o la de sus componentes, aprovechando al máximo todos los recursos disponibles.

**Organismo de acreditación** Entidad gubernamental que acredita y supervisa los organismos de certificación, los laboratorios de pruebas y ensayo y de metrología que hagan parte del sistema nacional de normalización, certificación y metrología. (Decreto 2269/93)

**Organismo de certificación** Entidad imparcial o pública o privada nacional, extranjera o internacional, que posee la competencia y la confiabilidad necesarias para administrar un sistema de certificación, consultando los intereses generales. (Decreto 2269/93)

**Organismo nacional de certificación** Entidad reconocida por el gobierno nacional cuya función principal es la elaboración, adopción y publicación de las normas técnicas nacionales y la adopción como tales de las normas elaboradas por otros entes. El Instituto Colombiano de Normas Técnicas

ICONTEC es el organismo nacional de normalización. (Decreto 2269/93)

**Oxígeno disuelto** Concentración de oxígeno medida en un líquido, por debajo de la saturación. Normalmente se expresa en mg/L.

**Ozonización / Ozonizador** Aplicación de ozono al agua. El ozonizador es el dispositivo empleado para hacer este proceso.

**Parámetros de control de un proceso** Criterios preestablecidos que se utilizan como base para compararlos con los obtenidos en un proceso, con el fin de controlar o medir la eficiencia del mismo.

**Parámetros de diseño** Criterios preestablecidos con los que se diseñan y construyen cada uno de los equipos de la planta de tratamiento.

**Patógenos** Microorganismos que pueden causar enfermedades en otros organismos, ya sea en humanos, animales y plantas.

**Pérdida de carga** Disminución de la energía de un fluido debido a la resistencia que encuentra a su paso.

**Pérdidas menores** Pérdida de energía causada por accesorios o válvulas en una conducción de agua.

**Pérdidas por fricción** Pérdida de energía causada por los esfuerzos cortantes del flujo en las paredes de un conducto.

**Período de diseño** Tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su(s) capacidad(es) permite(n) atender la demanda proyectada para este tiempo.

**Periodo de retorno** Número de años que en promedio la magnitud de un evento extremo es igualada o excedida.

**Permeabilidad:** Propiedad que tiene los cuerpos de permitir el paso de un fluido a través de él.

**pH** Logaritmo, con signo negativo, de la concentración de iones hidrógeno, en moles por litro.

**pH óptimo** Valor de pH que produce la máxima eficiencia en un proceso determinado.

**Plan de contingencias** Es el conjunto de procedimientos preestablecidos para la respuesta inmediata, con el fin de atender en forma efectiva y eficiente las necesidades del

servicio de manera alternativa y para restablecer paulatinamente el funcionamiento del sistema después de la ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico que ha causado efectos adversos al sistema

**Plan maestro de alcantarillado** Plan de ordenamiento del sistema de alcantarillado de una localidad para un horizonte de planeamiento dado.

**Planta de tratamiento de agua potable PTAP** *sin. Planta de potabilización.* Conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable.

**Planta de tratamiento de agua residual PTAR** Conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales.

**Planta piloto (para Potabilización)** Modelo para simular operaciones, procesos y condiciones hidráulicas de la planta de tratamiento, utilizando para este efecto el agua de la fuente de abastecimiento.

**Planta piloto (para diseño de PTAR)** Planta de tratamiento a escala de laboratorio o técnica, que sirve para el estudio de la tratabilidad de un desecho líquido o la determinación de las constantes cinéticas y los parámetros de diseño del proceso.

**Población flotante** Población de alguna localidad que no reside permanentemente en ella y que la habita por un espacio de tiempo corto por razones de trabajo, turismo o alguna otra actividad temporal.

**Población servida** Número de habitantes que son servidos por un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

**Potencial de hidrógeno (pH)** Expresión de la intensidad de la condición básica o ácida de un líquido.

**Pozo o cámara de inspección** Estructura de ladrillo o concreto, de forma usualmente cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma tronco-cónica, y con tapa removible para permitir la ventilación, el acceso y el mantenimiento de los colectores.

**Precipitación** Cantidad de agua lluvia caída en una superficie durante un tiempo determinado.

**Presión** Fuerza por unidad de superficie.

**Presión interna:** corresponde a la máxima presión interna a la que estará sometida la tubería durante su vida útil y que resulta directamente del diseño hidráulico y a la sobrepresión máxima que pueda llegar a generarse por efectos de golpes de ariete en el sistema.

**Presión nominal** Presión interna máxima a la cual puede estar sometida una tubería, considerando un factor de seguridad, y que es dada por el fabricante según las normas técnicas correspondientes.

**Pretratamiento** Proceso previo que tiene como objetivo remover el material orgánico e inorgánico flotante, suspendido o disuelto del agua antes del tratamiento final.

**Proceso biológico** Proceso en el cual las bacterias y otros microorganismos asimilan la materia orgánica del desecho, para estabilizar el desecho e incrementar la población de microorganismos (lodos activados, filtros percoladores, digestión, etc.).

**Procesos anaerobios de contacto** Los lodos del digester de alta tasa son sedimentados en un digester de segunda etapa. El digester de segunda etapa opera como un tanque de sedimentación que permite la remoción de microorganismos del efluente. Los organismos, como en un proceso de lodos activados, retornan al digester y se siembran en agua residual cruda.

**Profundidad del colector** Diferencia de nivel entre la superficie del terreno o la rasante de la calle y la cota clave del colector.

**Puesta en marcha** Actividades que se realizan cuando un sistema va a empezar a funcionar al final de la etapa constructiva.

**Punto de descarga:** Ducto, chimenea, dispositivo o sitio por donde se emiten los contaminantes a la atmósfera.

**Punto de muestreo** Sitio específico destinado para tomar una muestra representativa del cuerpo de agua.

**Reactor** Estructura hidráulica en la cual un proceso químico, físico o biológico se lleva a cabo.

**Reactor anaerobio de flujo ascendente (UASB)** Proceso continuo de tratamiento anaerobio de aguas residuales en el cual el desecho circula de abajo hacia arriba a través de un manto de lodos o filtro, para estabilizar parcialmente de la materia orgánica. El desecho se retira del proceso en la parte superior ; normalmente se obtiene gas como subproducto del proceso.

**Reactor de flujo de pistón** Aquel en que todas las partículas del fluido tienen igual tiempo teórico de detención.

**Reciclaje:** Procesos mediante los cuales se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelven a los materiales sus potencialidades de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje consta de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, acopio, reutilización, transformación y comercialización.

**Recolección en acera:** Es la que se efectúa cuando los residuos sólidos son presentados por los usuarios para su recolección en el andén ubicado frente a su predio o domicilio.

**Recolección en esquinas:** Sistema de recolección en el que los residuos de un sector son colocados en una zona (esquina) próxima a la vivienda.

**Recolección en unidades de almacenamiento:** Es la que se efectúa cuando los residuos sólidos generados por los usuarios se presentan para su recolección en cajas de almacenamiento

**Recolección:** Acción y efecto de retirar y recoger las basuras y residuos sólidos de uno o varios generadores, efectuada por su generador o por la entidad prestadora del servicio público.

**Red de distribución o Red Pública** Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.

**Red local de acueducto** Es el conjunto de tuberías y accesorios que conforman el sistema de suministro del servicio público de acueducto a una comunidad y del cual se derivan las acometidas de las inmuebles

**Red local de alcantarillado** Conjunto de tuberías y canales que conforman el sistema de evacuación de las aguas

residuales, pluviales o combinadas de una comunidad, y al cual desembocan las acometidas del alcantarillado de los inmuebles.

**Red matriz** Parte de la red de distribución que conforma la malla principal de servicio de una población y que distribuye el agua procedente de la conducción, planta de tratamiento o tanques de compensación a las redes secundarias. La red matriz llamada también primaria, mantiene las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto de todo el sistema, y generalmente no reparte agua en ruta.

**Red menor de distribución** Red de distribución que se deriva de la red secundaria y llega a los puntos de consumo.

**Red primaria** Véase Red matriz

**Red pública de alcantarillado** Conjunto de colectores domiciliarios y matrices que conforman el sistema de alcantarillado.

**Red secundaria de distribución** *sin. Red Pública* Parte de la red de distribución que se deriva de la red primaria y que distribuye el agua a los barrios y urbanizaciones de la ciudad y que puede repartir agua en ruta.

**Red secundaria de alcantarillado** Conjunto de colectores que reciben contribuciones de aguas domiciliarias en cualquier punto a lo largo de su longitud.

**Reglamento Técnico** Reglamento de carácter obligatorio expedido por la autoridad competente, con fundamento en la Ley, que suministra requisitos técnicos, bien sea directamente o mediante referencia o incorporación del contenido de una norma nacional, regional o internacional, una especificación técnica o un código de buen procedimiento. Decreto 2269/93

**Registro de corte en el inmueble** Llamado también registro de rueda o válvula de bola, es un dispositivo de suspensión del servicio para efecto de las reparaciones y mantenimiento interno de la vivienda. Está situado después del medidor, generalmente en el límite con la instalación interna. Puede operarlo el usuario.

**Registro de corte o llave de corte** Dispositivo situado en la cámara de registro del medidor (o cajilla del medidor) que permite la suspensión del servicio de acueducto de un

inmueble. Solamente lo opera la entidad prestadora del servicio.

**Rejilla** Dispositivo instalado en una captación para impedir el paso de elementos flotantes o sólidos grandes.

**Relleno sanitario:** Lugar técnicamente diseñado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería. Confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final.

**Residuo sólido:** Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que se abandona, bota o rechaza después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico. Se dividen en aprovechables y no aprovechables.

**Riesgo** Potenciales consecuencias económicas, sociales o ambientales que se pueden generar como resultado de los daños o la pérdida de función de un sistema durante un tiempo de exposición definido. Se expresa matemáticamente, como la probabilidad de exceder una pérdida en un sitio y durante un lapso determinado, resultado de relacionar la vulnerabilidad del sistema y la amenaza a la cual se encuentra sometido.

**Ruta de reciclaje:** Recorrido necesario para recoger los residuos separados en origen.

**Sedimentación** Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad.

**Sedimentación (precedida de coagulación)** Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad, previa adición de químicos coagulantes.

**Servicio público domiciliario de aseo:** Es el servicio de recolección de residuos, principalmente sólidos, el barrido y limpieza de vías y áreas públicas, transporte y disposición final sanitaria, incluyendo las actividades complementarias de transferencia, tratamiento y aprovechamiento.

**Sifón invertido** Estructura compuesta por una o más tuberías que funcionan a presión. Se utilizan cuando es necesario pasar las tuberías por debajo de obstáculos inevitables.

**Sistema de conducción** Conjunto de tuberías, ductos o canales que sirven para conducir un fluido.

**Sistema de control** El sistema de control permite mantener variables de un proceso dentro de un rango de operación, tomando acciones a partir de comparar el valor deseado con el valor requerido. Un sistema de control está compuesto usualmente por los siguientes elementos Instrumentación de medición-transductor, transmisor, controlador, actuador y sistema de registro.

**Sistema de potabilización** Conjunto de procesos unitarios para purificar el agua y que tienen por objeto hacerla apta para el consumo humano.

**Sistema de suministro de agua potable** Conjunto de obras, equipos y materiales utilizados para la captación, aducción, conducción, tratamiento y distribución del agua potable para consumo humano.

**Sistema:** grupo de elementos, componentes y métodos operacionales cuya función es la captación, conducción, tratamiento y distribución de agua potable y/o el saneamiento básico.

**Sólidos disueltos** Mezcla de un sólido (soluto) en un líquido solvente en forma homogénea.

**Sólidos no sedimentables** Materia sólida que no sedimenta en un período de 1 hora, generalmente.

**Sólidos sedimentables** Materia sólida que sedimenta en un periodo de 1 hora.

**Sólidos suspendidos** Pequeñas partículas de sólidos dispersas en el agua; no disueltas.

**Solubilidad** Capacidad de una sustancia o soluto de mezclarse homogéneamente en un solvente para unas condiciones de presión y temperatura específicas.

**Sumidero** Estructura diseñada y construida para cumplir con el propósito de captar las aguas de escorrentía que corren por las cunetas de las calzadas de las vías para entregarlas a las

estructuras de conexión o pozos de inspección de los alcantarillados combinados o de lluvias.

**Sustancias flotantes** Materiales que se sostienen en equilibrio en la superficie del agua y que influyen en su apariencia.

**Tamaño efectivo** Diámetro por debajo del cual se encuentra el 10% en peso seco del total de las partículas de una distribución granulométrica dada.

**Tanque de aeración** Cámara usada para inyectar aire dentro del agua.

**Tanque de almacenamiento** Depósito destinado a mantener agua para su uso posterior.

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

**Tanque de compensación (en aguas residuales)** Tanque utilizado para almacenar y homogeneizar el desecho, eliminando las descargas violentas.

**Tanque Imhoff** Tanque compuesto de tres cámaras en el cual se realizan los procesos de sedimentación y digestión.

**Tanque séptico** Sistema individual de disposición de aguas residuales para una vivienda o conjunto de viviendas; combina la sedimentación y la digestión. Los sólidos sedimentados acumulados se remueven periódicamente y se descargan normalmente en una instalación de tratamiento.

**Tasa de aplicación superficial (carga superficial)** Relación entre el caudal y el área superficial de una determinada estructura hidráulica ( $m^3/m^2 \cdot día$ ).

**Tasa de carga volumétrica** Corresponde a los kilogramos de sólidos volátiles adicionados por día y por metro cúbico de capacidad de digestor.

**Tecnología no institucionalizada** Proceso industrial patentado, que no ha sido probado aún en el país y que para ser comercializado masivamente y sin reservas, requiere ser avalado por una institución de investigación científica reconocida nacionalmente, o que en prueba piloto controlada

rigurosamente en tiempo y esfuerzo, demuestre resultados de funcionamiento satisfactorios.

**Tiempo de contacto para la desinfección** Tiempo que toma al agua moverse desde el punto de aplicación del desinfectante hasta el punto donde se mide la concentración residual del mismo.

**Tiempo de residencia:** Tiempo necesario que deben permanecer los residuos sólidos en la cámara de combustión para que se produzca la combustión completa de los mismos a las condiciones de temperatura y aire en exceso que se tengan.

**Tiempo de retención hidráulica** Tiempo medio teórico que se demoran las partículas de agua en un proceso de tratamiento. Usualmente se expresa como la razón entre el caudal y el volumen útil.

**Tipo de usuario** Diferentes clases de usuarios que pueden existir a saber: residenciales, industriales, comerciales, institucionales y otros.

**Tramo** Colector comprendido entre dos estructuras de conexión.

**Tramos iniciales** Tramos de colectores domiciliarios que dan comienzo al sistema de alcantarillado.

**Tratamiento (para potabilización)** Conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla potable de acuerdo a las normas establecidas en el Decreto 475 de 1998.

**Tratamiento anaerobio** Estabilización de un desecho por acción de microorganismos en ausencia de oxígeno.

**Tratamiento avanzado** Proceso de tratamiento fisicoquímico o biológico usado para alcanzar un grado de tratamiento superior al de tratamiento secundario. Puede implicar la remoción de varios parámetros, como remoción de sólidos en suspensión, complejos orgánicos disueltos, compuestos inorgánicos disueltos o nutrientes.

**Tratamiento biológico** Procesos de tratamiento en los cuales se intensifican la acción natural de los microorganismos para

estabilizar la materia orgánica presente. Usualmente se utilizan para la remoción de material orgánico disuelto.

**Tratamiento convencional** Procesos de tratamiento bien conocidos y utilizados en la práctica. Generalmente se refiere a procesos de tratamiento primario o secundario. Se excluyen los procesos de tratamiento terciario o avanzado.

**Tratamiento primario** Tratamiento en el que se remueve una porción de los sólidos suspendidos y de la materia orgánica del agua residual. Esta remoción normalmente es realizada por operaciones físicas como la sedimentación. El efluente del tratamiento primario usualmente contiene alto contenido de materia orgánica y una relativamente alta DBO.

**Tratamiento secundario** Es aquel directamente encargado de la remoción de la materia orgánica y los sólidos suspendidos.

**Tratamiento (para residuos líquidos o sólidos)** Conjunto de operaciones, procesos o técnicas encaminadas a la eliminación, la disminución de la concentración o el volumen de los residuos sólidos o basuras, o su conversión en formas más estables.

**Tubería** Ducto de sección circular para el transporte de agua.

**Tubería rígida:** los materiales de tuberías que clasifican como rígidos son aquellos que derivan una parte substancial de su capacidad de carga ante las cargas del terreno a partir de la resistencia estructural del elemento asociada a la rigidez misma de la pared de la tubería.

**Tuberías enterradas:** aquellas en las cuales las tuberías quedan instaladas en pequeñas zanjas completamente enterradas en suelo natural o relativamente pasivo.

**Tuberías superficiales:** aquellas en las cuales las tuberías se apoyan sobre suelos relativamente superficiales y en las que la parte superior del tubo se proyecta por encima de la superficie natural del terreno, y luego es cubierta por un terraplén de relleno.

**Tubo ó tubería** Conducto prefabricado, o construido en sitio, de concreto, concreto reforzado, plástico, poliuretano de alta densidad, asbesto-cemento, hierro fundido, gres vitrificado, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio, u otro material

cuya tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular.

**Turbiedad** Propiedad óptica del agua basada en la medida de luz reflejada por las partículas en suspensión.

**UASB** Ver reactor anaerobio de flujo ascendente.

**Unidad de la planta de tratamiento** Cada uno de los procesos de tratamiento.

**Usuario** Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público domiciliario, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le conoce también como consumidor. (Ley 142 de 1994)

**Valor admisible** Valor establecido para la concentración de un componente o sustancia, que garantiza que el agua de consumo humano no representa riesgo para la salud del consumidor.

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

**Velocidad de filtración** Caudal de filtración por unidad de área.

**Velocidad de lavado** Caudal de lavado por unidad de área.

**Vertedero** Dispositivo hidráulico de rebose de un líquido.

**Vigilancia de la calidad del agua** Actividades realizadas por las autoridades competentes para comprobar, examinar e inspeccionar el cumplimiento de las normas de calidad del agua potable establecidas en el Decreto 475 de 1998.

**Volumétrico** El aforo volumétrico consiste en recoger en un tiempo específico una cantidad de material que se está aforando o recoger un volumen específico midiendo el tiempo utilizado en la recolección de este. Es útil para el aforo de vertimientos puntuales de pequeño tamaño.

**Vulnerabilidad:** predisposición intrínseca de un sistema de ser afectado o de ser susceptible a sufrir daños o pérdida de su función, como resultado de la ocurrencia de un evento que caracteriza una amenaza.

**Zona de presión de la red de distribución** Es una de las partes en que se divide la red de acueducto para evitar que las presiones mínimas, dinámica y máxima estática sobrepasen los límites prefijados.

**PARAGRAFO.** Las siguientes siglas que aparecen en el texto del Presente Reglamento Técnico tienen el siguiente significado y así deben ser identificadas:

ESP	Empresa Prestadora de Servicios Públicos
CRA	Comisión de Regulación de Agua potable y Saneamiento básico
DGAPSB	Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico
PTAP	Planta de Tratamiento de Agua Potable
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
RAS	Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

## **ANEXOS**

### **ANEXO A**

Excavación para represa.



**Modelo de represa construida recientemente, para suministrar agua a los municipio de Barichara, Villanueva, y Cabrera.**

## ANEXO B

### Diques para control de entrada y paso de agua



Los diques de la represa, como el que se observa, permiten controlar el paso de agua según las circunstancias del tiempo atmosférico.

## ANEXO C

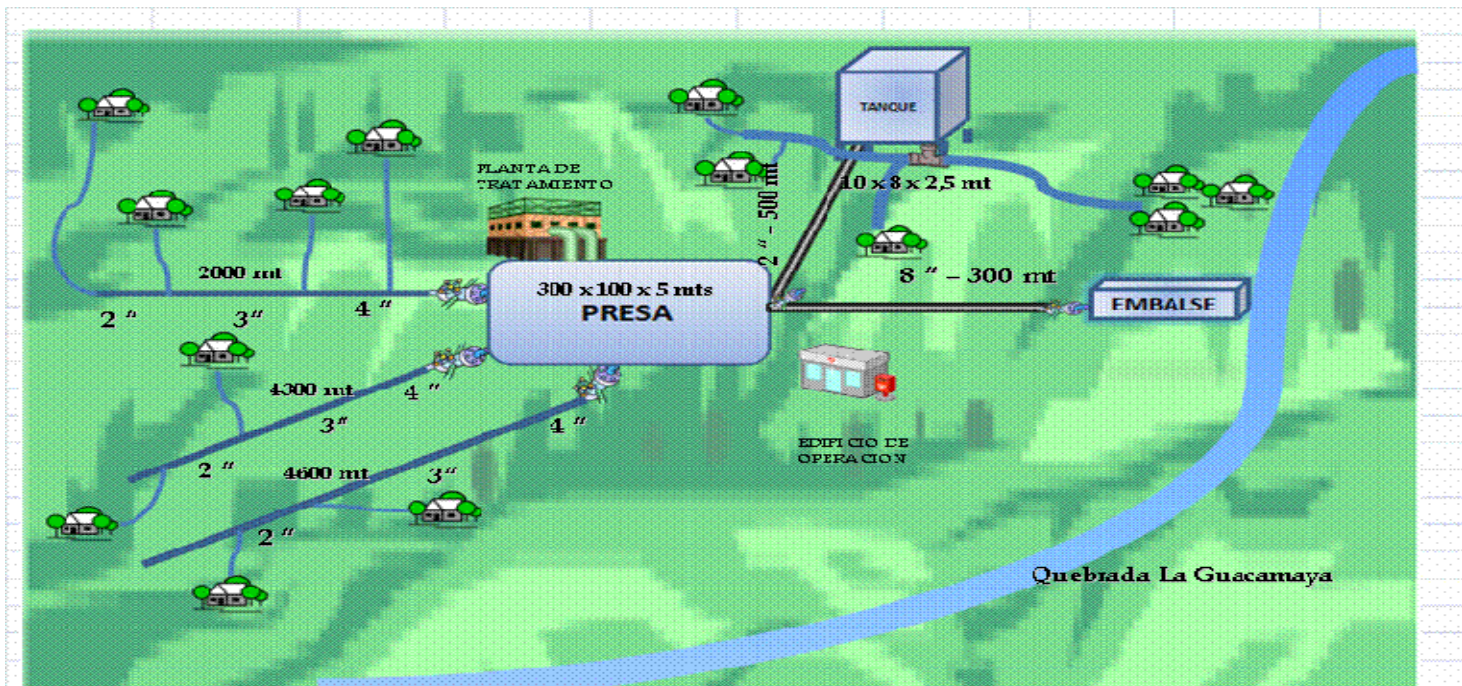
### Sellamiento del terreno en la represa



Las capas de sellamiento del terreno para evitar fugas son parte esencial de la construcción de la represa.

## ANEXO D

Mapa de distribución de la red matriz



## ANEXO E

### ENCUESTA

La presente encuesta tiene por objetivo identificar las circunstancias socio económicas de la población ubicada en la Vereda Clavellinas (Sector Alto) del Municipio de Aratoca y las expectativas que tienen con respecto a la construcción de un acueducto en el sector, el cual atendería las necesidades básicas de la comunidad y la organización de ésta para su administración.

#### I. DATOS GENERALES

1. Nombre de la finca:

\_\_\_\_\_

2. Propietario:

\_\_\_\_\_

3. Teléfono \_\_\_\_\_ Hectáreas:

\_\_\_\_\_

4. Número de personas que laboran: \_\_\_\_\_ 5. Número de personas: \_\_\_\_\_

5. Edades:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

6. Escolaridad: **P** Primaria **B** Bachillerato **T** Tecnología **U** Universidad

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

7. Propio \_\_\_\_\_ Arriendo \_\_\_\_\_ Vivientes

\_\_\_\_\_

8. Servicios Públicos:

Energía \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_ Agua potable \_\_\_\_\_

Agua de riego \_\_\_\_\_

9. Fuentes de provisión de agua:

\_\_\_\_\_

11. Animales: ganado: \_\_\_\_\_ aves \_\_\_\_\_  
domésticos \_\_\_\_\_

12. Cultivos: temporales:

---

permanentes\_\_\_\_\_

## II EXPECTATIVAS

1. Qué tan importante considera usted la construcción de un acueducto para la Vereda Clavellinas?
  - a. muy importante \_\_\_\_\_
  - b. importante \_\_\_\_\_
  - c. regular \_\_\_\_\_
  - d. sin importancia \_\_\_\_\_
  
2. A cuál de estos factores cree usted se debe la escasez de agua en Clavellinas?
  - a. falta de organización de la comunidad \_\_\_\_\_
  - b. falta de construcción de represas (acueductos) \_\_\_\_\_
  - c. tala de árboles \_\_\_\_\_
  - d. falta de bosques \_\_\_\_\_
  
3. Está dispuesto a participar en las reuniones que se programen con el fin de organizar la construcción y administración de un acueducto veredal?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
  
- 4.Cuál es la fuente de provisión de agua con que cuenta actualmente?
  - a. quebrada
  - b. nacimiento natural
  - c. punto de acueducto
  
5. El consumo de agua en su casa o finca, va destinado a:
  - a. Uso doméstico
  - b. Riego
  - c. Animales
  
6. Cuánto terreno (hectáreas) tiene arborizado actualmente? \_\_\_\_\_

7. Hasta cuántas hectáreas reforestaría si le pidieran hacerlo para preservar la provisión de aguas en el sector?  
\_\_\_\_\_

8. Cuál de estos programas institucionales de reforestación conoce? KFW (Federación de Cafeteros ) \_\_\_\_\_  
CAS \_\_\_\_\_ Ninguno \_\_\_\_\_

9. Está de acuerdo con racionar el agua en épocas de verano?  
**SI** \_\_\_\_ **NO** \_\_\_\_  
Por \_\_\_\_\_ qué?  
\_\_\_\_\_

8. ¿Cuál de estos programas institucionales de reforestación conoce?

KFW (Federación de Cafeteros)  
CAS  
NINGUNO

9. Está de acuerdo con racionar el agua en épocas de verano?

SI NO

10. ¿De acuerdo al siguiente rango, hasta cuánto estaría dispuesto a pagar mensualmente por el servicio de agua?

- a. hasta \$20.000
- b. hasta \$30.000
- c. hasta \$40.000
- d. más de \$40.000