

**PROYECTO DE GRADO  
VALORACIÓN TÉCNICA, AMBIENTAL Y SOCIAL DEL PROGRAMA DE USO  
EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA (PUEAA), EN EL MUNICIPIO DE AGUSTIN  
CODAZZI – CESAR.**

**CARLOS AUGUSTO JIMENEZ GARRIDO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD  
FACULTAD AGRICOLA PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE  
INGENIERIA AMBIENTAL  
CEAD VALLEDUPAR-CESAR  
2015**

**PROYECTO DE GRADO  
VALORACIÓN TÉCNICA, AMBIENTAL Y SOCIAL DEL PROGRAMA DE USO  
EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA (PUEAA), EN EL MUNICIPIO DE AGUSTIN  
CODAZZI – CESAR.**

**Proyecto de grado para aptar el título de ingeniero ambiental**

**CARLOS AUGUSTO JIMENEZ GARRIDO**

**Código: 18955749**

**Asesor:**

**JOSE MAURICIO PEREZ ROYERO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD  
FACULTAD AGRICOLA PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE  
INGENIERIA AMBIENTAL  
CEAD VALLEDUPAR-CESAR  
2015**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	11
Objetivos	12
1.1 Objetivo General	12
1.2 Objetivos Específicos	12
1.3 Antecedentes	14
2. Metodología	15
2.1 información general del área de influencia del pueaa	15
2.1.1 Descripción general del municipio de Agustín codazzi	16
2.1.2. Localización georeferenciada del municipio de agustín codazzi	17
2.1.3 División Política del Municipio de Agustin Codazzi	18
2.1.4 Área rural	18
2.2 Información Demográfica del Municipio de Agustin codazzi	19
2.2.1 usos del suelo	20
2.3 Información técnica de infraestructura	20
2.3.1 fuente de abastecimiento.	22
2.3.2 captación	22
2.3.3 Aducción bocatoma-desarenador	22
2.3.4 Desarenador.	22
2.3.5 Aducción desarenador - planta de tratamiento.	22
2.3.6 planta de tratamiento.	23
2.3.7 conducción de agua filtrada.	25
2.3.8 almacenamiento.	25
2.3.9 Macromedición	26
2.3.10. Conducción de agua clorada.	26
2.7.11 redes de distribución.	29
2.3.12 conexiones domiciliarias	29
2.3.13 calidades de infraestructura actual	29
3. Descripción del Prestador del Servicio de Acueducto	29
3.1 diagnostico legal	30
3.1.1 aspectos corporativos	30
3.1.1.1 naturaleza jurídica	30
3.1.1.2. composición accionaria	31
3.1.1.3. patrimonio	31
3.1.1.4. estatutos	31
3.1.1.5. órganos directivos	32
3.1.1.6. representación legal	32
3.1.1.7. aspectos regulatorios	32
3.1.1.8. relación con autoridades de regulación y control	32
3.1.1.9. procedimientos de contratación y contratos vigentes	33
3.1.1.10. aspectos laborales	33
3.2 diagnostico institucional	34

3.2.1 objetivo y funciones	33
3.2.2 estructura empresarial	33
3.2.2.1.Organigrama	35
3.2.2.2.Planeación, control y seguimiento	35
3.2.3. Sistema administrativo	36
3.2.3.1.Planta de personal	36
3.2.3.2.Manuales de funciones y procedimientos	37
3.2.3.3.compras e inventarios	39
3.3. Diagnóstico del componente social	39
3.3.1 Educación	39
3.3.2 salud	40
3.3.3economía	41
3.4 diagnóstico del estado actual de la prestación del servicio de acueducto	44
3.5 diagnóstico de fuentes abastecedoras	45
3.5.1 valoración ambiental de la cuenca	48
3.5.1.1. Problemática	48
3.5.1.2. Problemas de la flora	49
3.5.1.3 degradación del suelo por erosión	52
3.5.1.4amenazas por incendios forestales	53
3.5.1.5amenaza por remoción en masa	54
3.5.1.6amenaza por desertificación	54
3.6 oferta hídrica de fuentes abastecedoras	55
3.7 demanda hídrica de fuentes abastecedoras	57
3.8. Valoración técnica del sistema de potabilización	59
3.8.2. Tipo de planta	59
3.8.2.1. Dosificación	58
3.8.3. floculadores	60
4.valoración general del programa de uso eficiente y ahorro del agua	87
4.1 procedimiento para estimar flujos	88
4.2 micromedicion.	89
4.3 inspección para detectar fugas	90
4.4 balances de agua.	92
4.4.1 programa de lectura de medidores.	93
4.4.2 balance de agua global	93
4.4.3 balance de agua del medidor principal	94
4.5 medidas del agua	95
4.6 optimización del sistema	97
4.7 dispositivos ahorradores de agua	98
4.8. Mejora rehabilitación (adaptación de sistemas).	99
4.9. reemplazo de equipos	99
4.10 sistemas de re-uso o reciclaje	99
4.11cambios en los hábitos de consumo	100
4.12fuentes de agua alternas	100
5.Resultados de actualización y ajustes del pueaa	102
5.1diseño del programa de uso eficiente del agua	102
5.1.2. objetivo general del pueaa	102
5.1.3. Objetivos Específicos del pueaa	103

5.2. alternativa de medidas de reducción del consumo de agua	103
5.3. impactos de las medidas de reducción del consumo de agua	104
5.4. jerarquización y selección de medidas	105
5.5. desarrollo del programa de uso eficiente y ahorro del agua	106
6. implementación del programa de uso eficiente del agua	107
6.1 administración del programa y personal	107
6.2. cronograma de actividades	109
6.3 educación a los usuarios	110
6.4 evaluación del programa	111
6.5. actualización del elemento del programa	112
6.6. cronograma de actividades programa comercial y operativo	113
6.6.1. inspecciones para detectar fugas	114
6.6.2. balance de agua del medidor principal	115
6.6.3 Balance de agua por subareas o sectores	116
6.6.4 metas anuales de reducción	117
6.6.5 medidas de ahorro de agua	117
6.6.5.1. optimización del sistema	117
6.6.6. plan de trabajo	117
Conclusiones	121
Bibliografía	122

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla1.Barrios de la cabecera municipal	17
Tabla 2.Descripción de la red de distribución	27
Tabla 3. Planta de personal actual de emcodazzi e.s.p.	37
Tabla 4.Población educada en el municipio de agustin codazzi	40
Tabla 5.fuentes abastecedoras	47
Tabla 6.Oferta hídrica de fuentes abastecedoras	55
Tabla 7Valores característicos de los caudales	56
tabla 8.proyecciones de población y caudales	58
Tabla9 Dimensiones de floculadores	60
Tabla 10. Distribución porcentual de caudales a la entrada de los floculadores.	60
Tabla 11.Criterios de evaluación, trazador en el efluente del floculador (1).	63
Tabla 12.Análisis de la curva, trazador en el efluente del floculador(2)	65
Tabla 13.Análisis de la curva ,trazador en el efluente del floculador (3).	67
Tabla 14. criterios de evaluación trazador en el efluente del floculador (4).	68
Tabla 15. Dimensiones sedimentadores	69
Tabla 16.Criterios de evaluación trazador en el efluente del sedimentador (1)	72
Tabla 17.Criterios de evaluación trazador en el efluente del sedimentador (2).	73
Tabla 18. Criterios de evaluación trazador en el efluente del sedimentador (3).	75
Tabla 19.Criterios de evaluación trazador en el efluente del sedimentador (4).	77
Tabla 20. Entrada filtros	80
Tabla 21. Tasas de filtración por baterías de filtros para caudal de 260 l/s (4filtros/batería).	81
Tabla 22.Tasas de filtración por baterías de filtros para caudal de 220 l/s (4filtros/batería).	82
Tabla 23.Expansión del lecho filtrante	82
Tabla 24Inventario de equipos	86
Tabla 25. Balance de agua global	104
tabla26 Costos y beneficios de ahorro y uso eficiente del agua.	106
Tabla 27Evaluación del programa	111
Tabla 28.Cronograma	113
Tabla 29.Estadísticas de Registro de peticiones, quejas y reclamos	114
Tabla 30.Balance de agua del medidor principal	115
Tabla 31.Formato para medición de caudales-informe semestral	116
Tabla 32.Agua no facturada por subzona	116
Tabla 33.Metas anuales de reducción	117
Tabla 34.Plan de trabajo	117
Tabla 35.Cuadro comparativo de revisión del PUEAA 2006	119
Tabla 36.Analisis de resultados comparativo	120

**LITAS DE FIGURAS**

	<b>Pàg.</b>
Figura 1: ubicación del municipio de Agustín Codazzi	16
Figura 2. Organigrama de emcodazzi e.s.p.	36
Figura 3: localización de la cuenta del río magitiaimo	46
Figura 4.. Deforestación en la parte alta de la cuenca	49
Figura 5. Tala irreglamentaria de bosques	50
Figura 6. Suelos desprotegidos y erosionados por quemas	50
Figura 7. Vista en planta de floculadores	61
Figura 8. Variación de concentración del trazador en el floculador hidráulico	62
Figura 9: vista en planta de sedimentadores	70
Figura 10: filtraciones en filtros	78
Figura 11: boquillas recolectoras de agua filtrada	79
Figura 12: vista en planta de los filtros	80
Figura 13. Cloración	84

**LISTA DE ANEXOS**

	<b>Pág.</b>
Anexo 1: Sistema actual de tratamiento de agua potable y cuenca del rio magiriamo	123
Anexo 2. : Fotografía toma de muestra y realización de estudios de calidad	124
Anexo 3. Obras existente de la ptap	124
Anexo 4. Obras existente de la ptap	125
Anexo 5.planta de agua potable	125
Anexo 6: Bocatoma	126
Anexo 7.campañã para la preservaci3n del agua.	127
Anexo 8.Laboratorios	127
Anexo 9. Calidad de la fuente y pta	128
Anexo 10. Compuertas	129



## RESUMEN

El presente proyecto está encaminado a realizar la valoración técnica, ambiental y social del programa de uso eficiente y ahorro del agua (pueda), del municipio de Agustín Codazzi y va encaminara hacia el fomento de aptitudes positivas frente al recurso hídrico, así como la generación de hábitos en el consumo racionales. Contemplara un conjunto de actividades direccionadas al fortalecimiento institucional y al mejoramiento de las relaciones entre los usuarios y el prestador del servicio, haciendo el sistema más eficiente y con un porcentaje bajo en los niveles de perdidas tanto técnicas operativas, comerciales y ambientales. El proyecto pretende involucrar a todas las instituciones educativas, las entidades gubernamentales y no gubernamentales del municipio para lograr ocupar un lugar a nivel nacional como pioneros en el programa de ahorro y uso eficiente del agua, además Poner en práctica el programa de uso eficiente del agua es el aspecto más importante donde se platea de manera clara concisa las pautas y rutas para la ESP EMCODAZZI, ya que su implementación permite conocer la forma con que los usuarios utilizan el servicio de agua y a la vez permite diseñar las estrategias y planes de acciones a corto, mediano y largo plazo para que pongan en práctica el programa de uso eficiente y ahorro de agua a través de alternativas de medidas de solución de reducción, cambio de hábitos de consumo, sistema de reciclaje, dispositivos ahorradores, utilizando recurso humano capacitado en el tema, elementos de difusión necesarios, programas educativos y una evaluación efectiva del mismo para verificar los resultados.

## ABSTRAC

This project aims to perform the technical, environmental and social assessment of the efficiency program and water saving (can), the municipality of Codazzi and will move towards the promotion of positive attitudes against the water resources and the generation of rational consumption habits. Addressed contemplate a set of institutional strengthening and improvement of relations between users and the service provider, making the system more efficient and with a low percentage levels lost both operational, commercial and environmental technical activities. The project aims to involve all educational institutions, governmental and non-governmental entities of the municipality to achieve occupy a place nationally as a pioneer in the program of saving and efficient use of water, and Implement the program of water efficiency It is the most important aspect which is plated in a concise clear guidelines and routes for ESP EMCODAZZI, since its implementation allows us to know the way in which users use the water service while allowing design strategies and action plans to short, medium and long term to implement the program efficiency and water savings through alternative measures reduction solution, changing consumer habits, recycling system, saving devices, using trained human resources in the theme, diffusion elements necessary educational programs and effective evaluation of it to verify the results.

## INTRODUCCIÓN

La Empresa de servicios públicos de Agustín Codazzi, “**EMCODAZZI E.S.P**”, como entidad prestadora de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en el municipio de Agustín Codazzi, y en cumplimiento con lo establecido en la Ley 373 de 1997, presenta por medio de este documento el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) en el municipio de Agustín Codazzi.

En esencia, el uso eficiente y razonable del agua va más allá de la planificación y administración de una parte del sistema para la prestación del servicio de agua en una ciudad, por el contrario, implica una visión “holística” de todos los elementos que intervienen en la planificación estratégica que la Empresa prestadora hace del recurso hídrico. Este dimensionamiento permitió encarar las diferentes problemáticas existentes en el sistema, como un todo para el cual se formularon los pertinentes proyectos, programas, políticas y acciones que en conjunto han de permitir en el corto y mediano plazo, el cumplimiento de los objetivos propuestos en el presente Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua. Este PUEAA hace parte de los esfuerzos que se realizan para reorientar el actual uso que los habitantes del municipio de Agustín Codazzi le da al recurso hídrico a través de sus actividades cotidianas, disminuir ostensiblemente el deterioro y agotamiento de las fuentes de abastecimiento, y de igual forma, complementar los planes que sigue la Empresa para optimizar la prestación del servicio de agua potable desde sus componentes técnicos, operativos, administrativos y ambientales, en el marco de la regulación y normatividad sectoriales.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Realizar la valoración técnica, ambiental y social del programa de uso eficiente y ahorro del agua (pueaa), del municipio de Agustín Codazzi – cesar, para desarrollar un proceso, ampliación y ajustes a los programas, actividades y proyectos establecido en dicho plan, ampliando su valoración hacia la fuente de abastecimiento (rio maguiriamo), teniendo en cuenta los cambios climáticos y físico en el recurso y los criterios de diseño de estudio contemplado en la resolución 520 del junio 09 de 2009, y la ley 373 de 1997.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Revisar y analizar las condiciones actuales del programa de uso eficiente y ahorro del agua del municipio de agustín codazzi, para determinar su grado de desarrollo, ejecución y cumplimiento de los requerimiento exigido en la resolución 520 del junio 09 de 2009, y la ley 373 de 1997.
- Realizar un diagnóstico y establecer la situación ambiental actual del recurso hídrico teniendo en cuenta sus aspectos sociales, físicos, bióticos y antrópicos con el fin de establecer las potencialidades, conflictos y restricciones del recurso.
- Establecer una línea base de información para la formulación del plan de ordenación del recurso hídrico, con los actores del recurso para retroalimentarse y validar la información recolectada y procesada, para garantizar la sostenibilidad del recurso.

- Realizar análisis de la calidad físico químico y microbiológico, del agua de consumo y los usuarios actuales y nuevos del municipio de agustín codazzi, y la fuente actual de abastecimiento.
- Establecer un diagnostico social, para el fortalecimiento de la participación comunitaria en los procesos de ordenación y reglamentación del recurso que permita el empoderamiento de la comunidad a través del conocimiento de los procesos técnicos adelantados y de la sensibilización sobre la realidad ambiental.
- Realizar un inventario y análisis de infraestructura hidráulica del sistema actual de potabilización, para establecer la valoración técnica de las obras hidráulicas existentes.
- Establecer y diseñar nuevos modelos de conservación y protección del recurso hídrico, partiendo de su valoración y estudio ambiental.
- Diseñar un nuevo programa que se ajuste a la realidad social y ambiental del municipio de agustín codazzi y las directrices establecida por la normatividad ambiental y los requerimiento y exigencia de la autoridad ambiental competente.
- Generar credibilidad y confianza en la comunidad, frente a emcodazzi e.s.p. como una empresa con vocación de servicio social, y comprometida con la conservación, protección y adecuado aprovechamiento de los recursos hídricos.

### **1.3 Antecedentes del proyecto**

El Programa de Uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA), aprobado mediante la resolución 520 del junio 09 de 2009, se encuentra vencido, teniendo en cuenta que se emitió el concepto aprobatorio de dicho programa el 9 de junio del año 2009 y notificado el día 6 de julio del año dos mil nueve (2009), por lo que se encuentra vencido acorde a lo establecido por la Corporación que debe tener una vigencia de cinco (5) años.

Así Mismo la fuente de abastecimiento de Agua de la población (Rio CHIARIAMO), está sufriendo un proceso acelerado antropogénico negativo donde se está viendo afectado su ciclo vital, y su sostenibilidad del recurso hídrico, por lo que se hace necesario presentar al Municipio una radiografía clara de las condiciones actuales de la fuente y la determinación, y formulación de actividades que permita su conservación y recuperación del recurso, para garantizar a largo tiempo el suministro de agua al Municipio de Agustín Codazzi.

El programa de uso y ahorro eficiente del agua que existe en la Empresa de Servicios Públicos Domiciliario EMCODAZZI E.S.P. no cuenta con programas y actividades de protección y conservación de la fuente hídrica RIO MAGUIRIAMO.

## 2. Metodología

### 2.1 Información general del área de influencia del pueaa

#### 2.1.1 Descripción general del municipio de agustín codazzi

El municipio de agustin codazzi se encuentra en la parte noreste del departamento del cesar, la posición astronómica de su cabecera está determinada por las siguientes coordenadas: su cabecera está localizada a los 10° 02' 09" de latitud norte y 73° 14' 20" de longitud oeste, vista de valledupar 59 km. la cabecera municipal se encuentra a 132 metros de altura sobre el nivel del mar. temperatura media 28 °c.

sus límites son:

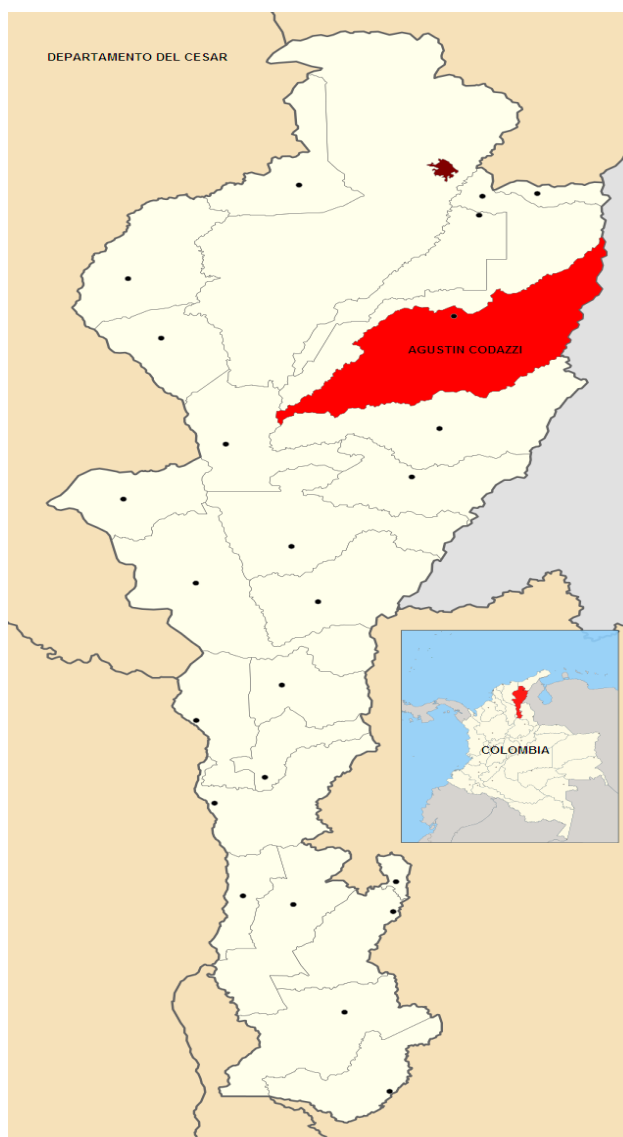
- **norte:** el municipio de la paz
- **sur:** el municipio de becerril
- **este:** república venezolana
- **oeste:** municipio de la paz

El municipio de agustín codazzi tiene una área de 1799,2 km<sup>2</sup> que corresponde al 7.8 % del total departamental. el territorio, en su conjunto corresponde a la planicie aluvial del río cesar, y al sistema montañoso del perijá, asentamiento de comunidades indígenas y de población campesina que desarrolla actividades económicas importantes en minifundios dentro de condiciones de vida bastante limitadas. la carretera nacional san roque - san juan, divide el territorio en las anteriores unidades y así mismo el tipo de economía que ellas desarrollan.

Además del conjunto urbano de la ciudad cabecera del municipio se identifican dos unidades o centros rurales: casacará y llerasca, centros menores de gran importancia y dinamismo. El conjunto del territorio del perijá, se subdivide en cuatro corregimientos y el valle aluvial, el cual por el gran tamaño de las parcelas y limitado poblamiento no corresponde a ninguna unidad administrativa.

### 2.1.2. Localización georeferenciada del municipio de Agustín Codazzi

**Figura 1:** ubicación del municipio de Agustín Codazzi





Fuente: Autor

### 2.1.3 División Política del Municipio de Agustín Codazzi

#### Área urbana

La cabecera municipal tiene un área de 541 hectáreas y se encuentra conformando por 45 barrios. En la siguiente tabla se detallan los barrios que conforman el área urbana.

Tabla1.  
*Barrios de la cabecera municipal*

o	nombre del barrio	o	nombre del barrio
	barrio nuevo	4	Trujillo
	la frontera	5	primero de mayo
	san Vicente	6	las flores
	obrero	7	15 de noviembre
	la tranquilidad	8	policarpa srrieta
	el bosque	9	el juguete
	machiques	0	antillana
	el centro	1	5 de noviembre
	las delicias	2	santa gita
0	ramón Fernández	3	el estadio
1	José galán	4	camilo torres
2	san José	5	la pista
3	la lucha	6	el tesoro
4	villa Esther	7	José a galán
5	las margaritas	8	divina pastora
6	Urb. las margaritas	9	el socorro
7	Fátima	0	las palmas
8	san Martín	1	los laureles
9	Martínez Barbosa	2	la victoria
0	Atanasio Giraldo	3	el Sena
1	el Carmen	4	el estadio
2	Hernán Gómez	5	los laureles
3	buenos aires		

Fuente: autor

#### **2.1.4 Área rural**

El área rural cuenta con una división política y administrativa conformada por cuatro corregimientos (casacará, llerasca, san jacinto y sicarare); y por 46 veredas las cuales se mencionan a continuación: duda, bolembo. milagros, caño frio, sicarare medio, buenos aires, guardapolvo, begonia, los manguitos, alto sicarare, candela, guamal, sicarare bajo. Sabana alta, europa, terranova, siete de agosto, agua bonita, buena vista, loma fresca, platanal, san miguel, las rocas, iberia i, iberia ii, el pozón, arroyo seco, la aguacatera, san miguel, la roca, nueva aventura, mayusa, guarani, ave maria, candela baja, la esperanza, el progreso, fernambuco alto, santa rita, las mercedes, la sonora, san jacinto, nueve de abril, zorro cuco, la palizada.

#### **2.2 Información Demográfica del Municipio de Agustín codazzi**

Según los datos arrojados por el dane en el censo 2005, el municipio de agustín codazzi tenía una población total de 53.969 habitantes, de los cuales el 50.7% corresponden al sexo masculino y 49.3% al sexo femenino. a la fecha existe una gran incertidumbre respecto a la población real del municipio, ya que en el año 1993 la población era de 50.768 habitantes y transcurridos 19 años, según las proyecciones del dane, en el año 2012 el municipio sólo tiene 51.909 habitantes (5,23% de la población departamental). es decir, en los últimos 20 años se incrementó la población en 1.141 habitantes, lo cual es discutible, debido a que somos receptores de un gran número de población flotante y personal desplazado por diferentes causas y a la vez se ha realizado el retorno de personas que se habían marchado por presiones de grupos al margen de la ley.

Revisando los datos de la población registrada en el sisben al 5 de diciembre de 2011, la población del municipio de agustín codazzi es de 50.458 habitantes, distribuidos en 12.324 hogares, de los cuales el 49.02% son hombres y el 50.08% son mujeres. según el cesar en cifras 2010, de los 8.000 indígenas yukpas asentados en la serranía del perijá, en los municipios de la paz, becerril y agustín codazzi, en este último habitan aproximadamente unos 5.000.

### **2.2.1.1 usos del suelo**

En el municipio se pueden distinguir dos tipos de unidades orográficas, la montañosa y la de tierras bajas, la primera representada por la serranía del perijá y la segunda por el valle del río cesar, denominado en esta zona, el valle de codazzi.

Las formaciones montañosas de la serranía del perijá, están constituidas por depósitos sedimentarios del mesozoico, con pliegues que alcanzan alturas hasta de 3600 m.s.n.m, en esta zona la serranía se constituye en la divisoria de aguas de la gran cuenca de maracaibo y el valle del río cesar, el valle de codazzi se localiza entre las poblaciones de casacará y codazzi, caracterizado por la conformación de pliegues anticlinales y fallas locales en dirección noreste; por el oriente el valle se halla limitado por una cadena de pequeñas colinas de edad mesozoica (triásico-jurásico). algunos sedimentos en la cuenca tienen un carácter terroso, lo que indican que fueron transportados solo a corta distancia desde la fuente de origen e inmediatamente cubiertos por otros sedimentos; sin embargo, la forma general de la sedimentación refleja que la deposición y estructuración se efectuó en un ambiente de cuenca lacustre sumergida de escaso gradiente. en términos generales los sedimentos del valle de codazzi son depósitos del cuaternario.

El Cesar tiene las más grandes reservas de carbón a nivel nacional, estas ascienden a 1280 millones de toneladas, de las cuales una parte aun no explotada se encuentra en el área del municipio de Codazzi, también se encuentran otros yacimientos de interés aun no explotados de hierro y caliza<sup>1</sup>.

El 76% del territorio municipal se clasifica como suelos de producción y 24% como suelos de protección. Entre los primeros 25% corresponden a suelos para producción forestal y agroforestal, ubicados en el piedemonte principalmente, mientras que el 51% restante corresponden a las partes planas al occidente del municipio. Los de protección se ubican principalmente a la serranía de Perijá, el 40% de los suelos del municipio están clasificados para uso agropecuario intensivo, a los que se le suma 11% de suelos para uso agropecuario semintensivo, es un caso excepcional en Colombia, por lo que su productividad agropecuaria puede considerarse una de las mayores potencialidades del municipio.

La zona urbana presenta suelos limo arenosos (clasificación U.S.C. SM, A.A.S.H.T.O. A-4), color café, con límite líquido menor de 20 y bajo índice de plasticidad (< 5), en la mayor parte del área presenta alto contenido de gravas, cantos rodados y rocas de hasta 0.50 m<sup>3</sup>.

## **2.3 Información técnica de infraestructura**

### **2.3.1 Fuente de abastecimiento.**

La fuente actual de abastecimiento del acueducto de la zona urbana, es el río Magiriaimo, el cual nace en la parte sureste de la cuchilla “el tesoro” a 3400 m.s.n.m, con una longitud total de 114 km., desde su nacimiento hasta la cota 200 recorre 48 km., y 66 km. más hasta su desembocadura en el río Cesar, su caudal medio es de 137 m<sup>3</sup>/s. las quebradas de la

---

<sup>1</sup> Fuente: Características geográficas del Cesar, IGAC.

margen derecha del río magiriaimo se ubican en el municipio de la paz. sus principales afluentes son los arroyos rodrigo, del milagro, caño boba, agua fría, la duda, la santa. su cuenca ocupa un área de 51.480 ha.

### **2.3.2 Captación.**

El sistema de captación, para el municipio de agustín codazzi está conformado por una presa en concreto con sección transversal al sentido del caudal que transporta el río magiriaimo, sus dimensiones son 14 metros de largo y 2.50 metros de ancho en su cresta. la toma es lateral y está ubicado en el margen izquierdo del rio (parte interna del meandro) y está compuesta por un muro en concreto, que a su vez se conforma por cuatro cuerpos de rejillas de 2.0 x 1.0 m, cada cuerpo de rejilla esta a su vez conformado por varillas de  $\frac{3}{4}$ " espaciadas cada 10 centímetros. la gobernación del cesar, contrató la optimización del acueducto cuyas obras ya ejecutadas comprenden:

- La construcción de un nueva presa en concreto reforzada ubicada 4.6 metros agua arriba de la antigua presa, sus medidas son: 13.20 metros de ancho, 1.5 metros de alto y 0.50 metros de ancho en su cresta.
- Un canal en concreto de admisión lateral, sus medidas son: 4.3 metros de largo, 1.20 metros de ancho y 0.70 metros de profundidad.

A 1.8 metros del muro de captación lateral existente, se construyó un nuevo muro en concreto con las siguientes medidas: 9.13 metros de largo, 2.9 metros de alto y espesor de 0.25 metros, está conformado por cuatro rejillas de las cuales los dos superiores tienen medidas de

3.0 x 1.0 metro y las dos inferiores son de 3.0 x 0.80 metros. las rejillas constan de varillas de  $\frac{3}{4}$  "espaciadas cada 4 cm.

### **2.3.3 Aducción bocatoma-desarenador**

Agua cruda desde la captación hasta el desarenador, es transportada a través de un canal abierto rectangular de concreto, de sección 1.0 metros de ancho por 1.0 metros de alto, el canal cuenta con una longitud total de 620 metros. al final del canal en concreto, existe una estructura de control con dos compuertas, que regulan el caudal que se deriva hacia los desarenadores y el caudal que por exceso se vierte a unas fincas para uso agrícola. las dimensiones de esta estructura son: 2.6 metros de largo, 7.1 metros de ancho y 2.5 metros de profundidad. de la estructura de control salen dos tuberías hacia los desarenadores: una de 12" de diámetro y una de 14" de diámetro, ambas en ac, con una longitud aproximada de 201 metros.

### **2.3.4 Desarenador.**

Existen dos desarenadores convencionales, conectados en paralelo, el primero de 14.30 x 3.20 m (área 45.8 m<sup>2</sup>) y el segundo con dos módulos de 4.80x5.10 m. c/u (área 49.0 m<sup>2</sup>).el lote donde se encuentran los desarenadores tiene un área de 392 metros cuadrados, cuenta con un cerramiento, con columnas de concreto y alambre de púas.

### **2.3.5 Aducción desarenador - planta de tratamiento.**

El agua cruda desde los desarenadores hasta la planta de tratamiento, es conducida a través de dos tuberías, con las siguientes características:

- aducción no 1: Asbesto – cemento, de 14"Ø, longitud 343 metros.
- aducción no 2: Asbesto - cemento, de 12"Ø; longitud 343 metros.

Las dos líneas de aducción no tienen instaladas válvulas de purgas ni ventosas en su recorrido hasta la planta de tratamiento.

### **2.3.6 planta de tratamiento.**

La planta de tratamiento es de tipo convencional, fue construida inicialmente por el fondo nacional de fomento municipal (INSFOPAL en el año 1965 y optimizada posteriormente por el municipio en el año 1991, su capacidad actual es de 355 lps, está compuesta de:

- cámara de llegada: Es un estanque en concreto con las siguientes medidas: largo 1.0 metro, ancho 1.2 metros y 3.61 metros de profundidad.
- muro difusor: Es un muro en concreto de medidas: 1.2 metros de ancho, 1.25 metros de alto y 15 centímetros de espesor, consta de perforaciones rectangulares de 20x10 cm.
- estructura de aforo: Como ayuda para cuantificar el caudal de admisión a la planta, se cuenta con una canaleta parshall, con un ancho de garganta de 12” (30 centímetros).
- canal de reparto agua cruda: Es un canal rectangular de 0.65 metros de ancho y 17.8 metros de largo, consta de cuatro admisiones mediante compuertas a los floculadores.
- floculadores:de tipo Alabama: Son cuatro comportamientos de nueve módulos cada uno; las medidas de cada módulo son: 1.88 metros de largo, 1.88 metros de ancho y 2.90 m de profundidad.

- Sedimentadores :Son 4 unidades con placas de a.c. de 2.40x1.20x0.01m de espesor. el módulo 1 tiene dimensiones de 4.5 metros de ancho, 11.3 metro de largo y 3.3 metros de profundidad, los módulos 2, 3 y 4 tienen las siguientes dimensiones: 15 metros de largo, 4.1 metros ancho y 3.3 metros de profundidad.
- Filtros: Son 8 filtros de rata constante, con lecho de grava, arena y antracita, apoyados sobre falsos fondos leopold, las medidas de cada filtro son: 4.1 metros de largo, 4.1 metros de ancho y 4.4 metros de profundidad.
- edificio operativo: Consta de : 1) un depósito de sulfato de aluminio, existe un dosificador volumétrico del coagulante, 2) salón de laboratorio el cual se emplea para ejecución de análisis físico químicos 3) alcoba y baño para los operadores, 4) caseta de cloración el cual consta de vigas, rieles, un diferencial de 3 toneladas de capacidad, para maniobrar el cargue y descarga del cilindro de cloro, 5) caseta donde está ubicado el equipo de bombeo, que se utiliza para lavado y mantenimiento de los componentes de la planta, 6) caseta donde está ubicada la nueva planta eléctrica de emergencia y su transferencia automática, 7) tanque de almacenamiento elevado tiene como función suministrar agua al matadero, barrio san ramón y para lavado de los componentes de la ptap.

Recientemente mediante el contrato de la gobernación “optimización del sistema de acueducto de la zona urbana de agustín codazzi”, se ejecutaron las siguientes obras de optimización en la ptap:

- ✓ floculadores:Cambio de dos compuertas laterales deslizantes de sección circular y 32 compuertas de chapaleta de lámina galvanizada de ¼”.



✓ sedimentadores: Cambio de 250 placas planas de asbesto cemento de alta densidad e instalación de dos compuertas deslizantes de sección circular.

✓ filtros: Cambio de los lechos filtrantes.

En el edificio operativo se hicieron cambios del sistema eléctrico, que abarca tableros de distribución, acometidas eléctricas a las diferentes motobombas, sistema de iluminación interna y externa, al igual le readecuación de las redes de media tensión. el contrato también cubrió el suministro de dos bombas dosificadores de coagulante, dos agitadores mecánico para mezcla de sulfato de aluminio en solución, el montaje de un tanque de 2000 litros y un tanque para almacenamiento de sulfato de aluminio liquido con capacidad de 1000 litros.

### **2.3.7 Conducción de agua filtrada.**

El agua filtrada es conducida a los tanques de almacenamiento, a través de dos conducciones con las siguientes características:

- **conducción no. 1:** es de asbesto cemento de 8" de diámetro, longitud 57.65 metros.
- **conducción no. 2:** de asbesto cemento de 12" de diámetro, longitud 55.15 metros.

### **2.3.8 Almacenamiento.**

Existen 2 tanques semienterrados, localizados dentro de los predios de la ptap, están contruidos en concreto reforzado, sus dimensiones son:

- **tanque no. 1:** largo 21.5 m, ancho 10.4 m y 2.4 m de profundidad, capacidad volumétrica 536 m<sup>3</sup>.

- **tanque no. 2:** largo 27.5 m, ancho 23.4 m y 4.2 m de profundidad, capacidad volumétrica igual a 2702 m<sup>3</sup>.

### **2.3.9 Macromedición**

No existe un sistema de macromedición; Instalado a la salida del tanque de agua clorada, sin embargo mediante el proyecto actual que está desarrollando la gobernación está concebido la instalación de macromedidores sobre las conducciones de agua tratada.

### **2.3.10. Conducción de agua clorada.**

Desde el tanque de almacenamiento de agua filtrada salen tres conducciones hacia la red de distribución del municipio, con las siguientes características:

- conducción no. 1: Consta de dos tramos, inicia con 18" de diámetro y continua con una tubería de asbesto cemento de 16 "de diámetro, la longitud total es de 2401mts.
- conducción no. 2: De asbesto cemento de 12", longitud 2401 m.
- conducción no. 3: De asbesto cemento de 8", longitud 2401 m.

Las conducciones antes de suministrar el agua potable a la comunidad se conectan, en un solo nudo, distribuyendo el agua a todo el municipio de manera sectorizada.

### **2.7.11 Redes de distribución.**

Las redes de distribución del municipio de agustín codazzi están conformadas básicamente por tuberías de asbesto cemento con diámetros de 14", 12", 10", 8", 6", 4" y 3" y de pvc con diámetros de 4"y 3" con fechas de instalación recientes. el sistema de la red no

cuenta con distritos o sectores de distribución, en caso de fugas y reparaciones se requiere suspender el servicio en toda la red.

Cabe resaltar que mediante el contrato de la gobernación optimización del sistema de acueducto de la zona urbana de agustín codazzi; se ejecutó la ampliación e instalación de redes de acueducto en los siguientes barrios:

- ❖ el juguete: instalación de tubería de hierro dúctil de 12” 851metros y tubería en pvc de 3”370 metros de longitud.
- ❖ la frontera: instalación de tubería pvc 8”135 metros de longitud.
- ❖ villa nuris: instalación de tubería pvc 3”866 metros de longitud.
- ❖ hernán gómez: instalación de tubería en pvc 3” de 1546 metros de longitud.
- ❖ la optimización de la malla principal en la cra 7ª entre calle 15 y 11b tubería en hierro dúctil de 12” con una longitud de 835 metros.

El 70% de las redes están ubicadas paralelas a los ejes de las vías. a continuación presentamos el inventario de las redes de distribución:

**Tabla 2.**  
***Descripción de la red de distribución***

<b>diámetro (pulgadas)</b>	<b>longitud (m)</b>	<b>lase</b>
3”	56.945	c
4”	4.286	c
6”	6.978	

<b>diámetro (pulgadas)</b>	<b>longi tud (m)</b>	<b>lase</b>
		c
8"	2.256	c
10"	2.040	c
12"	822	c
14"	284	c
4"	2.090	vc
3"	11119	vc
2"	3.704	g
total	90.504	

Fuente: autor

### **2.3.12 Conexiones domiciliarias**

Actualmente hay 12.324 viviendas de los cuales se encuentran conectadas 9838 a la red de distribución de agua, lo cual representa una cobertura nominal del 79,82%. el diámetro de la tubería domiciliaria es de 1/2". existe 2200 medidores instalados.

### **2.3.13 Calidades de infraestructura actual**

Todos los componentes del sistema operan en óptimas condiciones, y garantizan su funcionamiento por el tiempo restante del horizonte del proyecto (2035), aunque cabe resaltar que emcodazzi e.s.p. buscará siempre la manera de estar a la vanguardia en cuanto a avances técnicos y tecnológicos de infraestructura.

## **3. Descripción del Prestador del Servicio de Acueducto**

El Programa de Uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA), aprobado mediante la resolución 520 del junio 09 de 2009, se encuentra vencido, teniendo en cuenta que se emitió el concepto aprobatorio de dicho programa el 9 de junio del año 2009 y notificado el día 6 de julio del año dos mil nueve (2009), por lo que se encuentra vencido acorde a lo establecido por la Corporación que debe tener una vigencia de cinco (5) años.

Así Mismo la fuente de abastecimiento de Agua de la población (Rio CHIARIAMO), está sufriendo un proceso acelerado antropogénico negativo donde se está viendo afectado su ciclo vital, y su sostenibilidad del recurso hídrico, por lo que se hace necesario presentar al Municipio una radiografía clara de las condiciones actuales de la fuente y la determinación, y formulación de actividades que permita su conservación y recuperación del recurso, para garantizar a largo tiempo el suministro de agua al Municipio de Agustín Codazzi.

El programa de uso y ahorro eficiente del agua que existe en la Empresa de Servicios Públicos Domiciliario EMCODAZZI E.S.P. no cuenta con programas y actividades de protección y conservación de la fuente hídrica RIO MAGUIRIAMO.

### **3.1 Diagnostico legal**

#### **3.1.1 Aspectos corporativos**

##### **3.1.1.1 naturaleza jurídica**

La empresa de servicios públicos de agustín codazzi e.s.p. “emcodazzi e.s.p.” está constituida como una empresa industrial y comercial del estado del orden municipal, con personería jurídica, autonomía administrativa, y patrimonio independiente. fue creada mediante escritura pública no 55 del cuatro (4) de febrero de 1991, según facultades otorgadas por el concejo municipal de agustín codazzi al alcalde mediante acuerdo no 003 de agosto 24 de 1990 y transformada el día 8 de septiembre de 1995, mediante decreto municipal no 202, según facultades entregadas por el concejo municipal al ejecutivo a través del acuerdo no. 017 de abril de 1995.

Es importante mencionar, que la entidad fue transformada a empresa industrial y comercial del estado e.s.p. mediante decreto municipal de 1995, tiempo en el cual, el artículo 180 de la ley 142 de 1994, contemplaba tal posibilidad. en consecuencia, su transformación se haya ajustada a los parámetros del régimen de los servicios públicos contenido en la ley 142 de 1994 y demás normas complementarias.

##### **3.1.1.2. composición accionaria**

Por su naturaleza jurídica, el 100% de la propiedad es del municipio de agustín codazzi, no obstante el contenido del párrafo transitorio del artículo 7º del decreto 202 de 1995 que establece:

“el capital de la empresa estará compuesto por un capital autorizado y un capital pagado. Este capital se convertirá en acciones con un valor nominal preciso. serán socios de la empresa el municipio y las empresas oficiales o privadas que concurran a la convocatoria pública que se hará para tal efecto, al tenor del párrafo del artículo 18 de la ley 142 de 1994”.

#### 3.1.1.3. patrimonio

El patrimonio de emcodazzi e.s.p. está constituido por los aportes que el municipio considere transferir en el presupuesto fiscal anual de los recursos destinados para agua potable y saneamiento básico y por el aporte en especie recibido de la empresa de servicios públicos de agustín codazzi.

#### 3.1.1.4. estatutos

Los estatutos están dados en el documento administrativo emanado del ejecutivo municipal que oficializo su transformación y ajusto su contenido a los preceptos de la ley 142 de 1994; decreto no 202 del 8 de septiembre de 1995. los estatutos establecen los lineamientos generales del manejo de la empresa.

#### 3.1.1.5. órganos directivos

La dirección de la empresa estará a cargo de la junta directiva y de un gerente. la junta directiva es la máxima autoridad administrativa de la empresa, presidida por el alcalde municipal de agustín codazzi o su delegado, y su composición conoce los parámetros de la ley 142 de 1994, pues hay una clara y explícita participación de los comités de desarrollo y control social de los servicios públicos domiciliarios a través de los vocales de control registrados para éste fin.

#### 3.1.1.6. representación legal

La representación legal de la empresa corresponde al gerente.

### 3.1.1.7. aspectos regulatorios

- régimen legal

La empresa está sometida en sus actos y contratos a lo preceptuado en la ley 142 de 1994 y demás normas complementarias. en los aspectos no regulados por estas normas, se establece que se aplican las disposiciones del derecho privado, salvo en las materias expresamente reguladas por la ley 80 de 1993.

- régimen laboral

De acuerdo con sus estatutos, las relaciones laborales de emcodazzi e.s.p. se rigen por lo establecido en el artículo 41 de la ley 142 de 1994, el artículo 5° del decreto-ley 3135 de 1968, la ley 6ª de 1945 y el decreto 2127 de 1945.

- régimen tributario

El régimen tributario aplicado es el contenido en el artículo 24 de la ley 142 de 1994.

- asuntos presupuestales

La empresa está dando aplicabilidad en el manejo de su presupuesto de ingresos y gastos a lo contenido en los decretos 111, 586 y 630 de 1996.

### 3.1.1.8. relación con autoridades de regulación y control

- personería jurídica

La personería jurídica de la empresa está dada por el documento administrativo de su creación.

- registro

La empresa se encuentra registrada ante la superintendencia de servicios públicos domiciliarios y ante la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico.



### 3.1.1.9. procedimientos de contratación y contratos vigentes

- manual de procedimientos

La empresa aplica en contratación lo dispuesto en la ley 142 de 1994, ya que cuenta con un manual de procedimientos para la contratación, y este aplica los criterios de selección objetiva contenidos en el estatuto general de la contratación estatal.

- contrato de subsidios

Existe evidencia sobre la suscripción del contrato de subsidios con el municipio para garantizar el pago de los subsidios. los estratos socioeconómicos subsidiados son los estratos 1, 2 y 3 del municipio; cada uno con una tarifa estratificada.

### 3.1.1.10. aspectos laborales

- tipo de relación laboral

Contrato de trabajo a término indefinido

- manual de funciones

La empresa adopto mediante resolución no 076, acta no 04 el manual de funciones y requisitos mínimos.

- planta de personal

Se encuentra claramente estructurada en el manual de funciones y requisitos mínimos.

- políticas de selección y promoción de personal

La empresa maneja políticas de selección y promoción de su personal, y a la fecha tiene establecidos los requisitos para la vinculación de su personal. Solo existen requisitos en los estatutos para la vinculación del gerente de la entidad.

## **3.2 Diagnostico institucional**

En este numeral se evalúa el actual esquema de prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, con el recuento de sus antecedentes y principales características de la gestión administrativa, operativa, comercial y financiera desarrollada para las diferentes áreas funcionales de servicio y su actual estructura de costos.

### **3.2.1 Objetivo y funciones**

Emcodazzi esp tiene como objeto la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico.

En cumplimiento de este objeto, la empresa debe realizar los estudios, diseños, construcción, administración, operación y mantenimiento de la infraestructura y de los sistemas destinados a los servicios.

### **3.2.2 Estructura empresarial**

La dirección de la empresa está a cargo de la junta directiva, cuyo presidente es el alcalde municipal de codazzi y de un gerente de libre nombramiento y remoción del alcalde. la junta directiva como órgano directivo y administrativo, es responsable por la formulación de la política general de la empresa y la adopción de los estatutos; debe proponer y aprobar los planes, programas y proyectos del sector; adoptar la estructura administrativa de la empresa; aprobar el presupuesto y su ejecución; vigilar el adecuado funcionamiento de la empresa; autorizar la contratación de empréstitos; delegar en el gerente el ejercicio de determinadas funciones; adoptar los manuales y procedimientos y aprobar y modificar las tarifas.

De acuerdo con sus estatutos, la junta directiva está conformada por 5 miembros así:

- el alcalde municipal o su delegado
- el secretario de salud municipal

- el secretario de obras públicas municipal
- un representante de los usuarios
- un representante del sector rural

Actualmente tienen asiento en la junta directiva un representante de las agremiaciones, y un vocal de control social y desarrollo. el periodo de ejercicio de los miembros de la junta directiva es de tres años. para ser nombrado gerente de la empresa, el candidato debe cumplir con las siguientes calidades: ser profesional universitario en las áreas de ingeniería ciencias económicas, derecho y administración de empresas y experiencia profesional mínima de tres años.

El gerente debe representar legalmente la entidad y ejercer bajo su responsabilidad las funciones que le competen a la empresa y vigilar el cumplimiento de las funciones, deberes y obligaciones de los demás funcionarios de la empresa.

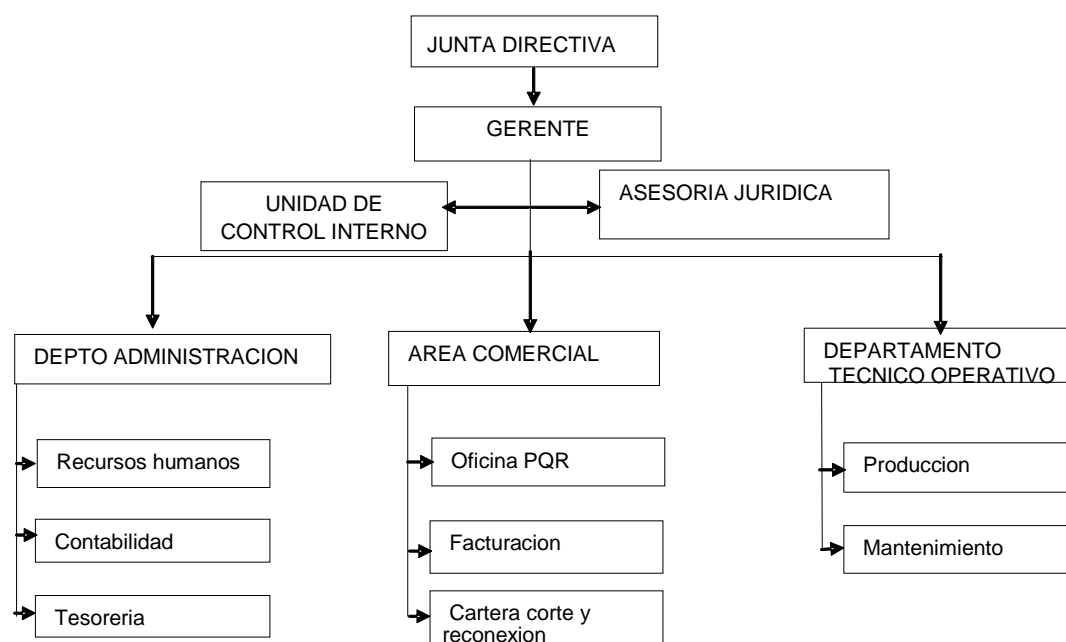
Le corresponde por lo tanto, dirigir la marcha de los negocios y operaciones de la empresa, sujeto a las leyes, los estatutos y las determinaciones de la junta directiva; ejecutar las decisiones de la misma; administrar los recursos humanos, físicos y financieros de la empresa y atender las sugerencias que formulen la superintendencia de servicios públicos, la comisión de regulación de agua potable y los comités de desarrollo y control social de los servicios públicos domiciliarios.

#### 3.2.2.1. Organigrama

La estructura orgánica para la empresa emcodazzi esp está definida en la resolución no. 025 de junio 30 de 2004, con base en la autorización que le otorgó la junta directiva de la

empresa mediante resolución no. 001 de septiembre 27 de 2001, para distribuir los cargos de la planta global de la misma.

Figura 2. Organigrama de emcodazzi E.S.P.



Fuente: autor

### 3.2.2.2. Planeación, control y seguimiento

En la planta de personal existe el cargo de jefe de unidad de control interno, cuya función básica es verificar y evaluar que todas las actividades, operaciones y acciones, así como la administración de la información y los recursos se realicen de acuerdo con las normas institucionales y legales vigentes dentro de las políticas trazadas por la dirección y en atención a sus metas y objetivos.

Actualmente existe el cargo de coordinador de control interno, cuya función se reduce a un control de las cuentas de pago y de la facturación emitida por la empresa. desde el año

2004 se inició un proceso de revisión y de reestructuración de cuentas del balance, para cumplir con la obligación de enviar información a la superintendencia de servicios públicos. la información se está adecuando al formato del sui y la ssp les ha brindado asistencia técnica para allegar la información requerida.

### 3.2.3. Sistema administrativo

#### 3.2.3.1. Planta de personal

De conformidad con la resolución no. 001 de septiembre 27 de 2001, emanada de la junta directiva, la planta de personal vigente para la empresa, que asciende a 17 funcionarios es la siguiente:

Tabla 3.

*Planta de personal actual de emcodazzi e.s.p.*

<b>dependencia</b>	<b>cargo</b>	<b>número de personas</b>
gerencia	gerente	1
	auxiliar administrativo	1
	coordinador control interno	1
departamento administrativo y financiero	jefe departamento	1
	coordinador tesorería	1
	auxiliar administrativo	1
	servicios generales	1
departamento comercial	jefe departamento	1
	auxiliar pqr	1

<b>dependencia</b>	<b>cargo</b>	<b>número de personas</b>
	técnico sistemas	1
area operativa acueducto y alcantarillado	coordinador de planta	1
	operador de planta	3
	técnico medidores	1
	Fontanero	2

Fuente: *emcodazzi e.s.p.*

Adicionalmente algunas actividades de carácter profesional están siendo contratadas mediante orden de servicios. dichas actividades son: contador, asesoría jurídica, jefe operativo, microbiólogo e ingeniero ambiental.

#### 3.2.3.2. Manuales de funciones y procedimientos

Mediante resolución no. 076 de 2004 y el acta no 4 del mismo año se estableció el manual de funciones y requisitos mínimos que contiene por cada área definida en el organigrama vigente, la definición por cargo, identificación, área a la que pertenece, descripción de la función básica del cargo y de las funciones específicas y calidades requeridas para su desempeño, como son educación y experiencia.

En este manual se establece un total de 24 cargos distribuidos en las diferentes dependencias. la empresa cuenta con manuales de procedimientos para cada una de sus áreas.

El reglamento interno de trabajo está en proceso de autorización por parte del ministerio de la protección social.

### 3.2.3.3. compras e inventarios

La empresa no tiene definido un plan de compras; por lo general el área administrativa define los gastos fijos mensuales que se ponen en conocimiento del gerente quien decide que comprar. Se le da prioridad a lo estrictamente necesario, debido a la falta de recursos.

## **3.3. Diagnóstico del componente social**

### **3.3.1 Educación**

El total de la población educada en el municipio de agustín codazzi ha presentado un declive en los últimos cuatro años, en especial en el área urbana, al pasar de 10.332 estudiantes en el 2010, a 7.464 en el 2011, contrario a lo que acontece en el área rural, el cual ascendió de 4.079 (2010) a 5.378 (2011). la anterior situación, en atención que en el departamento del cesar, se presentaron inconsistencias en el sistema de información y matriculas - simat, y se incrementó el porcentaje de reprobados del 5% al 17%, lo mismo que la constante del 5% de deserción en el sector oficial del municipio

Por otro lado, y de acuerdo a los registros del sisben - 2010, en donde se existen datos de 48.617 registros en el municipio de agustín codazzi, el 24 % no tienen ningún nivel educativo, el 39% tiene estudios de primaria, el 34% estudios secundaria, el 1% tiene estudios técnicos o tecnológicos, el 1,8% posee estudios universitarios y el 0.12% tiene estudios de postgrado. Esta estadística evidencia un alto porcentaje de analfabetismo, como también la brecha que existente entre los que egresan del bachillerato y los que se alcanzan a graduar, dejando claro que una de las principales causas de esta problemática es la baja cobertura en la educación superior. en el año 2010 la matrícula de estudiantes entre 5 – 17 años fue de 21.387, con lo cual se alcanzó una cobertura del 100%, correspondiendo a 7.526 estudiantes del área rural. Cabe resaltar, que 278 de dichas matriculas corresponden a estudiantes con algún grado

de discapacidad y de estos 220 tienen deficiencia cognitiva o retardo mental; y 1.256 estudiantes pertenecientes a la etnia yukpa, ubicada en la serranía del perijá.

Tabla 4.

*Población educada en el municipio de Agustín Codazzi*

AÑO	ÁREA RURAL	ÁREA URBANA
2008	5.217	9.004
2009	5.168	10.275
2010	4.079	10.332
2011	5.378	7.464
<b>TOTA POBLACION</b>	<b>19.842</b>	<b>37.075</b>

Fuente: Secretaría de Educación - Agustín Codazzi

### 3.3.2 Salud

La cobertura del sistema de seguridad social en salud bajo la modalidad subsidiada, es del 99% es decir 49.947 afiliados – contratados, con las diferentes eps´s que prestan el servicio en el municipio, de acuerdo a la información de la bdua en el municipio.

En lo pertinente a la prestación del servicio en el municipio existe una red pública local que cumple con las exigencias de primer nivel, dentro de la cual se relaciona la siguiente:

La red hospitalaria del municipio de agustín codazzi está conformada por:

- hospital agustín codazzi
- centro materno infantil casacará
- puesto de salud de llerasca
- puesto de salud de primero de mayo
- puesto de salud san josé
- puesto de salud martínez barbosa



Esta red se encuentra en condiciones normales (se evidencia regulares condiciones de dotación de equipos médicos para la prestación de servicio adecuado a la población) para prestar los servicios mencionados, de hecho están habilitados para este fin.

La ese dispone de 20 camas para el servicio de hospitalización adultos y pediatría, en la urgencia 7 camas, 1 sala de partos, 1 ambulancia para traslado de pacientes, además, servicios de consulta externa, laboratorio clínico, toma e interpretación de radiología, todos habilitados y en funcionamiento además telemedicina con servicios de especialidades para consulta externa, la cual no está funcionando actualmente por suspensión del recurso por parte del ministerio. (fuente: plan territorial de salud – municipio de agustín codazzi) las coberturas de vacunación para población menor de un (1) año en el municipio superan el 100% en polio, pentavalente, triple virar y bcg para 2010. en fiebre amarilla presenta una cobertura del 97% y un 87,6% de neumococo. el cáncer es una preocupación constante de los habitantes de agustín codazzi, en el 2010 se registraron 27 casos, de los cuales 16 son mujeres y 11 son hombres, lo cual representa el 6.47% del total de los casos en el departamento del cesar. Asimismo, en el 2010 se presentaron 7 casos de vih/sida en el municipio, lo cual representa el 5% de la totalidad de los casos del cesar.

### **3.3.3 Economía**

- **agricultura**

Agustín codazzi se ha consolidado en el departamento del cesar, como un centro productivo por excelencia, generando una dinámica económica importante en el sector agropecuario y minero, donde es poco, el valor agregado que se le genera a sus productos (excepto la palma de aceite), impidiendo que se desarrollen cadenas productivas y que el aparato productivo no deje de ser netamente primario, cerrando las puertas a nuevas oportunidades de empleo y al incremento de la calidad de vida de los codacenses.

A través del tiempo, el municipio ha sido recordado por las grandes extensiones de tierra cultivadas de algodón, llegando a ser reconocida a nivel nacional como la capital blanca de Colombia, debido a su gran producción de fibra de algodón, aportando interesantes divisas al producto interno bruto departamental y nacional. Hoy ha cambiado el panorama, se pasó de sembrar 60.000 hectáreas en 1975, a sembrar sólo 1.400 hectáreas en 2011, pero se llega otra oportunidad a Agustín Codazzi y se comienza a proyectar como la capital agro-energética de Colombia, debido a que en su jurisdicción se encuentra ubicada la primera planta de biodiesel de Colombia y una de las primeras de Latinoamérica, con una capacidad de producción de 50.000 litros/día, la cual se alimenta de la producción de 20.000 has. de palma de aceite, cultivándose en Codazzi unas 6.327 has, produciendo 11.669 ton/año 2010.

Así mismo, dentro de la vocación agrícola hay que resaltar que somos el primer municipio en siembra de café en la costa atlántica, con más de 5.543 hectáreas cultivadas, las cuales produjeron en el 2010 2.641 toneladas del grano. También se cultivan importantes áreas de cacao, maíz y arroz. Por otro lado, no se puede dejar de lado, el potencial horti-frutícola y pan coger existente en la serranía del Perijá, donde se tiene productos como la mora, lulo, tomate de árbol, aguacate, frijol, malanga, yuca, plátano, entre otros.

- **minería**

El municipio de Agustín Codazzi hace parte de uno de los proyectos carboníferos más grandes del mundo, con unas reservas medidas de 1.800 millones de toneladas de carbón térmico, conocido como el descanso, con una extensión de 42.800 hectáreas, ubicado en el centro del departamento del Cesar, lo que le permitirá a la empresa multinacional Drummond Ltd, producir 50 millones de toneladas anuales, adicionales a las aproximadamente 25 millones que producirá este año en la Loma, generando 2.000 nuevos puestos de trabajo directos y aproximadamente 10.000 nuevos empleos indirectos. La participación del municipio sobre este

yacimiento es del 17, 98% del total de hectáreas del yacimiento, establecidas mediante resolución 125-0001 del 4 de mayo de 2008, es decir, del total del yacimiento le corresponden 1393, 23 hectáreas, aproximadamente.

- **emprendimiento**

Según el censo industrial y comercial de empresarios 2011, realizado por la cámara de comercio de valledupar, en el municipio de agustín codazzi existen 310 unidades empresariales, que representan el 5,3% del total existente dentro de la jurisdicción de dicha cámara en el departamento del cesar.

A pesar de ese importante porcentaje, a la fecha no se refleja el desarrollo empresarial que permita fortalecimiento del sector económico, de tal manera que podamos llegar a ser medianamente productivos y competitivos. la problemática que padece el sector empresarial se remonta hasta las estructuras académicas de los habitantes de agustín codazzi, ya que la formación está encaminada a ser empleados en las empresas públicas y privadas, más no a la creación de empresas individuales o colectivas, para generar empleo y una dinámica económica diferente a la de hoy. a esto hay que sumarle que la mayoría de las empresas asentadas en la jurisdicción son netamente primarias y no se implementan procesos de beneficio, transformación o de generación de valor agregado a sus productos. lo anterior sin relacionar que las unidades empresariales no aplican recursos que lleven el componente de innovación, ciencia y tecnología, comunicación e informática, lo que los coloca en desventaja frente a similares de otras regiones.

El municipio de agustín codazzi vive un fenómeno que afecta el desarrollo personal y laboral de los jóvenes del municipio, ya que todos quieren formarse para tener una oportunidad en el sector minero donde la generación de empleo es mucho menor que el sector

agropecuario o el de bienes y servicios; dejando de lado otras alternativas de formación y generación de su propia micro, pequeña o mediana empresa.

### **3.4 Diagnóstico del estado actual de la prestación del servicio de acueducto**

- población total: 50.458 habitantes
- número total de viviendas del municipio: 12.324 viviendas
- número de persona promedio por vivienda: 5 hab/viv
- población atendida con acueducto y población atendida con alcantarillado:
  - población atendida de acueducto: 10600 hab
  - población atendida de alcantarillado: 9500 hab.
- cobertura de acueducto (%) =  $(n^{\circ} \text{ conexiones} / n^{\circ} \text{ viviendas}) \times 100$ : 79,82%
- cobertura alcantarillado (%) =  $(n^{\circ} \text{ conexiones} / n^{\circ} \text{ viviendas}) \times 100$ : 71.68%
- número de macromedidores: no existen
- volumen de agua producida: 881.280 m<sup>3</sup>/mes
- número total de suscriptores de acueducto y de alcantarillado.
  - suscriptores de acueducto: 9838
  - suscriptores de alcantarillado: 8835
- número total de medidores instalados, en funcionamiento y leídos.
  - medidores instalados: 2200
  - medidores en funcionamiento: 380
  - medidores leídos: 410

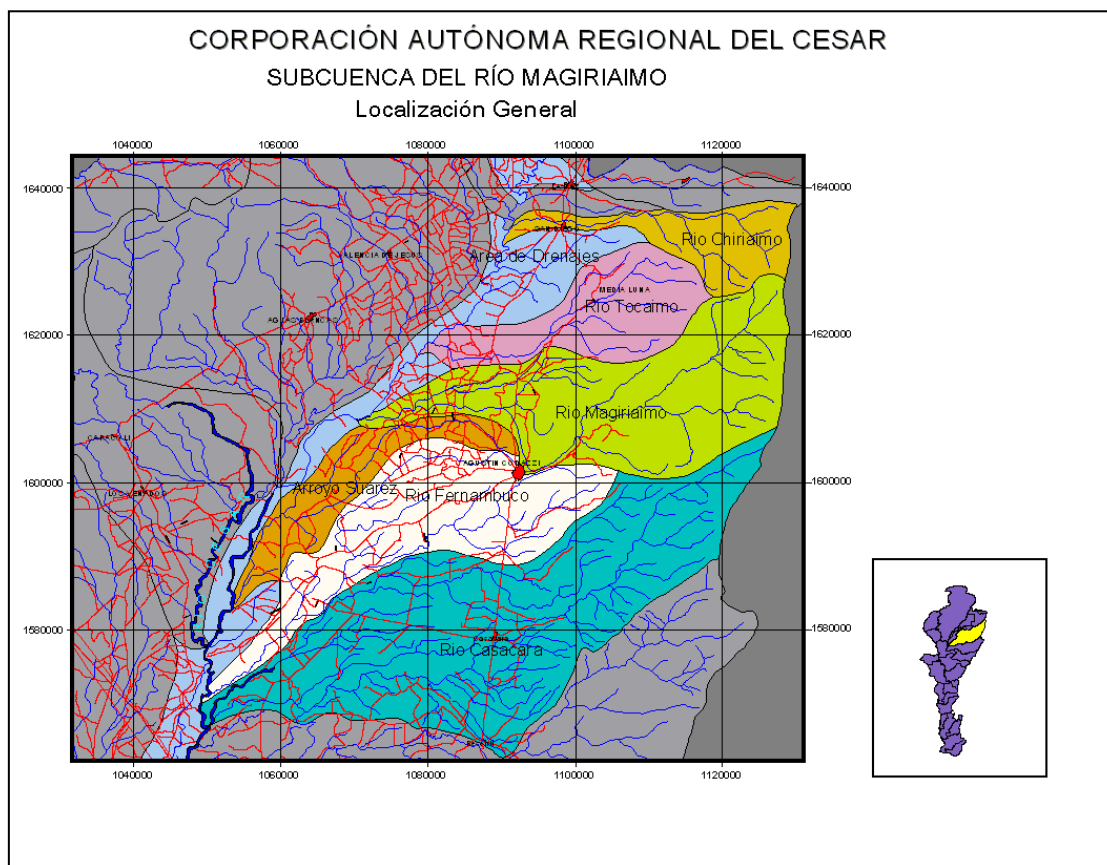
- cobertura de micromedición (%) = (no. medidores / no. conexiones) x100:  $(380/2200) \times 100 = 17.27\%$
- existencia de manuales de procedimientos: si

### **3.5 Diagnóstico de fuentes abastecedoras**

La subcuenca del río magiraiimo, con código 2802-4 del ideam fue priorizada por coorpoesar para su ordenación mediante acta del 21 de julio de 2003, junto con las cuencas de los ríos guatapurí, tucuy, casacará, chiriaimo, manaure, san pedro y maracas. según 18 criterios tales como oferta hídrica, proceso de desertificación, ecosistemas estratégicos, áreas protegidas o especiales, oferta y seguridad alimentaria, cuenca no compartida, entre otros. la sub-cuenca del río magiraiimo se localiza al noreste del departamento del cesar, en el flanco occidental de la serranía del perijá, entre las coordenadas n1590000 e1090000, n 1590000 e 1120000, n 1610000 e 1120000, n1610000 e 1135000, n 1630000 e 1135000, n 1630000 e 1105000, n 1620000 e 1105000 y n 1620000 e 1090000, según se muestra a continuación:

## Localización de la cuenca del río magiriaino

**Figura 3:** localización de la cuenta del rio magitiaino



Fuente: autor

El río magiriaino se localiza en el flanco occidental del brazo occidental de la cordillera oriental, sobre la serranía del perijá y el valle aluvial del río cesar, en jurisdicción de los municipios de la paz, agustín codazzi y san diego. el río magiriaino hace parte de la cuenca hidrográfica del río cesar, la cual a su vez conforma la hoya hidrográfica del río magdalena.

El río magiriaino nace en las estribaciones de la cuchilla el tesoro, sobre la serranía de perijá, en el municipio de la paz, drenando con dirección predominantemente noreste - suroccidente hasta aguas abajo de la desembocadura del río la duda, sobre los 200 msnm,

recibiendo los aportes de afluentes de áreas no mayores a los 142 km<sup>2</sup> y de corta extensión, entre los que se desatacan los arroyos piedras blancas, rodrigo, salado, lejano, caño bobo, caracolí, y la danta por la margen derecha y los arroyos camarones, del milagro, la religiosa, san nicolás y el río la duda, sobre la margen izquierda, con mayor desarrollo de drenaje sobre esta margen, teniendo como característica predominante el régimen torrencial de todas las corrientes que la conforman.

A partir de los 200 msnm, el río cambia de dirección, drenando con rumbo este - oeste, hasta su desembocadura en el río cesar, en el límite de los municipios de san diego y valledupar, recogiendo los aportes del arroyo león y el río la vieja, sobre la margen derecha, vertiente sobre la que se presenta mayor desarrollo del drenaje. el área de la cuenca del río magiriaimo, localizada en el departamento del cesar es de 698.25 km<sup>2</sup>, haciendo parte de la hoya hidrográfica del río cesar, afluente por la margen derecha del río magdalena.

Tabla 5.

*Fuentes abastecedoras*

<b>microcuenca</b>	<b>área km<sup>2</sup></b>	<b>precipitación media mm</b>	<b>Caudal medio anual m<sup>3</sup>/seg</b>
río alto magiriaimo	77.25	1298.5	0.475
arroyo piedras blancas	34.12	1312.4	0.212
arroyo camarones	24.79	1504.2	0.177
río medio magiriaimo	508.40	1688.5	4.066
arroyo rodrigo	22.14	1445.9	0.152
arroyo del milagro	142.13	1767.7	1.190
arroyo caño bobo	20.87	1808.9	0.179

microcuenca	área km <sup>2</sup>	precipitación media mm	Caudal medio anual m <sup>3</sup> /seg
río la duda	57.37	2086.0	0.567
río bajo magiriaimo	698.25	1619.7	5.356
arroyo el tigre	82.51	1476.2	0.577
río viejo	64.01	1346.9	0.408
<b>río magiriaimo</b>	<b>698.25</b>	<b>1619.7</b>	<b>5.356</b>

Fuente: autor

### 3.5 1 Valoración ambiental de la cuenca

#### 3.5.1.1. Problemática

Sin la menor duda el problema central que presenta la cuenca hidrográfica del río magiriaimo, gira alrededor de la deforestación que evidencia la crisis ambiental actual; esta deforestación ha traído como consecuencia los cambios en la vegetación (pérdida de diversidad genética) y el suelo, debilitando la capacidad del ecosistema para producir y recuperarse. La característica más notoria de estas perturbaciones, es la forma abrupta de convertirse en comunes, en periodos más cortos que el ciclo de vida de muchas especies de fauna y flora que allí residen. la finalidad socio económica de producir cultivos de pancoger y café, así como habilitar terrenos para ganadería extensiva, es un proceso que viene desarrollándose desde hace más de 50 años y en él, han intervenido los actuales residentes. el deterioro del bosque original con pérdida de diversidad, trajo como consecuencia el alejamiento general de la fauna de mamíferos, reptiles y aún de las aves, adaptándose las especies de fauna resistentes a la merma de la calidad del hábitat, o aquellas especies que le sacan provecho a la presencia del hombre y sus actividades.



**Figura 4.** Deforestación en la parte alta de la cuenca



Fuente: autor

#### 3.5.1.2 Problemas de la flora

En la actualidad la vegetación arbórea y arbustiva es escasa y discontinua, se encuentra en retrogresión ecológica y en general está replegada hacia las márgenes de los drenajes en evidente asociación hídrica. estos cordones de vegetación, al no ser continuos reducen su capacidad como conectores del hábitat de fauna silvestre, lo cual limita y reduce los mecanismos de regeneración natural y así sucesivamente en un círculo vicioso. el coeficiente de mezcla de las especies vegetales arbóreas en la cuenca, revela una alta homogeneidad (0,165), contraria a la típica y natural heterogeneidad de los bosques del trópico americano, lo cual indica retrogresión en la diversidad general de la cuenca. la retrogresión en la diversidad en las especies de flora por pérdida de diversidad genética, conduce a la retrogresión de la diversidad en las especies de fauna por falta de hábitats adecuados. el círculo vicioso se amplía con cada perturbación antrópica que sobrepasa los límites de los ciclos de vida.

**Figura 5.** Tala irreglamentaria de bosques



Fuente: autor

El bosque natural tiene diferentes etapas de degradación mostrando una intensa dinámica por el aprovechamiento forestal de especies económicamente valiosas. sin embargo este aprovechamiento no obedece a un ordenamiento de bosques, por el contrario su tala es ilegal, irreglamentaria, e inconveniente.

**Figura 6.** Suelos desprotegidos y erosionados por quemas



Fuente: autor

La práctica cultural de quemar para eliminar los rastrojos y habilitar las áreas para cultivos transitorios, genera una grave desprotección del suelo. En suelos frágiles esta desprotección, hace más rápida la presencia de erosión. los cultivos de palma africana y los

potreros para ganadería son agrupaciones densas mono-específicas establecidas para producción que predominan en la parte baja de la cuenca. la mono-especificidad es sinónimo de homogeneidad, y estos cultivos pueden ser la excepción, pero nunca deben ser la regla en un medio naturalmente diverso, heterogéneo y tropical. 2.2 problemas de la fauna silvestre las 40 especies de mamíferos, las 80 de aves, la 19 de reptiles y de anfibios que habitan en la actualidad en la cuenca del río magiriamo, así como los 14 peces que habitan o ingresan a la cuenca, han perdido o eliminado especies o tienen poblaciones reducidas, debido a dos factores con diferentes grados de afectación en cada sector de cuenca: el primero factor es la reducción y deterioro del hábitat vital de las especies tanto en área como en calidad (altos niveles de deterioro físico del bosque original). es bien conocido el problema de la reducción en diversidad de la cobertura vegetal en los tres sectores de la cuenca del río magiriamo por la presencia del hombre que en busca de subsistencia, tala y quema para adaptar terrenos al cultivo de café, pancoger etc., o para una ganadería extensiva, la más dañina para la regeneración natural. el segundo factor está relacionado con la caza furtiva de las especies que se constituyen en fuente de alimento para los habitantes de la región. en primer término están los mamíferos de mediano a gran tamaño que ingresan a la zona en busca de alimento, luego siguen especies que tienen alguna importancia en el comercio regional, como mamíferos arborícolas, aves, reptiles y anfibios. muchas de esta especies son consumidas o comercializadas en las cabeceras municipales aledañas a la cuenca, pero día a día, por la disminución de las poblaciones de las citadas especies, esa cacería ilegal es escasa por no decir que inexistente.

### **Inundaciones**

Constituye una amenaza porque representa peligro potencial para los cultivos, los pastos y para la población residente. las inundaciones sobre la subcuenca son consideradas

como amenazas de riesgo medio y su incidencia puede observarse hacia la parte baja y plana de la subcuenca principalmente; así, en la zona rural las inundaciones se dan principalmente por el mal estado de la red de alcantarillado y las ataguías hechas sobre el río magiriaimo, que en época de invierno se desbordan y afectan a la población de agustín codazzi; en el sector rural las inundaciones se presentan por el desbordamiento del río, la ausencia de cubierta vegetal original y de ribera del río que, regula el régimen hídrico y la escasa escorrentía y capacidad de retención de los suelos desnudos que allí se encuentran; adicionalmente debido a que el río magiriaimo nace sobre la cordillera, al llegar al piedemonte arrastra gran cantidad de material provocando la sedimentación de los cuerpos hídricos.

Las inundaciones constituyen una amenaza cuando las áreas mencionadas se destinan a propósitos diferentes a los de protección, ocasionando pérdidas económicas y/o humanas.

#### 3.5.1.3 Degradación del suelo por erosión

La degradación del suelo o pérdida de horizonte superficial es una de las consecuencias del fenómeno erosivo. Técnicamente la erosión es un proceso que consiste en el desgaste y remodelado del paisaje terrestre original producido por condiciones naturales, vientos secantes, la gravedad y la acción humana. casi todas las áreas están expuestas a un proceso de desgaste de su superficie, a excepción de las áreas completamente protegidas por la cobertura vegetal. La erosión se convierte en amenaza cuando la tasa de recuperación del suelo es menor que la de desgaste.

Para el caso de la subcuenca del río magiriaimo, las amenazas por pérdida del horizonte superficial del suelo y erosión se clasifican en alta en el 25% del total de la subcuenca, hacia la zona alta de esta, de acuerdo con el grado actual de erosión o con los niveles de intensificación en el uso de la tierra. el área de amenaza por erosión alta, corresponde a las zonas de páramo que han venido siendo deforestadas para explotación

maderera, quema de estas áreas como parte de labores culturales y la implementación de cultivos y posterior abandono de estos; lo cual genera compactación y denudación de los suelos por erosión eólica e hídrica.

Adicionalmente la capacidad de regeneración en estas zonas, se torna mínima debido a la disminución en la capacidad de retención de los suelos y por ende a la pérdida de las propiedades físicas, químicas y biológicas de estos.

Por otro lado, la erosión calificada como media en el sector alto y medio de la subcuencia está calificada, como un proceso que produce la eliminación de los materiales presentes en la superficie terrestre debido a su extracción y transporte por la acción de las aguas superficiales. si bien esta puede tener un carácter “natural”, dependiendo de factores tales como el clima, relieve (pendientes elevadas), características del material superficial (grado de consolidación, permeabilidad) y cobertura vegetal protectora, estos no son los únicos factores; en efecto, las acciones que el hombre realiza para su desarrollo muchas veces actúan como “disparadores” del proceso erosivo. en este sentido se destacan el desmonte, quema de coberturas vegetales y la realización de obras civiles que, favorecen una rápida saturación del suelo por el agua lluvia y el inicio de escorrentía superficial.

#### 3.5.1.4 Amenazas por incendios forestales

El grado de amenaza por incendio a que está expuesta un área arbórea, arbustiva o herbácea depende de varios factores entre los cuales cabe mencionar la cercanía de los bosques a centros poblados o áreas de expansión agrícola, la presencia de vegetación seca y arbustos leñosos y uno de los más importantes, es la implementación de labores culturales que incluyen la tala y quema de zonas con vegetación maleza o arbustos secos para implementación de cultivos, pues este tipo prácticas, sobre dichas coberturas facilitan la

propagación y permanencia en el tiempo de los incendios, ayudados por la baja retención de humedad de los suelos en las zonas alta y media de la subcuenca.

#### 3.5.1.5 Amenaza por remoción en masa

La remoción en masa es un proceso que depende fundamentalmente de la gravedad y su acción se desencadena exclusivamente en zonas de pendientes levadas cuando los materiales de las laderas se desplazan pendiente abajo.

existen diferentes tipos de movimiento de remoción en masa que varían en su geometría, velocidad, contenido de agua, etc. dentro de los más conocidos se encuentran los deslizamientos de tierra, las avalanchas y las caídas de rocas.

Los primeros son fenómenos locales que se generan comúnmente debido a que la masa de roca en la ladera pierde adherencia debido al sobrepeso que adquiere debido a la acumulación de agua de infiltración de lluvia y su efecto lubricante.

Así, dentro de la subcuenca del río magiriaimo, fueron identificadas amenazas relacionadas con deslizamientos por flujo de tierra y flujos torrenciales, en un área de la cuenca correspondiente al 0.13%; dicha área se encuentra ubicada hacia la parte media de la cuenca, aguas arriba de la bocatoma del acueducto de agustín codazzi hasta el puente de la duda.

#### 3.5.1.6 Amenaza por desertificación

Según la información obtenida del desarrollo de acciones para la implementación del plan de acción regional (par) para la lucha contra la desertificación y la sequía en el departamento del cesar (ideam y mavdt, 2005), la desertificación es uno de los principales problemas que afecta a los suelos y tierras en ecosistemas secos y este se deriva tanto de procesos naturales como antrópicos; así, uno de los principales factores que contribuye a la desertificación es la falta de conocimiento de las ofertas, fragilidades, vulnerabilidades y

degradaciones de los ecosistemas de zonas secas y las formas de aprovechamiento y conservación de su potencialidad, el uso y manejo inapropiado de la tierra, para labores agrícolas, ganaderas, mineras, obras de infraestructura y urbanización.

La desertificación es la degradación de las tierras áridas, semiáridas y zonas subhúmedas a secas. Causado principalmente por variaciones climáticas y actividades humanas tales como el cultivo y el pastoreo excesivo, la deforestación y la falta de riego. la desertificación, sucede porque los ecosistemas de las tierras áridas, son extremadamente vulnerables a la sobreexplotación y a un uso inapropiado de la tierra; sobre la cuenca del río magiriaimo, fueron localizadas algunas zonas con muy alto riesgo de desertificación sobre la parte baja de la subcuenca; zonas con riesgo alto de desertificación sobre la región de la duda, bellavista, parte de la cabaña y san miguel; sin embargo el mayor porcentaje del área de la cuenca alta y media se encuentra en un bajo riesgo de desertificación, mientras que, la zona baja de esta, está catalogada bajo riesgo moderado y muy alto de desertificación.

### 3.6 Oferta hídrica de fuentes abastecedoras

La cuenca del río magiriaimo cuenta con solo una estación limnimétrica operada por el ideam, localizada en la parte baja de la cuenca, con registros históricos de caudales desde 1965, los cuales se tomaron como referencia para el presente estudio.

Tabla 6.

*Oferta hídrica de fuentes abastecedoras*

código	nombre	corriente	latitud(°)	longitud (°)	altitud (m.s.n.m)	ipo	años de registro
802703	as flores	magiriaimo	0 06 n	15 w	112	m	65-07

De acuerdo a los registros históricos de caudales mensuales en la estación limnigráfica de las flores (2802703), localizada en la parte baja del río magiriaimo, en jurisdicción del municipio de la paz, aguas arriba de la desembocadura del arroyo león, se infiere que estos presentan una relación directa con la ocurrencia de la precipitación, observándose dos períodos húmedos, el primero de abril a junio y el segundo de septiembre a noviembre, con caudales de mayor magnitud en el segundo período, durante los meses de octubre y noviembre, intercalados por dos períodos secos, el primero de enero a marzo y el segundo de julio a agosto, siendo el de niveles más bajos el primero, con caudales mínimos durante el mes de febrero

los valores característicos utilizados en el presente análisis corresponden al caudal máximo (2.74% del tiempo), es decir el caudal igualado o excedido 10 días por año, caudal mínimo (97.30%) o caudal igualado o excedido durante 345 días del año, y caudal medio característico (50.0%) o caudal igualado o excedido durante seis meses del año. los caudales característicos obtenidos para la estación limnimétrica de las flores (2802703) para el período de registro de 1965 a 2007, con una extensión de más de 40 años de caudales .

Tabla 7  
*Valores característicos de los caudales*

código	estación	valores característicos (m <sup>3</sup> /seg)		
		caudal máximo 2.74%	caudal medio 50.0 %	caudal mínimo 97.26%
2802703	las flores	17.571	2.424	0.250

Fuente: autor



### **3.7 Demanda hídrica de fuentes abastecedoras**

Realizando proyecciones de consumos de población, se observa que los caudales de la fuente abastecedora cumplen con lo requerido por la población durante todo el horizonte del proyecto. a continuación se presenta la proyección de población y caudales requeridos por el sistema.

Tabla 8

*Proyecciones de población y caudales*

año	población total (hab)	dotacion bruta	perdida de agua (%)	demanda maxima horaria (qmh)	diseño captacion (l/s)	diseño desarenador (l/s)	diseño aduccion captacion-desarenador (l/s)	diseño aduccion desarenado r-ptap (l/s)	diseño ptap (l/s)	diseño conduccion (l/s)	capac- regulac- m -analitico (m3)
005	52275	360	0	431.26	632.52	326.26	326.26	316.26	309.07	297.09	4471.35
010	58319	300	0	400.94	588.05	304.02	304.02	294.02	287.34	276.20	4156.97
015	64363	225	0	331.87	486.75	253.37	253.37	243.37	237.84	228.62	3440.86
020	70408	225	0	363.04	532.46	276.23	276.23	266.23	260.18	250.09	3763.99
025	76452	225	0	394.21	578.17	299.08	299.08	289.08	282.51	271.56	4087.12
030	82496	225	0	425.37	623.88	321.94	321.94	311.94	304.85	293.03	4410.26
035	88451	225	0	456.54	669.59	344.79	344.79	334.79	327.19	314.50	4733.39

Fuente: autor

### 3.8. Valoración técnica del sistema de potabilización

#### 3.8.1. Características de la planta

- caudal de la planta: 260 l/s
- caudal de proyecto: 355 l/s
- caudal máximo con el que opera la planta: 260 l/s

el caudal máximo de la planta se alcanza durante las temporadas de lluvia, es decir en los meses lluviosos (abril, mayo, septiembre, octubre).

#### 3.8.2. Tipo de planta

filtración rápida completa.

- la planta es mixta: tecnología apropiada con decantadores acelerados de placas paralelas convencionales.

- año en que se diseñó: 1965 por infopal
- año en que fue optimizada: 2006

##### 3.8.2.1. Descripción

- medidor de caudal: canaleta parshall
- mezcla rápida: canaleta parshall
- tipo: hidráulico

##### 3.8.2.2. Dosificación

- punto de aplicación: resalto hidráulico.
- coagulante: sulfato de aluminio
- polímero: poli cloruro de aluminio

### 3.8.3. Floculadores

Los floculadores que actualmente presenta la ptap del municipio de agustin codazzi son tipo alabama, cuenta con 4 unidades y 3 tramos por floculador. las dimensiones de los floculadores se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 9..  
*Dimensiones de floculadores*

<b>dimensiones</b>	<b>unidad</b>	<b>valor</b>
largo	m	6.1
ancho	m	3.9
profundidad útil:	m	3

Fuente: autor

De acuerdo con los resultados obtenidos en el ensayo de trazadores, se encontró deficiencias en la distribución de caudal en el canal de reparto para estas unidades; evidenciándose un mayor caudal de entrada para el floculador número 1 tal como se muestra en la siguiente tabla.

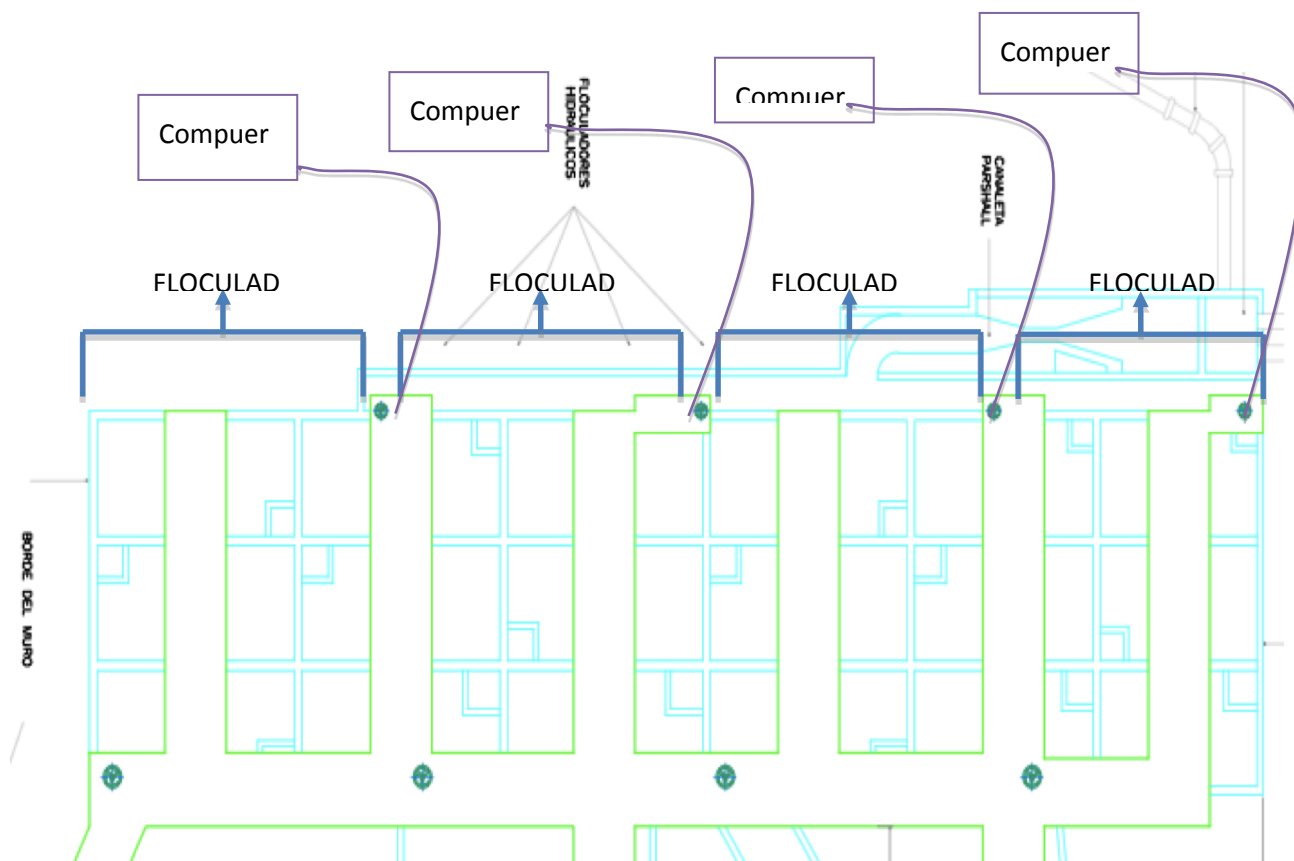
Tabla 10.  
*Distribución porcentual de caudales a la entrada de los floculadores.*

<b>entrada floculador</b>	<b>%</b>
compuerta 1	29,5
compuerta 2	20,7
compuerta 3	21,7
compuerta 4	28,1

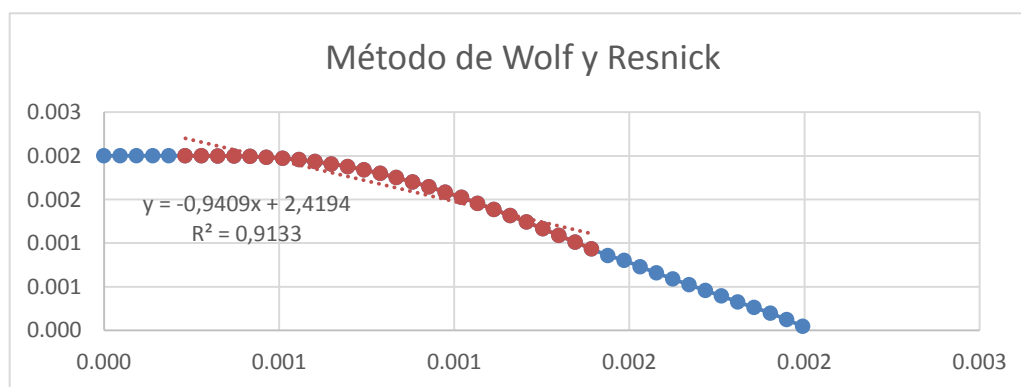
Fuente: autor

En la figura. se muestra identificado cada una de las compuertas que alimenta los floculadores existentes en la planta.

**Figura7.** Vista en planta de floculadores



Al evaluar el comportamiento hidraulico de los floculaodres mediante el uso de trazadores y aplicando el metodo de wolf-resnick se obtuvo lo siguiente (ver figura 2.):



Aplicación del método de wolf y resnick al floculador hidráulico (1)

al analizar los resultados obtenidos con el metodo wolf resnick se encontró que en el **floculaor (1)** existe poca presencia de zonas muertas, las cuales constituyen un 9 %. cuando se evaluó el modelo de flujo dentro del floculador, se encontró que predomina un modelo de flujo completamente mezclado con el 51% de prevalencia

**memoria de calculos:**

*modelo wolf resnick:*

$$p = \frac{\theta \tan \alpha}{0,453 + \theta \tan \alpha}$$

p = prevalencia de flujo piston

$$p = 0.49$$

$$m = 1 - \frac{\theta}{p}$$

m = porcentaje de espacios muertos.

Al reemplazar los datos, se tiene que m = 0,09 lo cual equivale a un 9% de espacios muertos dentro del floculador (1).

Por otra parte, cuando se analiza la curva de tendencia en el floculaor (1), y cuando se evalúan los respectivos criterios de evaluación (ver tabla 2.) se encuentra que existe paso directo del trazador entre la entrada y salida del floculador (presencias de cortocircuito). este comportamiento es muy probable que se deba a la comunicación que existe entre las camaras del floculador a través de los orificios de desagüe ubicados en el fondo de los mismos, los

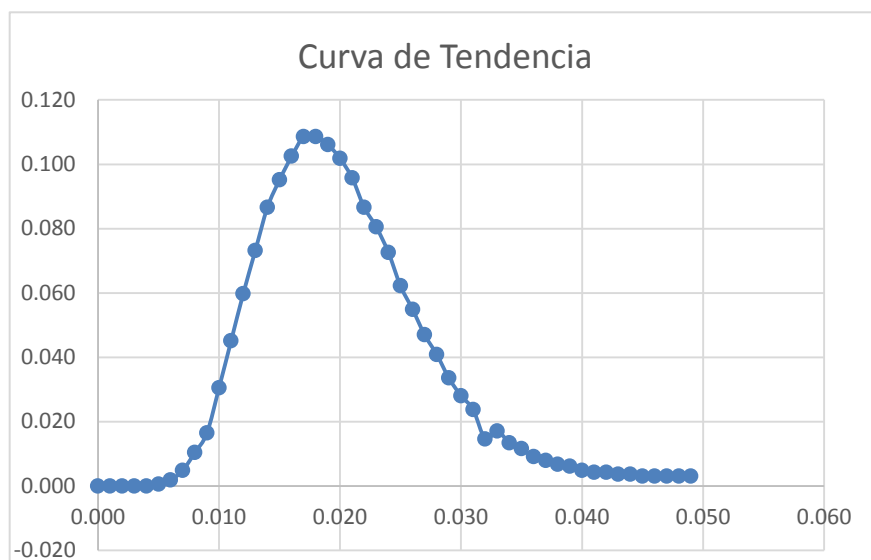
cuales no cuenta con su respectiva compuerta, ya que fueron desmontadas por deterioro (ver figura 4.).

Tabla 11.

*Criterios de evaluación a partir del análisis de la curva de variación de la concentración del trazador en el efluente del floculador (1).*

<b>criterio</b>	<b>consecuencia</b>	<b>valor hallado</b>
$t_i/t_o < 0.3$	cortocircuito	0.23
$t_p/t_o < 0.5$	predomina flujo mezclado	0.78
$t_m/t_o < 1$	cortocircuito	0.88

Fuente: autor



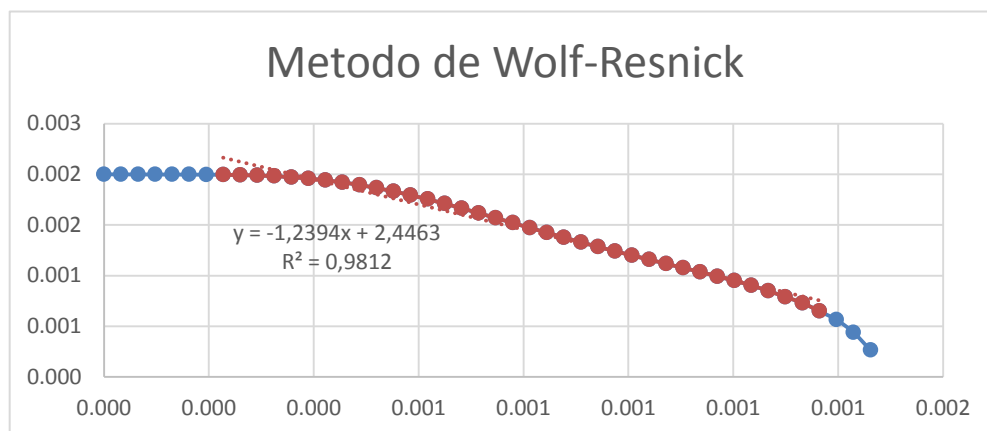
**Figura 8.** Compuertas de orificios de desagües de floculador.



Las compuertas de desagües de los floculadores eran de hierro y estaban ensambladas para que funcionaran en forma de vaivén al momento de realizar los desagües de las unidades, en las operaciones de lavados.

### **floculador (2).**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo de trazadores y de acuerdo a los análisis realizados con el método de Wolf Resnick se encontró que el floculador (2) existe una considerable presencia de zonas muertas, las cuales constituyen un 28 %. cuando se evaluó el modelo de flujo dentro del floculador, se encontró que el modelo de flujo está dividido prácticamente en partes iguales con un ligero predominio de modelo de flujo pistón con 50,7 % de prevalencia.



### . Aplicación del método de wolf y resnick al floculador hidráulico (2)

Cuando se analiza la curva de tendencia en el floculador (2), y cuando se evalúan los respectivos criterios de evaluación (ver tabla 3.) se encuentra que existe un paso directo del trazador entre la entrada y salida del floculador (presencia de cortocircuito). al igual que el



floculador (1) es probable que este comportamiento se deba a la comunicación que existe entre las camaras del floculador a traves de los orificios de desague ubicados en el fondo de los mismos, los cuales no cuenta con su respectiva compuerta, ya que tambien fueron desmontadas por deterioro.

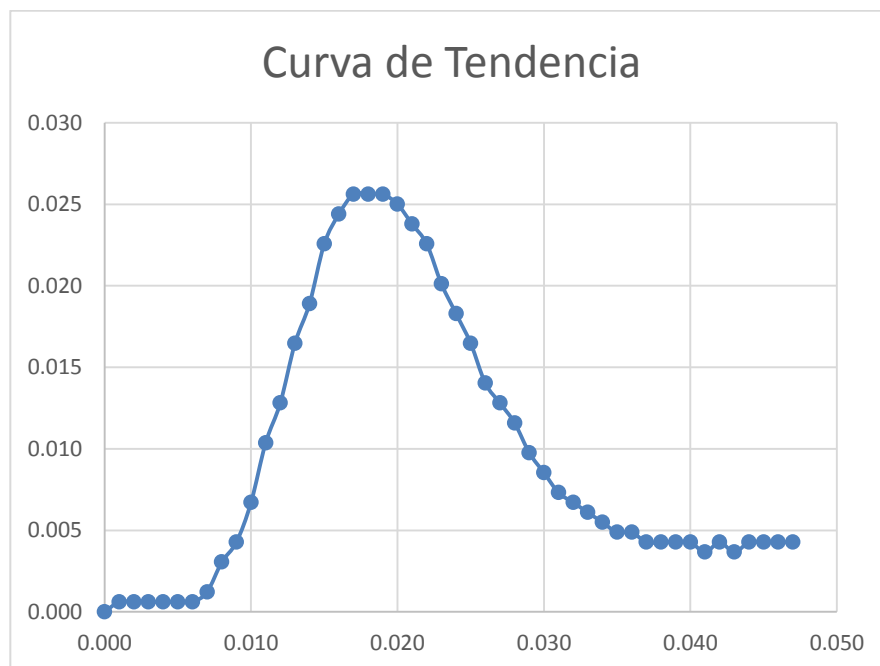
.criterios de evaluación a partir del análisis de la curva de variación de la concentración del trazador en el efluente del floculador (2).

Tabla 12.

*Análisis de la curva de variación de la concentración del trazador en el efluente del floculador(2)*

<b>criterio</b>	<b>consecuencia</b>	<b>valor hallado</b>
$t_i/t_o < 0.3$	cortocircuito	0.22
$t_p/t_o < 0.5$	predomina flujo mezclado	0.55
$t_m/t_o < 1$	cortocircuito	0.65

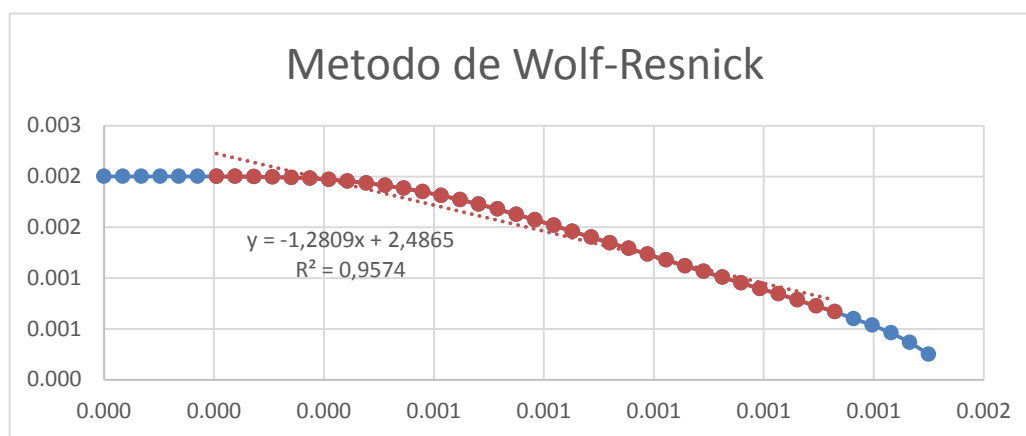
Fuente: autor



Variación de concentración del trazador en el floculador hidráulico (2)

### floculador (3)

De acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo de trazadores y de acuerdo a los analisis realizados con el metodo de wolf resnick se encontró que el floculador (3) existe una considerable presencia de zonas muertas, las cuales constituyen un 28%. cuando se evaluó el modelo de flujo dentro del floculador, se encontró que se presenta un ligero predominio de modelo de flujo piston con 52,8 % de prevalencia.



#### Aplicación del método de wolf y resnick al floculador hidráulico (3)

Cuando se analiza la curva de tendencia en el floculador (3), y cuando se evalúan los respectivos criterios de evaluación (ver tabla 4.) se encuentra que al igual que los floculadores de (1) y (2) también existe paso directo del trazador entre la entrada y salida de la unidad (presencias de cortocircuito). este comportamiento también se debe a la intercomunicación entre las cámaras por los orificios de desagües.

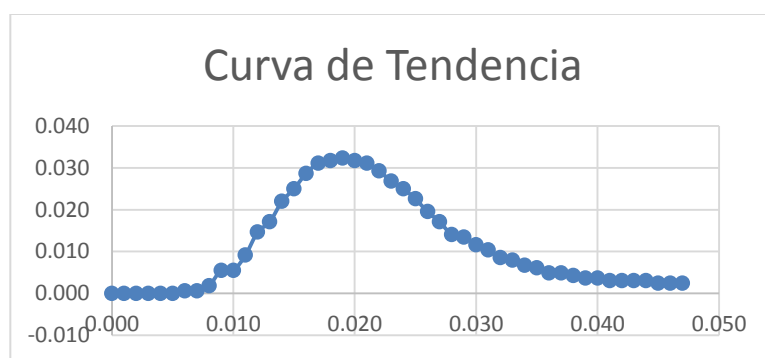
Criterios de evaluación a partir del análisis de la curva de variación de la concentración del trazador en el efluente del floculador (3).

Tabla 13.

*Análisis de la curva de variación de la concentración del trazador en el efluente del floculador (3).*

<b>criterio</b>	<b>consecuencia</b>	<b>valor hallado</b>
$t_i/t_o < 0.3$	cortocircuito	0.20
$t_p/t_o < 0.5$	predomina flujo mezclado	0.64
$t_m/t_o < 1$	cortocircuito	0.70

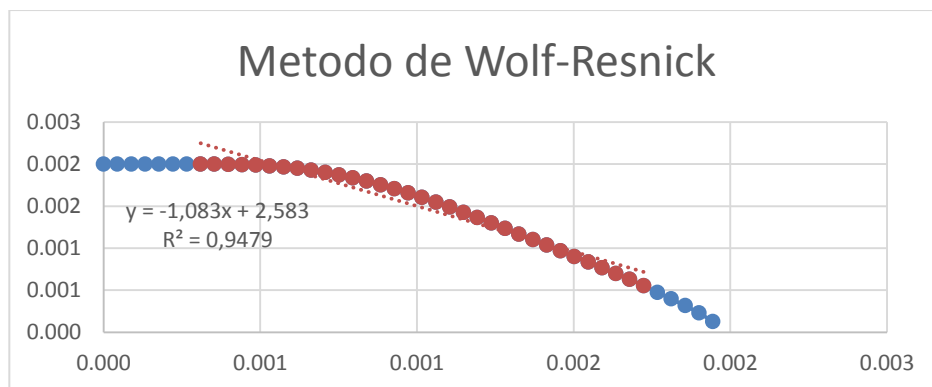
Fuente: autor



.Variación de concentración del trazador en el floculador hidráulico (3)

### **Floculador (4)**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo de trazadores y de acuerdo a los análisis realizados con el método de wolf resnick se encontró que en el floculador (4) existe poca presencia de zonas muertas, las cuales constituyen un 6 %. cuando se evaluó el modelo de flujo dentro del floculador, se evidencia notable predominio de modelo de flujo pistón con 57,3 % de prevalencia.



Aplicación del método de wolf y resnick al floculador hidráulico (4)

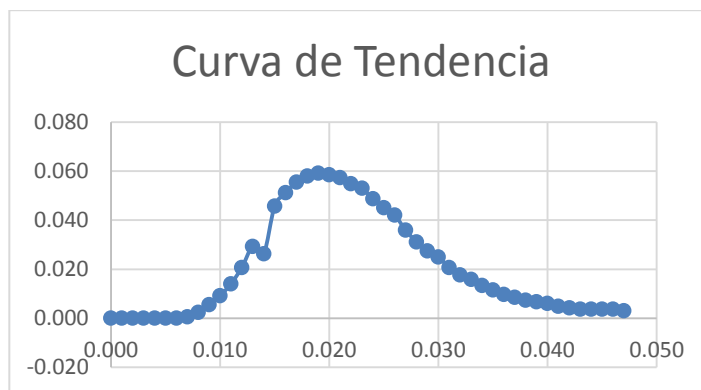
Cuando se analiza la curva de tendencia en el floculador (4), y cuando se evalúan los respectivos criterios de evaluación (ver tabla 5.) se encuentra que la presencia de cortocircuitos en este floculador es mínimo y por el contrario su modelo de flujo tiende a tener un comportamiento flujo piston.

Tabla 14.

*Criterios de evaluación a partir del análisis de la curva de variación de la concentración del trazador en el efluente del floculador (4).*

<b>criterio</b>	<b>Consecuencia</b>	<b>valor hallado</b>
$t_i/t_o < 0.3$	Cortocircuito	0.30
$t_p/t_o < 0.5$	predomina flujo mezclado	0.84
$t_m/t_o < 1$	Cortocircuito	0.93

Fuente: autor.



Variación de concentración del trazador en el floculador hidráulico (4)

### Conclusiones

De acuerdo a los gradientes calculados en los floculadores, se puede afirmar que los floculadores que mejor desempeño tienen son el floculador (1 y 4) ya que estos floculadores cumplen con el gradiente en dos de los tres tramos que tienen cada uno, cuyo valores están dentro del rango optimo (70 a 20 s<sup>-1</sup>). mientras que los floculadores (2 y 3), solo cumple con el gradiente en un solo tramo (anexo a.)

### Sedimentadores

Durante la inspección realizada a la planta, se encontró que existen 4 sedimentadores acelerados, tipo placa y panal (3 de placas y 1 de panal).

Las dimensiones de los sedimentadores de la planta se presentan en la siguiente tabla.

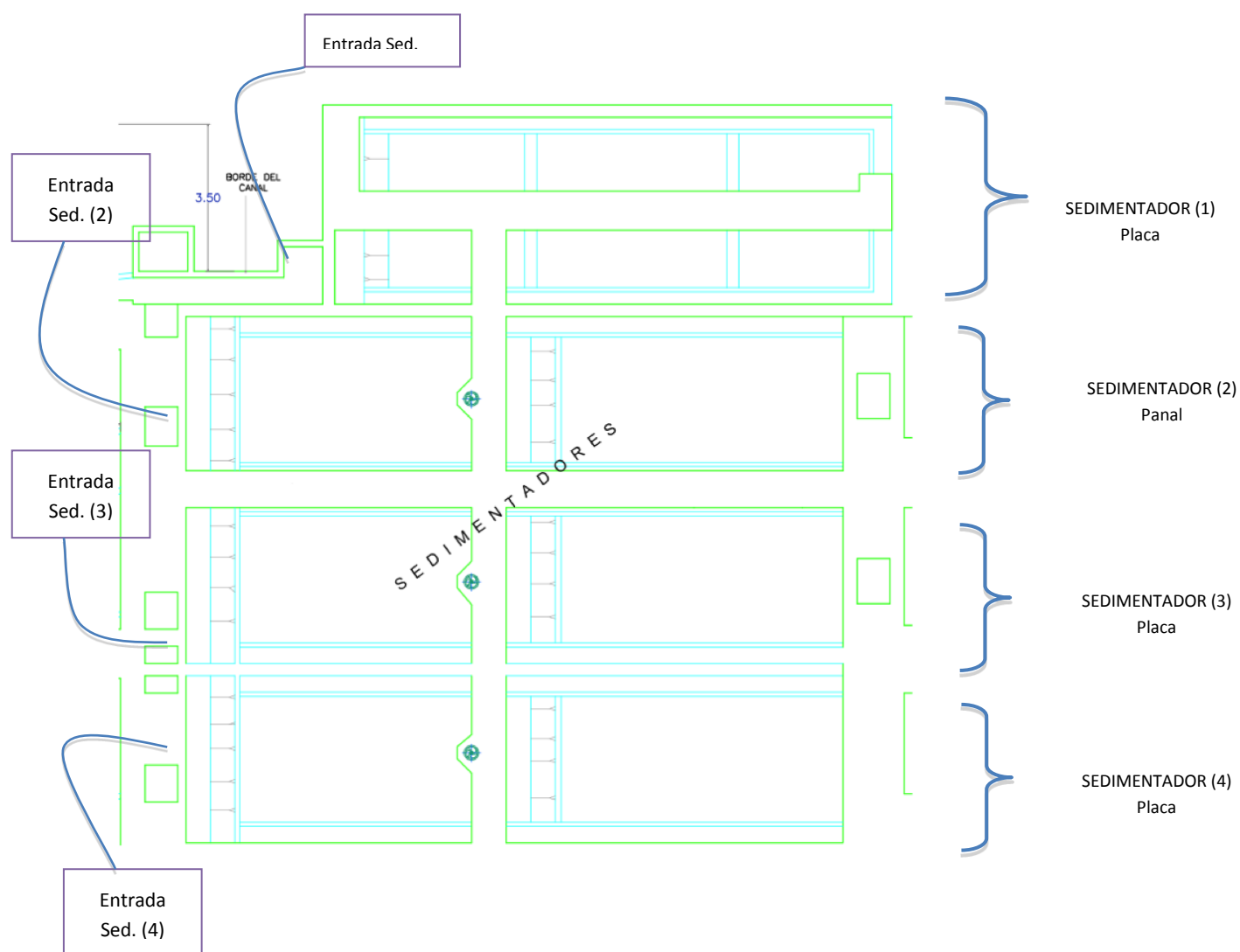
Tabla 15.

*Dimensiones sedimentadores*

CARACTERISTICAS				
SEDIMENTADORES	% caudal entrada	Area (m <sup>2</sup> )	Carga superficial(m/d)	CHEQUEO DE RANGO RECOMENDADO (ENTRE 120- 185 m/d)
Sedimentador (1)	30	56,6	99,3	FUERA DEL RANGO ÓPTIMO
Sedimentador (2)	21	60,5	65,0	FUERA DEL RANGO ÓPTIMO
Sedimentador (3)	22	61,1	67,5	FUERA DEL RANGO ÓPTIMO
Sedimentador (4)	28	60,7	88,1	FUERA DEL RANGO ÓPTIMO

Fuente: autor

En la siguiente figura se muestra identificado cada una de los sedimentadores que conforman la planta de tratamiento.

**Figura 9:** vista en planta de sedimentadores

Fuente: autor

La realización del ensayo de trazadores sobre las unidades de sedimentación de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Agustín Codazzi permitió identificar los

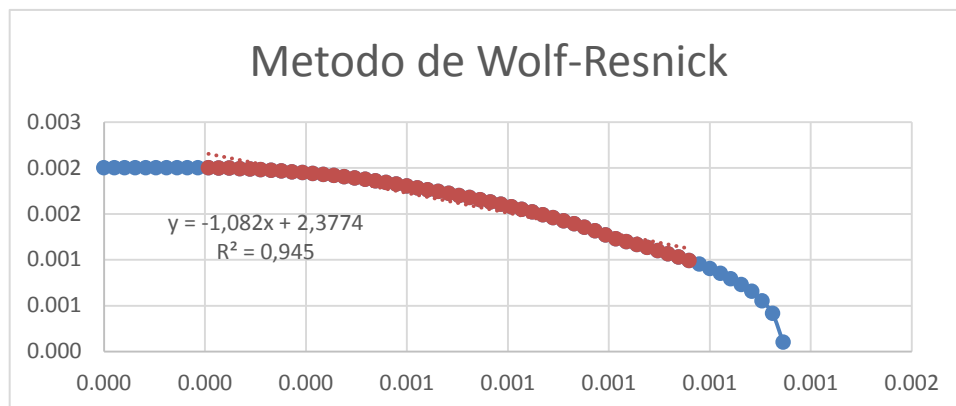
modelos de flujo que predominan en cada unidad de sedimentación y cuyos resultados se muestran a continuación:

### *sedimentador (1)*

La evaluación hidráulica de esta unidad de sedimentación se hizo a través de ensayo de trazadores, y se analizó mediante la aplicación del método de wolf y resnick.

De acuerdo a los resultados obtenidos con el método de wolf y resnick, el sedimentador (1) se caracteriza por presentar fenómenos que no deben existir en una unidad de sedimentación:

- Predominio de flujo mezclado (54%) sobre flujo de pistón (46%), cuando un sedimentador debe tener por lo menos 60% de flujo de pistón y 40% de flujo mezclado.



#### . Aplicación del método de wolf y resnick al sedimentador (1)

Al evaluar la curva de tendencia para este sedimentador se tiene lo siguiente:

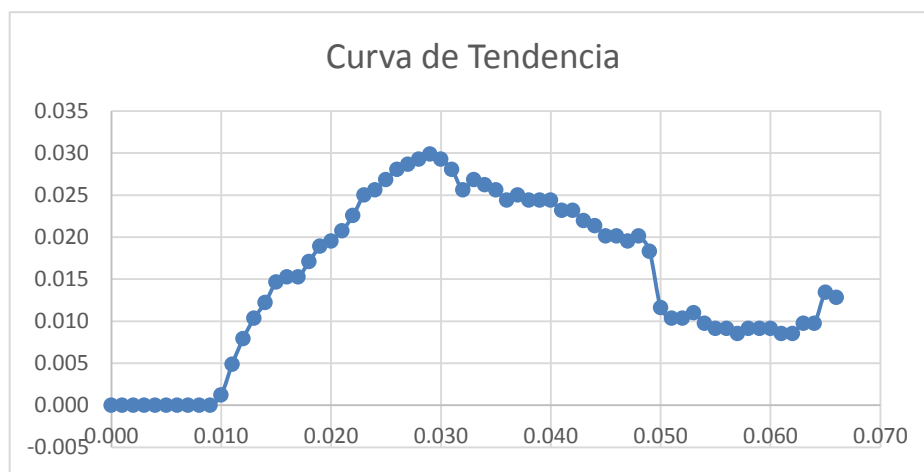
- presencia de cortocircuitos y predomina flujo mezclado (ver tabla 7).

Tabla 16.

*Criterios de evaluación a partir del análisis de la curva de variación de la concentración del trazador en el efluente del sedimentador (1).*

<b>criterio</b>	<b>consecuencia</b>	<b>valor hallado</b>
$t_i/t_o < 0.3$	cortocircuito	0.20
$t_p/t_o < 0.5$	predomina flujo mezclado	0.60
$t_m/t_o < 1$	cortocircuito	0.70

Fuente: autor



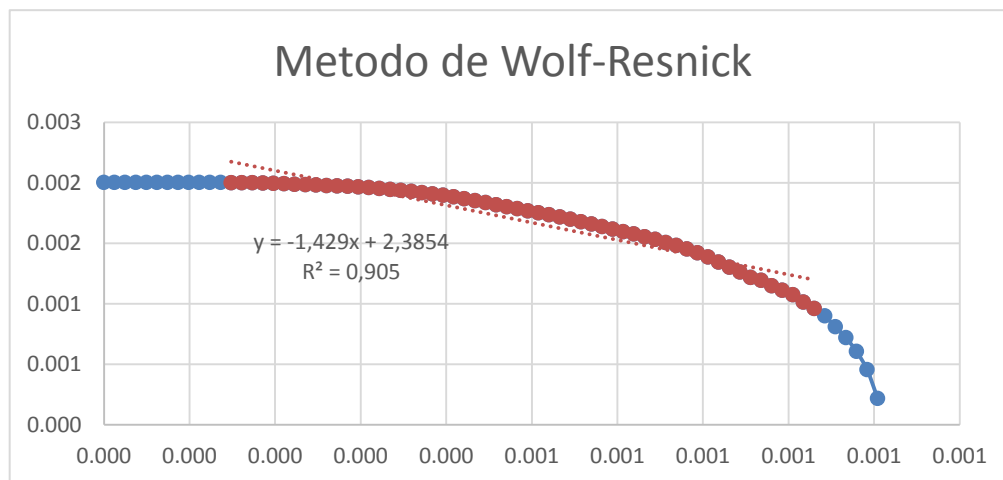
Variación de concentración del trazador en el sedimentador (1).

### **sedimentador (2)**

De acuerdo a los resultados obtenidos con el método de wolf y resnick, el sedimentador (2) se caracteriza por presentar fenómenos que no deben existir en una unidad de sedimentación:



- Predominio de flujo mezclado (53%) sobre flujo de pistón (47%), cuando un sedimentador debe tener por lo menos 60% de flujo de pistón y 40% de flujo mezclado.



. Aplicación del método de wolf y resnick al sedimentador (2)

Al evaluar la curva de tendencia para este sedimentador se tiene lo siguiente:

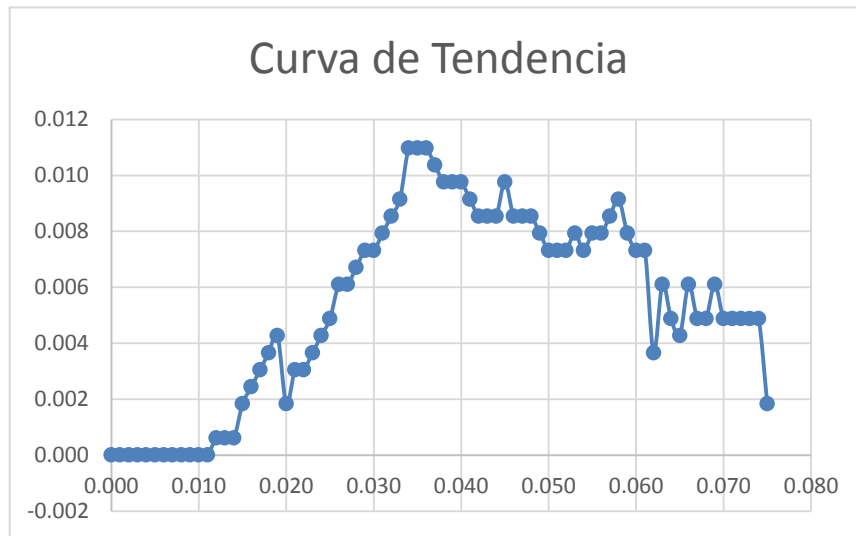
- al igual que el sedimentador (1 y 2) también hay presencia de cortocircuitos y predomina flujo mezclado (ver tabla 8).

Tabla 17.

*Criterios de evaluación a partir del análisis de la curva de variación de la concentración del trazador en el efluente del sedimentador (2).*

<b>criterio</b>	<b>consecuencia</b>	<b>valor hallado</b>
$t_i/t_o < 0.3$	cortocircuito	0.14
$t_p/t_o < 0.5$	predomina flujo mezclado	0.42
$t_m/t_o < 1$	cortocircuito	0.54

Fuente: autor

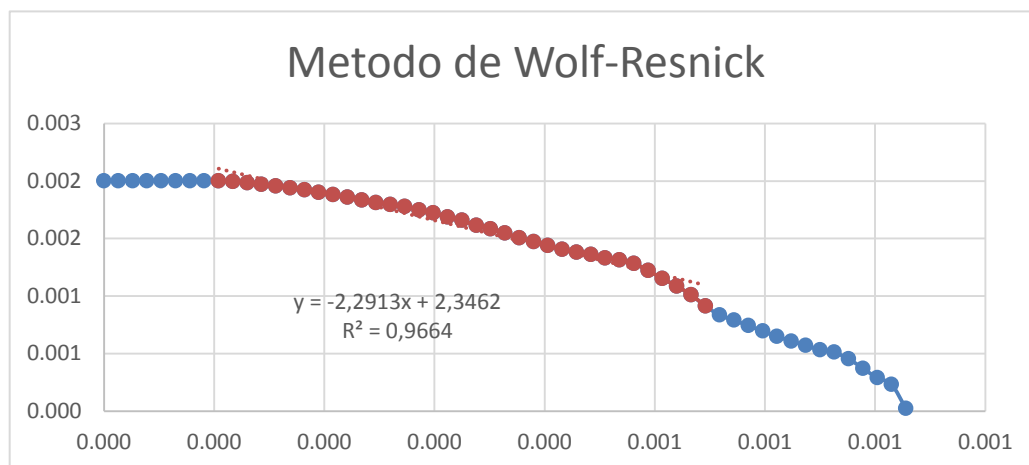


. Variación de concentración del trazador en el sedimentador (2).

### **sedimentador (3)**

Según los resultados obtenidos a través del método de wolf y resnick, el sedimentador (3) también se caracteriza por presentar fenómenos que no deben existir en una unidad de sedimentación:

- predominio de flujo mezclado (56%) sobre flujo de pistón (44%), cuando un sedimentador debe tener por lo menos 60% de flujo de pistón y 40% de flujo mezclado.



### Aplicación del método de wolf y resnick al sedimentador (3)

Quando se determinó la curva de tendencia para este sedimentador se tiene lo siguiente:

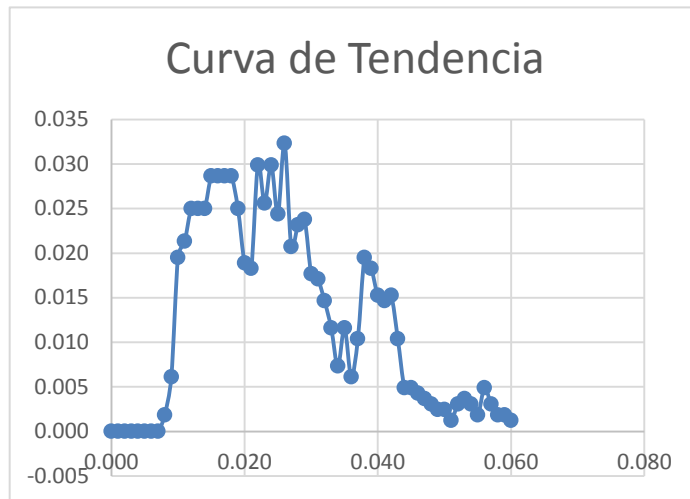
- El sedimentador (3) presenta cortocircuitos y predomina el flujo mezclado al igual que los sedimentadores (1 y 2). (ver tabla 9).

Tabla 18.

*Criterios de evaluación a partir del análisis de la curva de variación de la concentración del trazador en el efluente del sedimentador (3).*

<b>criterio</b>	<b>consecuencia</b>	<b>valor hallado</b>
$t_i/t_o < 0.3$	cortocircuito	0.10
$t_p/t_o < 0.5$	predomina flujo mezclado	0.30
$t_m/t_o < 1$	cortocircuito	0.33

Fuente: autor



Variación de concentración del trazador en el sedimentador (3).

#### **sedimentador (4)**

La evaluación del método de wolf y resnick, muestra que el sedimentador (4) también se caracteriza por presentar fenómenos que no deben existir en una unidad de sedimentación:

- Predominio de flujo mezclado (47%) sobre flujo de pistón (53%), cuando un sedimentador debe tener por lo menos 60% de flujo de pistón y 40% de flujo mezclado.

Al determinar la curva de tendencia para este sedimentador se tiene lo siguiente:

- El sedimentador (4) presenta cortocircuitos al igual que los sedimentadores (1, 2 y 3). (ver tabla 10).

Tabla 19.

*Criterios de evaluación a partir del análisis de la curva de variación de la concentración del trazador en el efluente del sedimentador (4).*

<b>criterio</b>	<b>consecuencia</b>	<b>valor hallado</b>
ti/to < 0.3	cortocircuito	0.23
tp/to < 0.5	predomina flujo mezclado	-
tm/to < 1	cortocircuito	0.60

Fuente: autor

### Conclusiones

- las unidades de sedimentación de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Agustín Codazzi presentan en general un modelo de flujo no apropiado para esta operación unitaria, ya que prevalece un modelo de flujo mezclado en vez de garantizar flujo piston.

- el flujo mezclado que prevalece en los sedimentadores y los cortocircuitos que en general se presenta, conllevan a resuspensión de floc y arrastre de lodo; lo cual afecta negativamente la calidad del agua sedimentada y provocan colmatación de los filtros.

- la presencia de cortocircuitos y la prevalencia de flujo mezclado en los sedimentadores, podría obedecer a las deficiencias de las estructuras de entrada y de alimentación de los sedimentadores, ya que no garantizan un flujo ascensional y uniforme a lo largo de toda la unidad (anexo b)

### **filtros**

La planta de tratamiento de agua potable del municipio de Agustín Codazzi cuenta con una batería de 8 filtros de tasa declinante y con lechos de filtración mixto (arena + antracita).

durante la inspección llevada a cabo en la planta se evidenció que el lecho filtrante no cuenta con la capa de antracita, lo cual indica que dicha capa se ha perdido durante las operaciones de retrolavado.

las unidades de filtración presentan actualmente una serie de fugas en canales de entrada y en vertederos de recolección que comprometen la eficiencia hidráulica de la batería, la calidad del agua filtrada y la estructura física de la misma (ver figura 18).

**Figura 10:** filtraciones en filtros



Con relación a la operación, se encontró que la batería de filtros está siendo lavada en un turno de 8 horas con intervalos de tiempo irregulares, lo cual compromete la tasa declinante de los mismos, ya que no está siendo instalada durante la operación. según lo manifestado por los operarios, el número de unidades de lavado se incrementó (de 2 filtros por turno, a 8 filtros/turno) debido al reemplazo de las viguetillas del falso fondo por boquillas recolectoras de acuerdo a lo que manifiestan los operarios. las boquillas fueron reemplazadas durante la optimización que se realizó en el año 2006. (ver figura 19).

**Figura 11:** boquillas recolectoras de agua filtrada

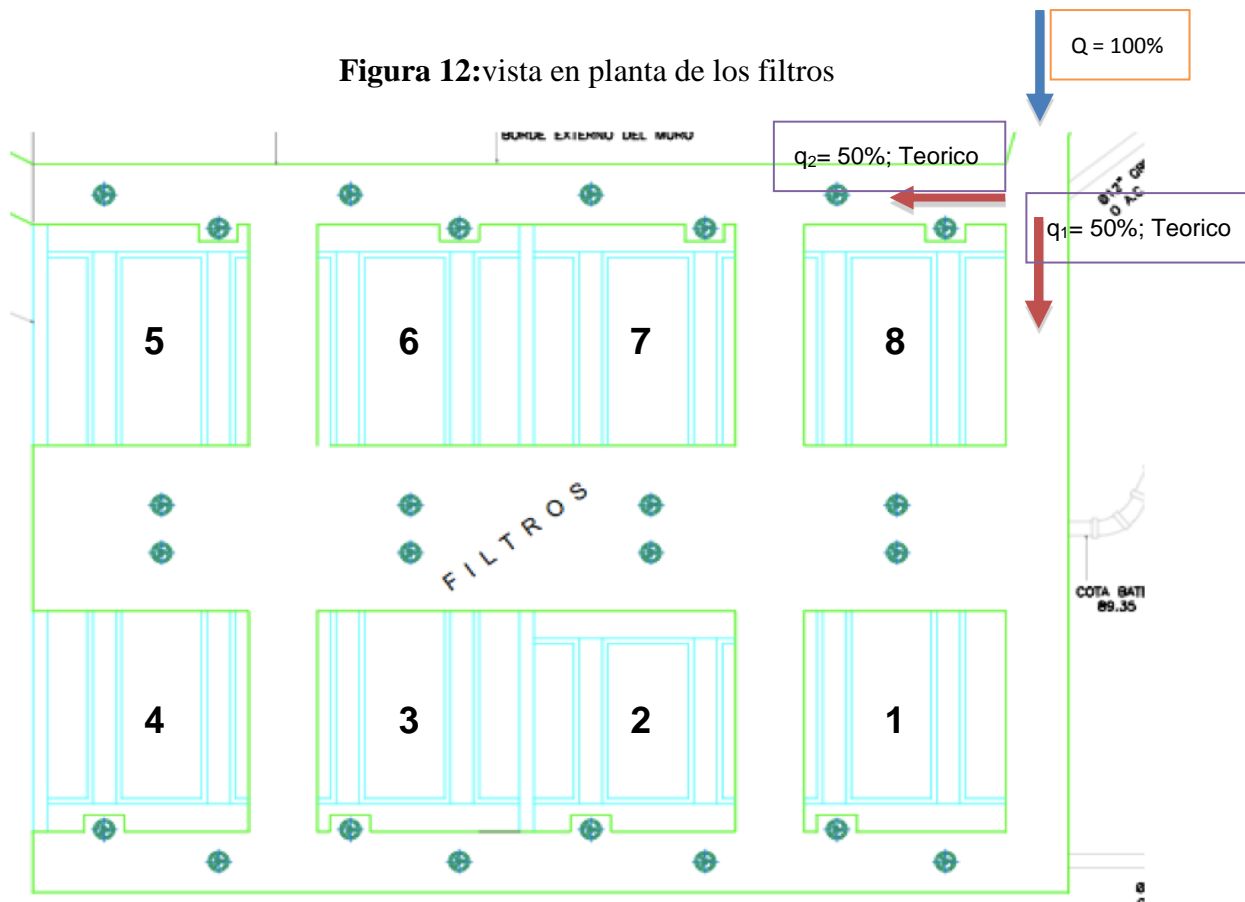
*Tabla 15.*  
*Dimensiones de filtros*

filtros	dimensiones		
	longit ud (m)	anc ho (m)	profundid ad (m)
filtros (1)	4	4	4
filtros (2)	4	4	4
filtros (3)	4	4	4
filtros (4)	4	4	4

Fuente: autor

En la evaluación hidráulica de los filtros se determinó el caudal de reparto en el canal que los alimenta, el cual está diseñado para derivar el caudal en dos partes iguales para que sea filtrado en dos baterías de 4 filtros cada una (ver figura 18)

**Figura 12:** vista en planta de los filtros



Una vez que se determinaron los caudales de reparto para ser filtrados por baterías de 4 filtros, se encontró lo siguiente (ver tabla 12):

.distribución porcentual de caudales en el los canales que alimentan los filtros.

Tabla 20.  
*Entrada filtros*

entrada filtros	%
canal 1 ( $q_1$ )	60.2
canal 2 ( $q_2$ )	39.8

Fuente: autor

Como se puede observar en la tabla 12, no hay una drisbucion igual de caudal en los canales que alimentan las baterías de filtros (2 baterías, cada una con 4 filtros de igual área).



Por lo anterior se puede deducir que la batería 1 opera con una tasa de filtración mayor que la batería 2.

- batería 1: está conformada por los filtros 1, 2, 3, y 4.
- batería 2: está conformada por los filtros 5, 6, 7, y 8.

### tasa de filtración

Las tasas de filtración se calcularon para baterías de 4 filtros y se determinó que los filtros que hacen parte de la batería (1) están por fuera del rango óptimo recomendado por la literatura (120 a 150 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d), estos resultados fueron obtenidos cuando la planta estaba operando al máximo caudal de operación (260 l/s).

Tabla 21.

*Tasas de filtración por baterías de filtros para caudal de 260 l/s (4filtros/batería).*

BATERÍA DE FILTROS	CAUDAL	ÁREA FILTRACIÓN	VELOCIDAD PROMEDIO DE FILTRACIÓN	CHEQUEO DE RANGO ÓPTIMO
	m <sup>3</sup> /d	m <sup>2</sup>	m/d	m/d
BATERÍA 2	8953,8	64	139,9	DENTRO DEL RANGO ÓPTIMO
BATERÍA 1	13542,1	64	211,6	FUERA DEL RANGO ÓPTIMO
VELOCIDAD DE FILTRACIÓN RESPECTO AL ÁREA TOTAL FILTRANTE	22495,8	128	175,7	FUERA DEL RANGO ÓPTIMO

Fuente: autor

Cuando se determinó las tasas de filtración para el caudal que habitualmente trata la planta (220 l/s), se observó que las baterías de filtración trabajan por fuera del rango óptimo, tal como se muestra en la tabla 14.

Tabla 22.

Tasas de filtración por baterías de filtros para caudal de 220 l/s (4filtros/batería).

BATERÍA DE FILTROS	CAUDAL	ÁREA FILTRACIÓN	VELOCIDAD PROMEDIO DE FILTRACIÓN	CHEQUEO DE RANGO ÓPTIMO
	m3/d	m2	m/d	m/d
BATERÍA 2	7573,4	64	118,3	FUERA DEL RANGO ÓPTIMO
BATERÍA 1	11454,2	64	179,0	FUERA DEL RANGO ÓPTIMO
VELOCIDAD DE FILTRACIÓN RESPECTO AL ÁREA TOTAL FILTRANTE	19027,6	128	148,7	DENTRO DEL RANGO ÓPTIMO

Fuente: autor

### *expansión de lecho filtrante*

La expansión del lecho se determinó durante las operaciones de retrolavado, en donde se calculó lo siguiente:

Tabla 23.

Expansión del lecho filtrante

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
% EXPANSIÓN = (DIFERENCIA DE ALTURA/ESPEJOR DEL LECHO)* 100		
NIVEL DE LECHO EXPANDIDO	1,77	m
NIVEL DE LECHO ESTÁTICO	1,20	m
ESPEJOR DEL LECHO	0,75	m
% EXPANSIÓN	76,00	%
<b>CHEQUEO DE RANGO ÓPTIMO</b>	FUERA DEL RANGO ÓPTIMO	

fuentes: autor

Como se puede observar en la tabla 15, la expansión del lecho filtrante está por fuera del rango óptimo (25 a 30 %), lo cual indica que el caudal de retrolavado debe ser regulado para controlar dicha expansión. Así mismo se puede concluir que la limpieza de la arena no es eficiente, debido que a mayor distanciamiento de los granos de arenas se disminuye el fraccionamiento entre sí.

## **Conclusiones**

- cada filtro de la planta se encuentra operando con tasas de filtración diferentes a pesar de que fue diseñado con criterios que garantizaran igual condiciones de operación.
  
- la principal falla de operación de los filtros está relacionada con lo siguiente:
  - a) no se está instalando la tasa declinante por parte de la operación, debido al lavado irregular que se hace sobre estas unidades.
  - b) no se puede determinar carrera de filtración debido a que no hay criterios técnicos para llevar a cabo el lavado de los filtros (medición de turbiedad).
  - c) el lecho filtrante no está conformado con las especificaciones que se establecieron en el diseño.

## **cloracion**

durante la evaluación de esta operación unitaria, se pudo observar que no existe una estructura hidráulica que garantice el tiempo mínimo de contacto entre el cloro y el agua (cámara de contacto). por otra parte, la caseta donde se controla la dosificación no reúne las características mínimas requeridas, las cuales tiene que ver estrictamente con la ventilación, y por lo tanto se requiere mejorar las condiciones de ventilación de este lugar.

cuando se observó esta unidad, se encontró que no se cuenta con una unidad de dosificación que permita aplicar con precisión la dosis optima de cloro; actualmente están aplicando el cloro en estado gaseoso.

El presente estudio consideró evaluar el tiempo viaje del agua desde el momento que se aplica cloro hasta el tanque de compensación (tanque 2). el cloro está siendo aplicado en el vertedero de salida del agua filtrada, cuya estructura no posee tapa y por lo tanto está cubierta con restos de láminas de eternit y metálicas, que no brindas las condiciones mínimas de seguridad

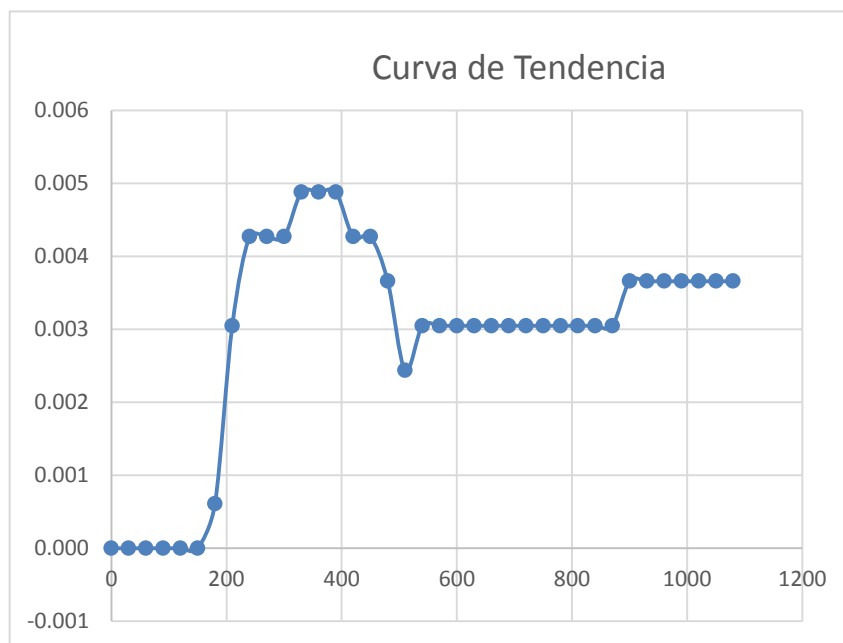
**Figura 13.** Cloración



Fuente: autor

En la evaluación hidráulica realizada sobre la operación de cloración mediante el método de curva de tendencia, permitió concluir lo siguiente:

- el tiempo de arribo del trazador al tanque (2) es de aproximadamente 3 min.
- el tiempo medio, correspondiente al paso del 50% de la cantidad total de trazador.
- finalmente no se está garantizando el tiempo mínimo requerido (20 – 30 min) para llevar a cabo la desinfección total



### Observaciones generales

Actualmente no se cuenta con un ph-metro y turbidimetro para monitorear parámetros de operación (ph y turbiedad); por lo tanto las dosificaciones se aplican bajo una apreciación visual de la fuente por parte del operador; así mismo se lleva a cabo toda la operación de la planta.

Por otra parte no se aplica cloro de manera permanente, ya que el dosificador de cloro se encuentra bastante deteriorado.

En cuanto a la estructura de medición de caudal (canaleta parshall), la consultoría se permite concluir que dicha estructura debe ser reemplazada por una estructura prefabricada de tal forma que se garanticen las medidas milimétricas que requiere la misma para que se puedan cumplir con las dimensiones específicas. de igual manera la reglilla que dispone la

planta de tratamiento para la medición de caudal no está calibrada, y por lo tanto se requiere su respectiva calibración ya que las dosificaciones en los tratamientos posteriores se están haciendo con base en un caudal que realmente no corresponde.

Tabla 24  
*Inventario de equipos*

<b>inventario de equipos</b>		
<b>equipos existentes</b>	<b>unidades</b>	<b>estado</b>
equipos de prueba de jarra	1	bien
balazas	1	bien
equipos de cloro	1	bien
microscopio	1	bien
cuenta colonia	1	bien
horno de secado	1	bien
cámara de flujo laminar	1	bien
incubadora	1	bien
autoclave	1	bien
turbidímetro	1	dañado
ph metro	1	dañado
espectrofotómetro	1	dañado
termómetro	1	dañado
<b>requerimiento</b>		
equipo de filtración	1	
mufla	1	
conductímetro	1	
multiparametro	1	

Fuente: autor

## **Recomendaciones**

- reparar o adquirir turbidímetro y pHmetro
- calibrar la canaleta parshall
- para evitar cortos circuitos en los floculadores, instalar las válvulas clapetas en ellos.
- evaluar los vertederos de salida de los floculadores, su estado actual están favoreciendo las zonas muertas y cortos circuitos.
- la estructura de entrada de los sedimentadores no favorece la distribución uniforme del flujo a lo largo del sedimentador. es prioritario su reestructuración.
- establecer la tasa declinante en los filtros, mejorará la producción de agua.

### **4. Valoración general del programa de uso eficiente y ahorro del agua**

En el entendido de que es imposible planear un sistema de ahorro y uso eficiente del agua sin tener los mecanismos de control útiles para elaborar balances de agua y por consiguiente, ejercer control sobre las pérdidas o usos ineficientes del agua, lo primero que debemos tener en cuenta son las mediciones a las entradas y salidas del sistema. el objetivo de estas mediciones es el de obtener en una forma más o menos acertada el comportamiento del sistema de tratamiento en general, nos da un acercamiento a la cuantificación de las pérdidas técnicas del sistema lo mismo que nos arroja la cantidad de agua que nos llega de la captación

y nos permite saber cuánta agua enviamos al sistema de distribución, con estas mediciones estamos monitoreando en forma permanente el comportamiento tanto de la fuente como del sistema entre la captación y la planta, con lo cual detectamos bajas de caudal, fugas, etc. las mediciones hechas se llevan en un libro formateado para tal fin. en el formato se registran: la fecha, el caudal, el tiempo de prestación del servicio, el agua producida, el agua que se gasta en la planta, la producción neta, la firma del operador en el turno y las observaciones necesarias durante el turno. estos datos se cuantifican mes a mes y se hace un balance con las cantidades arrojadas en las lecturas de los macro medidores, obteniendo así las perdidas en el sistema de tratamiento.

Las empresas de servicios públicos deben cuantificar la cantidad de agua producida, agua facturada y agua no contabilizada.

Estos registros de medición, unido al control de perdidas físicas y comerciales, disminución del índice de agua no contabilizada y corrección de fugas, permiten obtener un buen balance de agua para la empresa, diaria, quincenal, mensual y anual; importantes para las estadísticas de las áreas comercial, operativa y financiera; y facilitan también la implementación de un programa de uso racional del agua.

#### **4.1 Procedimiento para estimar flujos**

Uno de los aspectos más importantes son la relación empresa-usuario, lo cual permite que la comunidad participe en el manejo de los servicios públicos, tomando conciencia de la importancia del agua potable para nuestra vida y lo que la empresa realiza (procesos, inversiones) para llevar el agua a la población. por lo anterior se debe conocer el uso que los usuarios le dan al agua en sus residencias lo cual permite que la empresa adopte algunas



estrategias de la “cultura de uso y ahorro del agua”, que vayan encaminadas al control de pérdidas por altos consumos comerciales producto de mal uso y de conexiones clandestinas.

Los siguientes son los procedimientos utilizados para la estimación de flujos:

**antes de la planta de tratamiento:** se realiza utilizando la canaleta parshall, previamente tabulado, obteniendo datos en litros/ segundos. el medidor de caudal instalado tiene las siguientes especificaciones:

Reglilla enumerada con escala de caudal l/s con una boya flotante sobre el nivel del agua, la cual tiene una varilla que se desplaza sobre un riel, funciona a nivel del agua y para medir el caudal involucra la longitud del ancho del canal parshall. las mediciones se anotan en un formato.

**medidores (volumétricos u otros).**

La medición de caudal de entrada se hace en un vertedero con perfil creager mediante una reglilla numerada con escala de caudal lts/seg con bolla flotante sobre el nivel del agua, la cual tiene una varilla que se desplaza sobre un nivel riel, funciona a nivel del agua y para medir el caudal involucra la longitud del ancho del canal y el alto de la lámina de agua que llega, mediante la fórmula:

$$q: 2.225 * h^{3/4} * l$$

Donde

q= caudal; h= altura de la lámina de agua; l= ancho del canal = 0,40 mts; 2.225 = constante.

**4.2 Micromedición.** en lo correspondiente a la red de distribución, la medición del flujo se hace a cada suscriptor con la instalación de micromedidores para agua potable fría tipo coltavira que cumplen con la norma icontec ntc. 1063-1, utilizando diámetros de 1/2” y 3/4” dependiendo de la categoría y uso del servicio. se ubica a las afueras del inmueble en un lugar

de fácil acceso para hacer la lectura mensual de este. estos micromedidores van cubiertos en cajillas de concreto y tapa de hierro fundido.

### **4.3 Inspección para detectar fugas**

En nuestra empresa estamos haciendo grandes esfuerzos para minimizar las pérdidas que se pueden presentar en cada uno de los componentes del sistema, para lo cual hemos implementado todo un programa de seguimiento a los diferentes puntos tratados como críticos en este aspecto, hemos dividido este seguimiento en dos fases, para un mejor control.

una primera fase es la identificación de la naturaleza de los diferentes usos y pérdidas del sistema. una segunda etapa abarca su cuantificación y registro. con la anterior información se realiza y evalúa el balance de agua para conocer su magnitud y priorizar las soluciones. a todo lo largo del sistema, desde la captación hasta la salida de la laguna de oxidación.

- **aducción (conduccion bocatoma-desarenador):** Los caudales no utilizados son regresados en su totalidad al rio por medio de tuberías, siendo despreciables las pérdidas por infiltraciones.
- **desarenador/presedimentador:** Los caudales no utilizados son reregados en su totalidad al rio por medio de tuberías, siendo despreciables las pérdidas por infiltraciones.
- **conduccion presedimentador-planta de tratamiento:** Se presentan mínimas perdidas en este tramo debido a que la tubería existente es en pvc y las probables pérdidas son vertidas al rio.
- **planta de tratamiento:** Cudales no utilizados y productos del lavado de filtros y de la planta en general son generadores de pérdidas que deben ser

minimizadas aunque las aguas de estas prácticas van directas al río mediante tuberías instaladas para tal fin.

- **conduccion planta de tratamiento-sistema de distribucion:** No se detectan pérdidas en este tramo de tubería. otros puntos de pérdidas son las ventosas y sitios de purga además de las posibles conexiones fraudulentas que se puedan presentar en un sistema.

- **sistema de distribucion:** Perdidas en puntos de purgas, deterioro en tuberías de ac del sistema antiguo que aún no se han reemplazado, pero que se espera reemplazar con el nuevo plan.

Dentro del subprograma de desarrollo operacional, en el sistema operacional; se planea ejecutar en el 2016 un programa de control de fugas, conservación y mantenimiento de las redes de distribución y conexiones domiciliarias. este programa estará soportado con:

- ✓ toma de lectura de medidores en los nuevos medidores a instalar.
- ✓ se realiza la fase crítica de consumo (lectura actual-lectura anterior).
- ✓ si el consumo es alto se procede a revisar el sistema de redes internas del inmueble.
- ✓ se cierran las llaves y griferías, para verificar si el medidor sigue funcionando o si sus agujas se detienen.
- ✓ si la fuga es visible, se procede a determinar la magnitud de esta y de inmediato se hace la corrección que dé lugar a solucionar el problema.

Además, la empresa inspecciona diariamente a través de sus trabajadores del área operativa (plomeros, operadores y fontanero de bocatoma), el funcionamiento general del sistema del acueducto para evitar las perdidas físicas. en muchas ocasiones son los mismos

usuarios los que se acercan a las instalaciones de la empresa para poner en conocimiento la existencia de fugas visibles en la red.

Cuando se presentan fugas visibles el plomero de la empresa es la persona encargada de subsanar el problema, ya sea en la captación o en la distribución.

La toma de lecturas de los medidores es otra forma de detectar fugas. en la actualidad no contamos con equipos especializados para la detección de fugas no visibles, por lo que esperamos contar con el próximo año con la colaboración de la gobernación del departamento del César que cuenta con un equipo electrónico detector de fugas (geófono), el cual calcula velocidades y a través de un audífono se amplifican los sonidos. este equipo aún no ha sido utilizado por no existir el personal capacitado para su operación, sin embargo la gobernación se ha comprometido en capacitar el personal para colocarlos a disposición de los municipios del departamento. la empresa emcodazzi esp, se compromete a solicitar el equipo en cuanto haya la facilidad de acceso a este.

#### **4.4 Balances de agua.**

Las empresas de servicios públicos deben cuantificar la cantidad de agua producida, agua facturada y agua no contabilizada, esta estadística se obtiene con la lectura de los macromedidores, micromedidores y el comportamiento del caudal que llega a la planta de tratamiento de acueducto a la medición que establece el medidor de caudal.

La anterior auditoria nos permite efectuar el balance de agua de la empresa diario, quincenal, mensual y anual, obteniendo informaciones importantes para la estadística de las áreas operativas, comerciales y financieras.

El proceso de macromedición, micromedición, control de perdidas físicas y comerciales, disminución del índice de agua no contabilizada, corrección de fugas, permite

obtener un excelente balance de agua para la empresa, implementando lógicamente un programa de uso racional del agua.

#### **4.4.1 Programa de lectura de medidores.**

La empresa implementara a mediano plazo, junto con la adquisición de macromedidores para la planta; un programa para la toma de las lecturas de los diferentes sistemas así: la lectura de los medidores volumétricos (en planta), y los macromedidores serán leídos diariamente. los micromedidores (usuarios) serán leídos los primeros 5 días de cada mes, con el objeto de generar una factura y cuantificar la cantidad de agua suministrada a la población.

La meta de la empresa es no dejar usuario sin medición en su consumo, para lo cual, el compromiso de la empresa es continuar con el programa de usuarios clandestinos, en fincas y en general, en el cubrimiento de todo el programa en forma continuada en la medida en que se detectan conexiones ilegales o ingresen nuevos usuarios al sistema.

#### **4.4.2 Balance de agua global**

Con la ayuda de los macromedidores que se instalaran a futuro en el sistema de acueducto del municipio, se obtendrán el volumen de pérdida total en la captación y el volumen de perdida en el tratamiento, calculando la diferencia entre volumen captado y el volumen entregado efectivamente a la población y el volumen producido en planta y el volumen entregado efectivamente a la población.

Tabla 25.  
Balance de agua global

ítem	(l/s)	q (m <sup>3</sup> /mes)	fecha inicial de lectura
agua captada			
agua entrante a planta			
agua producida			
agua puesta en red			

Fuente: autor

A continuación se muestran las fórmulas que se utilizaran para el cálculo de estos volúmenes:

- ✓ volumen captado-volumen entregado= volumen perdida en captación y tratamiento.
- ✓ volumen producido-volumen entregado= volumen perdida en tratamiento.
- ✓ volumen entregado-volumen facturado= volumen perdida comercial.

Este balance puede obtenerse en forma porcentual, como en el siguiente ejemplo:

$$\text{volumen captado-volumen facturado) x 100= porcentaje de pérdidas (\%)}$$

Cuando logremos una cobertura en micro medición superior al 90%, empezaremos a evaluar el volumen de pérdida comercial de agua, que resulta de la diferencia entre el volumen entregado a la población (obtenido en el medidor principal ubicado a la salida de la planta), y el volumen facturado, obtenido de la micro medición mensual.

#### 4.4.3 Balance de agua del medidor principal

uno de los objetivos principales de la empresa es poder contar con una sectorización de la red de distribución que funcione en un 90% por lo cual hemos puesto especial empeño en el

logro de este objetivo y con la ayuda de la gobernación hoy en día se realizan los estudios que arrojaran luces sobre el verdadero estado y funcionamiento de nuestro sistema de distribución.

En el caso de nuestro municipio solo se realizara balance de agua global, ya que podemos contar con sectorización de la red por zonas y subzonas que permite hacer un balance de agua de medidor principal; la empresa pretende en el mediano plazo optimizar aún más la sectorización de redes, con el fin de efectuar un balance de agua completo, identificando zonas de mayor demanda de agua y discrepancias importantes entre el volumen principal del agua suministrada a la zona y la suma de volúmenes de agua provistas a cada subzona.

El balance de agua nos da luces sobre el origen de las perdidas, su incidencia, su clasificación y contribuye a la formulación de un plan integral para su control inmerso en los postulados del desarrollo operacional del sector.

Identificamos unas pérdidas que solo tienen incidencia a nivel de distribución de retornos a la cuenca, corresponden a estas los caudales no utilizados de la planta, un segundo grupo de pérdidas que corresponde al sector de mantenimiento de la planta, perdidas en el sistema de distribución que en su gran mayoría corresponden a conexiones fraudulentas en fincas y conducciones por desagües para purga de tuberías. hasta aquí, son perdidas de control operacional y mantenimiento.

Existe un grupo de pérdidas que las podremos considerar como sistémicas, son las pérdidas que comúnmente las consideramos de origen cultural. a este grupo de pérdidas se dirigen las campañas educativas y de concientización para un uso eficiente del agua a nivel de hogares, instituciones y demás sectores de consumo.

#### **4.5 Medidas del agua**

La empresa de servicios públicos emcodazzi tendrá como objetivo visionar y como meta la recuperación y conservación del recurso hídrico y el abastecimiento de la demanda de agua potable para consumo humano, con el objeto de que el agua y el medio ambiente sano sean un derecho efectivo de la comunidad y una obligación compartida entre las autoridades y la sociedad.

Teniendo como filosofía empresarial la valoración y el fomento de actitudes positivas que propicien el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad mediante el aprendizaje de la conservación del medio ambiente, la toma de conciencia sobre los múltiples problemas que genera el descuido de los recursos naturales y la participación de la colectividad en la gestión de servicios públicos.

Para el logro de estos objetivos la empresa de servicios públicos desarrollara jornadas pedagógicas y campañas educativas tendientes a fortalecer el programa de uso y ahorro eficiente del agua, dinamizando iniciativas comunitarias orientadas a la práctica adecuada de hábitos y comportamientos del uso eficiente del agua.

Emcodazzi esp, como la entidad encargada del manejo del servicio de acueducto en el municipio, en concordancia con entidades como la alcaldía municipal y la comunidad en general, hemos venido buscando la solución al problema del agua. en lo concerniente a nuestra empresa, hemos implementado el programa de desarrollo institucional, como un compromiso de la gerencia de emcodazzi esp, que busca una integralidad en la detección de los problemas que más afectan a la empresa, selección de puntos vitales, planeación de la solución y su ejecución.



Para ellos, el programa contempla dos subprogramas con sus respectivos componentes, así: un primer subprograma corresponde al desarrollo operacional donde se consideran el sistema operacional con los siguientes componentes a desarrollar:

- ✓ investigación de la red (pitometria).
- ✓ catastro técnico de instalaciones, redes y accesorios.
- ✓ planeación y control operacional.
- ✓ control de fugas, conservación y mantenimiento de las redes de distribución y conexiones domiciliarias.
- ✓ mantenimiento de unidades operacionales.
- ✓ revisión de criterios de diseño y construcción.
- ✓ control de calidad de agua.

dentro del mismo primer subprograma se consideran los componentes del sistema comercial:

- ✓ comercialización.
- ✓ estructura tarifaria.

En el segundo subprograma se consideran los sistemas de: planeación, financiero y el administrativo.

De tal forma que las medidas de ahorro de agua serán decisiones apoyadas o complementadas dentro del esquema general de desarrollo institucional.

#### **4.6 Optimización del sistema**

Todo proceso de optimización parte con la dotación de un sistema eficiente, que en forma sistemática y permanente nos permita evaluar y controlar las condiciones operacionales para tomar las decisiones que contribuyan para una mejor operación del sistema implementado, así: todas las decisiones que se tomen para el ahorro del agua serán

permanentemente evaluadas y mejoradas hasta lograr las metas trazadas. estamos en la etapa de culminación de los instrumentos de medida de la cantidad de agua cruda, tratada y puesta en el domicilio de cada usuario. la siguiente fase es la toma de registros, su análisis y procesamientos mediante un sistema integrado de información. para lograr lo anteriormente expuesto, realizamos actividades como: una permanente y oportuna calibración de los equipos que miden el agua.

La realización de mantenimientos preventivos de todos los sistemas involucrados en el proceso de captación y distribución del agua. lo mismo que buscamos mantener en las mejores condiciones de funcionamiento y optimización, todos los sistemas y procesos vinculados con la prestación del servicio.

#### **4.7 Dispositivos ahorradores de agua**

El agua que los usuarios están desperdiciando por la cultura del despilfarro y que, estamos seguros, con una eficiente medición tendremos usuarios que poco a poco estarán dispuestos a minimizar el desperdicio, pero como se dijo, es sistemático y como tal requieren un tratamiento general, permanente y continuo. la instalación de micromedidores para lograr una cobertura del 90% en la población.

Concientizar a la comunidad a través de todos los medios disponibles en el municipio, la importancia del ahorro del agua. como una primera medida, la gerencia de la empresa oficiara a la oficina d planeación municipal, para que en lo sucesivo las construcciones que se ejecuten en el municipio deberán incluir en su diseño aparatos ahorradores de agua.

De frente a la dificultad para incluir estos aparatos en viviendas existentes, hemos optado por brindar a la comunidad capacitaciones en uso eficiente y ahorro de agua. En el desarrollo de las capacitaciones utilizamos la práctica del ladrillo, la cual consiste en

introducir un ladrillo en el tanque del inodoro, volumen de agua que nos ahorramos en cada descarga del aparato.

#### **4.8. Mejora rehabilitación (adaptación de sistemas)**

Por parte de la empresa, el compromiso ha sido gestionar ante el municipio y el plan departamental de aguas para que las redes y equipos con problemas (fugas, taponamientos) sean reemplazadas. Este aspecto se ha realizado con el reemplazo del tramo en la conducción de ac por pvc que transporta el agua de la planta a la población.

#### **4.9. Reemplazo de equipos**

Además de las líneas mencionadas, se están reemplazando equipos de medida y dosificación para un mejor control operacional.

#### **4.10 Sistemas de re-uso o reciclaje**

Emcodazzi esp desarrollara en el corto plazo un esquema que permita reciclar el agua consumida. los sistemas de reuso o reciclaje son aquellos que emplean agua que ya fue antes usada en la operación o proceso.

dentro de este esquema se realizaran algunas campañas educativas que permitan concientizar a la comunidad basadas en las siguientes actividades y trabajos que permitirán a los usuarios volver a utilizar el agua que consume.

- ✓ el agua donde se cocinan los vegetales puede reutilizarse para preparar alimentos.
- ✓ las aguas de enjuague de ropa que no contienen jabones pueden usarse para regar plantas o lavar pisos.
- ✓ el agua utilizada en la afeitada podemos usarla para bajar el baño.

✓ en lo posible podemos almacenar agua lluvia y usarla en los lavados de ropa, pisos y riego de jardines.

### **cambios de procesos**

Nuestra empresa ha venido depurando un sistema con lo cual se ha logrado brindar agua para el consumo humano primordialmente, porque en tiempos atrás se tomaba el agua del sistema para abrevar semovientes y algunas veces para regar cultivos de pan coger.

#### **4.11 Cambios en los hábitos de consumo**

Más que cambios en los hábitos de consumo lo que se está haciendo es controlar los sobre consumos por falta de políticas de medición y cobros. Igualmente tenemos políticas de capacitación para que la comunidad aprenda a ahorrar el agua, y reporte a la empresa manejos inadecuados y escapes del líquido.

#### **4.12 Fuentes de agua alternas**

No se tienen fuentes de agua alterna porque la que existe es más que suficiente, al menos, no existen estudios técnicos que demuestren lo contrario. las deficiencias en el suministro son problemas de mal uso y distribución, razón por la cual, hemos aunado esfuerzos con los finqueros de la región para que hagan un uso racional de las aguas del rio magiriaimo, que es la fuente que abastece nuestro sistema. en algunas fincas de la región utilizan el agua del acueducto para el uso de las personas que allí permanecen y como fuente alternas tienen pozos de los cuales se surte el agua para el ganado y el riego.

La esp desarrollaran, planes, programas y actividades tendientes a optimizar el sistema de acueducto basado en:

Diseño e implementación del programa de control de pérdidas de agua no contabilizada. El control de las pérdidas en un sistema de acueducto es el programa más rentable que puede emprender la empresa de servicios públicos de Agustín Codazzi, su rentabilidad se expresa en términos financieros, sociales y ambientales.

Desde el punto de vista ambiental la disminución en las pérdidas de agua implica una reducción en los niveles de explotación y utilización del líquido precioso, que tendría como resultado la conservación del ecosistema que produce agua cruda, así como el ecosistema que debe recibir las altas concentraciones de residuos líquidos contaminantes después del uso.

En el aspecto financiero permitirá a Emcodazzi disminuir los costos de producción al reducir la cantidad de agua tratada, aumentar los ingresos al incorporar en la factura aquellos usuarios que no se encuentren legalizados, conocer el estado real de su infraestructura para ejecutar de manera ordenada y planificada planes de inversión de costo mínimo y financieramente rentable.

La rentabilidad social para la empresa se expresa en 3 factores: la ampliación de la cobertura al disminuirse las pérdidas se dispondrá de un volumen de agua adicional que permitan atender a un mayor número de habitantes, lograra mantener mayores niveles de equidad social puesto a que se cobraran tarifas iguales a usuarios que consuman volúmenes distintos de agua y aun mas fuerte a aquellos que hacen uso del servicio de manera clandestina y cuyos costos deben ser asumidos por el resto de la población, la calidad del servicio al aumentar la continuidad en la prestación del servicio mejorando las relaciones usuario-empresa.

La implementación de un programa de mantenimiento preventivo que incluya detección de fugas visibles y no visibles. reducir las pérdidas por usuarios con micromedidores

parados. Reducir las pérdidas por error en micromedidor. optimizar los procesos de captación, tratamiento y distribución en el mediano plazo.

## **5. Resultados de actualización y ajustes del pueaa**

### **5.1 Diseño del programa de uso eficiente del agua**

El programa de ahorro y uso eficiente del agua se encaminara hacia el fomento de aptitudes positivas frente al recurso hídrico, así como la generación de hábitos en el consumo racionales.

Contemplara un conjunto de actividades direccionadas al fortalecimiento institucional y al mejoramiento de las relaciones entre los usuarios y el prestador del servicio, haciendo el sistema más eficiente y con un porcentaje bajo en los niveles de pérdidas tanto técnicas operativas, comerciales y ambientales.

El proyecto pretende involucrar a todas las instituciones educativas, las entidades gubernamentales y no gubernamentales del municipio para lograr ocupar un lugar a nivel nacional como pioneros en el programa de ahorro y uso eficiente del agua.

#### **5.1.2. Objetivo general del pueaa**

Elaborar un instrumento de planificación para el fortalecimiento de los actuales y el desarrollo de los futuros proyectos, programas, políticas y acciones que se encaminen al uso eficiente y ahorro del agua para garantizar la prestación óptima del servicio de agua potable en el municipio de agustín codazzi.

### **5.1.3. Objetivos Específicos del pueaa**

- culturizar a la población beneficiaria del servicio en la conservación y manejo sostenible del recurso hídrico, desincentivando el uso irracional y fomentando su ahorro y uso eficiente.
- optimización de redes (sectorización, macro y micromedición, control y regulación de presiones, control y regulación de caudales, disminución de pérdidas, ampliación de la cobertura del servicio).
- producción de agua potable en calidad y cantidad adecuada durante las 24 horas del día y durante todos los días del año.
- generar credibilidad y confianza en la comunidad, frente a Emsab e.s.p. como una empresa con vocación de servicio social, y comprometida con la conservación, protección y adecuado aprovechamiento de los recursos hídricos.

### **5.2. Alternativa de medidas de reducción del consumo de agua**

De las alternativas anteriormente planteadas para la reducción del consumo de agua, alcanzaran los objetivos y metas las siguientes:

- programa de instalación y reposición de micromedidores.
- control de fugas visibles y no visibles en las redes del acueducto a través del geófono.
- actualizar el catastro de redes para evitar la pérdida del agua por redes fraudulentas o clandestinas.

- realizar campañas educativas a través de los clubes defensores del agua, para orientar a la comunidad sobre el ahorro y uso racional del recurso hídrico.

### **5.3. Impactos de las medidas de reducción del consumo de agua**

- concientizar a la comunidad sobre el ahorro y el uso eficiente del agua, ya que con esta medida de reducción del consumo se produce un impacto positivo en el aspecto económico beneficiando tanto a la empresa como al usuario, porque se disminuyen los costos para ambos, es decir, menor consumo y/o gasto, menor pago en la factura.

- obtener el 90% de los micromedidores instalados para controlar el desperdicio del agua y lograr un impacto positivo en el aspecto socio-político ya que habrá equidad social, cobros de tarifas acorde al consumo, mejorara el servicio en calidad, continuidad y cantidad.

- controlar las fugas visibles y no visibles en las redes del sistema del acueducto para lograr en el aspecto ambiental la disminución de las pérdidas del agua, representa una reducción en la tasa de explotación del recurso hídrico, que se refleja en un esfuerzo menor para recuperar al ecosistema que produce el agua cruda.

Así mismo se espera otros impactos específicos teniendo en cuenta la implementación de los dispositivos ahorradores de agua en las residencias, entidades oficiales, comerciales y zonas verdes, así como también instalación de equipos de micro medición y aplicación del sistema de reciclaje de agua.



- el usuario reaccionara negativamente cuando el consumo medido sea suntuario, es decir, desconoce el desperdicio que hace del servicio (mayor gasto, más dinero paga).
- tendrá que adaptarse a la cultura del uso del servicio, cambiar los hábitos de utilizar el servicio en riego, uso del sanitario, etc.
- las entidades públicas (hospitales, colegios) deberán diseñar conjuntamente con la esp un plan de ahorro de agua, para evitar un impacto social.
- el usuario deberá adoptar el sistema de reciclaje del agua y utilizar mecanismo que permita utilizar el agua depositada y no utilizar constantemente el chorro de las llaves directamente.

#### **5.4. Jerarquización y selección de medidas**

La empresa de servicios públicos emcodazzi priorizo y selecciono las siguientes medidas para el programa de ahorro y uso eficiente del agua.

- adquirir y colocar 2572 micromedidores en un tiempo de doce (12) meses.
- disminuir en un lapso de tiempo de dos (2) años el índice de agua no contabilizada.
- recuperar inversiones en equipos de micro medición y de costos de producción (\$157'295.529)

Tabla26  
*Costos y beneficios de ahorro y uso eficiente del agua.*

actividades	costos	beneficios	observaciones
colocar medidores	\$350'195.520	disminuir pérdidas, aumentar ingresos	se espera disminuir el índice de agua no contabilizada en 5% hasta el año 2018
disminuir los costos de producción	\$10'288.000/mes	aminorar gastos, aumentar ingresos	recuperar los costos de producción, aumentando la micromedición
aumentar los ingresos	\$157'295.529 m3/anual de agua	representados en 157'295.529 m3/anual	con los ingresos obtenidos, se cancela las inversiones y en 5 años, las pérdidas de agua serán del 30%.

Fuente: autor

### 5.5. Desarrollo del programa de uso eficiente y ahorro del agua

- se realizaran talleres y jornadas educativas dirigidas a la comunidad para orientarlos sobre el programa de ahorro y uso eficiente del agua.
- se gestionara ante los entes gubernamentales el proyecto de adquisición e instalación de micromedidores.
- se enviaran junto con la factura de los servicios públicos volantes, cartillas, con mensajes alusivos al programa de ahorro y uso eficiente del agua.
- se gestionara ante la gobernación del cesar el equipo detector de fugas no visibles en el sistema de las redes del acueducto.

- se evaluarán las diferentes actividades programadas sobre el ahorro y uso eficiente del agua, para verificar su avance y cuantificar la disminución de las pérdidas físicas y comerciales del recurso hídrico.

•

## **6. Implementación del programa de uso eficiente del agua**

poner en práctica el programa de uso eficiente del agua es el aspecto más importante para la esp emcodazzi, ya que su implementación permite conocer la forma con que los usuarios utilizan el servicio de agua y a la vez permite diseñar las estrategias y planes de acciones a corto, mediano y largo plazo (5 años) para que pongan en práctica el programa de uso eficiente y ahorro de agua a través de alternativas de medidas de solución de reducción, cambio de hábitos de consumo, sistema de reciclaje, dispositivos ahorradores, utilizando recurso humano capacitado en el tema, elementos de difusión necesarios, programas educativos y una evaluación efectivas del mismo para verificar los resultados.

### **6.1 Administración del programa y personal**

La esp emcodazzi tiene organizado la administración del programa de la siguiente manera:

Crear la oficina de educación y promoción al usuario, la cual tendrá como objetivo desarrollar campañas pedagógicas orientadas a la concientización de la comunidad sobre la importancia del agua para nuestras vidas, así mismo se encargara de organizar reuniones, foros y charlas con las comunidades de los diferentes barrios de la población y con las entidades públicas y privadas del municipio con el fin de vincularlos al programa de ahorro y uso

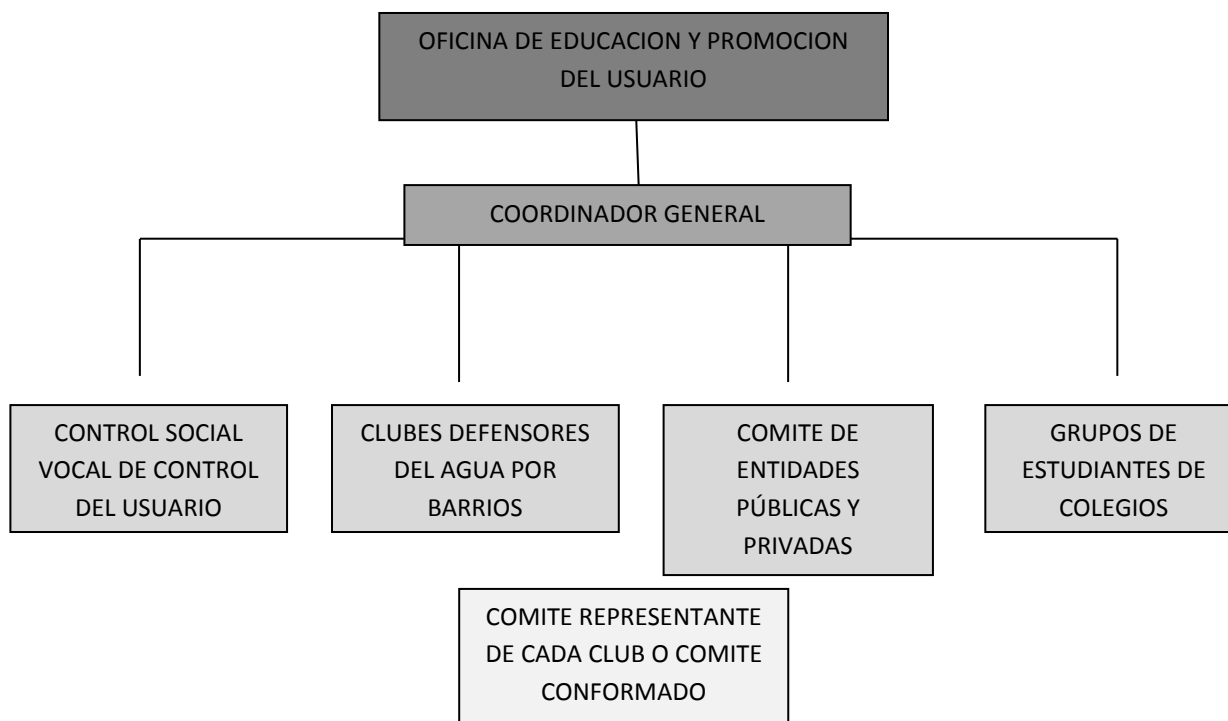
eficiente del agua. Esta oficina estará a cargo de un funcionario de la empresa, quien además coordina actividades con el área comercial y operativa internamente. el coordinador de la oficina de educación y promoción al usuario tendrá las siguientes funciones:

- desarrollar campañas educativas a la comunidad sobre el ahorro y uso eficiente del agua.
- organizar reuniones en diferentes barrios de la cabecera municipal con el objetivo de dar a conocer el programa en mención.
- velar para que el gerente gestione los equipos técnicos necesarios para la implementación del programa.
- diseñar y distribuir a la comunidad los volantes, cartillas y todos los elementos alusivos al programa.
- realizar programas radiales o por alto parlantes para difundir el programa.

Así mismo conformara un grupo de trabajo con los clubes defensores del agua, el cual es un instrumento educativo por medio del cual los niños y jóvenes de primaria y secundaria se familiaricen con el programa y sirvan de multiplicadores a las comunidades poniendo en práctica los diferentes temas del programa. los objetivos de los clubes defensores del agua son:

- brindar a las comunidades los elementos necesarios para que genere y consolide formas organizativas tendientes a la protección del medio ambiente.
- desarrollar a la comunidad para que analice su entorno ambiental de tal forma que les permita elaborar sus propios planes educativos y dinámicas necesarias para la conservación del medio ambiente.

## Organigrama general



### 6.2. Cronograma de actividades

La empresa de servicios públicos emcodazzi, implementara el cronograma de actividades basadas en 2 programas así:

programa comercial y técnico

- reposición e instalación de medidores para lograr el 90% de la cobertura.
- detectar y controlar fugas visibles y no visibles a través de la adquisición del equipo detector.

- realizar campañas para la adquisición de los dispositivos ahorradores de agua en establecimientos comerciales, industriales y en las viviendas que se requieran.
- actualizar el catastro de redes para evitar el fraude del agua través de redes clandestinas.

#### Programa de campañas educativas

- organizar los clubes defensores del agua.
- realizar visitas a la planta de tratamiento con los clubes defensores del agua y la comunidad, para que conozcan el proceso de tratamiento.
- realizar jornadas educativas, culturales, presentar videos, realizar concursos de pintura, todo alusivo al programa de ahorro y uso eficiente del agua.

### **6.3 Educación a los usuarios**

Este proceso se realiza a través de la oficina de educación y promoción del usuario, el cual implementara campañas educativas utilizando como material de apoyo videos, volantes, cartillas, revistas y concurso donde se les enseñara a las comunidades la importancia del buen uso del agua en nuestras viviendas.

Se le enseñara ejercicios prácticos tales como:

- cerrar la llave mientras se enjabona o se esté cepillando los dientes.
- si lavamos a mano las prendas de vestir no dejemos la llaves abiertas todo el tiempo, si utilizamos lavadora es conveniente llenarla con su debida capacidad y no con pequeñas cantidades de prendas de vestir.
- al lavar la loza y vegetales es conveniente tapar el desagüe y llenar de agua el fregadero con esto evitaremos el desperdicio.

- celebrar de manera anual y consecutiva “el día mundial del agua”, buscando definir esta celebración como propia y como insignia de la empresa, llevando cada vez un mensaje diferente acerca del uso y conservación del recurso hídrico.

#### 6.4. Evaluación del programa

El programa de uso eficiente y ahorro del agua será evaluado una vez al año a cargo del comité evaluador conformado por representantes de diferentes clubes, comités y estudiantes de planteles educativos.

La metodología para evaluar el programa será la siguiente:

Se calificara cada año asignando 25 puntos a cada actividad ejecutada hasta acumular 100 puntos como indicador final.

Tabla 27  
*Evaluación del programa*

fecha de evaluación	actividad	indicadores			
		5	0	5	00

Fuente: autor

El programa se evaluara basándose en la implementación de los dispositivos de ahorro, cambios de hábitos de consumo, sistema de reciclaje, etc. teniendo en cuenta la lectura de los medidores (macro) que se instalaran, optimización del sistema de acueducto, fugas

presentadas y los balances de agua registrados mensualmente en la empresa (agua producida, agua facturada, agua no contabilizada).

### **6.5. Actualización del elemento del programa**

El programa de ahorro y uso eficiente del agua será actualizado cada año, teniendo en cuenta el avance y la ejecución de cada actividad programada.

El plan de trabajo diseñado para la actualización del programa será el siguiente:

- innovar cada año el sistema de publicidad el cual será: para el primer año se utilizaran volantes y afiches, para el segundo año revistas y cartillas, para el tercer año videos institucionales y concursos y para el cuarto año camisetas y cachichas, todo acompañado con capacitaciones.
- cuantificar las cantidades de micromedidores dañados en el año para implementar un plan de reposición para el año siguiente.
- revisar las estadísticas del indicador de agua no contabilizada, para ajustar los indicadores para el año siguiente acorde a las metas de reducción propuestas.
- evaluar anualmente las estadísticas de las oficinas de peticiones, quejas y reclamos; para ajustar y actualizar los aspectos negativos que tengan relación con la ejecución y buena marcha del programa.
- fortalecer las campañas cada año para que las nuevas viviendas instales dispositivos de ahorro, griferías y válvula de control.



## 6.6. Cronograma de actividades programa comercial y operativo

Tabla 28.  
Cronograma

actividades	objetivo	eta	observaciones
reposicion e instalacion de micromedidores	lograr el 90% de cobertura	0%	actividad implementada a mediano plazo
actualizar catastro de redes	registrar todos los suscriptores del servicio clandestino	00%	actualizado mensualmente
deteccion y control de fugas visibles y no visibles	reducir perdidas en el sistema de acueducto	0%	controlado diariamente
colocar los dispositivos ahorradores de agua	disminuir las perdidas del agua en establecimientos oficiales, comerciales y zonas verdes	0%	implementada de acuerdo a eventos y supervisiones efectuadas
controlar el rebose en la planta de tratamiento y desarenadores	evitar perdidas fisicas, mejorar la continuidad y cantidad en el sistema	00%	controlado diariamente

Fuente: autor

### 6.6.1. Inspecciones para detectar fugas

- ✓ se mide la cantidad de agua que llega a la planta de tratamiento desde los desarenadores a través del medidor de caudal.
- ✓ se inspecciona la red de aducción instalada entre la captación hasta la planta de tratamiento.

✓ se verifica la cantidad de agua que es enviada a la población y la cantidad de agua que llega a las redes de distribución, medida a través de la presión.

✓ en caso de existir una baja presión se procede a realizar una inspección a las redes instaladas desde la planta de tratamiento hasta la población para detectar la fuga.

✓ toma de lectura a los micromedidores.

✓ se realiza la fase crítica de consumo (lectura actual-lectura anterior).

✓ si el consumo es alto se procede a revisar el sistema de redes internas del inmueble.

✓ se cierran las llaves y griferías, para verificar si el medidor sigue funcionando o si sus agujas se detienen.

✓ si la fuga no es visible se procede a la revisión con el geófono.

Igualmente se llevará un registro de peticiones, quejas y reclamos en el siguiente formato para las estadísticas mensuales.

Tabla 29.

*Estadísticas de Registro de peticiones, quejas y reclamos*

fecha de radicación	suscriptor	servicio	solucionado		fecha de corrección
			i	o	

Fuente: autor

### **6.6.2. Balance de agua del medidor principal**

El balance de agua para el medidor principal se hace tomando registros de flujos a la entrada de la ptap y a la entrada de la red de distribución, para posteriormente determinar diariamente el caudal promedio del mes.

La cantidad de agua suministrada mensualmente es de 256685.76 m<sup>3</sup>, los valores de agua provista para las cinco subzonas de la población es de 102674.3 m<sup>3</sup>.

En la cabecera municipal el sistema del acueducto se encuentra dividido en los siguientes sectores:

**sector 1:** El tesoro, el libano las palmeras, el millon, policarpo salavarieta, el juguete, los laureles.

**sector 2:** El estadio, el socorro, camilo torres, la pista fatima, machique, el centro, la lucha, jose a. galan.

**sector 3:** Ramon fernandez, san jose, las margaritas, urb. las margaritas, atanasio girardot, antillana.

Las subzonas están distribuidas de la siguiente manera:

**subzona 1:** villa esther, martin barbosa, las delicias, el bosque, santa rita. (vol: 25668 m<sup>3</sup>)

**subzona 2:** san vicente, la tranquilidad, san martin, las flores, obrero, la fornera. (vol: 24755.8 m<sup>3</sup>)

**subzona 3:** barrio nuevo, el carmen, trujillo, aida quintero, silvio gomez. (se encuentran con pendiente baja, vol: 25234.2 m<sup>3</sup>)

**subzona 4:** buenos aires, primero de mayo, hernan gomez. (vol: 25756 m<sup>3</sup>)

Las zonas con mayor demanda de agua son: barrios machique y el centro.

Tabla 30.

*Balance de agua del medidor principal*

item	caudal (l/s)	caudal (m <sup>3</sup> /mes)
agua tomada en la fuente	652.5	546480
agua entrante a la planta	309.07	267036.48
agua producida en planta	300	259200
agua puesta en red	297.09	256685.76

Fuente: autor

### fórmula para establecer el balance global de agua

✓ volumen captado-volumen entregado= volumen perdida en captación y tratamiento.

$$\underline{546480 \text{ m}^3 - 256685.76 \text{ m}^3 = 289724 \text{ m}^3 \text{ mes}}$$

✓ volumen producido-volumen entregado= volumen perdida en tratamiento.

$$\underline{267036.48 \text{ m}^3 - 256685.76 \text{ m}^3 = 10350.72 \text{ m}^3 \text{ mes}}$$

✓ volumen entregado-volumen facturado= volumen perdida comercial.

$$\underline{256685.76 \text{ m}^3 - 10350.72 \text{ m}^3 = 246335.04 \text{ m}^3}$$

Tabla 31.

*Formato para medición de caudales-informe semestral*

detalles	nero	febrero	marzo	abril	mayo	junio
caudal maximo						
caudal medio						
caudal minimo						

Fuente: autor

### 6.6.3 Balance de agua por subareas o sectores

La cantidad de agua suministrada es de 256685.76 m<sup>3</sup>mes, la utilizada es de 102674, 3 m<sup>3</sup>, menos del 30% que son las perdidas aceptables (61604 m<sup>3</sup>). índice de agua no contabilizada (59876 m<sup>3</sup>). la cantidad de agua facturada mensualmente es de 102674.3 m<sup>3</sup>.

Tabla 32.

*Agua no facturada por subzona*

subzona	unidades	cantidades
subzona 1	m <sup>3</sup> /mes	25668
subzona 2	m <sup>3</sup> /mes	24755.8
subzona 3	m <sup>3</sup> /mes	25234.2
subzona 4	m <sup>3</sup> /mes	25756

Fuente: autor

La empresa a partir del presente año, iniciara las actividades para reducir las pérdidas.

### 6.6.4 Metas anuales de reducción

Tabla 33.  
Metas anuales de reducción

detalle	015	016	017	018	019
agua puesta en red m <sup>3</sup>	00%	00%	00%	00%	00%
agua contabilizada m <sup>3</sup>	0%	0%	0%	0%	0%
agua no contabilizada m <sup>3</sup>	0%	0%	0%	0%	0%

Fuente: autor

### 6.6.5 Medidas de ahorro de agua

#### 6.6.5.1. Optimización del sistema

La empresa para la optimización del sistema llevara a cabo el siguiente plan de actividades:

- ✓ calibración permanente de los medidores volumétricos para garantizar su buen funcionamiento.
- ✓ poner en práctica el programa de mantenimiento preventivo, el cual incluye: detectar fugas domiciliarias e intradomiciliarias, revisión permanente de las instalaciones internas de los inmuebles.
- ✓ optimizar los procesos de captación, tratamiento y distribución.
- ✓ calibración de los micromedidores para lograr obtener la contabilización sobre el agua que entra a la población.

#### 6.6.6. Plan de trabajo

Tabla 34.  
Plan de trabajo

actividades	alcances	estrategias	responsables
Revisión de instalaciones sanitarias	lograr que las instalaciones sanitarias de cada vivienda se encuentren en buen estado.	se realizaran visitas e inspecciones por vivienda.	gerentes, fontaneros, jefe del área comercial y operativa.
revisión de griferías.	se busca que toda la grifería se encuentre en buen estado.	se realizaran visitas e inspecciones por vivienda.	gerentes, fontaneros, jefe del área comercial y

actividades	alcances	estrategias	responsables
			operativa.
control de aspersores de riego	se busca que los aspersores para riego tengan controles automáticos.	se realizaran visitas e inspecciones por vivienda.	gerentes, fontaneros, jefe del área comercial y operativa.
control de orinales en establecimientos públicos	lograr que en los establecimientos públicos instalen válvulas ahorradoras de agua.	se realizaran visitas e inspecciones por establecimientos públicos.	gerentes, fontaneros, jefe del área comercial y operativa.
control previo de instalaciones de redes y griferías para nuevas construcciones.	se busca que las nuevas viviendas instalen griferías o válvulas de control ahorradoras de agua	coordinar con la oficina de planeación municipal el trámite de permisos y autorización.	gerentes, jefe de planeación, fontaneros, jefe del área comercial y operativa.
revisiones posteriores a las instalaciones internas, griferías y elementos sanitarios colocados en las nuevas construcciones.	verificar que las instalaciones internas, griferías, elementos sanitarios, cumplan con las condiciones técnicas exigidas.	realizar visitas a la nueva vivienda, para verificar las instalaciones.	gerentes, jefe de planeación, fontaneros, jefe del área comercial y operativa.

Fuente: autor

Dentro de las políticas de la empresa emcodazzi en el programa de uso eficiente y ahorro de agua adoptara un esquema para que los usuarios recurran a los siguientes dispositivos que permitan un ahorro del agua en su residencia.

El plan de trabajo consiste en reducir el consumo a través de:

- **revisión de instalaciones sanitarias:** se busca que los inodoros tengan todos los elementos de funcionamiento en buen estado para que consuman menos cantidad de agua en su uso.
- **revisión de griferías:** que todas las llaves se encuentren en buen estado y que se reemplacen en los establecimientos oficiales, comerciales e industriales por

válvulas de tiempos, que permitan las pérdidas del agua mientras se lavan las manos, la cara, etc.

- **control de aspersores para riego:** se buscaran estrategias para adoptar unos aspersores para riego con controles automáticos, estos serán aplicados para los jardines, zonas verdes, parques, polideportivos.
- **control de orinales en establecimientos públicos:** se les practicarán visitas para verificar el control del uso del agua en estos establecimientos, buscando que coloquen válvulas ahorradoras de agua, para eliminar dobles descargas en estos lugares.

Tabla 35.

*Cuadro comparativo de revisión del PUEAA 2006*

<b>Cuadro comparativo de revisión del PUEAA 2006</b>		
<b>Programas PUEAA Estudiado año 2006 Visibles</b>		
<b>items</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>observaciones</b>
1	Educación Ambiental	No se realizaron todas las campañas de ahorro y no se crearon los clubes defensores del agua
2	Instacion de Micromedidores	Se cumplio un 30% de la meta señalizada
3	DETECCION Y CONTROL DE FUGAS VISIBLES Y NO VISIBLES	No se Cumplio la actividad y fue sancionado por CORPOCESAR Resolución 582 de 2013
4	COLOCAR LOS DISPOSITIVOS AHORADORES DE AGUA	No se cumplio con la metas de reducción de perdidas
5	Implementación de programas de incentivos a los Usuarios	No se cumplieron con las metas establecidas en el programa,

Fuente: autor

Tabla 36.

*Analisis de resultados comparativo*

<b>Analisis de resultados comparativo</b>				
<b>items</b>	<b>Actividades</b>	<b>Costos</b>	<b>Beneficios</b>	<b>Observaciones</b>
1	Colocar medidores	\$350´195.520	Disminuir perdidas, aumentar ingresos	Se espera disminuir el índice de agua no contabilizada en 5% hasta el año 2018
2	Disminuir los costos de producción	\$10´288.000/mes	Aminorar gastos, aumentar ingresos	Recuperar los costos de producción, aumentando la micromedición
3	Aumentar los ingresos	\$157´295.529 m3/anual de agua	Representados en 157´295.529 m3/anual	Con los ingresos obtenidos, se cancela las inversiones y en 5 años, las pérdidas de agua serán del 30%.
4	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>META</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5	REPOSICION E INSTALACION DE MICROMEDIDORES	LOGRAR EL 90% DE COBERTURA	90%	ACTIVIDAD IMPLEMENTADA A MEDIANO PLAZO
6	ACTUALIZAR CATASTRO DE REDES	REGISTRAR TODOS LOS SUSCRIPTORES DEL SERVICIO CLANDESTINO	100%	ACTUALIZADO MENSUALMENTE
7	DETECCION Y CONTROL DE FUGAS VISIBLES Y NO VISIBLES	REDUCIR PERDIDAS EN EL SISTEMA DE ACUEDUCTO	90%	CONTROLADO DIARIAMENTE
8	COLOCAR LOS DISPOSITIVOS AHORADORES DE AGUA	DISMINUIR LAS PERDIDAS DEL AGUA EN ESTABLECIMIENTOS OFICIALES, COMERCIALES Y ZONAS VERDES	90%	IMPLEMENTADA DE ACUERDO A EVENTOS Y SUPERVISIONES EFECTUADAS
9	CONTROLAR EL REBOSE EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y DESARENADORES	EVITAR PERDIDAS FISICAS, MEJORAR LA CONTINUIDAD Y CANTIDAD EN EL SISTEMA	100%	CONTROLADO DIARIAMENTE

Fuente: autor



## Conclusiones

La presente valoración nos permitió reconocer las verdaderas acciones encaminadas al uso y aprovechamiento de la fuente de abastecimiento de la cuenca del río Magiriamo para consumo de la población del municipio de Agustín Codazzi y que además es utilizado para otros usos que no están totalmente legalizados por las autoridades ambientales.

Se parte de una resolución donde el programa se encuentra desactualizado y que permitimos evaluar la realización y ejecución de cada uno de los programas establecido en el pueaa y que según la revisión no se había desarrollado en 25 % de los programas establecido como educación, reposición de tuberías, acciones de conservación de la fuente, instalaciones de dispositivos ahorradores. actividades que no fueron ejecutadas en su totalidad.

Esta valoración nos permitió revisar y plantear las condiciones actuales en que se encuentra la fuente abastecedora como es el río Magiriamo y que a través del POMCA, se establecieron programas de desarrollo sostenible de la fuente y la necesidad que el gobierno local, departamental y nacional emprenda acciones de conservación y recuperación de la cuenca establecido en el presente estudio.

Así mismo nos permitió actualizar información sobre el funcionamiento actual y condiciones de operatividad y eficiencia de la planta acorde a las normas de calidad y consumo de agua potable así como el estado de sus estructuras de tratamiento para proponer alternativas de mejoramiento.

Por lo anterior es necesario que este tipo de documentos no sea más una bibliografía de conocimiento si no una alternativa de aprovechamiento, uso adecuado del recurso hídrico para poder mantener en equilibrio ambiental su explotación y uso.

## Bibliografía

- Programa de uso eficiente y ahorro del agua “pueaa”. 2002. municipio de agustín codazzi.
- Corporación autónoma regional del cesar “corpocesar”. 2014. plan de ordenamiento, manejo y conservación ambiental “pomca” de la cuenca del rio magiriamo.
- Ministerio del medio ambiente. guía de ahorro y uso eficiente del agua. bogotá 2002.
- Ley 99 de 1993 “crea el ministerio del medio ambiente.
- Ley 142 de 1994 “régimen de los servicios públicos domiciliarios”. ley 373 de 1997. “por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua”.
- Decreto 475 de marzo 10 de 1998. “normas técnicas de calidad de agua potable”. ministerio de salud. ministerio de desarrollo económico.
- Ley 115 “ley general de educación” que establece la obligatoriedad de desarrollar los proyectos ambientales escolares praes”. programa cultura del agua.
- Resolución 1096 de noviembre 17 de 2000. “por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico – ras.

### Anexos fotográficos

#### Anexo 1: Sistema actual de tratamiento de agua potable y cuenca del rio magiriamo



Fuente: autor ,2015



Fuente: autor ,2015



Fuente: autor ,2015



Fuente: autor ,2015

**Anexo 2. : Fotografía toma de muestra y realización de estudios de calidad**



Fuente: autor ,2015



Fuente: autor ,2015

**Anexo 3. Obras existente de la ptap**



Fuente: autor ,2015



Fuente: autor ,2015



**Anexo 4. Obras existente de la ptap**



Fuente: autor, 2015

**Anexo 5.planta de agua potable**



Fuente: autor ,2015



Fuente: autor ,2015

**Anexo 6: Bocatoma**



Fuente: autor, 2015



Fuente: autor, 2015



**Anexo 7.campaña para la preservación del agua.**



Fuente: autor ,2015


Fuente: autor ,2015

**Anexo 8.Laboratorios**



Fuente: autor,2015

### Anexo 9. Calidad de la fuente y pta

ANALISIS FISICO QUIMICO No. IL075484				Revisión No. 6 Código: FL-044 Fecha: May-07	
DATOS DE LA MUESTRA					
FUENTE: AGUA RIO MAJIRIAIMO			FECHA DE TOMA: 25/02/09		
			FECHA DE RECEPCION: 25/02/09		
PROCEDENCIA: VALLEDUPAR, CESAR					
ENVIADA POR : AMBIOTEC			TIPO DE ANALISIS: VARIOS		
RESULTADOS					
COLOR	UND		SULFATOS	mg/L-SO <sub>4</sub>	
TURBIEDAD	UNT		SODIO	mg/L-Na	
TEMPERATURA	°C		POTASIO	mg/L-K	
pH	UND	6,98	RAS		
CO <sub>2</sub>	mg/L-CO <sub>2</sub>		% SODIO SOBRE CATIONES		
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L-CaCO <sub>3</sub>		FOSFORO TOTAL	mg/L-P	0,04
ALCALINIDAD FENOL	mg/L-CaCO <sub>3</sub>		ORTOFOSFATOS	mg/L-P	
ACIDEZ TOTAL	mg/L-CaCO <sub>3</sub>		FLUORUROS	mg/L-F	
A. METIL NARANJA	mg/L-CaCO <sub>3</sub>		OD	mg/L-O <sub>2</sub>	6,50
DUREZA TOTAL	mg/L-CaCO <sub>3</sub>		DBO	mg/L-O <sub>2</sub>	3
D. CALCIO	mg/L-CaCO <sub>3</sub>		DQO	mg/L-O <sub>2</sub>	10
D. MAGNESIO	mg/L-CaCO <sub>3</sub>		GRASAS	mg/L	<1,0
D. CARBONACEA	mg/L-CaCO <sub>3</sub>		SOLIDOS TOTALES	mg/L	294
D. NO CARBONACEA	mg/L-CaCO <sub>3</sub>		S. TOTALES FIJOS	mg/L	
HIERRO TOTAL	mg/L-Fe		S. TOTALES VOLATILES	mg/L	
HIERRO SOLUBLE	mg/L-Fe		S. SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	12
CLORUROS	mg/L-Cl		S. SUSPENDIDOS FIJOS	mg/L	
CLORO RESIDUAL	mg/L-Cl		S. SUSPENDIDOS VOLATILES	mg/L	
CONDUCTIVIDAD	µmhos/cm-25°C	332	S. DISUELTOS TOTALES	mg/L	282
N. AMONIACAL	mg/L-N		S. DISUELTOS FIJOS	mg/L	
N. NITRITOS	mg/L-N		S. DISUELTOS VOLATILES	mg/L	
N. NITRATOS	mg/L-N		S. SEDIMENTABLES	1-Hr-ml/L	
N. ORGANICO	mg/L-N		pH DE SATURACION		
NITROGENO TOTAL	Kjeldahl mg/L-N	0,72	INDICE DE LANGELIER		
MANGANESO	mg/L-Mn		FENOLES	mg/L	
SILICE	mg/L-SiO <sub>2</sub>		SAAM	mg/L	0,08
SALINIDAD	‰		MERCURIO	µg/L-Hg	
CARBONATO DE SODIO RESIDUAL	meq/L		LITIO	mg/L-Li	
PORCENTAJE DE SODIO POSIBLE			PLOMO	mg/L-Pb	
OLOR			CADMIO	mg/L-Cd	
SABOR			CROMO	mg/L-Cr	
COBALTO	mg/L-Co		NIQUEL	mg/L-Ni	
ALUMINIO	mg/L-Al		COBRE	mg/L-Cu	
BORO	mg/L-B		ZINC	mg/L-Zn	
VANADIO	mg/L-V		CALCIO	mg/L-Ca	
BARIO	mg/L-Ba		MAGNESIO	mg/L-Mg	
MOLIBDENO	mg/L-Mo		COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	2100
PLATA	mg/L-Ag		COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	700
BERILIO	mg/L-Be		BACTERIAS MESOFILIAS	UFC/100ml	
SELENIO	µg/L-Se		NIVEL FREATICO	m	
ARSENICO	µg/L-As		HIDROCARBUROS TOTALES	mg/L	
CARBONATOS	mg/L-CaCO <sub>3</sub>		SULFITOS	mg/L-SO <sub>3</sub>	
BICARBONATOS	mg/L-CaCO <sub>3</sub>		CIANUROS	mg/L-CN	
OBSERVACIONES:			FECHA: 09/03/2009		
MUESTRA PUESTA EN NUESTRO LABORATORIO ILAM CI S.A. ESP NO RESPONDE POR LA PROCEDENCIA DE LA MUESTRA ANALIZADA.					
NOTA: RESULTADOS VALIDOS SOLO PARA ESTA MUESTRA QUE FUE LA ANALIZADA.			 INGENIERIA Y LABORATORIO JEFE DE LABORATORIO		





### Anexo 10. Compuertas

COMPUERTAS					
UNIDAD O PROCESO	CANTIDAD	PO VÁLVULA	FUNCIÓN	DIMENSIONES	UNIDAD
CAMARA DE AQUIETAMIENTO	1	DE FONDO	DRENAJE	10	PUL GADAS
FLOCULADORES	1	LATERAL	ADMISIÓN	40 X 40	cm
	3	LATERAL	ADMISIÓN	45 X 45	cm
	4	LATERAL	DRENAJE	12	PUL GADAS
	32	CLAPETA	DRENAJE	20 X 20	cm
SEDIMENTADORES	3	DE FONDO	DRENAJE	INDETERM INADA	
FILTROS	8	DE FONDO	ADMISIÓN	10	PUL GADAS
	8	LATERAL	LAVADO	14 X 14	PUL GADAS
	8	LA TERAL	REGULACIÓN FLUJO DE LAVADO	50 X 70	cm

Fuente: autor,2015

**notas:**

1. el sedimentado 1 no tiene compuerta de desagüe
2. todas las válvulas clapetas de los floculadores se encuentran dañadas
3. la compuerta de lavado del filtro 8 de 14 x 14 pulgadas se encuentra dañada