

TRABAJO DE GRADO

MODALIDAD DEL PROYECTO: MONOGRAFIA

CÓDIGO

--	--	--	--	--	--	--

“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DEL
MUNICIPIO DE SURATA – SANTANDER”

ESPECIALIZACION EN INGENIERIA AMBIENTAL
FACULTAD DE FISICO-QUIMICAS
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
BUCARAMANGA, ENERO DE 2.007

ESPECIALIZACION INGENIERIA AMBIENTAL

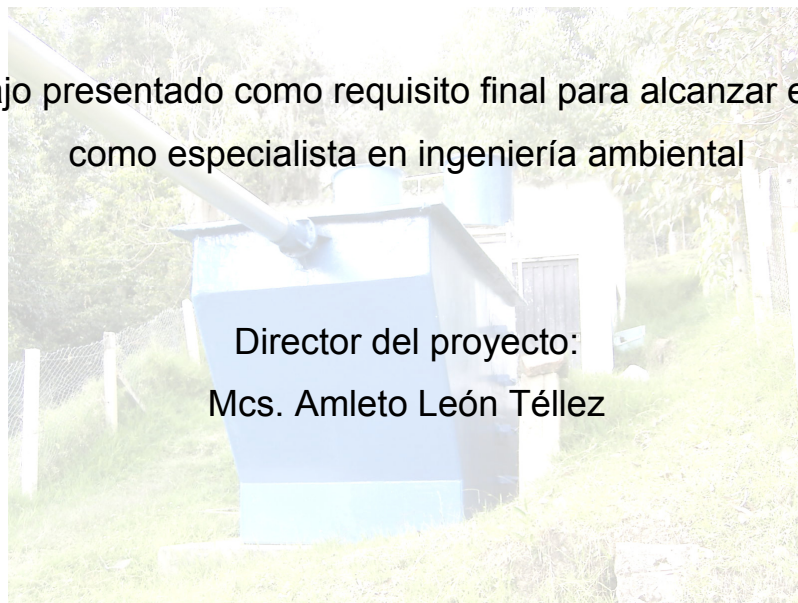
“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DEL
MUNICIPIO DE SURATA – SANTANDER

Presentado Por:

MELKIN YEZID GONZALEZ G.

CARLOS RAUL DIAZ M.

Trabajo presentado como requisito final para alcanzar el título
como especialista en ingeniería ambiental



Director del proyecto:

Mcs. Amleto León Téllez

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA
ENERO DE 2007

TRABAJO DE GRADO

MODALIDAD DEL PROYECTO: MONOGRAFIA

CÓDIGO

--	--	--	--	--	--	--

“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DEL
MUNICIPIO DE SURATA – SANTANDER”

ESPECIALIZACION EN INGENIERIA AMBIENTAL
FACULTAD DE FISICO-QUIMICAS
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
BUCARAMANGA, ENERO DE 2.007

ESPECIALIZACION INGENIERIA AMBIENTAL

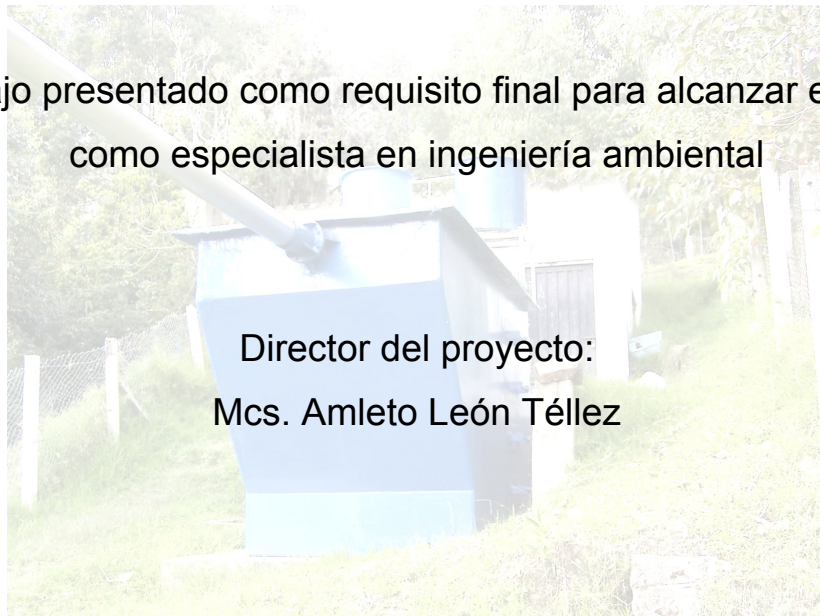
“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DEL MUNICIPIO DE SURATA – SANTANDER

Presentado Por:

MELKIN YEZID GONZALEZ G.

CARLOS RAUL DIAZ M.

Trabajo presentado como requisito final para alcanzar el título
como especialista en ingeniería ambiental



Director del proyecto:

Mcs. Amleto León Téllez

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA
ENERO DE 2007

DEDICATORIA

A Dios por todas las bendiciones y oportunidades que me ha dado en la vida,

A mi madre Graciela, a quien debo todo lo que soy,

A mi esposa Laurita, por ser mi apoyo espiritual,

A mi hija Laura Alejandra, por que ser mi mayor inspiración y motivo de superación diaria.

MELKIN YEZID GONZALEZ GOMEZ.

A mi Esposa Luz Stella por su constante apoyo, su dedicación y por todos los sacrificios que tuvo que realizar para hacer posible este mi sueño.

A mi hijo Alexander por su apoyo, aportes y colaboración en lo anímico, y técnico, a lo largo del proyecto.

A mi hijo Edgar Díaz por ser mi compañero

A mi compañero de proyecto Melkin Yezid González por su trabajo en equipo

CARLOS RAUL DIAZ MUSALAN

AGRADECIMIENTOS

A mi mami por su constante apoyo, su dedicación y por todos los sacrificios que tuvo que realizar para hacer posible este, mi sueño.

A mi director de proyecto, Amleto León Tellez, por su orientación y Apoyo en el desarrollo de este proyecto.

Al alcalde de Surata, por abrirme las puertas y prestarme siempre toda la colaboración necesaria para el desarrollo del proyecto,

A mis amigos, los que me alentaron siempre a seguir adelante e hicieron de estos años la mejor experiencia hasta ahora vivida.

MELKIN YEZID GONZALEZ GOMEZ.

Al Señor Alcalde de Surata Dr; JOSE JOAQUIN PLATA ALBARRACIN

Al Sr Saúl León Gerente de Coca Cola FEMSA Bucaramanga, que apporto apoyo económico y tiempo para poder realizar los desplazamientos a Surata.

A la Empresa PSL Proanálisis por su aporte económico relacionado con las caracterizaciones realizadas.

Al Director de Proyecto Dr Anleto León Tellez por su orientación y apoyo en el desarrollo de este proyecto.

Al Ingeniero Lucas Fernando Quintana que me alentó siempre a seguir adelante

Al Dr Guerra por sus orientaciones y apoyo incondicional.

Al Ingeniero Salomón Gualdron por sus aportes técnicos.

CARLOS RAUL DIAZ MUSALAN

TABLA DE CONTENIDO

<u>INDICE DE TABLAS</u>	<u>8</u>
<u>INDICE DE ILUSTRACIONES</u>	<u>9</u>
<u>OBJETIVO GENERAL</u>	<u>12</u>
<u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	<u>13</u>
<u>INTRODUCCION</u>	<u>14</u>
<u>1 ESTADO DE ARTE</u>	<u>15</u>
1.1 DESCRIPCION DEL MUNICIPIO	15
1.2 LO QUE SE HA HECHO HASTA EL DIA DE HOY	17
1.3 PROBLEMÁTICA DEL PROYECTO	17
<u>2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO</u>	<u>18</u>
<u>3 DESARROLLO DE LA INVESTIGACION</u>	<u>20</u>
3.1 REVISIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	21
3.1.1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA FUENTE HÍDRICA	22
3.1.2 CALIDAD DE LA FUENTE HÍDRICA	22
3.1.3 MEDICIÓN DE CAUDALES.	23
3.1.4 OFERTA HÍDRICA.	23
3.2 REJILLAS DE CAPTACIÓN	24
3.3 DESARENADO	25
3.4 ALMACENAMIENTO PREVIO.	26

3.5	CONDUCCIÓN	27
3.6	REMOCIÓN DEL MATERIAL FLOTANTE.	27
3.7	AIREACIÓN	28
3.8	CONDUCTIVIDAD	29
3.9	DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS	30
3.9.1	COAGULANTE UTILIZADO	31
3.9.2	CLORO	31
3.10	DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE TRATAMIENTO	32
3.10.1	PROCESO DE COAGULACION	33
3.10.2	FLOCULACIÓN	34
3.10.3	SEDIMENTACIÓN	35
3.10.4	CLARIFICACIÓN	36
3.10.5	FILTRACIÓN	38
3.10.6	ALMACENAMIENTO	41
3.11	PARAMETROS BASICOS DE CONTROL PARA EL AGUA POTABLE	43
3.11.1	ANÁLISIS DE LABORATORIO	43
3.12	DECRETO 475 DE 1998	55
3.13	PRUEBAS DE TRATABILIDAD	58
3.13.1	PRUEBA DE JARRAS	59
CONCLUSIONES		63
BIBLIOGRAFIA		73
4	ANEXOS	75
4.1	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO	76
4.1.1	MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE CAPTACIÓN, DESARENADO Y TANQUES DE DISTRIBUCIÓN Y SISTEMA DE CONDUCCIÓN	76
4.1.2	PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL, DOSIFICACIÓN Y SISTEMA DE TRABAJO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO	77
4.1.3	REDISEÑO DEL FILTRO EN FIBRA Y CAMBIO DE CARGA	78

4.1.4	INSTALACION DE NUEVO FILTRO PARA MEJORAR LA FILTRACION GARANTIZANDO CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA.	79
4.1.5	MEJORAMIENTO EN LOS TANQUES DE DE ALMACENAMIENTO	80
4.1.6	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	81
4.1.7	CAPACITACION Y PUESTA EN MARCHA DEL LABORATORIO Y EL PROGRAMA DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA	81
4.1.8	RESUMEN DE LOS COSTOS TOTALES	82
4.2	RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOQUIMICOS DE LABORATORIO, ORIGINALES DE PSL PROANALISIS.	83
4.2.1	ANALISIS FISICOQUIMICO	83
4.2.2	ANALISIS MICROBIOLOGICO	84
4.2.3	PRUEBAS DE JARRAS	85
4.3	PLANOS	86
4.3.1	INFRAESTRUCTURA DEL ACUEDUCTO DE SURATA	86
4.3.2	RED DEL ACUEDUCTO DE SURATA	87
4.3.3	PLANO TOTAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUA EN 3 DIMENSIONES	88

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Datos tabulados de las mediciones de caudal realizadas en la fuente hídrica El Porvenir</i>	24
<i>Tabla 2. Hierro de las muestras tomadas.</i>	28
<i>Tabla 3. Conductividad de las muestras tomadas</i>	29
<i>Tabla 4. pH de las muestras tomadas</i>	44
<i>Tabla 5. Dureza de las muestras tomadas</i>	45
<i>Tabla 6. Alcalinidad de las muestras tomadas.</i>	46
<i>Tabla 7. Cloruros de las muestras tomadas</i>	48
<i>Tabla 8. Sólidos totales de las muestras tomadas</i>	50
<i>Tabla 9. Turbiedad de las muestras tomadas.</i>	51
<i>Tabla 10. Color de las muestras tomadas</i>	53
<i>Tabla 11. Análisis microbiológico agua tratada.</i>	54
<i>Tabla 12. NORMAS DE CALIDAD DE AGUA POTABLE, SEGUN DECRETO 475 DE 1998</i>	56
<i>Tabla 13. Nivel de calidad del agua según el grado de polución RAS 2000</i>	57
<i>Tabla 14. Análisis Fisicoquímicos de las muestras tomadas.</i>	58
<i>Tabla 15. Pruebas de Jarras</i>	60

INDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Municipio de Surata.....</i>	<i>15</i>
<i>Ilustración 2 diagrama planta de tratamiento</i>	<i>21</i>
<i>Ilustración 3. . Rejillas de Captación actuales.....</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 4. Desarenador después de captación</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 5. Tanque de almacenamiento posterior al desarenador.....</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 6. Tubería de conducción hasta la planta.....</i>	<i>27</i>
<i>Ilustración 7. Dosificación de reactivos.....</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 8. Entrada de agua en la planta</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 9. Etapas del tratamiento.....</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 10. Coagulador de la planta.....</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 11. Floculación</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 12. Válvulas de purga en mal estado</i>	<i>36</i>
<i>Ilustración 13. Clarificación.....</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 14. Filtro.....</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 15. Sitios de cloración y medidas</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 16. Bocatoma municipio de surata</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 17. Tanque de captación que tiene la válvula dañada.....</i>	<i>64</i>
<i>Ilustración 18. Fallas sistema de conducción.....</i>	<i>64</i>
<i>Ilustración 19. Aseguramiento provisional sistema de conducción</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 20. Tapas tanque desarenador.....</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 21 sistema de dosificación actual</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 22. Válvulas de purga.....</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 23. Compuerta filtro fibra.....</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 24. Salida agua retrolavado</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 25. Filtro exteriormente.....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 26. Sistema de filtración.</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 27. Cloro gaseoso tanque de almacenamiento</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 28. Válvula de lavado tanque almacenamiento</i>	<i>70</i>

TITULO:

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DEL MUNICIPIO DE SURATA SANTANDER*.

AUTORES:

DIAZ MUSALAN, Carlos Raúl
GONZALEZ GOMEZ, Melkin Yezid**

PALABRAS CLAVES:

Potabilización, coagulante, eficiencia, sulfato de aluminio,

DESCRIPCION DEL CONTENIDO.

Teniendo en cuenta que el agua es uno de los principales elementos en la vida del hombre, es necesario garantizar su pureza, es decir, debe estar libre de organismos patógenos, de sustancias tóxicas o fisiológicamente indeseables, para evitar toda una serie de enfermedades que se pueden transmitir a través del agua, que hoy en día afectan a un gran porcentaje de la población colombiana.

Es por esto que la evaluación de cada uno de los procesos utilizados en el tratamiento de aguas se hace necesaria para definir su eficiencia, puesto que cada uno de ellos juega un papel primordial en la calidad del agua entregada a la población.

En la actualidad muchos municipios del país no cuentan con un adecuado sistema de tratamiento que garantice agua potable que cumpla con las normas establecidas en el decreto 475 del 98 (norma técnica sobre calidad de agua potable). El municipio de Surata no es la excepción, ya que en la planta de tratamiento no se lleva a cabo una operación y mantenimiento que garantice la calidad del agua.

Esto dependiendo de la época del año, los análisis de calidad del agua cruda y del agua tratada demuestran que cumple con los requisitos de calidad de agua potable de acuerdo al decreto 475 / 98, debido a que en invierno algunos parámetros se desmejoran, presentando valores por fuera de lo exigido en el decreto.

*TESIS

**Facultad de fisicoquímicas. . Especialización en Ingeniería Ambiental. Director: Anleto León

Se realizaron ensayos para determinar las dosis óptimas de sulfato de aluminio utilizados en el proceso de coagulación, floculación.

I TITLE:

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE PLANT OF TREATMENT FOR THE POTABILIZACIÓN OF WATER OF THE MUNICIPALITY OF SURATA SANTANDER*.

AUTHORS:

DIAZ MUSALAN, Carlos Raúl
GONZALEZ GOMEZ, Melkin Yezid**

KEY WORDS:

Purification, coagulant, efficiency, sulphate of Aluminum.

DESCRIPTION OF THE CONTENT.

Considering that the water is one of the main elements in the life of the man, it is necessary to guarantee his purity, that is to say, must be free of pathogenic organisms, of toxic or physiologically undesirable substances, to avoid all a series of hydric diseases that nowadays affect a great percentage of the Colombian population.

It is by that the evaluation of each one of the processes used in the water treatment becomes necessary to define its efficiency, since each one of them plays a fundamental role in the quality of the given water the population.

At the present time many municipalities of the country do not tell on a suitable system of treatment that guarantees potable water that it fulfills the norms established in decree 475 of the 98 (practical standards on quality of potable water). The municipality of the Surata is not the exception since in the treatment plant it is not carried out an operation and maintenance that the quality of the water guarantees.

It made analysis of the quality of the crude water and the treated water and determining that it fulfills the requirements of quality of potable water in agreement to the 475 decree/98. Tests were made to determine the optimal doses of used aluminum sulphate in the coagulation process, flocculation. Also the tests to determine the optimal conditions in that were made they are due to apply.

*TESIS

**Facultad de fisicoquímicas. . Especialización en Ingeniería Ambiental. Director: Anleto León

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Evaluación de los procesos y operaciones utilizados en el sistema de tratamiento del agua en el Municipio de Surata Santander, en busca de los puntos álgidos donde se pueda realizar un mejoramiento en la calidad del efluente mediante un ajuste de los procesos de tratamiento, teniendo en cuenta la capacidad de la planta, la población actual y futura. Para proponer un mejoramiento en el diseño actual de algunas etapas del proceso, de tal manera que supla las necesidades del presente y futuro del municipio, en cuanto a la calidad y cantidad del recurso hídrico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Revisar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos históricos con que cuenta el municipio y realizar nuevas muestras para presentar un diagnóstico soportado.
- ✓ Análisis técnico y operacional sobre el sistema de captación y conducción del agua cruda, floculación, clarificación, filtración, desinfección y almacenamiento.
- ✓ Evaluar y proponer mejoras en cada una de las etapas del sistema de tratamiento que tiene deficiencias en su funcionamiento
- ✓ Realizar un informe presentando conclusiones y recomendaciones para el municipio.

INTRODUCCION

El agua encontrada en estado natural nunca está en estado puro, sino que presenta sustancias disueltas y en suspensión. Estas sustancias pueden limitar el tipo de usos del agua. En estos casos, con frecuencia, el carácter del agua la hace indicada para un uso reservado a la conservación, pues suelen albergar comunidades naturales raras. Está en jurisdicción del hombre realizar un buen tratamiento del agua para su consumo personal.

El agua para consumo humano no debe contener microorganismos patógenos, ni sustancias tóxicas o nocivas para la salud. Por tanto, el agua para consumo debe cumplir los requisitos microbiológicos y fisicoquímicos de calidad exigidos. La calidad del agua no debe deteriorarse ni caer por debajo de los límites establecidos durante el periodo de tiempo para el cual se diseñó el sistema de abastecimiento.

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en época de invierno del agua que suministra el acueducto al Municipio de Surata Santander, se encontraron fuera de parámetros según el decreto 475/98. Estos datos se utilizaron como soporte ante la Alcaldía para sustentar que tienen problemas en el sistema de tratamiento y que no se están cumpliendo los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos exigidos por el decreto 475 marzo 10 de 1998 para agua potable.

Se presentó una propuesta al Municipio para realizar un estudio del sistema actual, levantamiento de planos, capacitación del personal, propuestas de mejoramiento, revisión del sistema de distribución y uso inteligente del agua.

1 ESTADO DE ARTE

1.1 DESCRIPCION DEL MUNICIPIO

El municipio de Suratá se encuentra localizado en el nor-oriente de la región denominada Cuenca Superior del río Lebrija, en la Provincia de Soto, departamento de Santander; a una distancia aproximada de 45 Km. de la ciudad de Bucaramanga. Por su cercanía con la capital del departamento forma parte de la Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga. Además mantiene sus vínculos con Charta, Matanza, California, Vetas, Arboledas, Cáchira, El Playón y Rionegro, gracias a su posición geográfica y por identificarse con las mismas problemáticas de la región.



Ilustración 1. Municipio de Suratá.

Cuenta con una Población de 4.970 habitantes a octubre de 1999.

Según coordenadas geográficas, se ubica entre los $07^{\circ} 17'$ de latitud norte y los $72^{\circ} 53'$ y $73^{\circ} 06'$ de longitud al oeste del meridiano de Greenwich.

Altura sobre el nivel del mar	:	1.740 m.
Temperatura promedio	:	18.5 ⁰ C.
El área municipal	:	363.28 km ²

El Municipio posee una extensión aproximada de 36328 Has, de las cuales 18 Has corresponden a la zona urbana. Teniendo en cuenta los Lineamientos Departamentales del Plan de Ordenamiento Territorial se encuentra ubicado en el Corredor Transversal de Negocios Internacionales y de la Competitividad.

Según el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), el municipio de Suratá cuenta con 19 veredas correspondientes a Bucaré, Báchiga, El Porvenir, Cartagua, Agua Blanca, Páramo de Monsalve, Palchal, San Francisco, Gramalotico, Capacho, Santa Rosa, Cartagena, Mohán, Las abejas, San Isidro, El Silencio, Violeta, Marsella y Nueva Vereda

Debido a que no se tiene conformada legalmente la Unidad de Servicios Públicos en el Municipio, actualmente no se tiene contrato de suscripción de los usuarios a los cuales se les presta el servicio. Sin embargo, en la actualidad se tiene un cubrimiento del 100% del servicio a las 215 viviendas que conforman el casco urbano. El costo, presupuesto y mantenimiento del sistema de acueducto y alcantarillado es subsidiado en un 97% por la Administración Municipal, pago de nómina, reparación y mantenimiento del acueducto, el 3% restante el municipio le cobra a los usuarios una económica tarifa anual, pero en termino general el servicio es muy deficiente y es primordial nombrar un administrador que gestione y garantice la viabilidad del servicio asegurando el recurso hídrico y un excelente servicio para todos los usuarios.

1.2 LO QUE SE HA HECHO HASTA EL DIA DE HOY

El tema del agua potable en el municipio de Surata ya había sido abordado con anterioridad, de tal forma que se realizó el montaje de la planta para tratamiento de agua hace aproximadamente 10 años. Por la buena calidad de las fuentes de agua y la falta de control en los años anteriores, no se evidenciaron problemas como los reportados en los últimos dos años. Las enfermedades en la comunidad infantil y en las personas de edad hacen crítica la situación actual, demandando una pronta atención al problema.

1.3 PROBLEMÁTICA DEL PROYECTO

Las condiciones actuales del acueducto del Municipio de Surata no garantizan las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas exigidas por la legislación Colombiana. Lo anterior se verificó mediante los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los últimos meses realizados al agua cruda y tratada en Surata Santander, realizando un estudio de la situación actual de los procesos de captación, conducción, coagulación, floculación, clarificación, filtración, desinfección, almacenamiento y distribución. Se hace necesario presentar una propuesta de mejoramiento, teniendo en cuenta que los análisis realizados durante el estudio se encuentran fuera de especificación, de donde se deduce que hay fallas en el sistema de tratamiento en los procesos de captación, conducción, coagulación, floculación, filtración, desinfección y almacenamiento. Logrando así el primordial objetivo que es un agua de excelente calidad para los habitantes del municipio de Suratá y adicionalmente que no aporte a la comunidad las enfermedades típicas transmitidas por este medio masivo.

2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

En el municipio de Surata se realizó el Montaje de la planta para tratamiento de agua potable hace aproximadamente 10 años, Por el desmejoramiento en la calidad del agua suministrada y teniendo en cuenta que éste es un problema de salud pública para el Municipio se requiere buscar una solución inmediata.

Para obtener una calidad de agua potable en el acueducto del Municipio de Surata, se requiere realizar un estudio de la situación actual de los procesos de captación, conducción, coagulación, floculación, clarificación, filtración, desinfección, almacenamiento y distribución final.

Para presentar datos congruentes y que permitan visualizar mejoras en los procesos actuales, se debe realizar un estudio de la calidad del agua cruda y tratada, por medio del cual podemos determinar si el diseño de cada uno de los procesos utilizados actualmente, garantizan los requerimientos fisicoquímicos y microbiológicos necesarios.

El Estudio de Tratabilidad consiste en la selección y revisión de los procesos de tratamientos previos, del diseño de la planta, además de verificar el grado de conocimiento del personal administrativo y operativo de la planta para tratamiento de agua potable.

Actualmente el Municipio subsidia en un 97 % del sostenimiento del acueducto y el 3% restante por aportes de los usuarios, en adelante, para garantizar la calidad del agua potable, el Municipio cobrara por el consumo en busca de su auto sostenimiento. La financiación de la ejecución de la

propuesta de mejoramiento la cubre el municipio por medio de un auxilio Departamental. Para garantizar su viabilidad se debe nombrar un administrador, quien se encargara de velar por la calidad del agua y el mantenimiento del acueducto.

3 DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

La evaluación de cada uno de los procesos utilizados en el tratamiento de aguas se hace necesaria para definir su eficiencia, puesto que cada uno de ellos juega un papel primordial en la calidad del agua entregada a la población.

En la actualidad muchos municipios del país no cuentan con un adecuado sistema de tratamiento que garantice agua potable que cumpla con la norma técnica sobre calidad de agua potable. El municipio de Suratá no es la excepción ya que en la planta de tratamiento no se lleva a cabo una operación y mantenimiento que garantice la calidad del agua.

Se realizaron ensayos para determinar las dosis óptimas de sulfato de aluminio utilizados en el proceso de coagulación, floculación. También se realizaron las pruebas para determinar las condiciones óptimas en que se deben aplicar.

A continuación se enunciará todos los parámetros y etapas indispensables para un adecuado proceso de tratamiento de Aguas para consumo y uso domestico.

Hay que entrar a detallar cómo se están realizando los procesos actualmente y cómo se deberían hacer y cuales son los controles que se deben tener en cuenta.

3.1 REVISIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

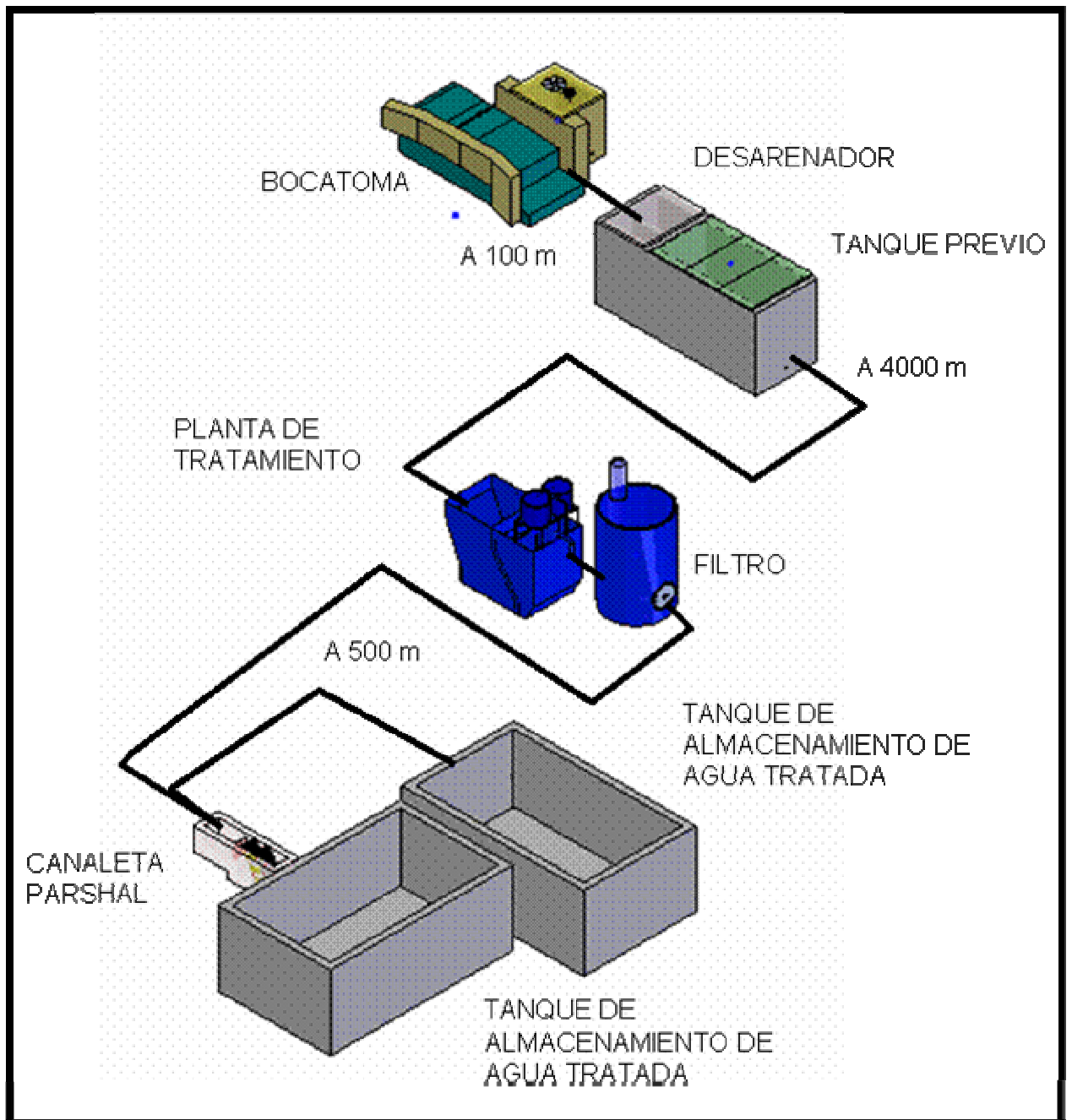


Ilustración 2 diagrama planta de tratamiento

3.1.1 Diagnóstico Ambiental de la Fuente Hídrica

La fuente hídrica abastecedora del acueducto municipal se encuentra ubicada en la Vereda El Porvenir y fluye en dirección oriente debido a los plegamientos, sobre terrenos de bosque natural secundario, en su mayoría en la región boscosa alta-andina con pendientes que van desde Inclínadas hasta abruptas y caracterizado por la baja presión sobre el medio por asentamientos urbanos debido a las barreras naturales ejercidas por la inclinación propia del terreno.

La zona de influencia de la fuente hídrica presenta vegetación abundante de diversas especies nativas, dentro de las cuales predominan el roble, manchador, guarumo, rampacho, guamos, cucharo, cordoncillo, arrayan, lluvia de oro, palma boba, bambú, ortigo y diversas especies de helechos que cumplen la función de reguladores del ciclo del agua.

Básicamente la demanda del recurso hídrico es para consumo humano del casco urbano del municipio de Suratá. No se tiene conocimiento del uso de agua para riego o actividades agroindustriales.

3.1.2 Calidad de la Fuente Hídrica

La quebrada El Porvenir es la fuente hídrica de abastecimiento del acueducto municipal de Suratá, debido a la cercanía al casco urbano con caudal abundante y permanente.

La quebrada se forma en la parte alta de la vereda El Porvenir por la unión de los manantiales que se forman en la parte alta en una zona muy húmeda de bosque alto andino poco intervenido, sus aguas son abundantes y

heladas con propiedades fisicoquímicas inmejorables por su alta oxigenación, bajo contenido de material flotante y sólidos suspendidos, debido principalmente a los lechos del cauce que lo conforma.

De acuerdo con la información suministrada en el municipio, no se cuenta con registros ni se tiene información sobre estudios de caracterización de la fuente hídrica; de igual forma no se tiene conocimiento de que se halla pedido Concesión de Aguas por parte del Municipio ni de la unidad de servicios públicos ante la “C.D.M.B”, razón por la cual es de carácter prioritario la realización de una caracterización fisicoquímica y bacteriológica que permitan la determinación y valoración de la calidad del agua para la elaboración del presente informe y para el diligenciamiento de Concesión de Aguas para el acueducto municipal.

3.1.3 Medición de Caudales.

Para la determinación de la oferta hídrica se realizaron campañas de muestreo para la determinación de la calidad del agua y la medición del caudal de la fuente hídrica y volumen de agua captado.

La medición del caudal se realizó por el método volumétrico debido principalmente a las propiedades de la fuente hídrica y la exactitud en la medición del método.

3.1.4 Oferta Hídrica.

Se adecuó el vertedero por la pendiente y se utilizó para la medición un recipiente plástico aforado de 60 litros, un recipiente plástico aforado de 10 litros para la medición y un cronómetro para la determinación del caudal. El

aforo se realizó por triplicado en dos momentos diferentes durante las dos campañas de monitoreo y determinación de la infraestructura de captación y aducción.

Tabla 1. Datos tabulados de las mediciones de caudal realizadas en la fuente hídrica El Porvenir

PRIMER AFORO RIO SURATA ABRIL 30/06				
	VOLUMEN [L]	TIEMPO [seg]	CAUDAL [L/seg]	CAUDAL _{PROMEDIO} [L/seg]
1	40	1,49	26,846	27.44
2	44	1,56	28,205	
3	42	1,54	27,273	
SEGUNDO AFORO RIO SURATA MAYO 01/06				
	VOLUMEN [L]	TIEMPO [seg]	CAUDAL [L/seg]	CAUDAL _{PROMEDIO} [L/seg]
1	46	1,73	26,590	25.62
2	44	1,72	25,581	
3	41	1,66	24,699	

Fuente: AUTOR

La Oferta Hídrica de la Quebrada El Porvenir = 26.532L/seg

Demanda Hídrica. Para la determinación de la demanda hídrica se determinó el caudal aducido de la fuente hídrica; La planta está diseñada para 3 litros por segundo máximo, con un tiempo de retención menor a una hora.

3.2 REJILLAS DE CAPTACIÓN

El sistema de rejilla instalado actualmente permite el paso de hojas y sedimento hacia el tanque de distribución. El sistema se encuentra suspendido debido a que la válvula de lavado está obstruida y no permite la

evacuación del sedimento, ocasionando un alto grado de descomposición y aportando contaminación microbiológica al agua que se lleva hasta la planta. La conducción hacia el desarenado se debe reparar por fisura en el mismo y asegurar la tubería que está sostenida con una horqueta de madera y reparar la válvula que se utiliza para el lavado; lavar el tanque y rediseñar el sistema de captación en la bocatoma.



Ilustración 3. . Rejillas de Captación actuales

3.3 *DESARENADO*



Ilustración 4. Desarenador después de captación

El desarenado permite retirar las partículas que puedan obstruir el sistema de conducción. Al sistema actual de desarenado, se debe realizar un mantenimiento a las tapas que cubren las cuales están construidas en lámina y se encuentran en mal estado. El sistema actual permite la entrada de hojas que se descomponen causando contaminación en el agua y que pueden obstruir la tubería. Se debe elaborar un programa de limpieza periódica en el sistema de captación y desarenado.

3.4 ALMACENAMIENTO PREVIO.

El caudal del agua de entrada al tanque de almacenamiento previo, que se encuentra después del desarenador, permite enviar un caudal constante a la planta, garantizando que no entre aire en el sistema. Se debe realizar un mantenimiento periódico en el tanque para evitar taponamiento en las tuberías.



Ilustración 5. Tanque de almacenamiento posterior al desarenador

3.5 CONDUCCIÓN

El sistema de conducción se realiza en tubería pvc de 3" desde la bocatoma hasta la planta, con una distancia aproximada es de 4 kilómetros¹ y cuenta con sistemas de válvulas de alivio y desaireadores.



Ilustración 6. Tubería de conducción hasta la planta.

3.6 REMOCIÓN DEL MATERIAL FLOTANTE.

El material flotante que se encontró en la visita son las hojas que están llegando a la fuente debido al diseño actual del cribado y del desarenador.

¹ Distancia según plano anexo 4.3.2

3.7 AIREACIÓN

La remoción de compuestos orgánicos e inorgánicos por medio de la Aireación, puede incrementar los costos de tratamiento y los requerimientos de energía notablemente, por lo cual debe realizarse un estudio de las condiciones más favorables que permitan alcanzar los niveles de calidad exigidos.

El agua que contiene hierro causa problemas de color, favoreciendo el crecimiento de bacterias autotróficas en los sistemas de distribución por lo cual debe llevarse un control sobre estos elementos

Tabla 2. Hierro de las muestras tomadas.

ANÁLISIS	NUMERO DE ANALISIS DIC 15.04 AL 22 DE FEBRERO 2005										UNIDADES	VALORES MAXIMOS PERMITIDOS DECRETO 475
	001		002		003		004		005			
	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA		
	RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA											
HIERRO	0,04	0,02	0,01	0,04	0,02	0,06	0,03	0,05	0,07	0,12	mg Fe /L	0.3

Hierro: Si se encuentra este elemento disuelto en el agua en una concentración que supera el valor aceptable; para que sea reducido y pueda ser precipitado requiere llevarse a otro estado, lo cual sugiere la necesidad de oxidarlo. Dentro de Las consecuencias de tener altas concentraciones de este elemento, se encuentran: favorece el crecimiento de E-Coli, Seudomonas, Salmonella y además en exceso puede producir diarrea. Afortunadamente según revelan los análisis de Fe del agua de Surata no sobrepasan el valores permitido de 0.3 ppm según decreto 475/98.

Pruebas físico químicas.

3.8 CONDUCTIVIDAD

Tabla 3. Conductividad de las muestras tomadas

ANÁLISIS	NUMERO DE ANALISIS DIC 15.04 AL 22 DE FEBRERO 2005										RESULTADOS MUESTRA DE AGUA	UNIDADES	VALORES MAXIMOS PERMITIDOS DECRETO 475
	001		002		003		004		005				
	CRUDA	POTABLE	CRUDA	POTABLE	CRUDA	POTABLE	CRUDA	POTABLE	CRUDA	POTABLE			
	RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA												
CONDUCT	58,6	67,5	48,1	72,3	56,6	85,2	57,2	156,2	58	167,8	192.0	µS /cm	-

(microS/cm ó micromhos/ cm) Medida de la capacidad para conducir la corriente eléctrica, depende de la cantidad de sales disueltas que se disocian, en general la conductividad es proporcional al contenido de sólidos disueltos totales.

La conductividad es un parámetro importante para establecer el grado de mineralización y estimar el efecto de la concentración total de iones sobre equilibrios químicos, efectos fisiológicos en plantas o animales, velocidad de corrosión, etc. Sirve para evaluar las variaciones en la concentración de mineral disuelto en aguas naturales; adicionalmente se pueden estimar la concentración de los sólidos totales disueltos.

La conductividad es una medida de la capacidad de una solución acuosa para conducir la corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de los iones, de su concentración total, de su movilidad, valencia y de la temperatura de medida. La mayoría de los ácidos, bases y sales inorgánicas son buenos conductores. Inversamente, las moléculas de compuestos orgánicos que no se disocian en solución acuosa conducen pobremente la corriente.

3.9 DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS

Para la dosificación en la coagulación por adsorción-neutralización debe tenerse en cuenta el resultado de las pruebas de jarras, ya que una sobredosis conduce a una reestabilización de las partículas. El sistema actual de dosificación es deficiente por el sistema manual que no permite aplicar exactamente la cantidad de químicos necesarios en el tratamiento del agua.

Se recomienda instalar bombas dosificadoras para regular en un rango de 50 a 100 ml, e instalar un tanques mínimo de 500 litros de capacidad, colocar nivel en los tanques, construir una tabla para el recargue de los químicos, con el objetivo de poder controlar la cantidad y asegurar la aplicación de los reactivos necesarios y así garantizar la calidad del agua final.



Ilustración 7. Dosificación de reactivos

3.9.1 COAGULANTE UTILIZADO

Alumbre: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$

El alumbre reacciona con la alcalinidad formando $\text{Al}(\text{OH})_3$. Este hidróxido es insoluble en un rango de pH de 5.7 a 7.5. Presenta comportamiento anfótero: Se disuelve y ioniza como un ácido positivo pH < 5.7 y como compuesto alcalino a pH > 7.5. Una parte por millón de alumbre disminuye 0.45 ppm de alcalinidad natural. (Aprox.) si la alcalinidad es baja, se debe agregar cal o soda.

$$\text{Carga Base} = \frac{0.4 \text{ a } 0.5 \text{ ppm de alcalinidad}}{1 \text{ ppm de alumbre}}$$

Aguas con alcalinidad < 100 ppm, flocculan mejor a pH 5.7 a 7.0

Aguas con alcalinidad > 100 ppm, flocculan mejor a pH 7.0 a 7.5

En términos cuantitativos, las reacciones anteriores expresan lo siguiente:

1 mg/L de sulfato de aluminio reacciona con 0.5 mg/L de alcalinidad natural, expresada como CaCO_3 , 0.33 mg/L de cal viva como CaO , o bien 0.39 mg/L de cal hidratada como $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0.54 mg/L.

3.9.2 Cloro

Demanda de cloro: cantidad de cloro que se necesita para que reaccione con la materia orgánica presente en el agua, formada por impurezas, algas, material vegetal y organismos patógenos.

En el acueducto se está dosificando hipoclorito de calcio al 70% en la entrada al floculador, adicionalmente se está utilizando cloro gaseoso que se

controla con un dosificador Rigal en las balsas. A este equipo se le realizó mantenimiento en el mes de marzo del 2006, cambiándole la empaquetadura, tortillería y empaque donde ajusta el equipo con la bala.

3.10 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE TRATAMIENTO



Ilustración 8. Entrada de agua en la planta

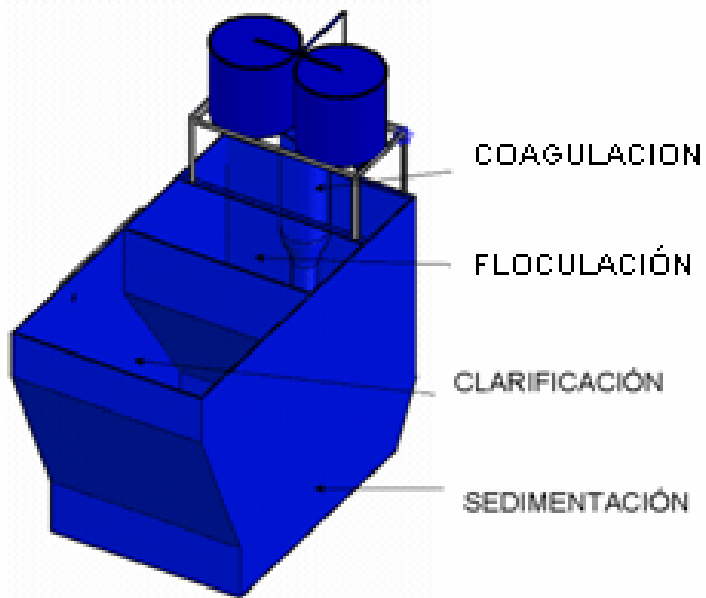


Ilustración 9. Etapas del tratamiento

3.10.1 PROCESO DE COAGULACION



Ilustración 10. Coagulador de la planta

Comprende la combinación de tres fenómenos y operaciones de naturaleza diferente los cuales son: coagulación (neutralización de cargas), mezcla y

floculación (transporte de partículas y formación de floc). El objetivo de ésta operación es el de separar del agua la materia orgánica disuelta y los sólidos suspendidos que constituyen impurezas dando turbiedad y color indeseables, para obtener al final agua clarificada. El equipo en que se realiza esta operación se le denomina Clarificador o Floculador y consiste generalmente en un tanque de reacción del tamaño necesario y diseño específico que permite cumplir con esa primera fase de clarificación química. Se adiciona Sulfato de Aluminio para coagular los productos de la reacción y acelerar la precipitación. Se efectúa la reacción química en presencia de partículas previamente precipitadas, pues ello hace que el aumento del tamaño del precipitado sea más rápido.

3.10.2 Floculación



Ilustración 11. Floculación

Se inicia cuando las partículas neutralizadas se agrupan creciendo su tamaño.

Para esto se requiere agitación suave y tiempo de retención para permitir el crecimiento de las partículas.

La floculación remueve sólidos orgánicos e inorgánicos. Su mayor dificultad de aplicación es con la materia orgánica, debido a la amplia gama de componentes que tienen un amplio intervalo de tamaños moleculares.

El proceso de alimentación de agua no cuenta con un medidor para poder determinar la cantidad de agua que se está tratando y los cambios en los caudales no se pueden determinar. Por lo tanto se dificulta el ajuste en las cargas base para obtener un floc apropiado en el proceso.

Se recomienda instalar a la entrada de la planta un contador de 1 ½ pulgadas para garantizar una dosificación constante acorde al caudal.

3.10.3 Sedimentación

Mediante ésta etapa del tratamiento, se busca separar los flocs conformados en la anterior etapa mediante su sedimentación o asentamiento. El sistema empleado en la Planta comprende un tanque sedimentador, provisto de placas inclinadas donde mediante el transporte del agua por tres compartimientos o cámaras, se logra separar el agua clarificada que va hacia el filtro y los lodos o sedimentos que serán extraídos mediante purgas.

La cantidad de lodo sedimentado se debe controlar realizando purgas periódicas. La zona de reacción primaria que corresponde a la primera parte de la planta debe mantenerse con una concentración de lodos mayor que la zona de reacción secundaria que se encuentra en la parte inferior de las tejas sedimentadoras.

Las válvulas utilizadas para realizar las purgas no tienen manijas dificultando la operación diaria, como se aprecia en la *Ilustración 12. Válvulas de purga en mal estado.*



Ilustración 12. Válvulas de purga en mal estado

Se recomienda cambiar las válvulas de purga de la planta por válvulas industriales que permitan la manipulación diaria.

3.10.4 Clarificación

En esta etapa se transforman los sólidos suspendidos, sólidos finamente divididos y materiales coloidales en partículas grandes fácilmente removibles y separables del agua

La coagulación, del latín *coagulare* que significa solidificar lo líquido, es por definición, el fenómeno de desestabilización de las partículas coloidales, que se puede conseguir por medio de la neutralización de sus cargas eléctricas negativas. Este proceso es producto de la adición de un reactivo químico llamado coagulante



Ilustración 13. Clarificación

La coagulación óptima ocurre cuando el potencial Zeta es cero; a esto se le llama el punto isoelectrico. Sin embargo, en la práctica esto no ocurre, sino que se obtienen valores de ± 0.5 mV.

El proceso de clarificación se realiza con los deflectores, por el tiempo y la calidad de los materiales utilizados, la planta presenta cortos circuitos (zonas de mala clarificación por falta de una barrera física de deflectores o por deflectores deteriorados que permiten el paso de lodos al filtro).

Se recomienda mejorar el sistema de clarificación en la planta, cambiando el sistema de clarificación, construido con tejas plásticas onduladas que se utilizan como deflectores y se encuentran en mal estado y no garantiza el paso uniforme por todos los sectores de la zona clarificada produciendo los llamados cortos circuitos se recomienda instalar biopac²; Este material permite construir la zona de clarificación con inclinación y segmentos iguales

² Biopac son colmenas

(colmena) para garantizar el paso uniforme por todos los sectores a la zona de agua clarificada.

3.10.5 Filtración

La producción de agua clara y cristalina es prerequisite para el suministro de agua segura y requiere de la filtración. Aunque cerca del 90% de la turbiedad y el color son removidos por la coagulación y la sedimentación, una cierta cantidad de floc pasa del tanque de sedimentación y requiere su remoción; Por ello, para lograr la clarificación final se usa la filtración a través de medios porosos; generalmente dichos medios son de arena, grava y antracita.

3.10.5.1 *Equipo de filtración*

Después de separar el agua no totalmente clarificada y limpia, se pasa por gravedad a un filtro rápido de arena, que cuenta con un diseño que permite eliminar aquellos sólidos aún suspendidos en el agua. En el filtro se debe realizar un retrolavado o lavado en contracorriente con el fin de remover

La acumulación de las partículas retenidas. Se recomienda retrolavar el filtro periódicamente, dependiendo de la calidad del agua que se esta filtrando, para que no se cólmate.

El sistema de entrada de agua y los análisis fisicoquímicos permiten visualizar que el municipio de Suratá cuenta con agua de excelente calidad; sin embargo, cuando las propiedades fisicoquímicas cambian, el sistema actual de tratamiento no asegura la calidad del agua en las diferentes etapas, colmatando rápidamente el filtro, desmejorando la calidad del efluente.



Ilustración 14. Filtro

El sistema de retrolavado automático que actualmente existente en la planta, no permite realizar un mantenimiento adecuado al medio filtrante, básicamente por las siguientes razones:

- a) El bocahombre o “manhole” se encuentra en la parte inferior del filtro por debajo del nivel de la carga y no se puede destapar. Sin que ocurra la descarga, se recomienda reubicarlo por encima del nivel de

la carga con el objetivo de realizar el retrolavado por boca hombre o por otro lado adecuado.

- b) Con el agua tratada y filtrada que se encuentra en el interior del filtro, se realiza el retrolavado cuando la carga está colmatada y el sistema se acciona, ingresando el agua por la flauta inferior, para ser evacuada por la tubería de retrolavado. Se recomienda instalar un filtro en paralelo para continuar tratando agua en la planta simultáneamente mientras se retrolava el otro filtro.
- c) Por los problemas de la planta, ya expuestos, el filtro se colmata rápidamente, siendo necesario el retrolavado varias veces al día. De tal manera que se hace necesario rediseñarlo para realizar el retrolavado cuando el operario de la planta lo estime conveniente.
- d) Constantemente por el sistema de retrolavado se pierde agua debido a que no hay válvula de cierre. Se recomienda colocar válvula de cierre rápido de 4 pulgadas.
- e) El caudal de retrolavado debe ser mayor al caudal de filtración para garantizar un correcto retrolavado. Con el sistema actual no se puede garantizar esta condición. Se recomienda instalar una electro bomba de 3 caballos autocebante de caudal, preferiblemente trifásica para economizar energía, que garantice el caudal necesario para retrolavar los filtros con agua tratada que se encuentra en los tanques de almacenamiento.
- f) Se deben realizar curvas de retrolavado para estandarizar los tiempos sin desperdiciar el agua.

3.10.6 Almacenamiento

El sistema de almacenamiento se realiza en dos tanques de concreto de la siguiente forma:

- a) Se cuenta con una canaleta parshal donde se realiza el proceso de cloración con cloro gaseoso; sin embargo, solo alimenta uno de los tanques. Se recomienda cambiar el sentido de alimentación para clorar el agua que llega a los dos tanques (ver *Ilustración 15. Sitios de cloración y medidas*).
- b) No se cuenta con un programa de limpieza de los tanques y se están lavando dependiendo de la apariencia del agua que se esté almacenando a criterio del fontanero. Se recomienda que la purga de los tanques sea semanal y el lavado de los tanques cada 6 meses máximo, dependiendo de la calidad del agua tratada.
- c) Se recomienda cambiar la válvula de compuerta que dificulta el lavado de almacenamiento del tanque 1,

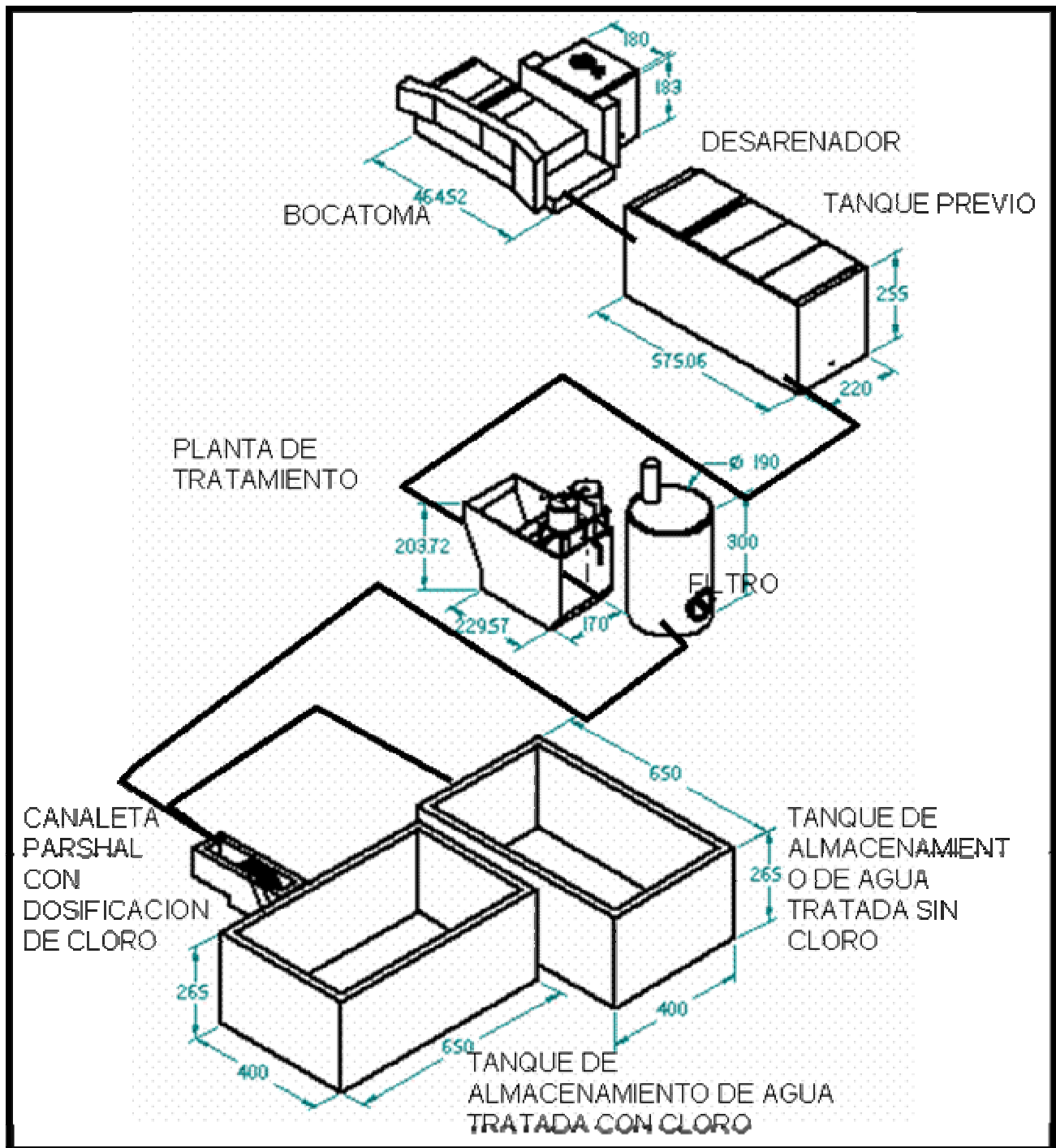


Ilustración 15. Sitios de cloración y medidas

3.11 PARAMETROS BASICOS DE CONTROL PARA EL AGUA POTABLE

3.11.1 ANÁLISIS DE LABORATORIO

Los parámetros físico – químicos que se realizaran son:

3.11.1.1 *pH*

La medida del pH es muy importante en la química del agua y es uno de los ensayos más frecuentemente ejecutados. Prácticamente cada fase del tratamiento tanto de un suministro de agua potable como de aguas de desecho dependen del pH, como lo son: la neutralización ácido-base, el ablandamiento del agua, la precipitación, la coagulación, la desinfección y el control de la corrosión.

A una temperatura determinada la intensidad del carácter ácido o básico de una solución está indicado por la actividad del ion hidrógeno o hidronio. El pH y el pOH se definen como:

$$pH = \log a_H^+ \equiv -\log[H^+]$$

$$pOH = -\log a_{OH}^- \equiv -\log[OH^-]$$

$$pH + pOH = 14$$

Tabla 4. pH de las muestras tomadas³

ANÁLISIS	NUMERO DE ANALISIS DIC 15.04 AL 22 DE FEBRERO 2005										UNIDADES	VALORES MAXIMOS PERMITIDOS DECRETO 475
	001		002		003		004		005			
	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA		
	RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA											
PH	6,89	7,01	6,94	7,1	7,02	7,05	6,9	6,95	6,9	6,92	Unidades	6.5-9.0

En términos generales el pH del agua se encuentra en norma en todos los análisis realizados.

3.11.1.2 Dureza.

En la práctica, se considera que la dureza es causada por iones metálicos generalmente divalentes capaces de reaccionar con el jabón para formar precipitados y con ciertos aniones presentes en el agua para formar incrustaciones.

Como aguas duras se consideran aquellas aguas que requieren cantidades considerables de jabón para producir espuma y producen incrustaciones en las tuberías de agua caliente, calentadores, calderas y otras unidades en las cuales se incrementa la temperatura del agua.

³ Resultados de las muestras tomadas por el laboratorio PSL Proanálisis

Dos casos pueden presentarse:

a) cuando la alcalinidad es menor que la dureza total; entonces,

$$\text{Dureza Carbonácea (mg/L)} = \text{alcalinidad (mg/L)}$$

b) cuando la alcalinidad es mayor o igual a la dureza total; entonces,

$$\text{Dureza Carbonácea (mg/L)} = \text{dureza total (mg/L)}$$

Tabla 5. Dureza de las muestras tomadas⁴

ANÁLISIS	NUMERO DE ANALISIS DIC 15.04 AL 22 DE FEBRERO 2005										UNIDADES	VALORES MAXIMOS PERMITIDOS DECRETO 475
	001		002		003		004		005			
	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA		
RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA												
DUREZA TOTAL	22	24	26	18	35	44	23	26	27	22	mg CaCO ₃ /L	160
DUREZA CALCICA	8	10	12	16	13	15	14	13	16	12	mg CaCO ₃ /L	160

La dureza se encuentra en norma para todos los análisis reportados.

Se considera como no Carbonácea toda dureza que no esté químicamente relacionada con los carbonatos y bicarbonatos. Es decir,

$$\text{Dureza Carbonácea (mg/L)} = \text{D. total} - \text{alcalinidad}$$

Esta incluye principalmente sulfato, cloruros y nitratos de calcio y magnesio.

⁴ Resultados de las muestras tomadas por el laboratorio PSL Proanálisis

3.11.1.3 Alcalinidad.

La alcalinidad de un agua puede definirse como su capacidad para neutralizar ácidos, como su capacidad para reaccionar con iones hidrógeno, como su capacidad para aceptar protones o como la medida de su contenido total de sustancias alcalinas (OH⁻). La determinación de la alcalinidad total y de las distintas formas de alcalinidad es importante en los procesos de coagulación química, ablandamiento, control de corrosión y evaluación de la capacidad tampón de un agua.

En aguas naturales la alcalinidad es debida generalmente a la presencia de tres clases de compuestos:

- Bicarbonatos
- Carbonatos
- Hidróxidos

Tabla 6. Alcalinidad de las muestras tomadas.⁵

ANÁLISIS	NUMERO DE ANALISIS DIC 15.04 AL 22 DE FEBRERO 2005										UNIDADES	VALORES MAXIMOS PERMITIDOS DECRETO 475
	001		002		003		004		005			
	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA		
	RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA											
ALCALINIDAD	11	12	14	15	18	25	45	47	26	12	mg CaCO ₃ / L	<100

Análisis de alcalinidad en norma para todas las muestras tomadas.

⁵ Resultados de las muestras tomadas por el laboratorio PSL Proanálisis

En algunas aguas es posible encontrar otras clases de compuestos (borato, silicatos, fosfatos, etc.) que contribuyen a su alcalinidad; sin embargo, en la práctica la contribución de éstos es insignificante.

El método clásico para el cálculo de la alcalinidad total y de las distintas formas de alcalinidad consiste en la observación de las curvas de titulación para estos compuestos, suponiendo que alcalinidades por hidróxidos y carbonatos no pueden coexistir en la misma muestra.

3.11.1.4 *Cloruros.*

El ión cloruro es una de las especies de cloro de importancia en aguas.

Los cloruros aparecen en todas las aguas naturales en concentraciones que varían ampliamente. En las aguas de mar el nivel de cloruro es muy alto, en promedio de 1900 mg/L y constituyen el anión predominante. En aguas superficiales, sin embargo, su contenido es generalmente menor que el de los bicarbonatos y sulfatos.

Es uno de los principales aniones inorgánicos presentes en aguas naturales y residuales. Son responsables del sabor salobre en el agua y comunes en aguas residuales domésticas, pues la contribución por persona (orina) es de 6 a 9 gramos /día. Los contenidos de cloruros en las aguas son extremadamente variables y se deben principalmente a la naturaleza de los terrenos.

Tabla 7. Cloruros de las muestras tomadas⁶

ANÁLISIS	NUMERO DE ANALISIS DIC 15.04 AL 22 DE FEBRERO 2005										UNIDADES	VALORES MAXIMOS PERMITIDOS DECRETO 475
	001		002		003		004		005			
	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA		
	RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA											
CLOURUROS	12	10	11	13	11	12	24	27	26	32	mg Cl ⁻ / L	250

Cloruros en norma para las diferentes muestras analizadas.

Habitualmente el contenido del ión Cl⁻ de las aguas naturales es inferior a 50mg/l pero puede sufrir variaciones provocadas por un lavado superficial, por contaminación debida a aguas residuales o en la costa por infiltraciones de agua de mar. Producen corrosión, particularmente en los elementos de acero. Además, para el uso agrícola, los contenidos en cloruros pueden limitar ciertos cultivos.

Los cloruros logran acceso a las aguas naturales en muchas formas: el poder disolvente del agua introduce cloruros de la capa vegetal y de las formaciones más profundas; las aguas de mar son más densas y fluyen aguas arriba a través del agua dulce de los ríos que fluyen agua abajo, ocasionado una mezcla constante de agua salada con agua dulce.

Muchos residuos industriales contienen cantidades apreciables de cloruros. Los cloruros en concentraciones razonables no son peligrosos para la salud y

⁶ Resultados de las muestras tomadas por el laboratorio PSL Proanálisis

son un elemento esencial para las plantas y los animales. En concentraciones por encima de 250mg/L producen un sabor salubre en el agua, el cual es rechazado por el consumidor. Para consumo humano el contenido de cloruros se limita a 250mg/L.

3.11.1.5 *Sólidos totales.*

La expresión “sólidos en agua” se refiere a la cantidad de materia suspendida o disuelta en ésta. El contenido de sólidos en el agua puede afectar su calidad, modificando aspectos tales como el sabor, color, olor, dureza, turbiedad, etc.

Se definen como sólidos totales a todos los residuos sólidos obtenidos por evaporación directa de la muestra de agua y su posterior secado a una temperatura determinada.

En la determinación del contenido de sólidos totales en aguas existen ciertos factores tales como el muestreo, fraccionamiento de la muestra, pipeteo, temperatura de almacenamiento de las muestras, temperatura de secado, homogenización de la muestra que pueden producir variaciones en los resultados de los análisis.

La muestra se evapora en una cápsula previamente pesada, sobre un baño de María, y luego se seca a 103 – 105 °C. El incremento de peso, sobre el peso inicial, representa el contenido de sólidos totales o residuo total.

Tabla 8. Sólidos totales de las muestras tomadas⁷

ANÁLISIS	NUMERO DE ANALISIS DIC 15.04 AL 22 DE FEBRERO 2005										UNIDADES
	001		002		003		004		005		
	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	
	RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA										
SOLIDOS TOTALES	32	36	26	28	31	32	56	62	57	62	mg/L

Se puede apreciar el deficiente tratamiento del agua en todas las muestras se presenta un incremento de los sólidos a la salidas del sistema de tratamiento.

3.11.1.6 Turbiedad.

Turbiedad (NTU ó UNT).

Interferencia al paso de la luz por la materia en suspensión que contiene el agua.

Turbiedad: partículas suspendidas y coloides de arcilla y materia orgánica, partículas suspendidas de lodos y limo, presencia de numerosos microorganismos.

⁷ Resultados de las muestras tomadas por el laboratorio PSL Proanálisis

Tabla 9. Turbiedad de las muestras tomadas.⁸

ANÁLISIS	NUMERO DE ANALISIS DIC 15.04 AL 22 DE FEBRERO 2005										UNIDADES	VALORES MAXIMOS PERMITIDOS DECRETO 475
	001		002		003		004		005			
	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA		
	RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA											
TURBIEDAD	0,51	1,8	0,78	1,8	0,78	3,15	1,04	2,25	2,54	5,7	NTU	5.0

La turbiedad presentada en los análisis se encuentra en un rango de 0.51 – 5.70 NTU. Presentándose valores superiores de turbiedad a la salida del sistema en todos los análisis realizados, donde se evidencia la deficiencia del tratamiento.

3.11.1.7 Sólidos (mg sólidos /L)

Están presentes en: suspensión, solución, o en ambas formas, y se deben tanto a la materia orgánica, como a la inorgánica.

Clasificación de los sólidos:

Los coloides: son mezclas heterogéneas en la que las partículas con apariencia de soluto no se sedimentan, también se denominan dispersión coloidal.

⁸ Resultados de las muestras tomadas por el laboratorio PSL Proanálisis

Sólidos Totales	Sólidos suspendidos volátiles y fijos
Sólidos Totales volátiles y fijos	Sólidos sedimentables.
Sólidos disueltos	Suspensiones Coloidales
Sólidos disueltos volátiles y fijos	Coloides
Sólidos suspendidos	

3.11.1.8 *Color.*

Las causas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución y el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en diferentes estados de descomposición, y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales. El color natural del agua existe principalmente como efecto de partículas coloidales cargadas negativamente; debido a esto, su remoción puede lograrse con ayuda de un coagulante o de una sal de ión metálico trivalente como el Al^{+++} o el Fe^{+++} .

Dos tipos de color se reconocen en el agua: el color verdadero, o sea el color de la muestra una vez que su turbidez ha sido removida, y el color aparente que incluye no solamente el color de la sustancia en solución y coloides sino también el color debido al material suspendido. El color aparente se determina sobre la muestra original sin filtración o centrifugación previa.

Normalmente el color aumenta con el incremento del pH.

Tabla 10. Color de las muestras tomadas

ANÁLISIS	NUMERO DE ANALISIS DIC 15.04 AL 22 DE FEBRERO 2005										UNIDADES	VALORES MAXIMOS PERMITIDOS DECRETO 475
	001		002		003		004		005			
	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA		
	RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA											
COLOR	2	0	1	1	3	2	2	12	3	18	UPC	15

En los análisis 004 y 005 se presenta un aumento del color a la salida del sistema, en donde se puede apreciar la influencia de la temporada invernal sobre el tratamiento.

La remoción del color es una función del tratamiento del agua y se practica para hacer un agua adecuada para usos generales o industriales. La determinación del color es importante para evaluar las características del agua, la fuente del color y la eficiencia del proceso usado para su remoción. Cualquier grado de color es objetable por parte del consumidor y su remoción es, por lo tanto, objetivo esencial del tratamiento.

3.11.1.9 *Coliformes totales.*

El agua contiene suficientes sustancias nutritivas para permitir el desarrollo de diferentes microorganismos. Muchas de las bacterias del agua provienen del contacto con el aire, el suelo, animales o plantas vivas o en descomposición, fuentes minerales o materia fecal.

Tabla 11. Análisis microbiológico agua tratada.⁹

No. Análisis	4211	4212	4392	4393	4680	4681	Max RANGO Min
RECUENTO TOTAL DE MESOFILOS	11 UFC/100ml	3300 UFC/100ml	845 UFC/100ml	407 UFC/100ml	338 UFC/100ml	84500 UFC/100ml	100/100 0/100 UFC/100ml
COLIFORMES TOTALES	0 UFC/100ml	700 UFC/100ml	676 UFC/100ml	47 UFC/100ml	32 UFC/100ml	67600 UFC/100ml	0 UFC/100ml
COLIFORMES FECALES	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml
CONCEPTO	APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA

Solo la muestra 4211 es apta para el consumo humano, el restante de muestra presentan crecimiento microbiológico siendo no aptas para el consumo, evidenciándose el deficiente sistema de desinfección de la planta, de tal manera que es urgente la eliminación de este problema para el municipio.

El número de organismos coliformes en los excrementos humanos es muy grande; la secreción diaria por habitante varía entre 125x10⁹ y 400x10⁹ UFC/ml. Su presencia en el agua es considerada como un índice evidente de la ocurrencia de polución fecal y por lo tanto de contaminación con organismos patógenos.

3.11.1.10 Control organoléptico

Los problemas sensoriales de sabor, olor y color son efectos producidos a causa de compuestos orgánicos que se encuentran en pequeñas concentraciones en el agua, principalmente, vegetación en descomposición,

⁹ Análisis 4211, 4212, 4392, 4393, 4680, 4681, tomados por PSL PROANALISIS desde de diciembre 15 de 2004 hasta Febrero 25 de 2005.

algas, compuestos químicos presentes en desechos, sulfuros, metales y sales. Las fallas en este parámetro se detectan al consumir el agua potable, cuando el olor y el sabor es desagradable se debe revisar el sistema de tratamiento porque se evidencia fallas en el sistema.

3.12 DECRETO 475 DE 1998

La tabla 10 muestra algunos valores máximos admisibles de las normas microbiológicas, organolépticas, físicas y químicas de la calidad del agua potable que, de acuerdo al decreto 475/98, expedido por los Ministerios de salud y de Desarrollo Económico, se deben cumplir en todo el territorio nacional en la red de distribución de los sistemas de acueducto, independientes de su nivel de complejidad. La misma tabla contiene los parámetros de comparación mínimos recomendados para caracterizar el agua de la fuente superficial o subterránea, según su nivel de calidad.

Tabla 12. NORMAS DE CALIDAD DE AGUA POTABLE, SEGUN DECRETO 475
DE 1998

Características	Valor máximo	Parámetros de comparación de la calidad de la fuente recomendados según el nivel calidad de la fuente			
	Admisible	1. Aceptable	2. Regular	3. Deficiente	4. Muy deficiente
Coliformes totales UFC/100 cc	0	X	X	X	X
Escherichia coli UFC/100 cc	0			X	X
pH	6.5 – 9.0	X	X	X	X
Turbiedad UNT	5	X	X	X	X
Color verdadero – UC	15	X	X	X	X
Conductividad US/cm	50 – 1.000	X	X	X	X
Sustancias flotantes	Ausentes	X	X	X	X
Olor y sabor	Ninguno	X	X	X	X
Fenoles totales – mg/L	0.001				X
Grasas y aceites– mg/L	Ausentes				X
Aluminio – mg/L	0.20				X
Nitratos – mg/L	10				X
Nitritos – mg/L	0.1	X	X	X	X
Antimonio – mg/L	0.005				X
Arsénico – mg/L	0.01				X
Bario– mg/L	0.5				X
Cadmio – mg/L	0.003				X
Cianuros totales – mg/L	0.1				X
Cobre – mg/L	1.0				X
Cromo hexavalente – mg/L	0.01				X
Mercurio – mg/L	0.001				X
Níquel – mg/L	0.02				X
Plomo – mg/L	0.01				X
Selenio – mg/L	0.01				X
Tóxicos tipo I– mg/L	0.001				X
Tóxico tipo II y III– mg/L	0.01				X
Baja toxicidad– mg/L	0.1				X
Trihalometanos totales– mg/L	0.1				X
Alcalinidad total – mg/L	100	X	X	X	X
Acidez – mg/L	50	X	X	X	X
Dureza total– mg/L	160	X	X	X	X
Calcio– mg/L	60	X	X	X	X
Magnesio– mg/L	36	X	X	X	X
Cloruros– mg/L	250	X	X	X	X
Sulfatos – mg/L	250	X	X	X	X
Hierro total– mg/L	0.3	X	X	X	X
Manganeso	0.1			X	X
Fosfatos	0.2			X	X
Zinc	5				X
Fluoruros (mg/L)	1.2				X

En la tabla 13 se presenta la clasificación de los niveles de calidad de las fuentes de abastecimiento en función de unos parámetros mínimos de análisis físico- químico y microbiológico de acuerdo al RAS 2000.

Tabla 13. Nivel de calidad del agua según el grado de polución RAS 2000

Parámetros	Nivel de calidad de acuerdo al grado de polución			
	1. Fuente aceptable	2. Fuente regular	3. Fuente deficiente	4. Fuente muy deficiente
DBO 5 días				
Promedio diario mg/L	≤ 1.5	1.5 - 2.5	2.5 - 4	>4
Máximo diario mg/L	1 – 3	3 - 4	4 - 6	>6
Coliformes totales (NMP/100 mL)				
Promedio mensual	0 – 50	50 - 500	500 - 5000	> 5000
Oxígeno disuelto mg/L	≥ 4	≥ 4	≥ 4	< 4
PH promedio	6.0 - 8.5	5.0 - 9.0	3.8 - 10.5	
Turbiedad (UNT)	< 2	2 - 40	40 - 150	≥ 150
Color verdadero (UPC)	< 10	10 -20	20 - 40	≥ 40
Gusto y olor	Inofensivo	Inofensivo	Inofensivo	Inaceptable
Cloruros (mg/L - Cl)	< 50	50 - 150	150 - 200	300
Fluoruros (mg/L - F)	< 1.2	< 1.2	< 1.2	> 1.7

Para poder realizar un estudio correcto de la planta de tratamiento para agua, se realizaron 5 análisis físico-químicos al agua, de los cuales se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 14. Análisis Físicoquímicos de las muestras tomadas.

ANÁLISIS	NUMERO DE ANALISIS DIC 15.04 AL 22 DE FEBRERO 2005										UNIDADES	VALORES MAXIMOS PERMITIDOS DECRETO 475
	001		002		003		004		005			
	CRUDA	POTABLE	CRUDA	POTABLE	CRUDA	POTABLE	CRUDA	POTABLE	CRUDA	POTABLE		
	RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA											
CONDUCT	58,6	67,5	48,1	72,3	56,6	85,2	57,2	156,2	58	167,8	µS /cm	50-1000
TURBIEDAD	0,51	1,8	0,78	1,8	0,78	3,15	1,04	2,25	2,54	5,7	NTU	5.0
COLOR	2	0	1	1	3	2	2	12	3	18	UPC	<15
PH	6,89	7,01	6,94	7,1	7,02	7,05	6,9	6,95	6,9	6,92	Unidades	6.5-8.5
HIERRO	0,04	0,02	0,01	0,04	0,02	0,06	0,03	0,05	0,07	0,12	mg Fe /L	0.3
DUREZA TO.	22	24	26	18	35	44	23	26	27	22	mg CaCO ₃ /L	160
DUREZA CA.	8	10	12	16	13	15	14	13	16	12	mg CaCO ₃ /L	160
ALCALINIDAD	11	12	14	15	18	25	45	47	26	12	mg HCO ₃ /L	100
CLORUROS	12	10	11	13	11	12	24	27	26	32	mg Cl ⁻ / L	250
NITRITO	0,002	0,015	0	0	0	0	0,012	0,08	0,02	0,02	mg NO ₂ ⁻¹ /L	0.1
ALUMINIO	0,03	0,05	0,02	0,03	0	0,01	0	0,02	0,02	0,04	mL/L	AUSENTES
S. TOTALES	32	36	26	28	31	32	56	62	57	62	mg/L	
CALIFICACION	BUENA		BUENA		BUENA		BUENA		BUENA			

Se puede concluir que el agua esta siendo mal tratada en la planta de potabilización, ya que entra en mejores características fisicoquímicas de las que se entrega al consumidor final.

3.13 PRUEBAS DE TRATABILIDAD

Esta serie de ensayos determinan los principales parámetros que se deben cumplir en el tratamiento del agua, con el fin de obtener la mejor calidad del agua.

3.13.1 Prueba De Jarras

Estas pruebas consisten en simular en vasos de precipitado o jarras, el proceso de coagulación-floculación que se producirá en la planta de tratamiento y evaluar distintos parámetros durante o al final de los ensayos para caracterizar su funcionamiento.

Este procedimiento debe realizarse de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 3903. Su objetivo básico es la determinación de los coagulantes y auxiliares de coagulación (metálicos o polímetros) y la determinación de sus dosis óptimas y su secuencia de adición se reflejara en una mejora en la turbiedad, el color, el pH y la alcalinidad.

3.13.1.1 *Determinación de la dosis óptima de coagulante*

El objetivo de este ensayo es poder determinar la dosis de coagulante que produce la rápida desestabilización de las partículas coloidales en la planta y hace que se forme un floc pesado y compacto que quede fácilmente retenido en los sedimentadores y no se rompa al pasar por el filtro. Debe observarse que no necesariamente el floc que sedimenta rápidamente es el que queda retenido en el filtro con más facilidad. El floc que se busca, por tanto, es aquel que da el mayor rendimiento en el conjunto de los procesos de clarificación.

Tabla 15. Pruebas de Jarras¹⁰

PARÁMETRO	UNIDADES	CRUDA	JARRAS	LIMITE PERMITIDO
pH		6,9	7,2	6.5-9.0
Conductividad	µS/cm	43.2	122	50-1000
Turbiedad	NTU	3,5	0,75	5.0
Aluminio	mg/L	0.10	0,15	0,2
Color	UPC	15	2	15.0
Dureza Total	mg/L CaCO3	22	25	160
Alcalinidad	mg/L CaCO3	23	35	100.0
Hierro	mg/L Fe	0,04	0	0.3
Sulfatos	mg/L SO4	ND	ND	250
Nitritos	mg/L NO2	0,016	ND	ND
Cloro	Mg/litro	0	1	-----
Sólidos Totales	mg/L	36	69	-----

Con los ensayos realizados se obtuvo como mejores resultados la anterior tabla para una concentración de sulfato de aluminio tipo B de 60ppm y cloro granulado al 70% con concentración de 6ppm, en donde se mejora notablemente la turbiedad y el color, siendo esta las dos variables mas criticas del tratamiento junto con la microbiología.

3.13.1.2 Determinaciones cualitativas:

Tamaño del floc producido:

Se observa el tamaño del floc producido y se le evalúa cualitativamente según sus características. Se escoge como dosis óptima la de la jarra que

¹⁰ Pruebas de jarras realizadas En Suratá Santander el mes de noviembre del 2005 (Cuando se encontraba en época de invierno).

produce una partícula mas grande, de mayor velocidad de asentamiento aparente, que deja ver el agua más cristalina entre los flóculos. Por ultimo se realiza una caracterizar físico química de la muestras para corroborar la evaluación cualitativa y de esta forma escoger la mejor dosificación.

3.13.1.3 Sistema actual de análisis de laboratorio y capacitación del operario

El municipio de Surata realiza los análisis de control mensualmente; sin embargo no se cuenta con análisis de laboratorio de control diario necesarios para garantizar el control de la calidad del agua. Se utiliza un kit de piscina para medir la concentración de cloro y el pH en el agua cruda y tratada

El personal que opera la planta no cuenta con la capacitación necesaria, no tiene el perfil requerido para entender las operaciones unitarias necesarias en el sistema de tratamiento y adicionalmente debe realizar las funciones de fontanero y los trabajos que le asignan en la alcaldía.

El sistema de dosificación actual no opera debidamente por falta de capacitación del operario y por el diseño de los dosificadores en un tiempo menor a dos horas; Las dosificaciones varían a medida que el volumen del tanque cambia, lo cual no garantiza una dosificación adecuada desperdiciando reactivos y dinero por la mala operación.

En las auditorias que se hicieron, se encontraron los tanques de dosificación desocupados. El equipo de dosificación de cloro gaseoso, no cuenta con un programa de mantenimiento; No se cuenta con equipos de protección para manipular el cloro gaseoso, ni de normas de operación y seguridad.

Las fallas en el sistema de tratamiento de agua en el municipio de Suratá no permiten un buen funcionamiento de ésta, dándole la excusa perfecta al operario para no realizar una buena gestión.

3.13.1.4 Sistema de contratación.

En los municipios, el sistema de contratación dispara los precios reales, básicamente por los impuestos y comisiones que se descuentan automáticamente del valor total del contrato.

3.13.1.5 Sistema de evacuación de lodos

Las purgas de los lodos en el floculador y el retrolavado del filtro se vierten directamente al alcantarillan porque no se cuenta con un sistema de tratamiento, se recomienda diseñar un sistema de tratamiento para los lodos eliminados en el tratamiento y el retrolavado del filtro de arena.

CONCLUSIONES

1. El sistema de captación en la bocatoma requiere mejoras en el diseño para garantizar un caudal constante en la planta,



Ilustración 16. Bocatoma municipio de surata

2. En el tanque de captación de la bocatoma es prioritario corregir el daño en la válvula de lavado, la cual no permite realizar los mantenimientos periódicos que se requieren para garantizar una mejor calidad del agua que ingresa a la planta, de tal manera que sea eficiente el tratamiento en general. El tanque se encontró en un 50 % de su capacidad con hojas y materia orgánica en descomposición produciendo malos olores convirtiéndose en la principal fuente de contaminación del agua.



Ilustración 17. Tanque de captación que tiene la válvula dañada

3. Se recomienda cambiar, o realizar las reparaciones necesarias en la tubería de conducción que se encuentra en mal estado para evitar que el agua se contamine por las múltiples roturas que presenta durante su trayecto.



Ilustración 18. Fallas sistema de conducción

4. Los tramos de tubería que se encuentran por el paso peatonal, se deben asegurar correctamente para evitar daños en el sistema de conducción.



Ilustración 19. Aseguramiento provisional sistema de conducción

5. El desarenado no cuenta con tapas herméticas que garanticen que el agua no se contamine con el material particulado, con las hojas o animales. Se debe tener un programa de lavado del desarenador y cumplirlo.



Ilustración 20. Tapas tanque desarenador

6. La falta de medidor de caudal dificulta el control del agua tratada y realizar los cálculos para determinar las cargas base en el tratamiento.

El sistema de dosificación instalado no garantiza una dosificación con caudal constante dificultando el proceso de tratamiento.



Ilustración 21 sistema de dosificación actual

7. Los tanques para dosificar los químicos son de 250 litros y no tienen dispositivos para controlar el caudal de dosificación. Se recomienda cambiarlos por tanques de mayor capacidad minimizando el tiempo de recarga y acondicionar el sistema, para garantizar mínimo 24 horas de dosificación constante durante el día. Instalando bombas dosificadoras.
8. El sistema instalado de válvulas dificulta las purgas diarias que se deben realizar en la planta para evacuar los lodos en el tratamiento.



Ilustración 22. Válvulas de purga

9. Los deflectores en el sistema de clarificación se encuentran defectuosos permitiendo el paso de floc al filtro debido a que no se realiza el trabajo de clarificación en todos los paneles instalados, permitiendo el paso de agua con floc donde no hay obstáculos, por los llamados cortos circuitos.

10. El sistema actual de filtración no permite realizar retrolavados por bocahombre porque se encuentra en la parte inferior del filtro. Se recomienda mejorar el diseño para poder realizarlos. Este procedimiento se debe realizar periódicamente para hacer mantenimiento a la carga y evitar cambiarla periódicamente.



Ilustración 23. Compuerta filtro fibra

11. La carga del filtro se recomienda cambiar por grava, arena 20-20 y arena 20-40. Teniendo en cuenta que se encuentra colmatada.



Ilustración 24. Salida agua retrolavado

Se recomienda rediseñar el filtro para realizar los retrolavados manualmente y no automáticamente como se está haciendo, teniendo en cuenta que el sistema de retrolavado automático se diseño para sitios donde no hay operario. En la actualidad por las fallas mencionadas en el acueducto de Surata el filtro se colmata, desperdiciando agua constantemente y retrolavandose varias veces en el día.



Ilustración 25. Filtro exteriormente

12. Para retrolavar el filtro, se recomienda instalar un sistema de bombeo el cual permita un caudal mayor al de filtración. Se debe diseñar un sistema que permita la efectividad de los retrolavados para garantizar la evacuación del floc y del material particulado que satura el filtro afectando el buen funcionamiento del sistema de tratamiento.



Ilustración 26. Sistema de filtración.

13. El sistema de válvulas en los tanques de almacenamiento requieren de cambios porque el cloro se dosifica en la canaleta, el diseño actual envía el agua de la canaleta al tanque de almacenamiento No 1 y el agua que llega al tanque de almacenamiento No 2 no pasa por la canaleta, viene directamente del filtro y no recibe cloro.

14. El sistema de lavado de los tanques se dificulta porque está dañada una válvula que se usa para tal fin.



Ilustración 27. Cloro gaseoso tanque de almacenamiento



Ilustración 28. Válvula de lavado tanque almacenamiento

15. Se requiere implementar un programa de monitoreo y control por medio de formatos donde se registre todas las operaciones que se realicen diariamente y los resultados de concentración de cloro, pH y otras variables del proceso, que facilite llevar un control diario de la operación y en cualquier caso que permita realizar trazabilidad al proceso.

16. Se debe elaborar un programa de actividades de limpieza, saneamiento, mantenimiento y análisis especiales del agua (pesticida, órgano clorados, órgano fosforados etc.) que dependiendo el tipo de actividad se clasifiquen por frecuencias, diarias, quincenales, mensuales, bimensuales, trimestrales, semestrales y anuales, las cuales deben ser, según el caso realizadas por el operario o alguna entidad externa (laboratorio) y que aseguren el correcto funcionamiento del sistema de tratamiento y de la excelente calidad del agua, actividades que deben ser certificadas por el jefe y de fácil absceso para cualquier tipo de auditor.

17. No se cuentan con equipos de laboratorio básicos para el control de la calidad del agua, ni con el personal capacitado para realizarlos. En el anexo se encuentra descripción de equipos de laboratorio necesarios.

18. No se cuenta con sistema de tratamiento primario para los lodos que son evacuados en la planta. Se debe realizar un estudio y presentar una propuesta para instalar un lecho de secado de lodos para su correcta disposición.

19. Se debe nombrar una junta o algún tipo de organización a través de la alcaldía, que vele por el buen funcionamiento, la viabilidad y el sostenimiento del acueducto, al igual que la protección del recurso

hídrico de la región. Con una cabeza visible que gestione los recursos y demás requerimientos legales para el sostenimiento de un servicio y recurso tan importante como lo es el agua.

BIBLIOGRAFIA

AGUIRRE, Hernando. MEDICION DE CAUDALES EN CANALES ABIERTOS. Laboratorio de control ambiental. Puerto Isaacs. Mimeógrafo. 1995.

APHA, AWWA, AWOAC. STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. Decima novena edicion. Washington. 1995.

ARBOLEDA VALENCA Jorge, Teoría y Práctica de la Purificación del Agua, Tomos 1 y 2, Asociación Colombiana de ingeniería sanitaria y ambiental Acodal, Santa Fé de Bogotá, 2000, ISBN 958-41-0012-2.

CASTILLO GARCIA Samuel y URIBE J W, Tesis “Evaluación y diagnóstico de la planta de tratamiento para la potabilización de aguas del municipio de Florida blanca”, UIS, Departamento de Ingeniería Civil, 1984.

PEDRAZA, Juan Francisco. PRACTICAS DE LABORATORIO PARA ANÁLISIS DE ALGUNOS PARÁMETROS EN AGUAS. Bucaramanga, Mimeógrafo UIS, 1995.

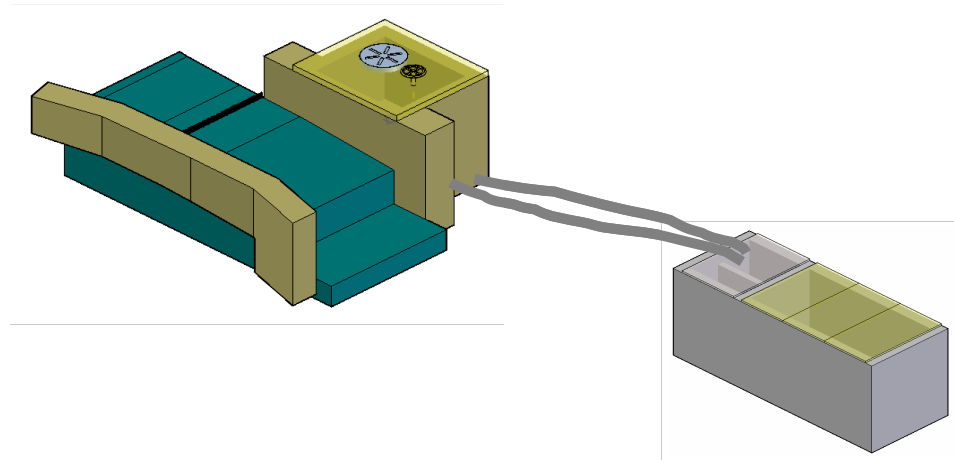
RODIER, J. ANÁLISIS DE LAS AGUAS. Ediciones Omega. Barcelona, 1976
SUAREZ DE MONCAYO, Graciela. PRACTICAS DE LABORATORIO DE SANITARIA I Y II. Bucaramanga, Mimeógrafo, UIS, 1989.

ROMERO RJ, Acuiquímica, Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogota 1996, ISBN 958-95742-5-4.

4 ANEXOS

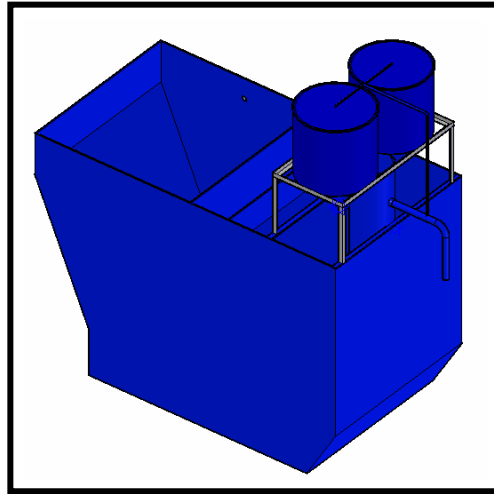
4.1 PROPUESTA DE MEJORAMIENTO

4.1.1 MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE CAPTACIÓN, DESARENADO Y TANQUES DE DISTRIBUCIÓN Y SISTEMA DE CONDUCCIÓN



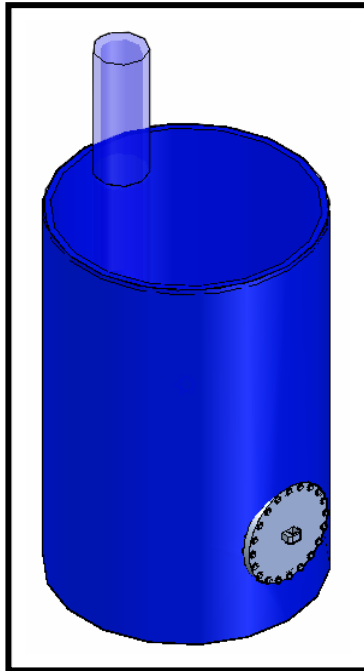
ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT	VR / UNIT	VR / TOTAL
1	Desviación de la quebrada en bocatoma	un	1	800000	\$ 800.000
2	diseño del sistema de captación,	un	1	800000	\$ 800.000
3	concreto para la captación	m3	0,8	385000	\$ 308.000
4	rejilla para el sistema de captación	un	1	185000	\$ 185.000
5	alquiler de formaleta	días	12	95000	\$ 1.140.000
6	friso	m2	8	13500	\$ 108.000
7	Reparación válvula de compuerta	un	1	450000	\$ 450.000
8	impermeabilización tanque captación	m2	12,24	25000	\$ 306.000
9	reubicación y aseguramiento manguera	ml	60	10000	\$ 600.000
10	instalación de placa desarenado	m3	0,375	385000	\$ 144.375
11	instalación de placa tanque desarenado	m3	1,25	385000	\$ 481.250
7	Impermeabilización del tanque	m2	6	25000	\$ 150.000
8	Mano de obra 4 personas	día	12	200000	\$ 2.400.000
9	Transporte de materiales desde Bucaramanga	viajes	2	350000	\$ 700.000
10	Transporte de materiales hasta la bocatoma	viajes	30	25000	\$ 750.000
11	hospedaje y alimentación 4 personas	día	12	120000	\$ 1.440.000
12	hierro 60000 pdr (95k/m3)	kilo	262	2650	\$ 694.300
13	sub total				\$ 11.456.925
14	imprevistos	6%			\$ 687.416
15	aIU	35%			\$ 4.250.519
16	Total				\$ 16.394.860
17	iva régimen simplificado				

4.1.2 PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL, DOSIFICACIÓN Y SISTEMA DE TRABAJO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO



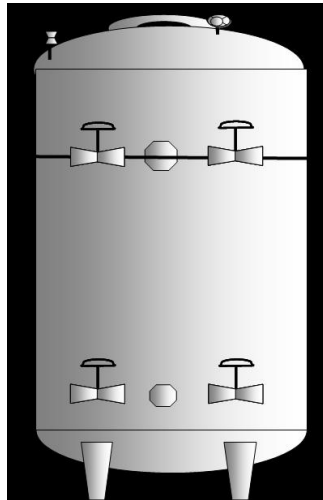
ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT	VR / UNIT	VR / TOTAL
1	Diseño del sistema del mejoramiento de la planta	un	1	1500000	\$ 1.500.000
2	Contador para medir el flujo del agua de entrada	un	1	1250000	\$ 1.250.000
3	coagulador para mejorar el proceso en la planta	un	1	2850000	\$ 2.850.000
4	Soportes para el sistema de dosificación	un	2	785000	\$ 1.570.000
5	sistema para dosificación de desinfectante	un	1	1385000	\$ 1.385.000
6	sistema para dosificación de coagulante	un	1	1385000	\$ 1.385.000
7	sistema para dosificación de alcalinizante	un	1	1385000	\$ 1.385.000
8	Cambio de sistema de clarificación en la planta	un	1	3250000	\$ 3.250.000
9	Transporte de materiales	un	1	350000	\$ 350.000
10	Cambio de válvulas para purgas 2"	un	4	275000	\$ 1.100.000
11	Materiales pvc y accesorios + pegante +limpiador	varios	1	350000	\$ 350.000
12	mano de obra 2 personas	día	8	100000	\$ 800.000
13	Hospedaje y alimentación	día	8	60000	\$ 480.000
14					\$ 17.655.000
15	imprevistos	6%			\$ 1.059.300
16	aIU	35%			\$ 6.550.005
17	Total				\$ 25.264.305
18	iva régimen simplificado				

4.1.3 REDISEÑO DEL FILTRO EN FIBRA Y CAMBIO DE CARGA



ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT	VR / UNIT	VR / TOTAL
1	INSTALAR TAPA BOCAHOMBRE	UN	1	750000	\$ 750.000
2	Diseño del mejoramiento sistema de filtración	un	1	1500000	\$ 1.500.000
3	CAMBIO DE SISTEMA DE FLAUTA SUPERIOR	UN	1	285000	\$ 285.000
4	CAMBIO DE SISTEMA DE FLAUTA INFERIOR	UN	1	1850000	\$ 1.850.000
5	CAMBIO DE CARGA DE ARENA	BULTOS	40	55000	\$ 2.200.000
6	TUBERIA PARA REDISEÑO DEL FILTRO	UN	1	750000	\$ 750.000
7	VALVULAS PARA EL RESIDENO DEL FILTRO 3"	UN	4	355000	\$ 1.420.000
8	BOMBA PARA RETROLAVADO	UN	1	2250000	\$ 2.250.000
9	SISTEMA ELECTRICO PROTECCION BOMBA	UN	1	325000	\$ 325.000
10	TRANSPORTE DE MATERIALES	UN	1	350000	\$ 350.000
11	mano de obra 2 personas	día	8	100000	\$ 800.000
12	Hospedaje y alimentación	día	8	60000	\$ 480.000
13					\$ 12.960.000
14	imprevistos	6%			\$ 777.600
15	alU	35%			\$ 4.808.160
16	Total				\$ 18.545.760
17	iva régimen simplificado				

4.1.4 INSTALACION DE NUEVO FILTRO PARA MEJORAR LA FILTRACION GARANTIZANDO CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA.



ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT	VR / UNIT	VR / TOTAL
1	FILTRO DE EN LAMINA O EN FIBRA DE VIDRIO 48" CON FLAUTAS, DIFUSORES	UN	1	9200000	\$ 9.200.000
2	CARGA DEL FILTRO	BULTOS	30	55000	\$ 1.650.000
3	SISTEMA DE VALVULAS DE TRABAJO 3"	UNID	6	355000	\$ 2.130.000
4	SISTEMA DE TUBERÍA PARA FILTROS	UNID	1	2100000	\$ 2.100.000
5	TRANSPORTE DE MATERIALES	UN	1	350000	\$ 350.000
6	mano de obra 2 personas	día	3	100000	\$ 300.000
7	Hospedaje y alimentación	día	3	60000	\$ 180.000
14	imprevistos	6%			\$ 954.600
15	alU	35%			\$ 5.902.610
16	Total				\$ 22.767.210
17	iva régimen simplificado				

4.1.5 MEJORAMIENTO EN LOS TANQUES DE DE ALMACENAMIENTO



ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT	VR / UNIT	VR / TOTAL
1	Rediseño tubería tanques de almacenamiento	un	1	450000	\$ 450.000
2	válvulas de 3" control de caudales en los tanques	un	2	275000	\$ 550.000
3	reparación válvula de tornillo	un	1	450000	\$ 450.000
4	construcción de caja para lavado de tanques	un	2	75000	\$ 150.000
5	TRANSPORTE DE MATERIALES	UN	1	350000	\$ 350.000
6	mano de obra 2 personas	día	3	100000	\$ 300.000
7	Hospedaje y alimentación	día	3	60000	\$ 180.000
14	imprevistos	6%			\$ 145.800
15	alU	35%			\$ 901.530
16	Total				\$ 3.477.330
17	iva régimen simplificado				

4.1.6 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT	VR / UNIT	VR / TOTAL
	EQUIPOS DE LABORATORIO				
1	Ph metro portátil pH/mv/°C con electrodo plástico, compensación automática de temperatura resolución +/- 0,01	UNID	1	2218000	\$ 2.218.000
2	Turbidimetro portátil rango entre 0 a 1000 ntu con estándares secundarios de 0 y 10 ntu. Solución limpiadora y maletín	UNID	1	3850000	\$ 3.850.000
3	buretas de vidrio de 25 ml	unid	2	92000	\$ 184.000
4	alcalinidad	unid	1	210000	\$ 210.000
1	transporte	viajes	2	150000	\$ 300.000
7	reactivos de dureza	unid	1	160000	\$ 160.000
8	reactivos de cloro total	unid	1	95000	\$ 95.000
14	vidriaría + probetas + recipientes +lava frascos	varios	1	550000	\$ 550.000
	total				\$ 7.567.000
15	imprevistos	6%			\$ 454.020
16	alU	35%			\$ 2.807.357
17	Total				\$ 10.828.377
18	iva régimen simplificado				

4.1.7 CAPACITACION Y PUESTA EN MARCHA DEL LABORATORIO Y EL PROGRAMA DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA

ITEM	DESCRIPCION	
	CAPACITACION PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD 16 Horas presénciales mes y asesoría telefónica permanente	POR UN PERIODO DE SEIS MESES 6'000,000
1	Capacitación del manejo de la planta, manejo de dosificaciones y toma de decisiones para cuando las características del agua cambien,	
2	Elaborar manual de manejo de la planta	
3	Capacitación del personal para manejo de equipos de laboratorio	
4	Manual de funciones de los operadores	
5	Elaboración del cronograma de actividades de monitoreo	
6	Elaboración del cronograma de Saneamientos	
7	Capacitación del manejo de la planta	
8	Montajes de Marchas analíticas	
9	Elaboraron de registros	
10	Capacitación en BPM	

4.1.8 RESUMEN DE LOS COSTOS TOTALES

ITEM	DESCRIPCION	imprevistos	aui	VR / TOTAL
	COSTOS TOTALES			
1	trabajos de la bocatoma	\$ 687.416	\$ 4.250.519	\$ 16.394.860
2	Mejoramiento planta	\$ 1.059.300	\$ 6.550.005	\$ 25.264.305
3	mejoramiento filtro de fibra	\$ 777.600	\$ 4.808.160	\$ 18.545.760
4	tanque de almacenamiento	\$ 145.800	\$ 901.530	\$ 3.477.330
5	Análisis de laboratorio	\$ 454.020	\$ 2.807.357	\$ 10.828.377
6	capacitación personal y sugerencias de implementación durante 6 meses de trabajo			\$ 6.000.000
	total	\$ 3.124.136	\$ 19.317.571	\$ 80.510.632

El Costo total del mejoramiento a todo costo es de \$ 80'510.632= realizando los trabajos en la bocatoma, el mejoramiento de la planta de tratamiento, mejoramiento del filtro en fibra, en el tanque de almacenamiento, los análisis de laboratorio pertinentes y la capacitación técnica al personal, realizando una implementación del trabajo durante 6 meses.



ANEXO 4.2.1 ANALISIS FISICOQUIMICO

INFORME DE LABORATORIO

Informe No.: 224

Solicitante: ING. RAUL DIAZ

Protocolo de muestreo: Protocolo del Cliente

Fecha de muestreo: 15 - 12 / 13 - 01 / 20 - 01 / 2 - 02 / 16 - 02

Fecha / Hora de recepción: De Dic. 15/04 a Feb. 16/05

Fecha de emisión: Febrero 22 de 2005

Lugar de muestreo: MUNICIPIO DE SURATA

Muestras tomadas por: ING. RAUL DIAZ

Tipo de muestras: Muestra Acuosa

Fecha de análisis: Dic. 15/04 a Feb. 22/05

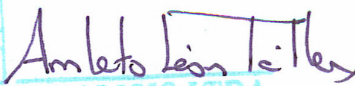
ANÁLISIS	NUMERO DE ANALISIS DIC 15.04 AL 22 DE FEBRERO 2005										RESULTADOS MUESTRA DE AGUA	UNIDADES	VALORES MAXIMOS PERMITIDOS DECRETO 475
	001		002		003		004		005				
	CRUDA	POTABLE	CRUDA	POTABLE	CRUDA	POTABLE	CRUDA	POTABLE	CRUDA	POTABLE			
RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA													
CONDUCT	58,6	67,5	48,1	72,3	56,6	85,2	57,2	156,2	58	167,8	192.0	µS /cm	-
TURBIEDAD	0,51	1,8	0,78	1,8	0,78	3,15	1,04	2,25	2,54	5,7	18.0	NTU	5.0
COLOR	2	0	1	1	3	2	2	12	3	18		UPC	
PH	6,89	7,01	6,94	7,1	7,02	7,05	6,9	6,95	6,9	6,92	7.8	Unidades	6.5-8.5
HIERRO	0,04	0,02	0,01	0,04	0,02	0,06	0,03	0,05	0,07	0,12	0.42	mg Fe /L	0.3
DUREZA TO.	22	24	26	18	35	44	23	26	27	22	104.0	mg CaCO ₃ / L	160
DUREZA CA.	8	10	12	16	13	15	14	13	16	12	104.0	mg CaCO ₃ / L	160
ALCALINIDAD	11	12	14	15	18	25	45	47	26	12	128.0	mg HCO ₃ / L	-
CLORUROS	12	10	11	13	11	12	24	27	26	32	17.2	mg Cl / L	250
NITRITO	0,002	0,015	0	0	0	0	0,012	0,08	0,02	0,02	0.11	mg NO ₂ ⁻¹ /L	0.1
ALUMINIO	0,03	0,05	0,02	0,03	0	0,01	0	0,02	0,02	0,04	0.1	mL/L	AUSENTES
S. TOTALES	32	36	26	28	31	32	56	62	57	62	284.0	mg/L	-
CALIFICACION	BUENA		BUENA		BUENA		BUENA		BUENA		BUENA FUENTE		

Observaciones:

- S.M. = Métodos de análisis: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition, 1998, APHA, AWWA,
- Laboratorio autorizado por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA para análisis fisicoquímico de alimentos, Resolución 00921, mayo de 2001.
 - Laboratorio inscrito al Sistema Nacional Ambiental (SINA) del Ministerio del Medio Ambiente y en proceso de acreditación ante el IDEAM y la Superintendencia de Industria y Comercio, participante en programas de pruebas de interlaboratorios.
 - Laboratorio autorizado por la Secretaría de Salud Departamental de Santander para análisis de alimentos y aguas para consumo humano cod 6800109109.

*"Este informe de resultados es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él.
Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización de PSL PROANALISIS LTDA"*

Revisado y Aprobado por:


PSL PROANALISIS LTDA
NIT. 800.193.010-3
AMLETO LEON TELLEZ
QUÍMICO - MSc M.P 0953
Director del Laboratorio



**PSL
PROANALISIS
LTDA**

NIT. 800.193.010-3

Proyectos, Asesorías, Servicios, Diseños e
Ingeniería de la Industria Petrolera y Ambiental

Análisis Físico-Químico, Microbiológico y
Biológico de Aguas, Suelos y Aire

Análisis de Alimentos, Foliare, Abonos,
Fertilizantes y Afines

ANEXO 4.2.2 ANALISIS MICROBIOLOGICO

INFORME DE LABORATORIO

Informe No.: 225

Solicitante: ING. RAUL DIAZ

Protocolo de muestreo: Protocolo del Cliente

Fecha de muestreo: 15 - 12 / 13 - 01 / 20 - 01 / 2 - 02 / 16 - 02

Fecha / Hora de recepción: De Dic. 15/04 a Feb. 16/05

Fecha de emisión: Febrero 22 de 2005

Lugar de muestreo: MUNICIPIO DE SURATA

Muestras tomadas por: ING. RAUL DIAZ

Tipo de muestras: Muestra Acuosa

Fecha de análisis: Dic. 15/04 a Feb. 22/05


No. Análisis	4211	4212	4392	4393	4680	4681	Max RANGO Min
RECuento TOTAL DE MESOFILOS	11 UFC/100ml	3300 UFC/100ml	845 UFC/100ml	407 UFC/100ml	338 UFC/100ml	84500 UFC/100ml	100/100 0/100 UFC/100ml
COLIFORMES TOTALES	0 UFC/100ml	700 UFC/100ml	676 UFC/100ml	47 UFC/100ml	32 UFC/100ml	67600 UFC/100ml	0 UFC/100ml
COLIFORMES FECALES	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml
CONCEPTO	APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA	NO APTA

Observaciones:

- S.M. = Métodos de análisis: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition, 1998, APHA, AWWA,
- Laboratorio autorizado por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA para análisis físicoquímico de alimentos, Resolución 00921, mayo de 2001.
 - Laboratorio inscrito al Sistema Nacional Ambiental (SINA) del Ministerio del Medio Ambiente y en proceso de acreditación ante el IDEAM y la Superintendencia de Industria y Comercio, participante en programas de pruebas de interlaboratorios.
 - Laboratorio autorizado por la Secretaría de Salud Departamental de Santander para análisis de alimentos y aguas para consumo humano cod 6800109109.

*"Este informe de resultados es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él.
Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización de PSL PROANALISIS LTDA"*

Revisado y Aprobado por:


PSL PROANALISIS LTDA
NIT. 800.193.010-3

AMLETO LEON TELLEZ
QUÍMICO - MSc M.P 0953
Director del Laboratorio



**PSL
PROANALISIS
LTDA**

NIT. 800.193.010-3

Proyectos, Asesorías, Servicios, Diseños e
Ingeniería de la Industria Petrolera y Ambiental

Análisis Físico-Químico, Microbiológico y
Biológico de Aguas, Suelos y Aire

Análisis de Alimentos, Foliaves, Abonos,
Fertilizantes y Afines

ANEXO 4.2.3 PRUEBAS DE JARRAS

INFORME DE LABORATORIO

Informe No.: 226

Solicitante: ING. RAUL DIAZ

Protocolo de muestreo: Protocolo del Cliente

Fecha de muestreo: 15 - 12 / 13 - 01 / 20 - 01 / 2 - 02 / 16 - 02

Fecha / Hora de recepción: De Dic. 15/04 a Feb. 16/05

Fecha de emisión: Febrero 22 de 2005

Lugar de muestreo: MUNICIPIO DE SURATA

Muestras tomadas por: ING. RAUL DIAZ

Tipo de muestras: Muestra Acuosa

Fecha de análisis: Dic. 15/04 a Feb. 22/05

PARÁMETRO	UNIDADES	CRUDA	JARRAS	LÍMITE PERMITIDO
pH		6,9	7,2	6.5-9.0
Conductividad	µS/cm	43.2	122	-----
Turbiedad	NTU	3,5	0,75	5.0
Aluminio	mg/L	0.10	0,15	0,2
Color	UPC	15	2	15.0
Dureza Total	mg/L CaCO3	22	25	160
Alcalinidad	mg/L CaCO3	23	35	100.0
Hierro	mg/L Fe	0,04	0	0.3
Sulfatos	mg/L SO4	ND	ND	250
Nitritos	mg/L NO2	0,016	ND	ND
Cloro	Mg/litro	0	1	-----
Sólidos Totales	mg/L	36	69	-----


Observaciones:

S.M. = Métodos de análisis: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition, 1998, APHA, AWWA,

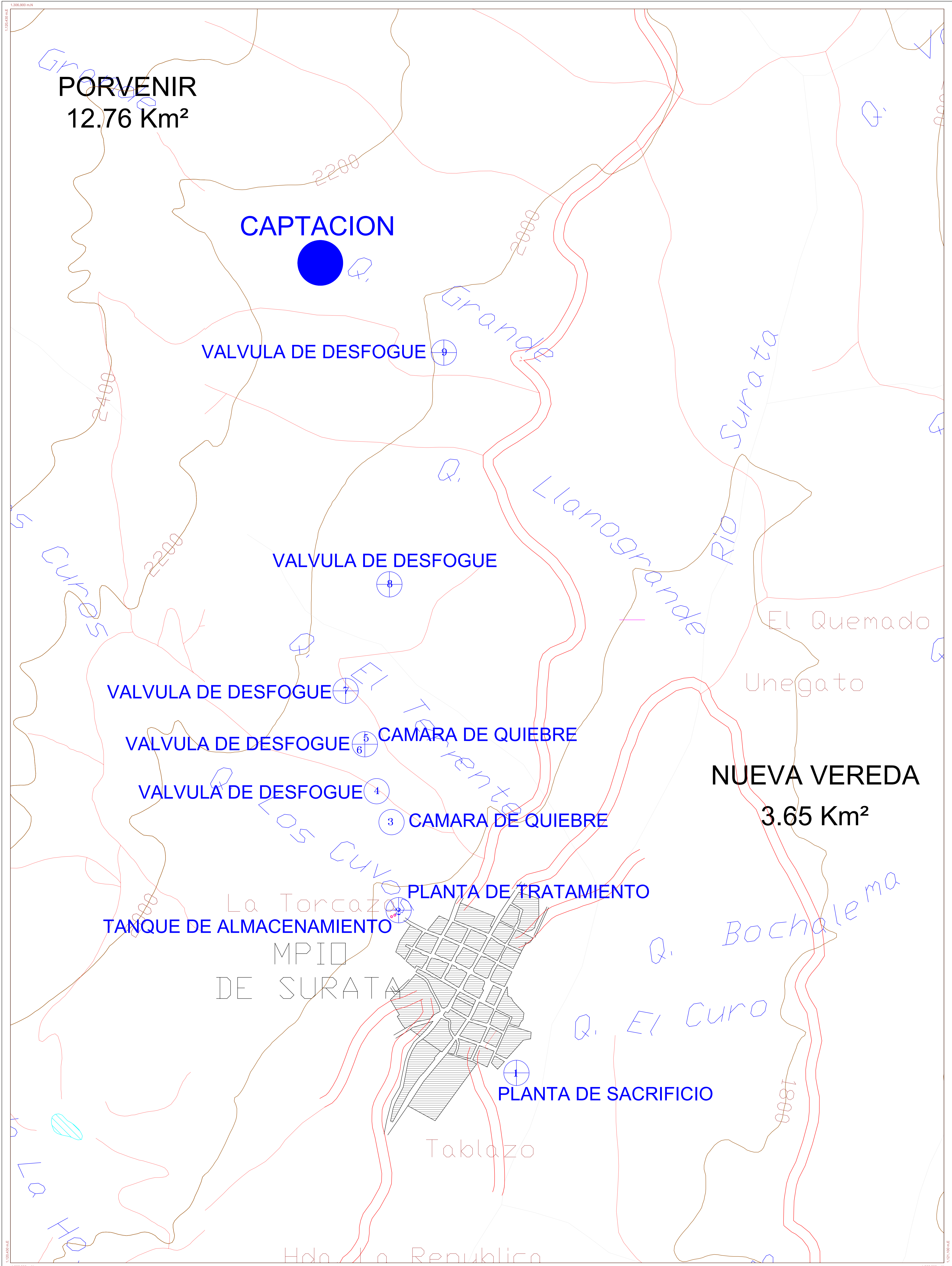
- Laboratorio autorizado por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA para análisis físicoquímico de alimentos, Resolución 00921, mayo de 2001.
- Laboratorio inscrito al Sistema Nacional Ambiental (SINA) del Ministerio del Medio Ambiente y en proceso de acreditación ante el IDEAM y la Superintendencia de Industria y Comercio, participante en programas de pruebas de interlaboratorios.
- Laboratorio autorizado por la Secretaría de Salud Departamental de Santander para análisis de alimentos y aguas para consumo humano cod 6800109109.

*"Este informe de resultados es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él.
Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización de PSL PROANALISIS LTDA"*

Revisado y Aprobado por:


PSL PROANALISIS LTDA
NIT. 800.193.010-3

AMLETO LEON TELLEZ
QUÍMICO - MSc M.P 0953
Director del Laboratorio

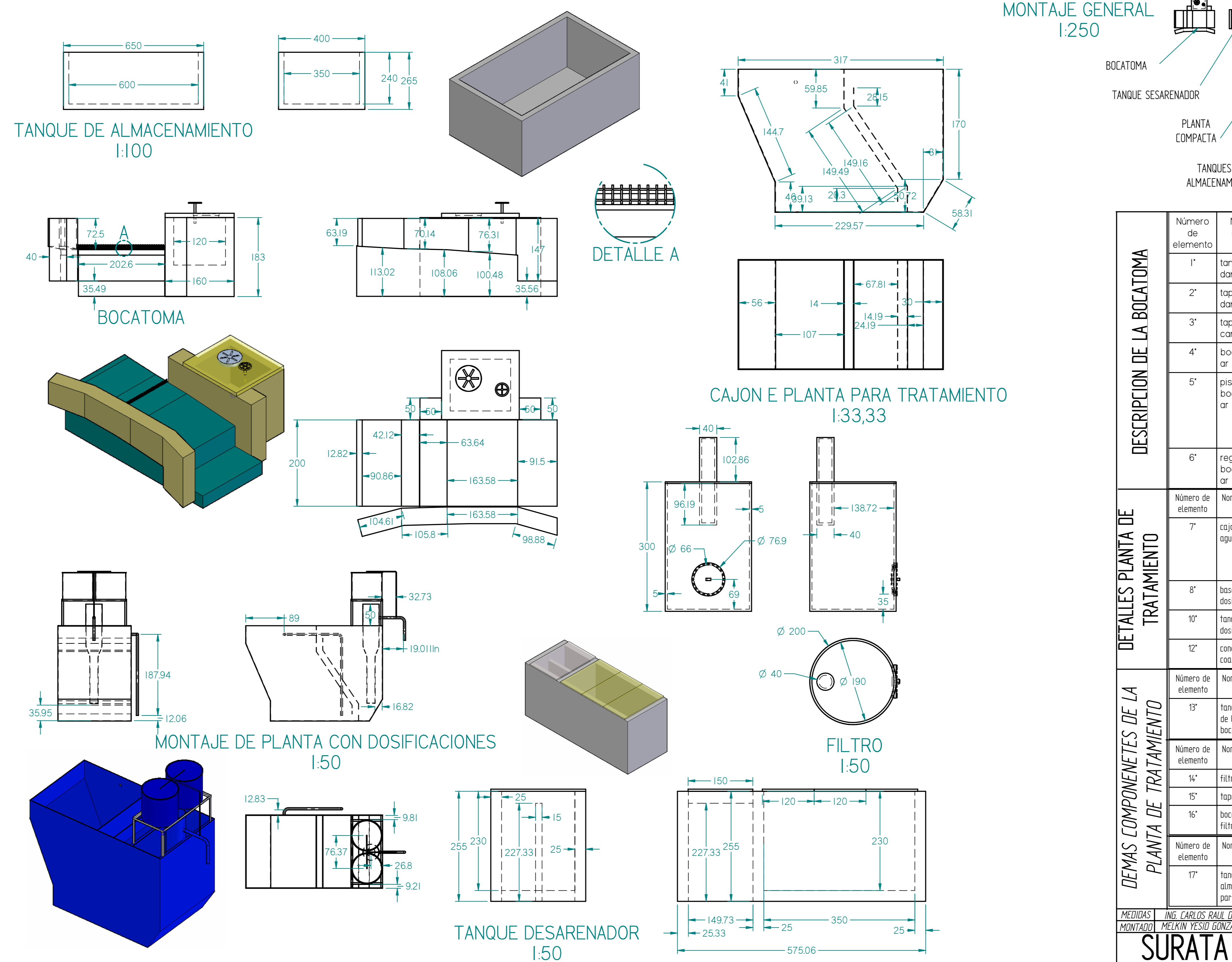


CONVENCIONES

DISEÑO: MELKIN YEZID GONZALES CARLOS RAUL DIAZ	FECHA: JUNIO DE 2006	ADAPTO: centro13_us@hotmail.com
CONTIENE: ANEXO 4.3.1. INFRAESTRUCTURA ACUADECTO MUNICIPIO SURATA	ESCALA: 1:1000	PLANO: 1 DE 1



CONVENCIONES Cementerio Iglesia Válvula Acueducto Hidrantes Kiosco Planta de lácteos Puesto de salud Alcaldía Telecom Escuela Límite Área Urbana Escarpa		DISEÑO: MELKIN YEZID GONZALES CARLOS RAUL DIAZ FECHA: JUNIO DE 2006 ADAPTO: centro13_uis@hotmail.com
CONTENIDO: RED DE ACUEDUCTO MUNICIPIO SURATA		ESCALA: 1:1000 PLANO: 1 DE 1



DESCRIPCION DE LA BOCATOMA				
Número de elemento	Nombre archivo	Cantidad	Comentarios	
1'	tanque dañado.par	1	MATERIAL: Concreto CAPACIDAD: 2700 L.	
2'	tapa tanque dañado.par	1		
3'	tapa cañeria.par	1		
4'	bocatoma.par	1		
5'	piso bocatoma.par	1	MATERIAL: Concreto Es el que le da el soporte al muro encargado del cauce de la quebrada, hacia la bocatoma.	
6'	regilla bocatoma.par	1		
DETALLES PLANTA DE TRATAMIENTO				
Número de elemento	Nombre archivo	Cantidad	Comentarios	
7'	cajon de agua.par	1	MATERIAL: Fibra de Vidrio CAPACIDAD V1= 2872.8 L V2= 504 L V3= 5996 L Vtotal= 8870.4 L	
8'	base tanque dosificadores.com	1	MATERIAL: Angulo de 3 mm CANTIDAD DE ANGULO: 5.5 m	
10'	tanque de dosificacion.par	1	MATERIAL: Fibra de Vidrio CAPACIDAD: 254 L	
12'	cono coagulador.par	1	MATERIAL: Fibra de Vidrio CAPACIDAD: 130 L	
DEMÁS COMPONENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO				
Número de elemento	Nombre archivo	Cantidad	Comentarios	
13'	tanque despues de la bocatoma.par	1	MATERIAL: Concreto CAPACIDAD: 16600 L	
14'	filtro.par	1		
15'	tapa filtro.par	1		
16'	bocahombre filtro.par	1		
17'	tanque de almacenamiento, par	1	MATERIAL: Concreto CAPACIDAD: 68900 L	

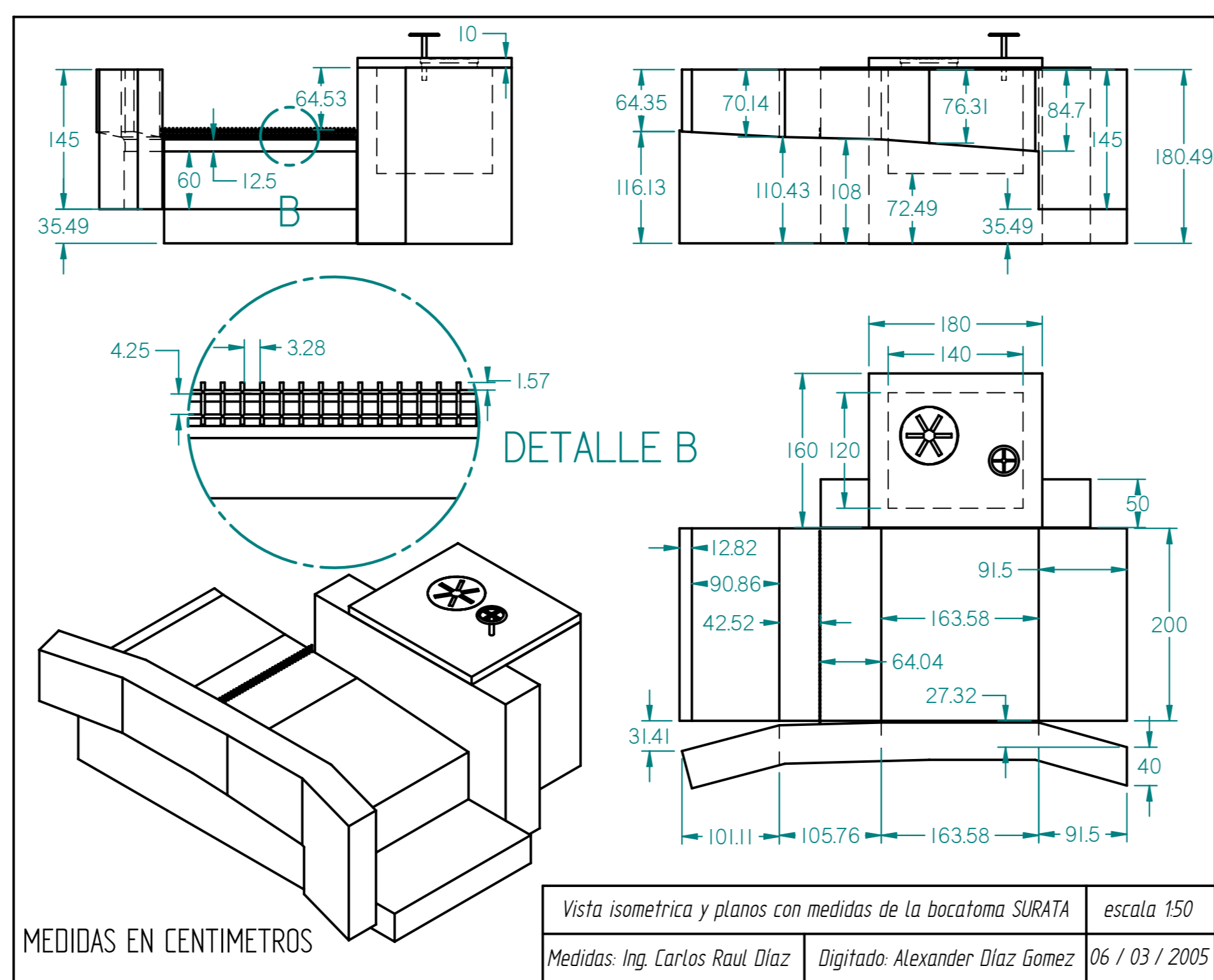
MEASURAS: ING. CARLOS RAJAL DIAZ
 MONTADO: MELKIN YESID GONZALES

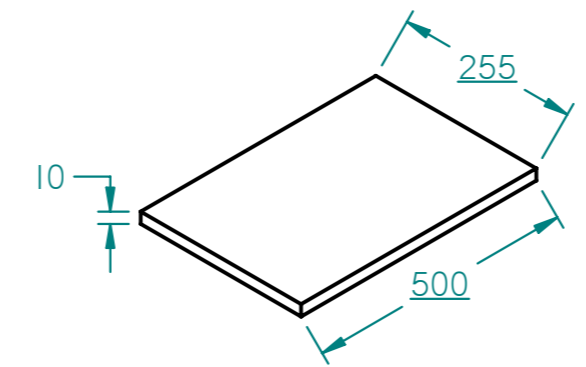
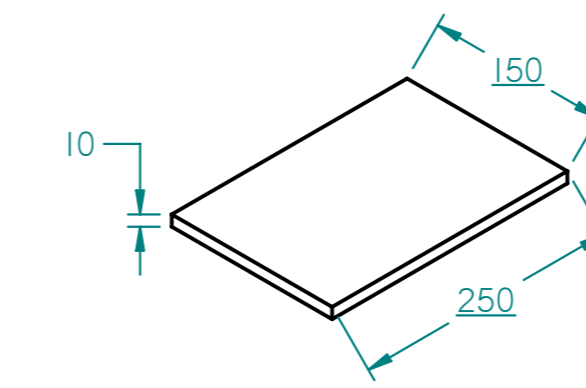
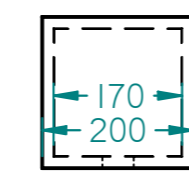
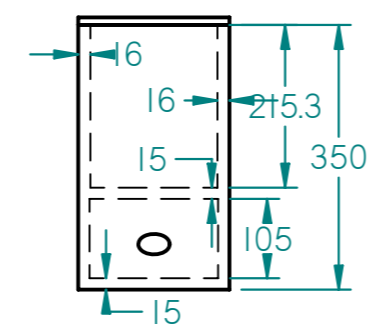
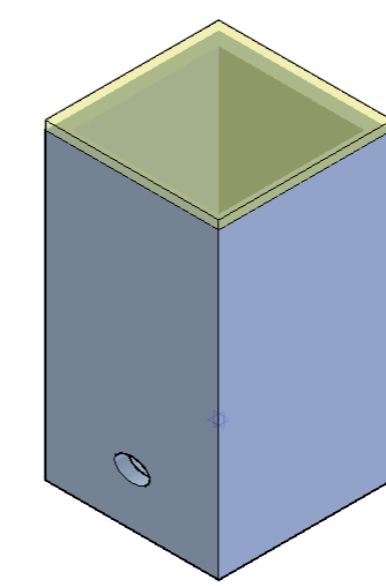
LEVANTAMIENTO DE MEDIDAS DE LAS ETAPAS ANTES, DURANTE Y DESPUES DEL TRATAMIENTO PARA AGUA.

SURATA
Santander

TODAS LAS MEDIDAS EN CENTIMETROS
 ESCALA MOSTRADA: 02 DE MARZO DE 2005

LOS CALDALES FUERON MEDIDOS EN LAS VISITAS
 NORMA: DIN
 PLANO: 1 DE 1





TANQUE PARA RETROLAVADO
1:100

falta muro en concreto para la captacion 2m x 0,6m, para poner regilla de captacion

MEDIDAS EN CENTIMETROS

Vista Isometrica y medidas de las obras ciciles a realizar	escala mostra
Medidas Ing. Carlos Raul Diaz	Digitado Alexander Diaz Gomez 06 / 03 / 2005