

**EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)  
DEL MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE – HUILA.**

**DIEGO OLIVEROS GARCIA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA  
NEIVA  
2012**

**EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)  
DEL MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE – HUILA.**

**DIEGO OLIVEROS GARCIA**

**Trabajo de grado como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola**

**DIRECTOR**

**ING. JAIME IZQUIERDO BAUTISTA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA  
NEIVA  
2012**

Nota de Aceptación

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

-----  
Director

-----  
Jurado

-----  
Jurado

## **DEDICATORIA**

A mis padres; María Aydeé García y José Elmer Oliveros, a mi esposa Ana María Lara, a mis hermanos; María Margarita Oliveros y Elmer Oliveros (Q.E.P.D y este en la gloria del señor), a mi sobrino Juan Andrés Garzón Oliveros quien nació por estos días y a todas aquellas personas que hicieron que este sueño se convirtiera en realidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

Especial agradecimientos a los profesores por sus enseñanzas, a la universidad surcolombiana, al Ingeniero RODRIGO PACHON, al laboratorio AQUATEKNICA LTDA; Ingeniero WILLIAM CASTRO, Doctora DORA LOSADA y al Ingeniero LEANDRO CORDOBA GONZALES. Igualmente agradecer a la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Campoalegre “EMAC S.A. E.S.P”; a su gerente Ingeniero DANIEL MARTINEZ, a las funcionarias de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM; Ingeniera BLANCA EULINDANY RUIZ y ZULMA PLAZA ROCHE y mil agradecimientos a las demás personas que me colaboraron para que este trabajo culminara con éxito.

## TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS .....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE ANEXOS.....	11
GLOSARIO .....	12
RESUMEN .....	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN .....	14
1. MARCO CONCEPTUAL.....	15
1.1. AGUAS RESIDUALES .....	16
1.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	16
1.3. HISTORIAL CARACTERIZACIÓN PTAR.....	16
1.4. HISTORIAL CARACTERIZACIÓN ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA “ICA” RIO FRIO .....	17
1.5. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA GENERAL “ICA” .....	18
1.6. FIGURAS DE REFERENCIA QUE RELACIONAN LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON EL VALOR DE QI .....	19
1.7. MARCO LEGAL.....	21
1.7.1. Legislación de la calidad de agua y vertimiento de residuos líquidos .....	21
2. METODOLOGÍA .....	22
2.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	22
2.1.1. Municipio de Campoalegre .....	22
2.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE (PTAR).....	25
2.2.1. Tratamiento Preliminar: .....	25
2.2.2. Tratamiento Primario .....	27
2.2.3. Tratamiento Secundario .....	28
2.2.4. Tratamiento de lodos .....	28
2.2.5. Producción de gases .....	29
2.3. MUESTRA.....	31
2.4. METODOS.....	31
2.4.1. Revisión bibliografía .....	31
2.4.2. Recolección de la información .....	31
2.4.3. Muestreo.....	31
2.4.4. Equipo y Materiales utilizados para la medición de los parámetros en campo. ....	32
2.4.5. Tipo de muestreo y Monitoreo.....	35
2.4.5.1. Muestreo Compuesto.....	35
2.4.5.2. Medición de caudales a la entrada con molinete, medición en la canaleta parshall y a la salida por el método volumétrico. ....	36
2.4.5.3. Medición del caudal en la fuente receptora con molinete. ....	36
2.4.5.4. Toma de muestras.....	37
2.4.5.5. Cálculo del porcentaje de saturación de oxígeno.....	38
2.5. OPERACIÓN EN LA PTAR .....	38

<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>40</b>
<b>3.1.</b>	<b>PARÁMETROS MEDIDOS IN SITU EN LA PTAR, MUESTREO COMPUESTO</b> .....	<b>40</b>
<b>3.2.</b>	<b>PARÁMETROS MEDIDOS IN SITU EN LA FUENTE RECEPTORA “RÍO FRÍO”, MUESTREO PUNTUAL.</b> .....	<b>42</b>
<b>3.3.</b>	<b>ESTADO ACTUAL DE LA PLANTA</b> .....	<b>44</b>
<b>3.4.</b>	<b>RESULTADOS EN LA PTAR Y LA FUENTE RECEPTORA</b> .....	<b>46</b>
<b>3.5.</b>	<b>RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL INDICÉ DE CALIDAD DEL AGUA “ICA”</b> .....	<b>46</b>
<b>3.6.</b>	<b>COLIFORMES FECALES</b> .....	<b>47</b>
<b>3.7.</b>	<b>PH</b> .....	<b>47</b>
<b>3.8.</b>	<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO EN 5 DÍAS (DBO<sub>5</sub>)</b> .....	<b>47</b>
<b>3.9.</b>	<b>NITRATOS</b> .....	<b>47</b>
<b>3.10.</b>	<b>FOSFATOS</b> .....	<b>47</b>
<b>3.11.</b>	<b>TURBIEDAD</b> .....	<b>47</b>
<b>3.12.</b>	<b>VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA</b> .....	<b>48</b>
<b>3.13.</b>	<b>SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES</b> .....	<b>48</b>
<b>3.14.</b>	<b>CALCULO DEL CAUDAL EN LA FUENTE RECEPTORA</b> .....	<b>48</b>
<b>3.15.</b>	<b>RESULTADOS DE LABORATORIO</b> .....	<b>51</b>
<b>3.15.1.</b>	<b>Resultados PTAR</b> .....	<b>51</b>
<b>3.15.2.</b>	<b>Resultados Río Frío</b> .....	<b>53</b>
<b>4.</b>	<b>EFICIENCIA EN REMOCIÓN, CARGA CONTAMINANTE Y TASA RETRIBUTIVA</b> .....	<b>55</b>
<b>4.1.</b>	<b>EFICIENCIA DE REMOCION</b> .....	<b>55</b>
<b>4.1.1.</b>	<b>Eficiencia de la Demanda Biológica de Oxígeno:</b> .....	<b>55</b>
<b>4.1.2.</b>	<b>Eficiencia de los sólidos suspendidos:</b> .....	<b>55</b>
<b>4.2.</b>	<b>CARGA CONTAMINANTE</b> .....	<b>55</b>
<b>4.3.</b>	<b>TASA RETRIBUTIVA</b> .....	<b>57</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>58</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>60</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>62</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Historial PTAR .....	16
<b>Tabla 2.</b> Historial RÍO FRÍO.....	17
<b>Tabla 3.</b> Estimación del ICA (Índice de Calidad del Agua).....	18
<b>Tabla 4.</b> Estimación de los parámetros con su respectivo peso .....	19
<b>Tabla 5.</b> Normatividad vigente para agua superficial.....	39
<b>Tabla 6.</b> Porcentaje de Remoción y la normatividad vigente para agua Residual.....	39
<b>Tabla 7.</b> Resumen, Parámetros Medidos en Campo en la PTAR.....	40
<b>Tabla 8.</b> Resumen Parámetros Río Frío .....	42
<b>Tabla 9.</b> Resumen de resultados en la PTAR y la fuente receptora .....	46
<b>Tabla 10.</b> Resultados del “ICA” Río Frío .....	46
<b>Tabla 11.</b> Calculo del caudal Aguas Arriba Río Frío.....	49
<b>Tabla 12.</b> Calculo del caudal Aguas Abajo Río Frío .....	50



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Valores DBO5. Mayo 2010 – Abril 2012 (Ver Tabla 1).....	16
<b>Figura 2:</b> Valores S.S.T. Mayo 2010 – Abril 2012 (Ver Tabla 1) .....	17
<b>Figura 3:</b> Valores de ICA. Aguas Arriba, Fuente Receptora “Rio Frio” Mayo 2010 – Abril 2012 (Ver Tabla 2) .....	17
<b>Figura 4:</b> Valores de ICA. Aguas Abajo, Fuente Receptora “Rio Frio” Mayo 2010 – Abril 2012 (Ver Tabla 2). .....	18
<b>Figura 5:</b> Relación de valor del Qi .....	20
<b>Figura 6:</b> Marco legal de la calidad de aguas y vertimientos .....	21
<b>Figura 7:</b> Ubicación PTAR municipio de Campoalegre.....	24
<b>Figura 8:</b> Canal de Entrada y Vertedero de excesos .....	25
<b>Figura 9:</b> Rejas de cribado. Canastas de recepción y escurrimiento .....	25
<b>Figura 10:</b> Desarenadores .....	26
<b>Figura 11:</b> Canaleta parshall.....	26
<b>Figura 12:</b> Trampa Grasas.....	27
<b>Figura 13:</b> Sedimentadores de alta tasa.....	27
<b>Figura 14:</b> Filtros anaerobios (FAFA) .....	28
<b>Figura 15:</b> Digestor.....	29
<b>Figura 16:</b> Lechos de secado .....	30
<b>Figura 17:</b> Etapas de Secamiento en los lechos de Secado .....	30
<b>Figura 18:</b> Puntos de caudal tomados en la PTAR .....	31
<b>Figura 19:</b> GPS etrex GARMIN.....	32
<b>Figura 20:</b> PH METRO HANNA HI 8314 .....	32
<b>Figura 21:</b> Molinete .....	33
<b>Figura 22:</b> Regla Metálica cm .....	33
<b>Figura 23:</b> Balde plástico aforado lts .....	34
<b>Figura 24:</b> Termómetro Digital E.B.C. 58103/ETP 109 A .....	34
<b>Figura 25:</b> Cono IMHOFF Rotulado en mm .....	34
<b>Figura 26:</b> Probeta Plástica ml.....	34
<b>Figura 27:</b> Recipientes y elementos utilizados en el muestro.....	35
<b>Figura 28:</b> Medición de caudal en la PTAR.....	36
<b>Figura 29:</b> Medición de caudal con Molinete en el Río Frío.....	36
<b>Figura 30:</b> Toma de Muestras en campo.....	37
<b>Figura 31:</b> Medición del Oxígeno Disuelto en el Río Frío .....	38
<b>Figura 32:</b> Variación de PH el día del monitoreo .....	41
<b>Figura 33:</b> Variación de la Temperatura de Agua el día del monitoreo .....	41
<b>Figura 34:</b> Variación del Caudal el día del monitoreo .....	42
<b>Figura 35:</b> Puntos de toma de muestras, vertimiento de la PTAR y canal de riego.....	43
<b>Figura 36:</b> Zonas verdes. Plantas de plátano y yuca .....	44

<b>Figura 37:</b> Desarenadores colmatados de material .....	45
<b>Figura 38:</b> Pasamanos y válvulas que presentan corrosión .....	45
<b>Figura 39:</b> Medida de la velocidad con molinete .....	48
<b>Figura 40:</b> Perfil Aguas Arriba Río Frío .....	49
<b>Figura 41:</b> Perfil Aguas Abajo Río Frío.....	50
<b>Figura 42:</b> Valores de PH en la PTAR.....	51
<b>Figura 43:</b> Valores de PH en la PTAR.....	51
<b>Figura 44:</b> Valores de Fosfatos y Nitratos en la PTAR .....	51
<b>Figura 45:</b> Solidos Disueltos totales en la PTAR .....	52
<b>Figura 46:</b> Solidos Sedimentables en la PTAR .....	52
<b>Figura 47:</b> Solidos Suspendidos Totales PTAR .....	52
<b>Figura 48:</b> Demanda Bilógica de Oxígeno en la PTAR .....	53
<b>Figura 49:</b> Demanda Química de Oxígeno en la PTAR .....	53
<b>Figura 50:</b> Valores de PH.....	53
<b>Figura 51:</b> Valores de Turbiedad .....	54
<b>Figura 52:</b> Valor de fosfatos y nitratos.....	54
<b>Figura 53:</b> Valores de Solidos Disueltos Totales.....	54
<b>Figura 54:</b> Valores de la Demanda Biológica de Oxígeno en 5 días .....	54

## **LISTA DE ANEXOS**

- ANEXO 1.** Resultados de laboratorio PTAR agua residual
- ANEXO 2.** Certificado acreditación Laboratorio ANTEK S.A.
- ANEXO 3.** Certificado de proceso de acreditación Laboratorio Aquateknica Ltda
- ANEXO 4.** Resolución plan de saneamiento y manejo de vertimientos Campoalegre
- ANEXO 5.** Diagrama de procesos PTAR Campoalegre
- ANEXO 6.** Cadenas de custodia parámetros in situ
- ANEXO 7.** Plano localización general
- ANEXO 8.** Plano localización PTAR

## GLOSARIO

**%R:** porcentaje de remoción  
**Af:** afluente  
**AR:** Agua Residual  
**ICA:** Índice de calidad de agua  
**(ICAA):** Suma lineal de los subíndices  
**(ICAm):** función ponderada multiplicativa  
**Qi:** Subíndice del parámetro i  
**Wi:** Peso del parámetro  
**C:** concentración  
**C<sub>c</sub>:** carga contaminante  
**CE:** conductividad eléctrica  
**CF:** coliformes fecales  
**CT:** coliformes totales  
**DBO:** Demanda Bioquímica de Oxígeno  
**DQO:** demanda química de oxígeno  
**Ef:** efluente  
**FAFA:** Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente  
**NMP:** número más probable  
**NTU:** unidades nefelométricas de turbidez  
**PTAR:** Planta de tratamiento de aguas residuales.  
**QAR:** caudal de agua residual.  
**RAS:** Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico  
**SDT:** sólidos disueltos Totales  
**SST:** Sólidos Suspendidos Totales  
**SS:** Sólidos Sedimentables  
**t:** tiempo  
**UASB:** Upflow Anaerobic Sludge Blanket (Reactor anaerobio de flujo ascendente).  
**UFC:** unidades formadoras de colonias

## RESUMEN

Para realizar un estudio sobre el funcionamiento, mantenimiento operativo y caracterización fisicoquímica de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Departamento del Huila, se seleccionó la PTAR del municipio de Campoalegre, la cual opera desde el 23 de Febrero de 2010. Para la realización del presente proyecto, se recolectó información mediante visitas a entidades relacionadas con el tema, se consultó diferentes tesis y páginas de internet, además se tomaron veinticinco (25) submuestras (Alícuotas) a la entrada y salida de la PTAR. También se tomaron dos (2) muestras puntuales en la fuente receptora (Rio Frio): aguas arriba y aguas abajo respectivamente, las cuales fueron analizadas por ANTEK S.A.; laboratorio ambiental Acreditado ante el IDEAM para adelantar este tipo de estudios (ver documentos anexos) y AQUATEKNICA LTDA (laboratorio en proceso de acreditación) ambos amparados en las normas estandarizadas. Para asegurar la calidad en el muestreo, los puntos fueron sugeridos por la empresa prestadora del servicio EMAC S.A. E.S.P. Realizada la evaluación se encontró que el porcentaje de remoción de Sólidos Suspendidos Totales (SST) es de 75,0% y la Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5) es de 50,6%, indicando que ambos parámetros no cumplen con los límites del Decreto 1594/84 artículo 72 del Ministerio de Salud para lo cual es de  $\geq 80\%$ . Los resultados del cálculo del Índice de Calidad del Agua "ICA" fueron de 66,1% Calidad Media para Aguas Arriba y 61,8% Calidad Media para Aguas Abajo.

**PALABRAS CLAVES:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Alícuotas, Fuente Receptora, Porcentaje de Remoción.

## ABSTRACT

This graduate work content a study about the functioning, operative maintenance and physicochemical characterization realized to the Wastewater treatment Plant of the Campoalegre's municipality, whose operation have been since February of 2010. To realize this project, the information would get through visits to entities that work in the environmental topics, likewise was consulted other thesis and web site, also was taking twenty-five (25) samples (aliquots) to the input and output of the wastewater treatment plant. Also was taking two (2) punctual samples in the receiving source (Frio River): upstream and downstream respectively, these were analyzed for ANTEK S.A. Laboratory. The latter is a laboratory environmental accredited for the IDEAM institute for realize studies about water resource (see the attached documents). Likewise the AQUATEKNICA LTDA laboratory (laboratory in the accreditation process) both authorized in the standards normals. For ensure the measure, the samples points were suggested for the company providing the services EMAC S.A. E.S.P. After performing the evaluation was found that a 75% percent of removal of Total Suspended Solid (TSS) and a 50,6% percent of removal of Biochemical Oxygen Dissolved (BOD5), indicating that both parameters exceed with the limited of decree 1594/84 article 72 of Health Ministry for which is of  $\geq 80\%$ . The results of the calculation of Quality index of the water "ICA" were of 66,1% medium quality for the upstream and 61,8% medium quality for the downstream.

**KEYWORDS:** Wastewater treatment plant, aliquotes, receiving source, percent of removal.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento de los centros urbanos, el incremento de la población y el desarrollo industrial, han acentuado la contaminación de la mayoría de las fuentes de agua disponibles, especialmente superficiales, debido al manejo inadecuado de las aguas residuales de origen urbano e industrial.

Las aguas residuales domésticas se han convertido en un problema no solo ambiental, si no del orden sanitario; la contaminación generada por estas, afectan a las fuentes hídricas receptoras y la salud de las personas que viven en sus cercanías.

Esta situación ha llevado a tomar conciencia de la importancia de tratar las aguas residuales. Por lo que es necesario desarrollar sistemas de tratamiento sostenibles acordes a las condiciones socioeconómicas y culturales de los pueblos, buscando el mejoramiento de las condiciones de salud de las personas. (Universidad Nacional, 2007).

Un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, tiene como objetivo principal el de reducir o corregir algunas características indeseables, de tal manera que su uso y su disposición final cumpla las normas y criterios definidos por la autoridades sanitarias (Ras - 2000).

Se presenta en este documento, los resultados de la evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR del municipio de Campoalegre; la eficiencia en remoción de la Demanda Biológica de Oxígeno ( $DBO_5$ ), los Solidos Suspendidos Totales y el índice de Calidad de la fuente receptora (RIO FRIO), así como su funcionamiento, mantenimiento operativo y caracterización fisicoquímica; que sirvan para adoptar medidas que permitan mejorar la eficiencia de la PTAR con los beneficios que aporta para el medio Ambiente y la comunidad en general (Rangel, 2006).

La corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM, 2010), mediante resolución N° 0800 del 12 de Abril de 2007 aprobó el plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSM) del municipio de Campoalegre (Huila).

## **1. MARCO CONCEPTUAL**

### 1.1. AGUAS RESIDUALES

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado lodo) convenientes para su disposición o reuso. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables.

### 1.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Las plantas de tratamiento de aguas residuales PTAR son estructuras diseñadas y construidas para mejorar la calidad del agua residual antes de ser descargadas al medio ambiente procurando siempre la preservación y cuidado de la salud. (Ras 2000).

### 1.3. HISTORIAL CARACTERIZACIÓN PTAR

A continuación se muestra el comportamiento fisicoquímico de los parámetros analizados desde el primer semestre de 2010, año en que empezó a operar la planta, hasta la fecha.

Tabla 1. Historial PTAR

FECHA CARACTERIZACION DIA - MES- AÑO	PARAMETROS % DE REMOCION		LABORATORIO ACREDITADO IDEAM
	DBO5	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	
1. 13 DE MAYO DE 2010	34,7	65,4	CORCUENCAS (IBAGUE - TOLIMA)
2. 24 DE NOVIEMBRE DE 2010	47,3	61,7	CORCUENCAS (IBAGUE - TOLIMA)
3. 06 DE ABRIL DE 2011	43,4	58,0	CORCUENCAS (IBAGUE - TOLIMA)
4. 09 DE NOVIEMBRE DE 2011	31,7	73,0	ANTEK S.A. ( BOGOTA - CUNDINAMARCA)
5. 24 DE ABRIL DE 2012 ( OBJETO DE ESTUDIO)	50,6	75,0	ANTEK S.A. ( BOGOTA - CUNDINAMARCA)

Fuente. Laboratorio de Aquateknica Ltda

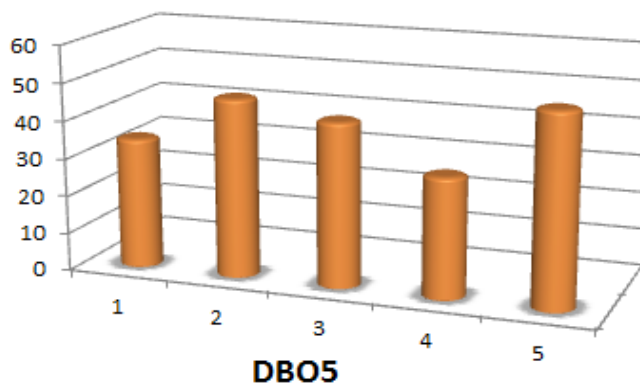
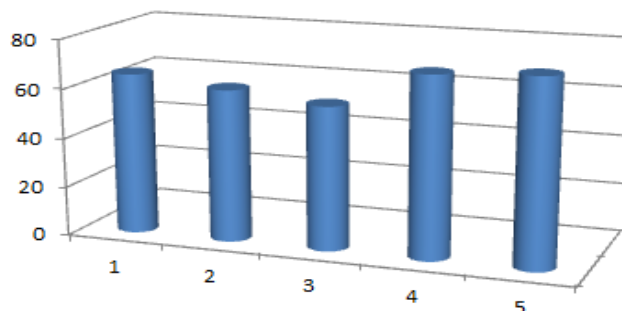


Figura 1: Valores DBO5. Mayo 2010 – Abril 2012 (Ver Tabla 1)





**SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES**

**Figura 2:** Valores S.S.T. Mayo 2010 – Abril 2012 (Ver Tabla 1)

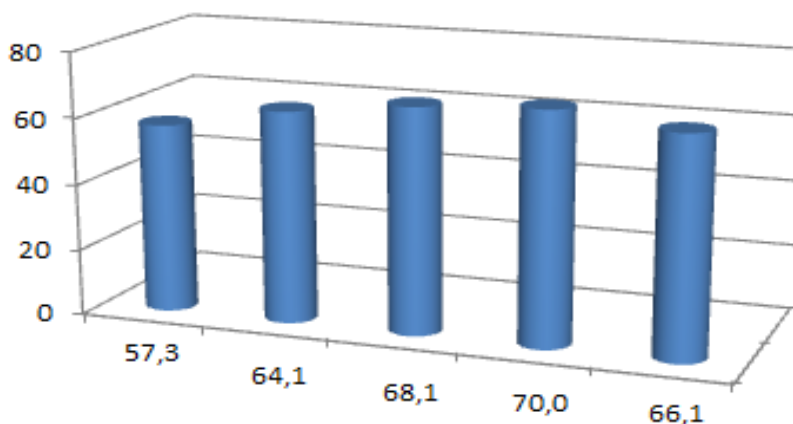
**1.4. HISTORIAL CARACTERIZACIÓN ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA “ICA” RIO FRIO**

**Tabla 2.** Historial RÍO FRÍO

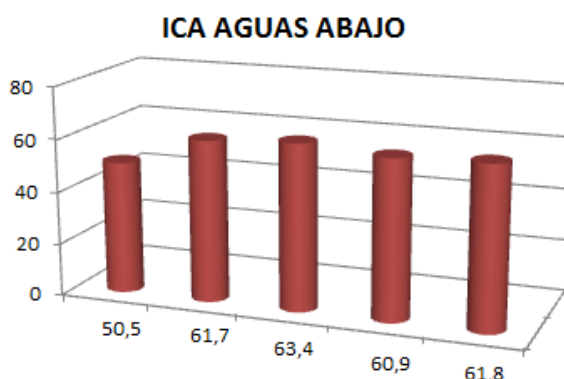
FECHA CARACTERIZACION DÍA - MES- AÑO	VALOR DE INDICE DE CALIDAD DEL AGUA " ICA "		LABORATORIO ACREDITADO IDEAM
	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	
1. 13 DE MAYO DE 2010	57,3 (CALIDAD MEDIA)	50,5 (CALIDAD MEDIA)	CORCUENCAS (IBAGUE - TOLIMA)
2. 24 DE NOVIEMBRE DE 2010	64,1 (CALIDAD MEDIA)	61,7 (CALIDAD MEDIA)	CORCUENCAS (IBAGUE - TOLIMA)
3. 06 DE ABRIL DE 2011	68,1 ( CALIDAD MEDIA)	63,4 ( CALIDAD MEDIA)	CORCUENCAS (IBAGUE - TOLIMA)
4. 09 DE NOVIEMBRE DE 2011	70,0 ( CALIDAD MEDIA)	60,9 ( CALIDAD MEDIA)	ANTEK S.A. ( BOGOTA - CUNDINAMARCA)
5. 24 DE ABRIL DE 2012 ( OBJETO DE ESTUDIO)	66,1 ( CALIDAD MEDIA)	61,8 ( CALIDAD MEDIA)	ANTEK S.A. ( BOGOTA - CUNDINAMARCA)

Fuente. Laboratorio de Aquateknica Ltda

**ICA AGUAS ARRIBA**



**Figura 3:** Valores de ICA. Aguas Arriba, Fuente Receptora “Rio Frio” Mayo 2010 – Abril 2012 (Ver Tabla 2)



**Figura 4:** Valores de ICA. Aguas Abajo, Fuente Receptora “Rio Frio” Mayo 2010 – Abril 2012 (Ver Tabla 2).

### 1.5. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA GENERAL “ICA”

El “ICA” adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación el curso de agua en estudio. Posteriormente al cálculo el índice de calidad de agua de tipo “General” se clasifica la calidad del agua con base a la siguiente tabla:

**Tabla 3.** Estimación del ICA (Índice de Calidad del Agua)

Valor del índice	Clasificación de Calidad	Color
0 – 25	Calidad Muy Mala	Rojo
26 – 50	Calidad Mala	Naranja
51 – 70	Calidad Media	Amarillo
71 - 90	Calidad Buena	Verde
91 - 100	Calidad Excelente	Azul

Las aguas con “ICA” mayor de 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella.

Las aguas con un “ICA” de categoría “media” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas.

Las aguas con un “ICA” de categoría “mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación.

Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “muy mala” pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella, tal como natación.

La evaluación numérica del “ICA”, con técnicas multiplicativas y ponderadas con la asignación de pesos específicos se debe a BROWN, R., (1970).

Para calcular el Índice de Brown se puede utilizar una suma lineal ponderada de los subíndices (ICAa) o una función ponderada multiplicativa (ICAm). Estas agregaciones se expresan matemáticamente como sigue:

$$ICA_a = \sum_{i=1}^9 (Q_i * w_i)$$

Dónde:

Wi: Pesos relativos asignados a cada parámetro (Qi), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.

Qi: Subíndice del parámetro i.

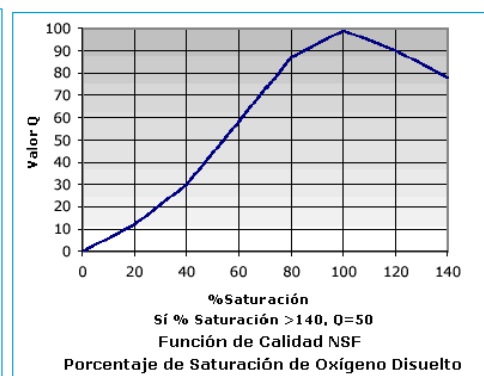
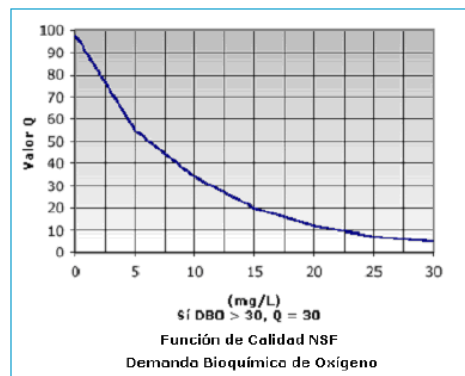
A cada parámetro de calidad se le atribuye un peso (wi), de acuerdo a su importancia, dentro de la calificación de la calidad del agua, tal como se presenta a continuación:

**Tabla 4.** Estimación de los parámetros con su respectivo peso

Parámetro	wi
1 Porcentaje de saturación de oxígeno	0,17
2 NMP de coliformes fécales / 100 ml	0,16
3 Ph	0,11
4 Demanda Bioquímica de Oxígeno	0,11
5 Nitratos	0,10
6 Fosfatos	0,10
7 Variación de la Temperatura (°C)	0,10
8 Turbiedad	0,08
9 Sólidos Totales	0,07
TOTAL	1,0

Los gráficos para hallar el Qi de acuerdo al valor de medición, se presentan a continuación:

### 1.6. FIGURAS DE REFERENCIA QUE RELACIONAN LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON EL VALOR DE QI



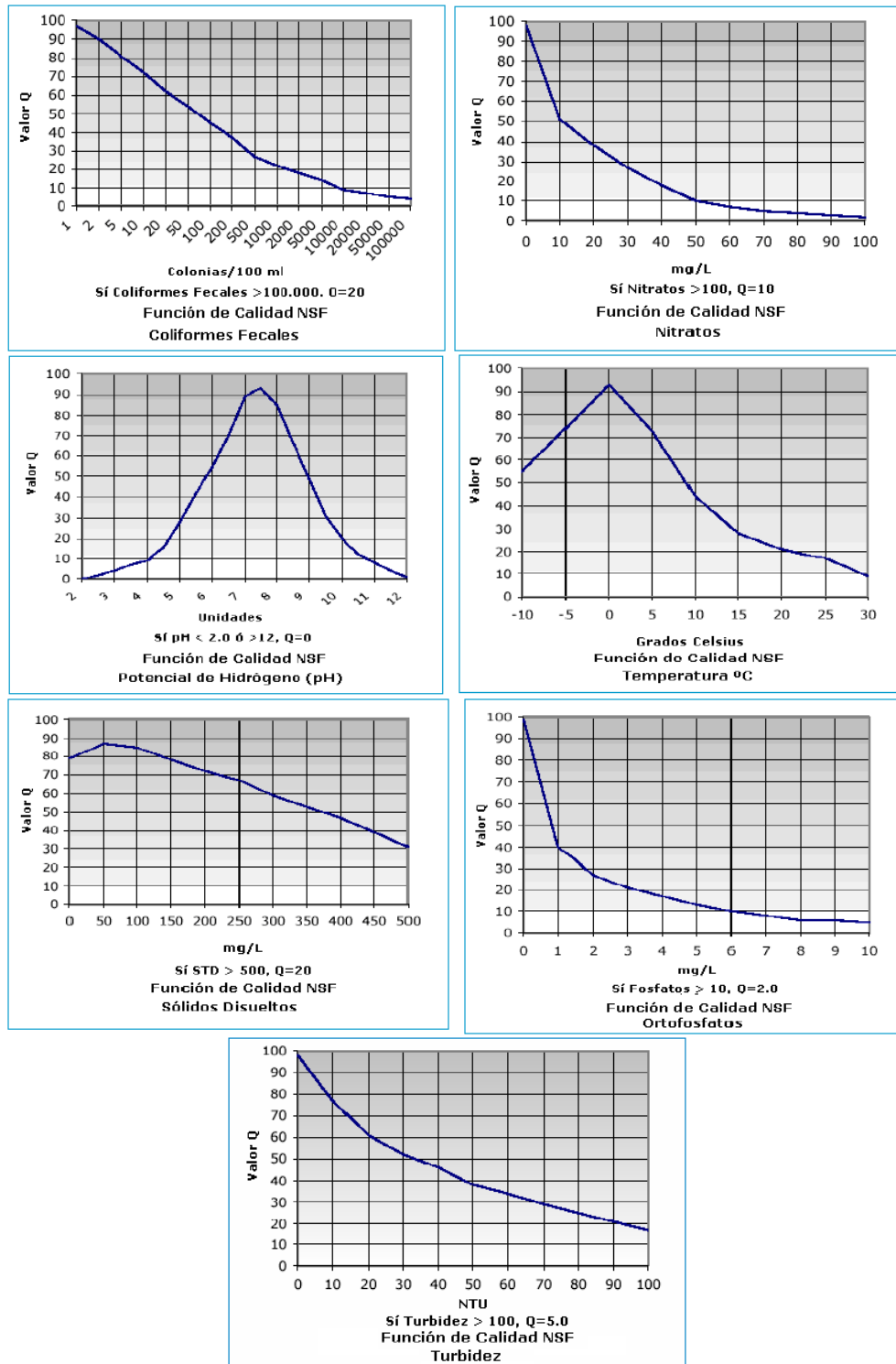


Figura 5: Relación de valor del Qi

## 1.7. MARCO LEGAL

### 1.7.1. Legislación de la calidad de agua y vertimiento de residuos líquidos



Fuente: Diapositivas, Electiva Calidad de Aguas, Ing. Jaime Rojas Puentes.

**Figura 6:** Marco legal de la calidad de aguas y vertimientos

#### **Decreto 1594/84**

1. Destinación de los recursos.
2. Normas de vertimiento.
3. Análisis y toma de muestra.
4. Tasas retributivas

#### **DECRETO 3930 DE 2010**

Usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados.

#### **Decreto 3100 de 2003**

1. Tasa retributiva.

#### **Resolución 0274 de Abril de 1997**

1. Tarifa cobro DBO<sub>5</sub> Y SST

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**

#### **2.1.1. Municipio de Campoalegre**

El municipio de Campoalegre más conocido como la "Capital Arrocerera del Huila", es un lugar de gran importancia para el desarrollo integral de la región, el cual cuenta con una temperatura de 27°C y cuya economía también cuenta con artesanías de arcilla. Para llegar a Campoalegre, basta con recorrer una distancia de 26 kilómetros desde Neiva.

La Población en el Municipio de Campoalegre es de 34.998 en total; Metropolitana 23.986 habitantes. Su densidad es de 48,69 hab. /km<sup>2</sup>, con una extensión aproximada de 661 km<sup>2</sup>, la altitud de la cabecera municipal es de 525 m.s.n.m. y se localiza sobre las coordenadas 2° 41' 20" Latitud Norte y a 75° 14' 33" longitud oeste.

Hoy el municipio está dividido en tres sectores claramente diferenciados. El sur entre las quebradas San Isidro y La Caraguaja, alrededor de las áreas aferentes a sus principales vías, la carrera 9 que allí se convierte en la carretera al sur, la carrera 12 transformada luego en el Callejón de las Vueltas, y la calle 12 que a la altura del barrio Gaitán, se dirige a los centros poblados suburbanos de La Candelaria.

Sus asentamientos más notorios son los barrios Jorge Eliécer Gaitán, San Isidro Alto y Bajo, 12 de Octubre y una zona industrial donde funcionaba el Molino Perla del Huila, las instalaciones de Fedearroz y ladrilleras particulares. Su equipamiento básico comunitario consta de los centros docentes Jorge Eliécer Gaitán y El Jardín del barrio San Isidro y los polideportivos del barrio Gaitán, San Isidro Bajo y la cancha El Zancudo, que suplen en parte la inexistencia de espacios públicos en el sector.

La zona central comprendida entre la quebrada La Caraguaja al sur y Río Frío al norte se desarrolla principalmente alrededor de la calle 18, la carrera 9 y la carrera 12 actualmente llamada Avenida de Circunvalación, encierra los barrios más antiguos, poblados y consolidados de la urbe y presenta las mayores densidades ocupacionales brutas y relativas, el mejor y más claro trazado vial y las mayores alturas de la construcción. Igualmente sus debilidades se presentan en el estado actual de sus redes de acueducto y alcantarillado que por su antigüedad y especificaciones técnicas no responden a las necesidades del sector.

El norte de Campoalegre, se conformó a partir de la ribera derecha del Río Frío hasta el actual límite del perímetro urbano, desarrollándose alrededor de la carrera 9 que allí se convierte en carretera a Neiva y de las calles 25 y 29. Sus asentamientos más

representativos son los barrios El Jardín, Vivienda Obrera, La Colina, El Viso, Alfonso López, Nuevo Horizonte, Rodrigo Lara, San Carlos, Villa Gloria y Eugenio Ferro Falla.

Igualmente, en esta área se ha consolidado un sector institucional que alberga el Colegio Municipal Eugenio Ferro Falla, El Hospital del Rosario, El Ancianato, El Matadero, el vivero municipal, la subestación eléctrica, la planta de gas natural, los talleres de obras públicas municipales, centros docentes y jardines infantiles, el complejo deportivo Francisco de Paula Santander y Omaña, y el establecimiento agroindustrial más importante del departamento como es el Molino Flor Huila.



**Figura 7:** Ubicación PTAR municipio de Campoalegre



## 2.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE (PTAR)

### 2.2.1. Tratamiento Preliminar:

Lo conforma el canal de entrada (para 98l/s), con vertedero de excesos, rejas de cribado, desarenadores, canaleta parshall y trampas de grasas.



**Figura 8:** Canal de Entrada y Vertedero de excesos

El canal de aproximación a la rejilla previene la acumulación de arena u otro material pesado.



**Figura 9:** Rejas de cribado. Canastas de recepción y escurrimiento

Las rejillas de limpieza manual van seguidas por canastas de recepción y escurrimiento del material retenido en estas.

Los desarenadores son estructuras diseñadas fundamentalmente para retener y eliminar en las aguas residuales, la arena y el material grueso que no fue retenido por el sistema de cribado, ya que estos materiales pueden ocasionar incrustaciones y abrasión en tuberías y equipos, así como las dificultades en los procesos de tratamiento biológicos.



**Figura 10:** Desarenadores

La canaleta parshall está constituida por tres partes fundamentales que son: la entrada, la garganta y la salida. La garganta está formada por dos paredes verticales paralelas, el fondo es inclinado con una pendiente descendente. La distancia de la sección de la garganta determina el tamaño del medidor. La función de esta canaleta es servir como sistema de aforo, es decir, la medición del caudal de entrada a la PTAR.



**Figura 11:** Canaleta parshall

La trampa de grasas; como su nombre lo indica permite retener las grasas que provienen del agua residual, ya que son difíciles de tratar por las bacterias en el sedimentador; dado que flotan en el agua.



**Figura 12:** Trampa Grasas

### **2.2.2. Tratamiento Primario**

La PTAR cuenta con tres sedimentadores de alta tasa.

La sedimentación es un proceso natural que utiliza la fuerza de la gravedad para llevar a cabo la separación sólido – líquido, y permite con esto disminuir los sólidos sedimentables y la demanda bioquímica de oxígeno (DBQ), lo que ayuda a que los procesos secundarios sean más eficientes y económicos.

El lodo crudo proveniente de los sedimentadores debe ser bombeado intermitentemente hacia el digestor de lodos UASB.



**Figura 13:** Sedimentadores de alta tasa

### 2.2.3. Tratamiento Secundario

Se cuentan con cuatro módulos de filtros anaeróbicos de flujo ascendente FAFA para un caudal de 49 L/S y en material plástico en PRFV. Se diseñaron con la mitad de un caudal que puede recibir la estructura de entrada, ya que son modulares y pueden ampliarse de acuerdo a la necesidad (pero la necesidad debería ser después de aproximadamente 16 años). Actualmente deberían funcionar con máximo 40L/s, si se le ingresa más caudal se saturan los filtros. Así que el caudal sobrante se debe desviar para que la planta opere bien.

El fluente del sistema de sedimentación tendrá una concentración menor de sólidos en suspensión, pero una mayor concentración de sólidos disueltos; y terminará su proceso de tratamiento en el filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).

Un filtro anaerobio de flujo ascendente es un reactor o tanque; su interior dispone de un medio soporte (lecho), cuya superficie e intersticios se fijan las bacterias. Este lecho es un lecho fijo lo cual significa que las bacterias no se mueven libremente, sino que están adheridas a un soporte inerte, donde la remoción de carga orgánica depende del área de contacto del lecho, de la velocidad del flujo a través de este y de la porosidad.



Figura 14: Filtros anaerobios (FAFA)

### 2.2.4. Tratamiento de lodos

La contaminación del agua obedece a la adición de las sustancias que se comportan como sólidos ya sean disueltos o en suspensión, por lo que toda la PTAR produce lodos residuales que deben ser tratados y dispuestos adecuadamente, por lo tanto, en todos los sistemas se debe este componente.

Para procesar los lodos se construyeron un digestor de lodos UASB (reactor anaeróbico de flujo ascendente y manto de lodos), y cuatro lechos de secado con cubierta.

La digestión de los lodos es un proceso anaeróbico en el que se generan gases principalmente metano y gas carbónico.

### 2.2.5. Producción de gases

Pueden ocasionar peligros de explosión y generación de olores. Por esto no se debe fumar en las instalaciones ni hacer ningún tipo de quema.

El gas metano se genera en los procesos de tratamiento anaeróbicos empleados para la estabilización de los lodos de las aguas residuales.

El sulfuro de hidrogeno es un gas incoloro, inflamable, con un olor típicamente característico que recuerda al de huevos podridos. Este gas se forma durante el proceso de descomposición de la materia orgánica, su formación es inhibida en presencia de grandes cantidades de oxígeno, pero ese no es el caso de las aguas residuales, ya que el proceso de degradación consume altísimas cantidades de oxígeno, haciendo que en estas aguas haya condiciones anaeróbicas.

Desde el punto de vista de la generación de olores y aunque el sulfuro de hidrogeno es el gas generado de mayor importancia, pueden formarse durante la descomposición anaeróbica otros compuestos volátiles, como el indol, el escatol y los mercaptanos, que pueden ser responsables de olores más desagradables que el sulfuro de hidrogeno.

El ennegrecimiento del agua residual y del lodo se debe generalmente a la formación de sulfuro de hidrogeno que se combina con el hierro presente para formar sulfuro ferroso ( $\text{FeS}$ ) y otros sulfuros metálicos.



Figura 15: Digestor

Para una adecuada operación se debe evitar que la alcalinidad descienda para impedir el colapso por acidificación, el valor mínimo recomendable del PH es 6.5, para lo cual se recomienda hacer medidas periódicas.

Los lechos de secado son estructuras con paredes laterales que contienen capas de arena, grava y están dotados con una tubería de drenaje. Los lodos son secados por

efecto de la percolación del líquido hacia las tuberías a través de las masas de lodo y arena, por efecto de la evaporación y la acción del sol y el viento. Al subproducto ambiental se le llama biosólido, el cual es un lodo de textura gruesa, agrietada y de color negro o marrón oscuro, que puede ser utilizado en suelos degradados, como abono para especies ornamentales.

Con respecto a los olores, se puede decir que siempre y cuando el lodo al descargar en los lechos haya pasado por un buen proceso de digestión, no tiene por qué presentarse malos olores, sin embargo, si llegan a presentarse, estos pueden ser controlados agregando hipoclorito de calcio, al momento de la descarga de los lodos al lecho.

Para el caso de campoalegre, se conducen los lodos digeridos del reactor tipo UASB a una cámara de bombeo, al igual que los filtros anaeróbicos FAFA.



**Figura 16:** Lechos de secado

Aquí deben ser depositados los lodos extraídos de las diferentes etapas de la PTAR para que pierdan humedad, para ser neutralizados y/o compostados. Los lodos después de esta etapa pueden ser usados como abonos o dispuestos en rellenos sanitarios.



**Figura 17:** Etapas de Secamiento en los lechos de Secado

### 2.3. MUESTRA

Para realizar el presente estudio, se seleccionó la PTAR del municipio de campoalegre como muestra representativa a evaluar, teniendo en cuenta que es una planta de Tratamiento de Aguas Residuales construida recientemente.

### 2.4. METODOS

#### 2.4.1. Revisión bibliografía

La revisión bibliográfica se realizó mediante consulta a diferentes páginas de internet, basadas en información sobre Plantas de Tratamiento de aguas residuales, así como en proyectos de grado encontrados en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Surcolombiana de Neiva.

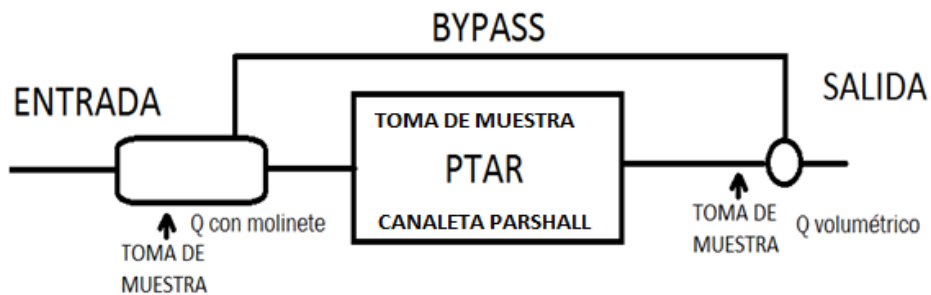
#### 2.4.2. Recolección de la información

🌀 **Visitas de Campo:** Se realizaron dos (2) visitas a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para conocer las diferentes unidades, observar y efectuar preguntas sobre el estado de la construcción, la operación y el mantenimiento de los diferentes componentes de la PTAR.

🌀 **Visita a Entidades:** Se visitaron las oficinas de la secretaria de planeación Municipal de Campoalegre y la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y aseo, “EMAC S.A. E.S.P.”, para consultar la existencia de diseños, planos, resultados de monitoreo en años anteriores, entre otros.

#### 2.4.3. Muestreo

El desarrollo del proyecto se realizó de la siguiente manera: Monitoreó Compuesto (24 Horas), tomando alícuotas o submuestras cada hora a la Entrada y Salida de la PTAR, empezando a las 06:00 am y terminando a las 06:00 am del día siguiente, Medición del caudal mediante el método Volumétrico a la salida de la planta (figura18). Análisis fisicoquímico y microbiológico de las submuestras recolectadas durante la jornada del muestreo.



**Figura 18: Puntos de caudal tomados en la PTAR**

También se realizó medición de caudal con molinete en el RIO FRIO; análisis de agua en la planta de tratamiento y en la fuente receptora (Rio frio), profundizando en el

funcionamiento, mantenimiento operativo y caracterización fisicoquímica, medición y análisis de los parámetros in situ (PH, Temperatura del agua, caudal, Temperatura ambiente, entre otros), conclusiones y recomendaciones (Apha *et al.*, 1985).

Lo anterior se realizó, teniendo en cuenta los protocolos del Laboratorio de Aquateknica Ltda (laboratorio en proceso de acreditación) y Antek S.A., laboratorio ambiental; este último es un laboratorio Acreditado ante el IDEAM, para adelantar este tipo de estudios.

#### **2.4.4. Equipo y Materiales utilizados para la medición de los parámetros en campo.**

Para la toma de lectura de coordenadas se utilizó el GPS etrex GARMIN (figura 19).



**Figura 19:** GPS etrex GARMIN

Para la medición del PH y Temperatura de Agua cada hora durante todo el muestreo se utilizó el PH METRO (figura 20).



**Figura 20:** PH METRO HANNA HI 8314

Para el cálculo de Caudal a la Entrada, se utilizó el molinete (Ver figura 21 y la sección Calculo del Caudal en la Fuente Receptora).





**Figura 21:** Molinete

Para la medición de la altura en la canaleta Parshall, se utilizó una regla metálica. La escala está dada en cm. (figura 22).



**Figura 22:** Regla Metálica cm

Para el valor de caudal en la canaleta parshall, se utilizó la formula “ $Q = 2,06 H_a^{1,58}$ ” que corresponde a un Ancho de Garganta de 6”. (Página 72, Hidráulica de Canales Abiertos. Ven Te Chow).

Dónde:

$H_a$  = Altura de la lámina de Agua

$Q$  = Caudal

El caudal a la salida en la PTAR se midió por el Método Volumétrico utilizando un Balde Plástico Aforado en l/s, y para lo cual se trabajó la siguiente ecuación:

$$Q(l/s) = \frac{Volumen.(x)}{Tiempo.(x)}$$



**Figura 23:** Balde plástico aforado 1ts

La temperatura ambiente se midió con un termómetro portátil digital.



**Figura 24:** Termómetro Digital E.B.C. 58103/ETP 109 A

Para la medición de Sólidos Sedimentables Totales ( SST), a la entrada y salida en la Planta de Tratamiento se utilizó el método del cono IMHOFF, realizando lecturas cada hora, ( Ver figura 25).



**Figura 25:** Cono IMHOFF Rotulado en mm

La cantidad de agua residual analizada por el laboratorio de Antek s.a., se midió con una probeta plástica, (figura 26).



**Figura 26:** Probeta Plástica ml

### 2.4.5. Tipo de muestreo y Monitoreo

La metodología de recolección de las muestras, tipo de muestra, registros de campo, cadenas de custodia, análisis in situ, preservación, almacenamiento y envío de las muestras y demás procedimientos de garantía de calidad y control de calidad en el trabajo de campo, fue la sugerida por el laboratorio de Antek s.a.. El desarrollo del muestreo en campo se dio con personal de Aquateknica Ltda., además de auxiliares y supervisores de la Empresa de Servicios Públicos de Campoalegre EMAC S.A. E.S.P.

#### 2.4.5.1. Muestreo Compuesto



Figura 27: Recipientes y elementos utilizados en el muestreo

Una “muestra compuesta”, es la que se obtiene por “composición” o mezcla de dos o más muestras puntuales. Una muestra puede ser compuesta con respecto al tiempo.

Una muestra compuesta, en función del tiempo es la que se obtiene por combinación de varias muestras puntuales, tomadas de un mismo sitio pero en diferentes instantes de tiempo.

Fuente: Capítulos\_fluoreciencia/calaguas/ cap 2. Pdf.

**2.4.5.2. Medición de caudales a la entrada con molinete, medición en la canaleta parshall y a la salida por el método volumétrico.**



**Figura 28:** Medición de caudal en la PTAR

**2.4.5.3. Medición del caudal en la fuente receptora con molinete.**



**Figura 29:** Medición de caudal con Molinete en el Río Frío

#### 2.4.5.4. Toma de muestras



**Figura 30:** Toma de Muestras en campo

Se realizaron tomas de muestras puntuales en la fuente receptora; Aguas Arriba y Aguas Abajo. También se tomaron submuestras cada hora a la entrada y salida en la PTAR y se realizaron mediciones de Solidos Sedimentables Totales (SST) a la entrada y salida de la planta de tratamiento.

Una “muestra puntual”, es la que se toma en un determinado punto del espacio y del tiempo. Generalmente se recurre a muestreos puntuales cuando:

- Cuando se desea conocer las características extremas de un determinado vertimiento.
- Cuando se desea conocer la variación de la composición, en función del tiempo en un determinado vertimiento.

Fuente: Capítulos\_fluoreciencia/calaguas/ cap 2. Pdf.

#### 2.4.5.5. Cálculo del porcentaje de saturación de oxígeno

Para hallar el valor del porcentaje de saturación, se parte del oxígeno disuelto, el cual fue medido con la ayuda de un kit de Oxígeno Disuelto y la temperatura, con un termómetro Portátil Digital. Ver figura 35.



Figura 31: Medición del Oxígeno Disuelto en el Río Frío

### 2.5. OPERACIÓN EN LA PTAR

Ante la posibilidad de verter las aguas residuales del municipio de Campoalegre al Río Frío, se construyó una planta de tratamiento, constituida por un sistema de pretratamiento (Canal de Entrada (98l/s), Desarenador y Canaleta Parshall), Tres sedimentadores de Alta Tasa con un digestor de lodos tipo UASB, Cuatro Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente (FAFA) para un Caudal de 49 l/s y cuatro lechos de secado para los lodos.

Debido a que las aguas residuales deben ser conducidas hacia la fuente Receptora “ Río Frío”, fue necesario la implementación de esta planta de tratamiento con el fin de garantizar en forma eficiente la transformación de la materia orgánica y poder así mitigar el impacto ambiental generado en dicho vertimiento por los residuos líquidos.

En los reportes de resultados emitidos por laboratorios ambientales acreditados, se debe cumplir con la normatividad del decreto 1594/84 del ministerio de salud y se los valores de referencia se muestran en las siguientes tablas:

Agua Superficial: Fuente Receptora “Río Frío”.

**Tabla 5.** Normatividad vigente para agua superficial

LIMITES DECRETO 1594/84 MINISTERIO DE SALUD			
	Art. 38	Art. 39	Art. 40
PH	5,0 - 9,0	6,5 - 8,5	4,5 - 9,0
TURBIEDAD	N.E.	N.E.	N.E.
FOSFATOS	N.E.	N.E.	N.E.
NITRATOS	10,0	10,0	N.E.
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	N.E.	N.E.	N.E.
DBO <sub>5</sub>	N.E.	N.E.	N.E.

N.E. NO ESTABLECIDO. N.A. NO APLICA

Agua Residual: PTAR Campoalegre.

La planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Campoalegre actualmente está en funcionamiento, las estructuras diseñadas y construidas están operando adecuadamente y a medida que la operación se realice de forma correcta la eficiencia del sistema puede ir mejorando paulatinamente.

**Tabla 6.** Porcentaje de Remoción y la normatividad vigente para agua Residual

LIMITES DECRETO 1594/84 MINISTERIO DE SALUD			
	% REMOCION	Art. 72	Art. 74
PH		5,0 - 9,0	N.E.
TURBIEDAD		N.E.	N.E.
FOSFATOS		N.E.	N.E.
NITRATOS		N.E.	N.E.
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES		N.E.	N.E.
SOLIDOS SEDIMENTABLES		N.E.	N.E.
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	75,0	>= 80	N.E.
DBO <sub>5</sub>	50,6	>= 80	N.E.
DQO		N.E.	N.E.

N.E. NO ESTABLECIDO. N.A. NO APLICA. NOTA: EL VALOR REPORTADO DE PORCENTAJE DE REMOCION ES CORRESPONDIENTE A REMOCION EN CONCENTRACION.

Estos valores no son malos, teniendo en cuenta que es una planta que funciona recientemente, e indican que sí se tiene personal idóneo y herramientas adecuadas, la remoción del sistema será cada día mejor (CAM 2012).

La remoción de parámetros referenciados en el decreto 1594/84 del Ministerio de Salud, como DBO<sub>5</sub>; 50,6 % y SST; 75,0 no alcanza el límite exigido de por lo menos >=80 %, esto puede deberse a que la planta está operando hace poco tiempo.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

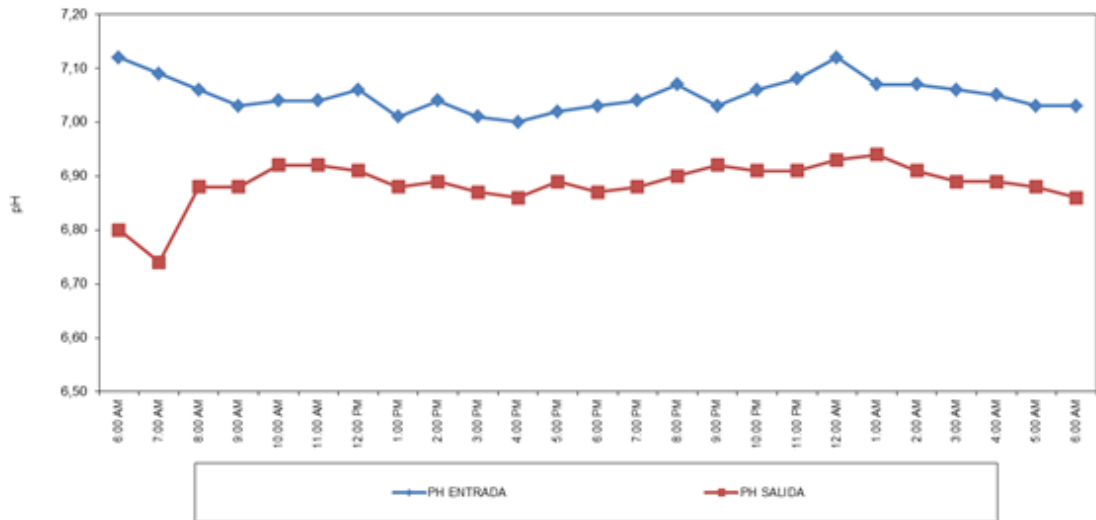
#### 3.1. PARÁMETROS MEDIDOS IN SITU EN LA PTAR, MUESTREO COMPUESTO

Tabla 7. Resumen, Parámetros Medidos en Campo en la PTAR

Hora	T ambiente °C	Altura canaleta parshall cm	PTAR ENTRADA			PTAR SALIDA			Caudal molinete	Caudal Canaleta	caudal de	caudal por	porcentaje tratado
			T agua °C	SS cm	pH Unidades de pH	T agua °C	SS cm	pH Unidades de pH	Entrada PTAR L/s	Parshall PTAR L/s	salida PTAR L/s	bypass L/s	
6:00 AM	21,5	12,5	25,3	2,5	7,12	25,3	0,3	6,80	41,54	14,27	15,10	26,4	36,4
7:00 AM	23,2	14,0	25,0	3,0	7,09	25,2	0,2	6,74	33,44	17,06	17,43	16,0	52,1
8:00 AM	25,5	14,5	25,5	4,4	7,06	25,5	0,3	6,88	33,44	18,04	17,10	16,3	51,1
9:00 AM	26,1	14,0	25,7	3,0	7,03	26,1	0,4	6,88	31,73	17,06	17,23	14,5	54,3
10:00 AM	26,3	15,0	26,1	3,5	7,04	26,3	0,4	6,92	33,93	19,03	18,61	15,3	54,8
11:00 AM	26,2	15,5	26,2	3,0	7,04	26,2	0,3	6,92	35,87	20,04	17,39	18,5	48,5
12:00 PM	26,2	16,0	26,3	2,5	7,06	26,2	0,4	6,91	35,70	21,07	18,19	17,5	51,0
1:00 PM	26,2	14,0	26,5	1,8	7,01	26,2	0,3	6,88	30,87	17,06	18,67	12,2	60,5
2:00 PM	26,8	15,0	26,7	1,5	7,04	26,8	0,1	6,89	32,83	19,03	15,60	17,2	47,5
3:00 PM	26,4	15,0	26,7	1,0	7,01	26,4	0,1	6,87	34,55	19,03	16,07	18,5	46,5
4:00 PM	26,3	16,5	26,5	2,1	7,00	26,1	0,4	6,86	33,04	22,12	17,13	15,9	51,8
5:00 PM	26,1	15,0	26,4	2,5	7,02	26,3	0,2	6,89	31,49	19,03	17,78	13,7	56,5
6:00 PM	25,8	14,0	26,3	1,2	7,03	25,8	0,3	6,87	30,30	17,06	19,81	10,5	65,4
7:00 PM	25,8	13,0	26,5	1,2	7,04	25,8	0,2	6,88	25,84	15,18	12,99	12,9	50,3
8:00 PM	25,5	12,0	26,1	1,3	7,07	25,5	0,3	6,90	26,86	13,37	13,98	12,9	52,0
9:00 PM	25,4	12,0	25,8	0,8	7,03	25,4	0,4	6,92	26,05	13,37	13,23	12,8	50,8
10:00 PM	25,2	12,0	25,6	1,1	7,06	25,2	0,2	6,91	23,68	13,37	14,23	9,5	60,1
11:00 PM	25,2	9,5	25,5	1,2	7,08	25,2	0,3	6,91	19,15	9,25	9,62	9,5	50,2
12:00 AM	25,1	8,5	25,3	0,1	7,12	25,1	0,1	6,93	14,07	7,76	8,34	5,7	59,3
1:00 AM	25,1	8,0	25,1	0,1	7,07	25,1	0,1	6,94	11,26	7,05	7,11	4,2	63,1
2:00 AM	25,0	8,5	25,1	0,1	7,07	25,0	0,2	6,91	11,97	7,76	7,88	4,1	65,8
3:00 AM	24,9	8,0	25,0	0,2	7,06	24,9	0,2	6,89	12,70	7,05	7,93	4,8	62,4
4:00 AM	24,8	8,5	24,8	0,2	7,05	24,8	0,1	6,89	13,06	7,76	8,41	4,7	64,4
5:00 AM	24,8	9,0	24,8	0,1	7,03	24,8	0,1	6,88	13,77	8,49	7,61	6,2	55,3
6:00 AM	24,2	10,5	24,6	0,5	7,03	24,6	0,1	6,86	16,39	10,83	14,18	2,2	86,5
PROMEDIO	25,3	12,4	25,7	1,6	7,05	25,6	0,2	6,89	26,14	14,45	14,06	12,1	55,9

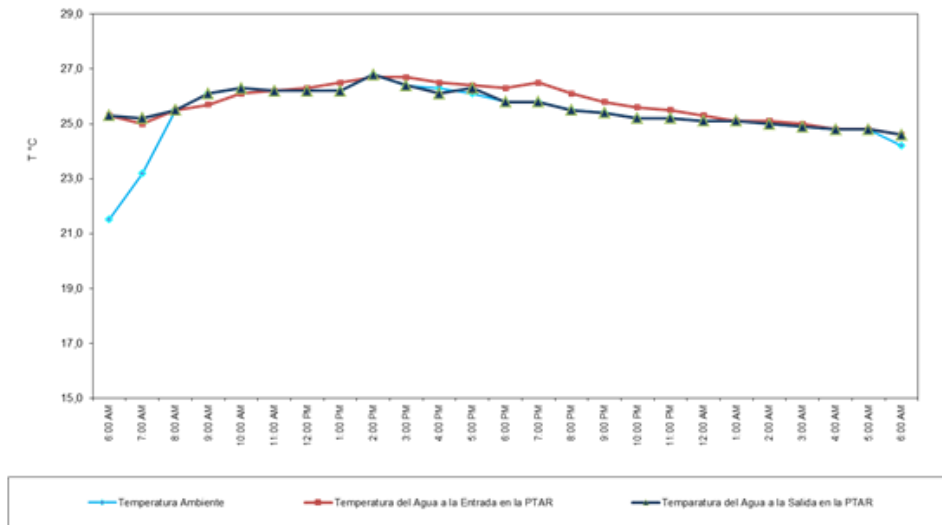
La tabla 7 presenta los parámetros medidos in situ en la PTAR: entrada y salida, medición de caudal en la entrada con molinete, medición de altura de la lámina de agua en la Canaleta Parshall, medicación de caudal a la salida de la planta por método volumétrico y medición del aliviadero o Bypass. El promedio de la temperatura ambiente durante el muestreo fue de 25,3 °C. La altura en la canaleta parshall fue de 12,4 cm.





**Figura 32:** Variación de PH el día del monitoreo

Los valores de pH están dentro de los límites establecidos en la normatividad ambiental vigente Decreto 1594/84 art. 72 durante toda la jornada. (Entre 5 y 9).



**Figura 33:** Variación de la Temperatura de Agua el día del monitoreo

La temperatura del agua residual en el vertimiento es constante en su rango, su promedio oscila entre 24.6 y 26.8 °C. Estos valores se encuentran dentro de los límites de la normatividad vigente, Decreto 1594/84 art. 72. (< 40 °C). La temperatura ambiente en la jornada tuvo grandes cambios, la mayor temperatura registrada fue de 26,8°C a las 02:00 p.m. y la menor: 21,5 °C a las 6:00 a.m.

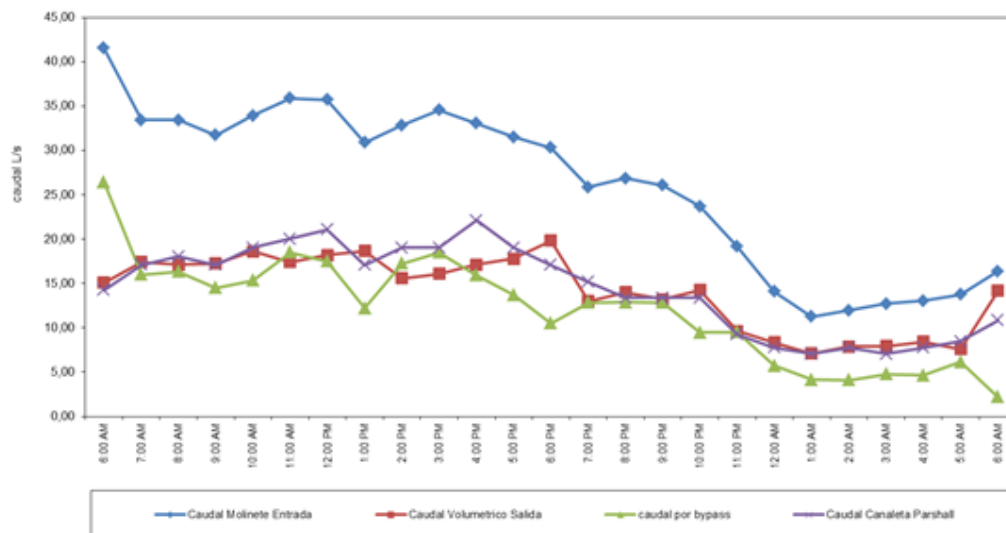


Figura 34: Variación del Caudal el día del monitoreo

El caudal calculado en la canaleta parshall (14,45 l/s) es ligeramente igual al caudal resultante a la salida por el método volumétrico (14,06/l/s) y el caudal a la entrada hallado por el molinete es mayor a los dos anteriores (26,14 l/s), sin embargo presentan la misma tendencia.

### 3.2. PARÁMETROS MEDIDOS IN SITU EN LA FUENTE RECEPTORA “RÍO FRÍO”, MUESTREO PUNTUAL.

Tabla 8. Resumen Parámetros Río Frío

AGUAS ARRIBA								
HORA	T. ambiente	T. agua	pH	O <sub>2</sub> disuelto	CAUDAL	COORDENADAS		ALTURA
	°C	°C	Unidades de pH	mg/L	L/s	ESTE	NORTE	msnm
11:30 AM	31,2	26,8	7,18	4,70	160,7	75°20'0.57"	2°41'59.32"	519

AGUAS ABAJO								
HORA	T. ambiente	T. agua	pH	O <sub>2</sub> disuelto	CAUDAL	COORDENADAS		ALTURA
	°C	°C	Unidades de pH	mg/L	L/s	ESTE	NORTE	msnm
12:30 PM	31.5	27,8	7,15	4,30	257,8	75°19'58.4"	2°42'7.14"	517

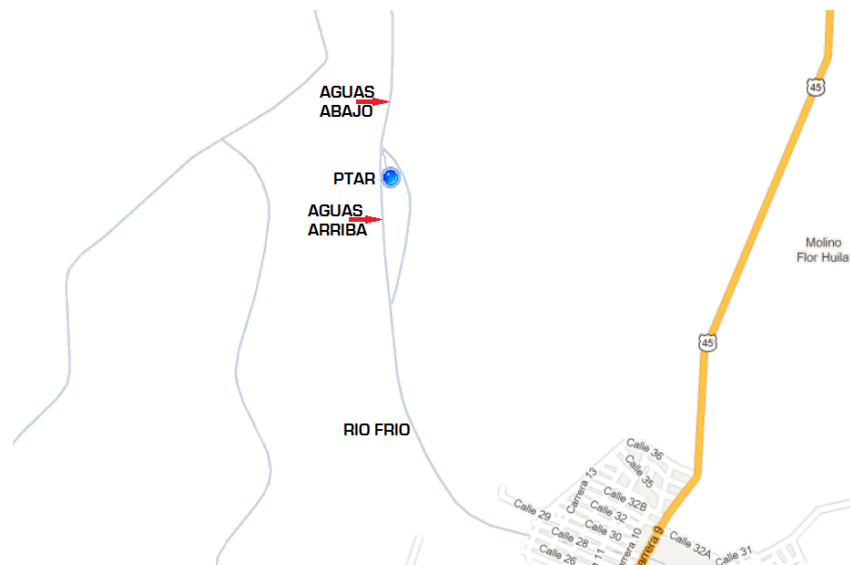
La tabla 8 muestra los parámetros in situ medidos en la fuente receptora “RIO FRIO”. El valor de oxígeno disuelto aguas arriba fue de 4,70 mg/L y el oxígeno disuelto medido aguas abajo fue de 4,30 mg/L indicando valores normales. El caudal aguas arriba es de 160,7 L/s y el caudal aguas abajo es de 257,8 L/s.

Seguidamente se procedió a determinar el valor del subíndice con ayuda de las figuras de función de calidad. Se obtuvieron los siguientes datos:

$Q_i$  aguas arriba= 55 el indicador en este punto es media

$Q_i$  aguas abajo= 52 el indicador en este punto es media.

Se puede notar que el caudal aguas abajo es mayor que el de aguas arriba, debido al caudal que le aporta la descarga de la PTAR y al canal que se encuentra al lado del vertimiento proveniente de riego ( descoles), como se muestra en la figura 35:



**Figura 35:** Puntos de toma de muestras, vertimiento de la PTAR y canal de riego

Con el fin de evaluar el impacto que genera la descarga del vertimiento en la PTAR, fue concertado tomar la muestra aproximadamente 100 mts antes del vertimiento para Aguas Arriba y 100 mts después de vertimiento, se puede notar que la calidad de la fuente receptora con respecto a muestreos anteriores tiene un índice constante, con tendencia a mejorar, debido a que algunos vertimientos que no están entrando a la línea que llega a la planta están siendo vertidos aguas arriba. (Ver Figura 35 y Tabla 2).

Oxígeno disuelto Aguas arriba: 4.70 mg/L, %satO<sub>aguas arriba</sub>=58,0 % y temperatura: 26.8°C

Oxígeno disuelto Aguas abajo: 4.30 mg/L, %satO<sub>aguas abajo</sub>=55,0 % y temperatura: 27,8 °C

Los anteriores resultados no demuestran una variación considerable entre los dos puntos ya que los valores aguas arriba y aguas abajo no cambian.

### 3.3. ESTADO ACTUAL DE LA PLANTA

- 🌀 La planta cuenta con cerco perimetral en alambre y cerca viva.
- 🌀 Cuentan con guadaña, la cual es utilizada para limpiar las zonas verdes aledañas a las estructuras de la PTAR.
  
- 🌀 La caseta de operaciones tiene energía, acueducto, lavamanos, sanitario, ducha, cocineta con mesón y lavaplatos; además poco a poco la han ido adecuando a las necesidades.
- 🌀 Tienen operador permanente, día y noche. En el día el horario es de 6 am a 6 pm.
- 🌀 Limpian las rejillas del canal de entrada cada hora con un rastrillo.
- 🌀 El personal cuenta con uniforme y esto le da buena presentación a la Planta.
- 🌀 Tienen sembrado jardín, plantas de plátano y yuca. Esto mejorará el impacto visual del sitio.



**Figura 36:** Zonas verdes. Plantas de plátano y yuca

- 🌀 El día de la caracterización objeto de estudio, estaba presente uno de los operadores y el Ingeniero Químico del Laboratorio de Aquateknica Ltda, quienes estuvieron pendientes del monitoreo realizado.
- 🌀 El caudal afluente sobrepasa la capacidad de la planta y a veces gran cantidad se evacua por el vertedero de excesos del canal de entrada. Esto no se debe a problemas de diseño y construcción, sino al tema de “uso eficiente y ahorro del agua” que en el municipio deben abordar de forma pronta.

El mantenimiento a los desarenadores se debe realizar una vez a la semana para cada desarenador. Para poner a escurrir el material que se extrae de estos tanques son útiles unos bongos o poncheras perforados.



**Figura 37:** Desarenadores colmatados de material

No se evidenciaron problemas de olores, aunque el operador dice que se perciben en la mañana de 6:00 am – 9 am y de 6 pm – 8 pm. Esto es normal, ya que un sistema de manejo de aguas residuales por su naturaleza propia siempre se va a presentar algún tipo de olor. Esto se puede mitigar principalmente con las barreras vivas, operación adecuada y funcionamiento del quemador de gas.

No tienen nasa para limpiar los flotantes de la trampa de grasas y los sedimentadores, utilizan la pala, pero esa no es una herramienta adecuada para esa labor.

Los lodos son retirados por medio de una motobomba y depositados a los lechos de secado.

El quemador de gas está funcionando.

Las estructuras metálicas como pasamanos, escalones, válvulas, entre otras, requieren mantenimiento, por ejemplo, aplicación de pintura anticorrosiva. Esto obviamente a medida que se vaya viendo la necesidad, pero tenerlo presente para evitar corrosión y daño de estos elementos.



**Figura 38:** Pasamanos y válvulas que presentan corrosión

Los procedimientos de muestreo aplicados por los laboratorios participantes en este estudio, siguen los lineamientos y técnicas recomendados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos U.S. EPA en su Handbook for analytical Quality Control in Water and Wastewater Laboratories de Julio 1998 y por la Asociación Americana de Trabajadores de agua AWWA, en American Standar Methods for Examination of Water and Wastewater/ 20 edition.

### 3.4. RESULTADOS EN LA PTAR Y LA FUENTE RECEPTORA

**Tabla 9.** Resumen de resultados en la PTAR y la fuente receptora

PARÁMETRO	Unidades	PTAR		1594/84	RIO FRIO	
		ENTRADA	SALIDA	% rem	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO
HORA		24 HORAS	24 HORAS	-	11:30	12:30
PH PROMEDIO	Unid de pH	6,76	6.79	-	6,73	6,77
OXIGENO DISUELTO	mg/L	-	-	-	4,7	4,3
TURBIEDAD	NTU	134	33,6	74,9	2,9	5,63
DQO	mg/L	405	213	47,4	-	-
DBO5	mg/L	267	132	50,6	8	10
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	80	20	75,0	-	-
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/L	248	214	13,7	68,2	99,6
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	ml/L	< 0,1	< 0,1	-	-	-
FOSFATOS	mg/L	0,403	0,091	77,4	0,214	0,396
NITRATOS	mg/L	1,22	0,953	-	0,312	0,166
TEMPERATURA AGUA	°C	24,6	24,7	-	26,8	27,8
TEMPERATURA AMBIENTE	°C	25,7	25,6	-	31,2	31,5
% DE SATURACION OXIGENO	%	-	-	-	58	55
CAUDAL PROMEDIO	l/s	26,14	14,06	-	160,7	257,8
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	-	-	-	1200	7000
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	-	-	-	12000	110000

En la tabla 9 se muestra el resumen de los parámetros analizados en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR y la fuente receptora "Río Frío". Para evaluar el impacto que genera la descarga del vertimiento en la fuente receptora, fue concertado tomar la muestra aproximadamente 100 m antes del vertimiento para Aguas Arriba y 100 m después de vertimiento (Brown, 1970).

### 3.5. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL INDICÉ DE CALIDAD DEL AGUA "ICA"

**Tabla 10.** Resultados del "ICA" Río Frío

PARAMETRO	UNIDADES	W <sub>i</sub>	A. ARRIBA	Q <sub>i</sub>	VALORACION	TOTAL	A. ABAJO	Q <sub>i</sub>	VALORACION	TOTAL
Porcentaje de saturación de oxígeno	%	0,17	58	55	MEDIA	9,4	55	52	MEDIA	8,8
Coliformes fecales	NMP/100mL	0,16	1200	22	MUY MALA	3,4	7000	12	MUY MALA	2,0
pH	Unidades de pH	0,11	6,73	80	BUENA	8,8	6,77	82	BUENA	9,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	0,11	8	43	MALA	4,7	10	35	MALA	3,9
Nitratos	mg/L	0,10	0,312	98	EXCELENTE	9,8	0,166	99	EXCELENTE	9,9
Fosfatos	mg/L	0,10	0,214	87	BUENA	8,7	0,396	76	BUENA	7,6
Variación de la Temperatura	°C	0,10	4,4	75	BUENA	7,5	3,7	78	BUENA	7,8
Turbiedad	NTU	0,08	2,93	94	EXCELENTE	7,5	5,63	88	BUENA	7,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	0,07	68,2	87	BUENA	6,1	99,6	84	BUENA	5,9
		1,00	ICA AGUAS ARRIBA		MEDIA	66,1	ICA AGUAS ABAJO		MEDIA	61,8

La tabla 10 muestra los valores de los parámetros calculados en la fuente receptora. El resultado del "ICA" aguas arriba es de 66,1 que corresponde a una valoración media y el resultado aguas abajo es de 61,8 que corresponde a una valoración media.

### **3.6. COLIFORMES FECALES**

Se extrae estos datos directamente de los resultados reportados. Ver tabla 3, se encuentra que el valor aguas arriba es de 1200 UFC/100ml y aguas abajo es de 7000 UFC/100ml, es evidente que el valor debe ser más alto aguas abajo ya que los vertimientos de aguas residuales domésticas están cargados de heces que tienen altos contenidos de coliformes fecales.

Después de evaluar los subíndices  $Q_i$  (Ver tabla 4), se encuentra que la calidad microbiológica en los dos puntos (Aguas Arriba y Aguas Abajo) es muy mala y cuyo valor es 22 y 12 respectivamente.

### **3.7. PH**

Para los resultados de PH, se reportan los analizados por el Laboratorio de ANTEK S.A.

PH aguas arriba = 6,73

PH aguas abajo = 6,77

De la tabla 4, se extrae los valores de 80 y 82 para los dos puntos, que corresponde al valor de calidad buena.

### **3.8. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO EN 5 DÍAS (DBO<sub>5</sub>)**

Directamente de los resultados, Ver tabla 4, se observa que aguas arriba este parámetro tiene un valor de 8; Valor del subíndice para este parámetro es de 43 Calidad Mala. La demanda bioquímica de oxígeno aguas abajo es de 10,0 mg/L que corresponde al valor del subíndice de 35, Calidad Mala.

### **3.9. NITRATOS**

Se observa en los resultados, Ver tabla 4, que para aguas arriba y aguas abajo el calificativo de calidad es excelente en los dos puntos, la concentración de nitratos aguas arriba es de 0,312 mg/L, para un subíndice de 98 calidad excelente, y la concentración aguas abajo es de 0,166 mg/L Calidad excelente.

### **3.10. FOSFATOS**

Para aguas arriba: 0.214 mg/L y aguas abajo 0,396 mg/L, para subíndices, 87 calidad buena y 76 calidad buena respectivamente.

### **3.11. TURBIEDAD**

Los resultados de la turbiedad son válidos, ya que el valor aguas arriba del río es menor que aguas abajo (2,93 NTU y 5,63 NTU) esto se debe a que el vertimiento y el canal de

riego que se ilustra en la gráfica 4, le aportan partículas suspendidas tales como tierra, sedimentos y plancton.

### 3.12. VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA

Aguas arriba 4,4 °C y aguas abajo 3,7 °C. Los dos puntos se encuentran en el rango de calidad buena para esta propiedad.

### 3.13. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES

68,2 mg/L para aguas arriba, subíndice 87 y aguas abajo 99,6 subíndice 84. Tanto para aguas arriba y aguas abajo el ICA para este parámetro es de calidad buena.

### 3.14. CALCULO DEL CAUDAL EN LA FUENTE RECEPTORA

Para el aforo del río Frío se usó el método de área velocidad; para el cálculo de esta última se usó molinete.



Figura 39: Medida de la velocidad con molinete

El medidor de corriente o molinete es un dispositivo con una hélice la cual gira al estar en contacto con una corriente de agua, siendo el número de revoluciones proporcional a la velocidad de la corriente. Hay varios tipos de hélices dependiendo de la velocidad de la corriente; si es para poca velocidad se requiere una hélice liviana. En estos medidores la relación entre velocidad del agua y el número de revoluciones está dado por:

$$Q = V \cdot A$$

Dónde: Q= caudal; V= velocidad; A= área de la sección;  $V = a + bn$  V= velocidad del agua, en m/seg; a y b son constantes de calibración del equipo; n= N° de revoluciones/seg.

El tramo o sección a medir debe ser canal abierto, más o menos recto, de fácil acceso, sin turbulencia. Medir el ancho de la sección y dividirla en tramos, tomando las distancias en



cada punto. En la parte central de cada una de estas franjas medir la altura de la lámina de agua (h). Ajustar el molinete a 0.4h y medir el número de revoluciones en 1 minuto o en algunos casos en 50 o 40 segundos; medir mínimo 2 veces en cada punto y a esa altura. (Si los datos son muy diferentes entre sí es necesario hacer otra lectura). Ajustar el equipo a 0.6h y medir nuevamente la velocidad por duplicado en cada punto.

La hélice utilizada es 125 mm. Paso 0,25. Valido para las Hélices de Numero 1- 95652 a 1- 96027.

Nota: debido a que la profundidad del río en este caso no supera los 35 cm la Hélice se ubicó en el centro cuidando de que las aletas no chocaran con el fondo, con piedras o que éstas salgan a la superficie.

Para el cálculo en éste caso las ecuaciones que corresponden son:

Para  $n < 0,63$ :  $V = 0,2320 \times n + 0,022$

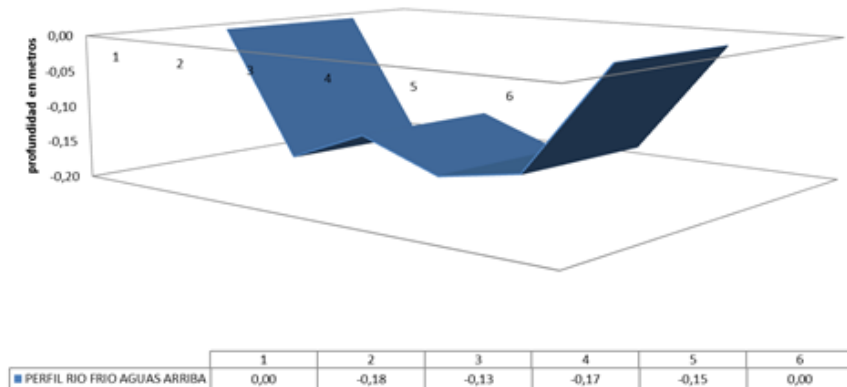
Para  $n > 0,63$ :  $V = 0,2524 \times n + 0,009$

A continuación se muestra los cuadros con el que se calculó el caudal aguas arriba y aguas abajo con su respectivo perfil:

**Tabla 11.** Calculo del caudal Aguas Arriba Río Frío

### Aguas arriba

TRAMO N°	DISTANCIA m	PROFUNDIDAD m		REVOLUCIONES n°	TIEMPO s	N rev/s	AREA m <sup>2</sup>	VELOCIDAD m/s	CAUDAL m <sup>3</sup> /s	CAUDAL L/s
1	1	0,00	0,09	16	50	0,32	0,09	0,09	0,0079	
2	1	0,18	0,15	50	50	1,00	0,15	0,26	0,0399	
3	1	0,13	0,15	37	50	0,74	0,15	0,20	0,0294	
4	1	0,17	0,16	50	50	1,00	0,16	0,26	0,0418	
5	1	0,15	0,13	19	50	0,38	0,13	0,10	0,0418	
6	1	0,00	0,00	13	50	0,26	0,00	0,07	0,0133	
Suma	6	0,104	0,113	30,83	50	0,62	0,11	0,99	0,1607	160,7



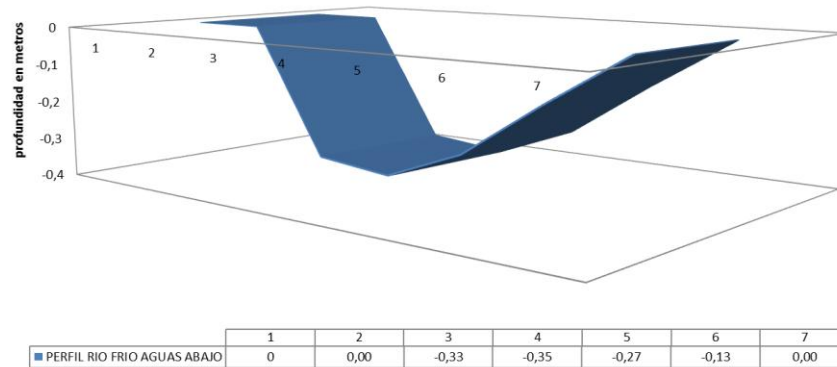
**Figura 40:** Perfil Aguas Arriba Río Frío

De la figura 40, se deduce que el caudal presente el día del monitoreo en aguas arriba del Río Frío fue de 160,7 l/s.

**Tabla 12.** Calculo del caudal Aguas Abajo Río Frío

### Aguas abajo

TRAMO N°	DISTANCIA m	PROFUNDIDAD m		REVOLUCIONE n°	TIEMPO s	N rev/s	AREA m <sup>2</sup>	VELOCIDAD m/s	CAUDAL m <sup>3</sup> /s	CAUDAL L/s
1	1	0,00	0,17	18	50	0,36	0,17	0,10	0,0165	
2	1	0,33	0,34	45	50	0,9	0,34	0,24	0,0803	
3	1	0,35	0,31	60	50	1,2	0,31	0,31	0,0967	
4	1	0,27	0,20	62	50	1,24	0,20	0,32	0,0644	
5	1	0,13	0,07	53	50	1,06	0,07	0,28	0,0180	
6	1	0,00	0,09	20	50	0,40	0,09	0,11	0,0099	
suma	6	0,18	0,20	43	50	0,86	0,20	0,23	0,2578	257,8



**Figura 41:** Perfil Aguas Abajo Río Frío

El resultado aguas abajo es de 257,8 l/s. Se puede ver el incremento del caudal aguas abajo debido no solamente al vertimiento de la PTAR (14,06 l/s), si no a la existencia de un canal no revestido que pasa por el lado derecho de la planta de tratamiento y el cual el día del monitoreo apporto caudal, para lo cual el valor aguas abajo aumento. Ver figura 35.

### 3.15. RESULTADOS DE LABORATORIO

Para la interpretación de los resultados obtenidos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales a la entrada y salida y la Fuente Receptora Río Frío (Aguas Abajo y Aguas Arriba), reportados por el laboratorio de Antek S.A., se muestran a continuación las gráficas con su respectivo valor.

#### 3.15.1. Resultados PTAR

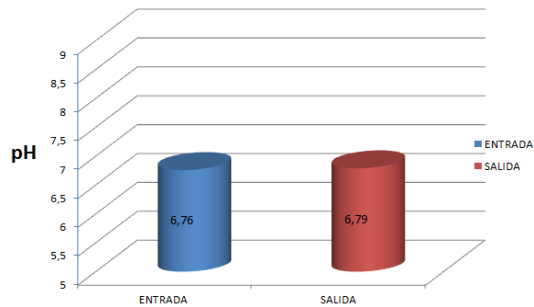


Figura 42: Valores de PH en la PTAR

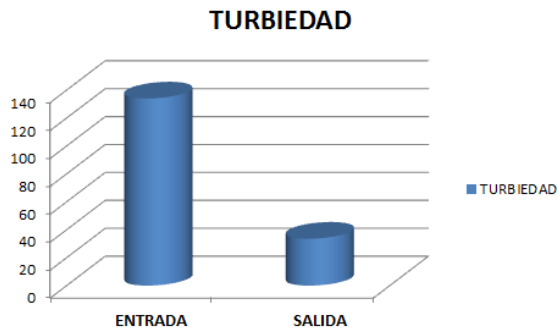


Figura 43: Valores de PH en la PTAR

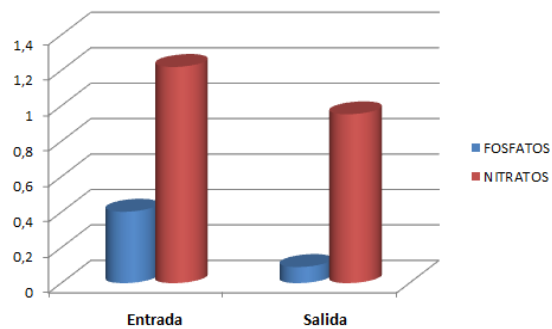


Figura 44: Valores de Fosfatos y Nitratos en la PTAR

### SOLIDOS DISUELTOS TOTALES

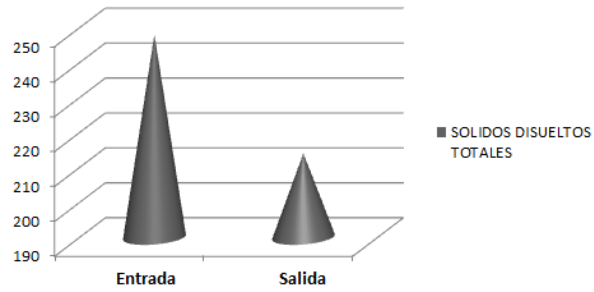


Figura 45: Solidos Disueltos totales en la PTAR

### SOLIDOS SEDIMENTABLES

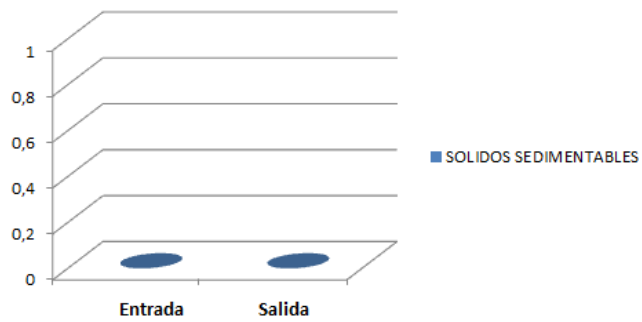


Figura 46: Solidos Sedimentables en la PTAR

### SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

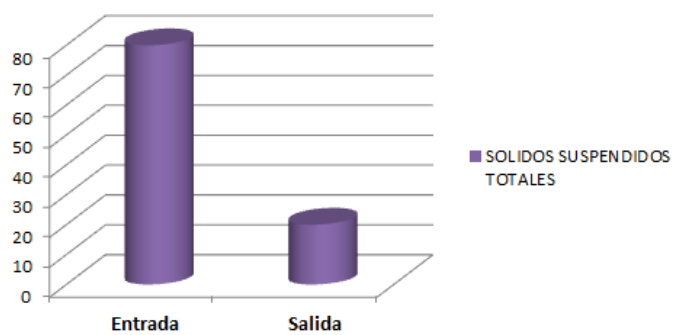


Figura 47: Solidos Suspendidos Totales PTAR

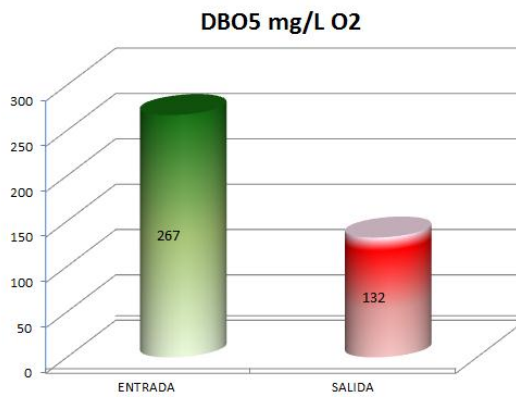


Figura 48: Demanda Bilógica de Oxígeno en la PTAR

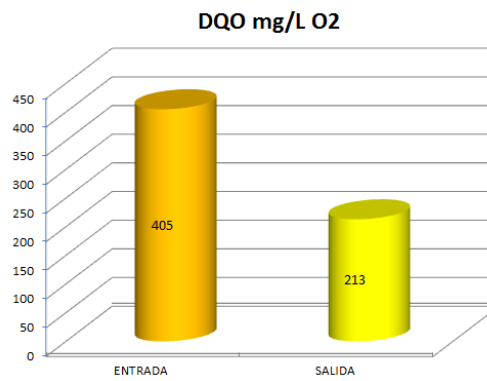


Figura 49: Demanda Química de Oxígeno en la PTAR

### 3.15.2. Resultados Río Frío

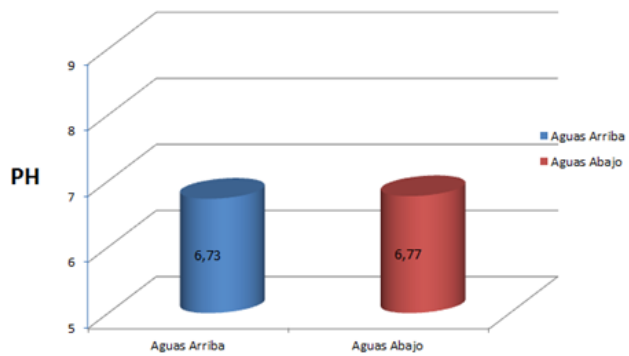
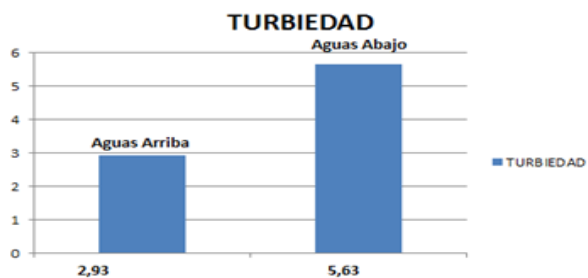
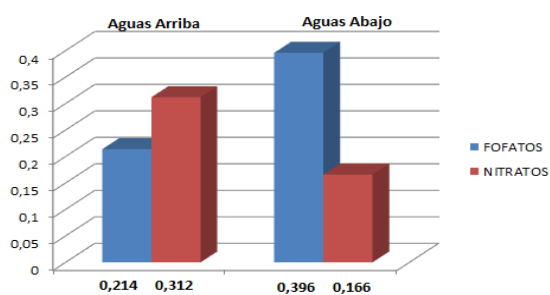


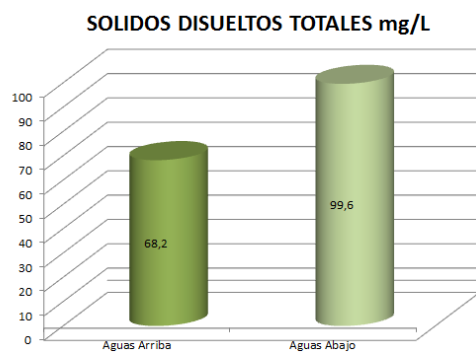
Figura 50: Valores de PH



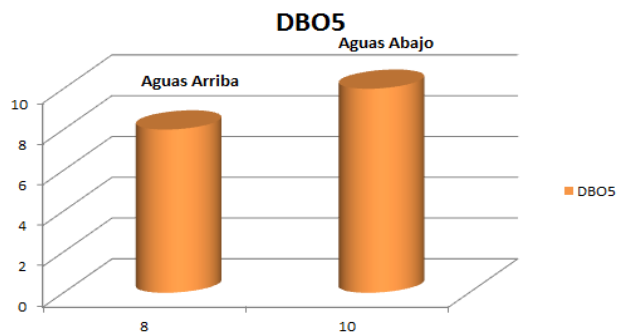
**Figura 51:** Valores de Turbiedad



**Figura 52:** Valor de fosfatos y nitratos



**Figura 53:** Valores de Sólidos Disueltos Totales



**Figura 54:** Valores de la Demanda Biológica de Oxígeno en 5 días

## 4. EFICIENCIA EN REMOCIÓN, CARGA CONTAMINANTE Y TASA RETRIBUTIVA

### 4.1. EFICIENCIA DE REMOCION

Para el cálculo de la eficiencia de remoción en DBO<sub>5</sub> Y SST, se utilizó la siguiente ecuación:

$$ER (\%) = \frac{[\text{contaminante de entrada} - \text{contaminante de salida}]}{[\text{Contaminante de entrada}]} * 100$$

Fuente: DECRETO 1594/84 ART. 75

#### 4.1.1. Eficiencia de la Demanda Biológica de Oxígeno:

$$ER_{DBO_5} (\%) = \frac{267 \text{ mg/l} - 132 \text{ mg/l}}{267 \text{ mg/l}} * 100$$

$$ER_{DBO_5} (\%) = 50,6 \text{ en concentración}$$

#### 4.1.2. Eficiencia de los sólidos suspendidos:

$$ER_{SST} (\%) = \frac{80 \text{ mg/l} - 20 \text{ mg/l}}{80 \text{ mg/l}} * 100$$

$$ER_{SST} (\%) = 75,0 \text{ en concentración}$$

### 4.2. CARGA CONTAMINANTE

Es el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de la sustancia contaminante, por el factor de conversión de unidades y por el tiempo diario de vertimiento del usuario, medido en horas.

La carga contaminante ( $c_c$ ) del vertimiento en la PTAR a la fuente receptora "RIO FRIO" se calculó de la siguiente manera:

$$C_c = Q * C * 0,0864 * t / 24$$

Dónde:

$C_c$  = Carga contaminante (kg/día).

$Q$  = Caudal (l/s)

$C$  = Concentración de la sustancia contaminante (mg/l).

$t$  = Tiempo de vertimiento (h/día).

0,0864 = Factor de conversión de unidades

$$C_C \text{ DBO}_5 \text{ Entrada} = Q * C * 0,0864 * t / 24$$

$$C_C \text{ DBO}_5 \text{ Entrada} = 14,45 \text{ l/s} * 267 \text{ mg/l} * 0,0864 * 24 / 24$$

$$C_C \text{ DBO}_5 \text{ Entrada} = 333,34 \text{ kg/día}$$

$$C_C \text{ DBO}_5 \text{ salida} = Q * C * 0,0864 * t / 24$$

$$C_C \text{ DBO}_5 \text{ salida} = 14,06 \text{ l/s} * 132 \text{ mg/l} * 0,0864 * 24 / 24$$

$$C_C \text{ DBO}_5 \text{ salida} = 160,35 \text{ kg/día}$$

$$C_C \text{ SST Entrada} = Q * C * 0,0864 * t/24$$

$$C_C \text{ SST Entrada} = 14,45 \text{ l/s} * 80 \text{ mg/l} * 0,0864 * 24 / 24$$

$$C_C \text{ SST Entrada} = 99,88 \text{ kg/día}$$

$$C_C \text{ SST salida} = Q * C * 0,0864 * t/24$$

$$C_C \text{ SST salida} = 14,06 \text{ l/s} * 20 \text{ mg/l} * 0,0864 * 24 / 24$$

$$C_C \text{ SST salida} = 24,30 \text{ kg/día}$$

$$ER (\%) = \frac{[\text{contaminante de entrada} - \text{contaminante de salida}]}{[\text{Contaminante de entrada}]} * 100$$

Fuente: DECRETO 1594/84 ART. 75

$$ER_{\text{DBO}_5} (\%) = \frac{[333,34 \text{ kg/día} - 160,35 \text{ kg/día}]}{[333,34 \text{ kg/día}]} * 100$$

$$ER_{\text{DBO}_5} (\%) = 51,90 \text{ en carga}$$

$$ER_{\text{SST}} (\%) = \frac{[99,88 \text{ kg/día} - 24,30 \text{ kg/día}]}{99,88 \text{ kg/día}} * 100$$

$$ER_{\text{SST}} (\%) = 75,67 \text{ carga}$$



### 4.3. TASA RETRIBUTIVA

Tarifa **mínima de la tasa (Tm)**. El Ministerio del Medio Ambiente establecerá anualmente, mediante resolución, el valor de la tarifa mínima de la tasa retributiva para cada una de las sustancias contaminantes sobre las cuales se cobrará dicha tasa, basado en los costos directos de remoción de las sustancias nocivas presentes en los vertimientos de agua, los cuales forman parte de los costos de recuperación del recurso afectado.

$$MP = \sum Ci * Tmi * Fri$$

Dónde:

MP : Monto a pagar.

Ci : Carga contaminante de la sustancia i.

Tmi : Tarifa mínima del parámetro i.

Fri : Factor regional del parámetro i, varía anualmente entre 1.0 y 5.5

$$MP = C * Tmi * Fri$$

$$MP_{DBO_5} = 160,35 \text{ kg}_{DBO_5}/\text{día} * 113,5 \text{ pesos}/\text{kg}_{DBO_5} * 1$$

$$MP_{DBO_5} = 18199,73 \text{ pesos} / \text{día}$$

$$MP = Ci * Tmi * Fri$$

$$MP_{SST} = 24,30 \text{ kg}_{SST}/\text{día} * 48,57 \text{ pesos}/\text{kg}_{SST} * 1$$

$$MP_{SST} = 1180,25 \text{ pesos} / \text{día}$$

$$MP = \sum Ci * Tmi * Fri$$

$$MP = (C_{C_{DBO_5 \text{ salida}}} * Tm_{DBO_5 \text{ salida}} * Fr_{DBO_5 \text{ salida}}) + (C_{C_{SST \text{ salida}}} * Tm_{SST \text{ salida}} * Fr_{SST \text{ salida}})$$

$$MP = (18199,73 \text{ pesos} / \text{día}) + (1180,25 \text{ pesos} / \text{día})$$

$$MP = 19379,98 \text{ pesos}/ \text{día} * 30 \text{ días}$$

$$MP = 581399,4 \text{ pesos}/ \text{mes} * 6 \text{ meses}$$

$$MP = 3488396,4 \text{ pesos}/ \text{semestre}$$

## 5. CONCLUSIONES

- ⑥ Si se compara la caracterización actual con las anteriores, se observa una mejora en cuanto a su porcentaje de remoción, lo que significa que la planta cada día va mejorando su funcionamiento. Ej. 31,7% vs 50,6% de DBO<sub>5</sub> (09 Noviembre de 2011) Y (24 Abril 2012) 73,0% vs 75% de SST. Ver Tabla 1 Resumen Caracterización PTAR.
- ⑥ Realizada la evaluación en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR del municipio de Campoalegre se encontró que el porcentaje de remoción en Solidos Suspendidos Totales (SST); es de 75,0 y la Demanda Biológica de Oxigeno en 5 Días (DBO<sub>5</sub>); es de 50,6, no cumpliendo con las exigencias del Decreto 1594/84 del Ministerio de Salud para lo cual es de  $\geq 80\%$ . ( Ver Anexos, Reporte de Resultados).
- ⑥ Los resultados reportados por el Laboratorio de Antek muestran que la PTAR ha venido mejorando su funcionamiento desde su inicio de Operación, ya que los valores a la salida son inferiores a los de la entrada. (Ver Anexos Reporte de Resultados).
- ⑥ El vertimiento de agua residual tratada en la PTAR del Municipio de Campoalegre no genera gran impacto en la fuente receptora Río Frío, el valor del índice de calidad de agua tanto aguas arriba como aguas abajo corresponde a un valor de calidad media. (Ver Tabla 10 Resultados ICA).
- ⑥ El índice de calidad del agua en la fuente receptora Río Frío aguas abajo es 61,8 “Calidad media” incumpliendo con algunos de los límites del Decreto 1594/84 artículos 38, pese a que el municipio actualmente cuenta con un sistema de tratamiento.
- ⑥ Los Coliformes fecales Aguas Arriba (1200 ufc/100 ml) y Aguas Abajo (7000 ufc/100 ml) tienen calificación muy mala. Para Aguas Arriba este resultado indica que antes del Vertimiento de la PTAR existen otros vertimientos cargados de coliformes lo cual contamina el agua.
- ⑥ Del total de agua residual que llega a la planta es tratado en promedio un 54 %.Lo que significa que un 46 % fue desviado por el Baypass.
- ⑥ El caudal leído en la canaleta parshall (14,45 l/s) es ligeramente igual al caudal resultante a la salida (14,06 l/s) de la PTAR y menor al caudal estimado con el molinete a la entrada (26,14 l/s), sin embargo presenta la misma tendencia.

- ④ El presente índice de calidad de agua del Rio Frio mostrado en la tabla 10 simplifica y organiza la inmensa cantidad de datos de calidad en un marco homogéneo que permite comunicar y evaluar el estado del cuerpo de agua en una forma comprensible y sin una distorsión importante en la información de calidad del agua.

## 6. RECOMENDACIONES

- ④ Se deben conseguir una nasa (como la que usan en las piscinas) para recoger los sobrenadantes (materiales flotantes) de la trampa de grasas y de los sedimentadores.
- ④ Las estructuras metálicas como pasamanos, escalones, válvulas, quemador de gas, entre otras, requieren mantenimiento como aplicación de pintura anticorrosiva. Por ejemplo las llaves del quemador de gas se observan oxidadas.
- ④ Se debe realizar mantenimiento periódico a todas las estructuras y equipos para la recolección y manejo de los gases generados para asegurar que se minimicen los porcentajes de impactos a la comunidad por olores desagradables. Es necesario sellar adecuadamente la línea que conduce el gas al quemador para que éste funcione, si hay fugas posiblemente no se podrá quemar el gas.
- ④ En cuanto a la parte operativa hay que mejorar en la capacitación de los operadores.
- ④ Excavar una fosa para enterrar el material extraído de las rejillas de cribado, de los desarenadores, flotantes de la trampa de grasas y sedimentadores, a estos residuos debe aplicárseles cal, y no se deben mezclar con el material que se deposita en los lechos de secado. La fosa además debe ir con una placa o cinta reflectiva alrededor a modo de advertencia para que no vaya a caer alguien.
- ④ Aunque se trabaje con agua residual, las estructuras deben limpiarse diariamente, para esto es útil un cepillo de cabo largo, y con este estregar canaleta Parshall, canaletas de sedimentadores, rejillas, pisos, muros, etc. Pero no se deben usar productos desinfectantes, porque estos son nocivos para las bacterias que contribuyen al proceso de tratamiento.
- ④ Las casetas de operación deben estar dotadas con botiquín de primeros auxilios, además, el operador al terminar la jornada debe lavarse las manos con isodine disuelto en agua y ducharse.
- ④ Los municipios deben trabajar arduamente en el tema de control de fugas y uso eficiente y ahorro del agua, ya que los sistemas van ligados, y lo que ocurra en la Planta de Potabilización influye en la Planta de tratamiento de aguas residuales.
- ④ Para controlar la llegada de caudales excedentes a la PTAR se deben gestionar temas como, construcción de aliviaderos, macro y micromedición, implementación de estudio tarifario de acueducto y alcantarillado, campañas educativas, etc.

- ④ Sensibilizar a la comunidad mediante charlas, volantes, la emisora local u otros, sobre la importancia de tener un sistema de tratamiento para las aguas residuales que generan y la forma de contribuir a su adecuado funcionamiento.
- ④ Las aguas lluvias deben mantenerse separadas de las aguas residuales, pues además de aportar un mayor caudal, arrastran material no deseable como arenas, plásticos, basuras. Y aunque la generalidad de los sistemas de alcantarillado es ser combinados, la empresa de servicios públicos E.S.P debe esforzarse porque se adapten aliviaderos a la redes existentes y las nuevas redes que se vayan construyendo tengan alcantarillado independiente para las aguas residuales y para las aguas lluvias.

## BIBLIOGRAFÍA

- 🌀 Apha, Awwa, 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 16 Edición
- 🌀 Brown, R., 1970. "A Water Quality Index - Do We Dare?" Water Sewage Works 11, pp. 339-343.
- 🌀 Decreto 1594 de 1984, "Usos del agua y residuos líquidos" Ministerio de Salud.
- 🌀 Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, 2011. Seguimiento al funcionamiento de la PTAR del municipio de Campoalegre. Ing. BLANCA RUIZ.
- 🌀 García, A., 2011. Ex Jefe Área Técnica Operativa. Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Campoalegre EMAC S.A. E.S.P. Consulta, mayo.
- 🌀 Quintero Alejandro, 2007. Tesis Universidad Nacional.
- 🌀 Rangel, Jorge Alberto, 2006. Ensayo - tratamiento-de aguas residuales1.
- 🌀 <http://sir2.gobhuila.gov.co>
- 🌀 GONZALES, Jorge Adrián y HERNANDEZ, Martha Liliana. Evaluación de las lagunas de maduración de la planta de tratamiento de Aguas Residuales del Municipio de el Hobo, 2009.
- 🌀 REVELO, Luz Dally y VIVEROS, Gabriel Orlando. Evaluación Preliminar de las lagunas de estabilización del sistema de tratamiento de Aguas Residuales del municipio de Gigante – Huila, 2009.
- 🌀 Diapositivas, Electiva Calidad de Aguas, Ing. Jaime Rojas Puentes
- 🌀 Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Campoalegre EMAC S.A. E.S.P. Ing. Andrés García ex Jefe Área Técnica Operativa, 2012
- 🌀 <http://www.bdigital.unal.edu.co/1090/1/alejandroquintero.2007.pdf>
- 🌀 [http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales](http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales)
- 🌀 <http://www.slideshare.net/jorgealbertorangel/ensayo-tratamiento-deaguasresiduales1>.
- 🌀 [http://Capítulos\\_fluoreciencia/calaguas/cap.2.Pdf](http://Capítulos_fluoreciencia/calaguas/cap.2.Pdf).

# **ANEXOS**

## REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO No. A-3265

Bogota D.C., Mayo 7 de 2012

Página 1 de 2

DATOS DEL CLIENTE	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA
AQUATEKNICA LTDA WILLIAM EDUARDO CASTRO FIGUEROA CALLE 23 No 5A - 58 8741229 aquateknica@gmail.com	<b>PRODUCTO/MATRIZ:</b> AGUA SUPERFICIAL <b>MUESTREO A CARGO DE:</b> CLIENTE <b>PROCEDIMIENTO DE MUESTREO:</b> N.A. <b>PLAN DE MUESTREO ANTEK No.:</b> N.A. <b>IDENTIFICACION DE MONITOREO:</b> N.E. <b>NUMERO TOTAL DE MUESTRAS:</b> 4 <b>LUGAR DE MUESTREO:</b> EMAC - S.A. E.S.P. - CAMPO ALEGRE <b>TIPO DE MUESTREO:</b> PUNTUAL
<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 2012-04-24	<b>FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS:</b> 2012-04-25
<b>FECHA DE ANALISIS:</b> 2012-04-25 AL 2012-05-04	

PARAMETRO	UNIDADES	TECNICA ANALITICA	METODO	RIO FRIO AGUAS		LIMITES DECRETO 1594/84		
				ARRIBA	ABAJO	MINISTERIO DE SALUD		
				ANTEK 51353	ANTEK 51354	Art. 38	Art. 39	Art. 40
pH	UNIDADES	ELECTROMÉTRICO	SM 4500H+ B	6,73	6,77	5,0-9,0	6,5-8,5	4,5-9,0
TURBIEDAD	NTU	NEFELOMETRICO	SM 2130 B	2,93	5,63	N.E.	N.E.	N.E.
FOSFATOS	mg/L PO4-3	ÁCIDO ASCÓRBICO	SM 4500-P E	0,214	0,396	N.E.	N.E.	N.E.
NITRATOS	mg/L NO3	ESPECTROFOTOMÉTRICO UV	SM 4500-NO3 B	0,312	0,166	10,0	10,0	N.E.
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/L	ELECTROMÉTRICO	SM 2510 B	68,2	99,6	N.E.	N.E.	N.E.
DBO5	mg/L O2	INCUBACIÓN 5 DÍAS - ELECTRODO DE MEMBRANA	SM 5210 B - SM 4500-O G	8	10	N.E.	N.E.	N.E.

N.E. : NO ESTABLECIDO N.A. : NO APLICA

**OBSERVACIONES:**

METODO DE ANALISIS UTILIZADO: STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER & WASTEWATER 21st EDITION 2005, APHA, AWWA, WEF.

**RESULTADOS VALIDOS UNICAMENTE PARA LA(S) MUESTRA(S) ANALIZADA(S)**  
**PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO**

**AUTORIZO**



**LUIS ARTURO SUSPES**

Dirección Técnica y Laboratorio



## REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO No. A-3265

Bogota D.C., Mayo 7 de 2012

Página 2 de 2

DATOS DEL CLIENTE	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA
AQUATEKNICA LTDA WILLIAM EDUARDO CASTRO FIGUEROA CALLE 23 No 5A - 58 8741229 aquateknica@gmail.com	<b>PRODUCTO/MATRIZ:</b> AGUA RESIDUAL DOMESTICA <b>MUESTREO A CARGO DE:</b> CLIENTE <b>PROCEDIMIENTO DE MUESTREO:</b> N.A. <b>PLAN DE MUESTREO ANTEK No.:</b> N.A. <b>IDENTIFICACION DE MONITOREO:</b> N.E. <b>NUMERO TOTAL DE MUESTRAS:</b> 4 <b>LUGAR DE MUESTREO:</b> EMAC - S.A. E.S.P. - CAMPO ALEGRE <b>TIPO DE MUESTREO:</b> COMPUESTO
<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 2012-04-24	<b>FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS:</b> 2012-04-25
<b>FECHA DE ANALISIS:</b> 2012-04-25 AL 2012-05-04	

PARAMETRO	UNIDADES	TECNICA ANALITICA	METODO	PTAR ENTRADA		% REMOC.	LIMITES DECRETO 1594/84 MINISTERIO DE SALUD	
				ANTEK 51351	ANTEK 51352		Art. 72	Art. 74
pH	UNIDADES	ELECTROMÉTRICO	SM 4500H+ B	6,76	6,79		5,0-9,0	N.E.
TURBIEDAD	NTU	NEFELOMETRICO	SM 2130 B	134	33,6		N.E.	N.E.
FOSFATOS	mg/L PO4-3	ÁCIDO ASCÓRBICO	SM 4500-P E	0,403	0,091		N.E.	N.E.
NITRATOS	mg/L NO3	ESPECTROFOTOMÉTRICO UV	SM 4500-NO3 B	1,22	0,953		N.E.	N.E.
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/L	ELECTROMÉTRICO	SM 2510 B	248	214		N.E.	N.E.
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mL/L - h	CONO IMHOFF	SM 2540 F	<0,1	<0,1		N.E.	N.E.
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	SECADO A 103-105 °C - GRAVIMETRICO	SM 2540 D	80	20	75,0	>=80%	N.E.
DBO5	mg/L O2	INCUBACIÓN 5 DÍAS - ELECTRODO DE MEMBRANA	SM 5210 B - SM 4500-O G	267	132	50,6	>=80%	N.E.
DQO	mg/L O2	REFLUJO CERRADO - VOLUMETRICO	SM 5220 C	405	213		N.E.	N.E.

N.E. : NO ESTABLECIDO N.A. : NO APLICA NOTA: EL VALOR REPORTADO DE PORCENTAJE DE REMOCION ES CORRESPONDIENTE A REMOCION EN CONCENTRACION.

**OBSERVACIONES:**

METODO DE ANALISIS UTILIZADO: STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER & WASTEWATER 21st EDITION 2005, APHA, AWWA, WEF.

**RESULTADOS VALIDOS UNICAMENTE PARA LA(S) MUESTRA(S) ANALIZADA(S)**  
**PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO**

AUTORIZO



**LUIS ARTURO SUSPES**

Dirección Técnica y Laboratorio



Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales  
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial  
República de Colombia

## CERTIFICADO DE ACREDITACION

**EL LABORATORIO DE ANTEK S.A.**

**NIT. 830.058.286-0**

con domicilio en la calle 25 B N° 85 B – 54, de la ciudad de Bogotá D.C., Departamento de Cundinamarca, República de Colombia, cumple con los requerimientos establecidos por el IDEAM y los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”, por lo tanto se le otorga la

## ACREDITACIÓN

para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, según los parámetros establecidos en el alcance de la acreditación otorgada por el IDEAM mediante Resolución No. 0379 del 6 de diciembre de 2007, vigente hasta el día 20 de diciembre de 2010

  
**CARLOS COSTA POSADA**  
Director General del IDEAM

RESOLUCION No.

2098

22 AGO. 2011

"Por la cual se renueva y extiende el alcance de la acreditación a la sociedad ANTEK S.A., para producir información cuantitativa, física, química y microbiológica, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes"

**EL DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS  
AMBIENTALES - IDEAM-**

En uso de sus facultades legales y en especial de las conferidas por la Ley 99 de 1993, Decreto 1277 de 1994, Decreto 1600 de 1994 y Decreto 291 de 2004, y

**CONSIDERANDO:**

Que mediante Resolución No. 0379 del 06 de diciembre de 2007, el IDEAM otorgó la Acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, a la sociedad ANTEK S.A., identificada con NIT. 830.058.286-0, con domicilio en la Calle 25 B No. 85 B - 54, de la Ciudad de Bogotá, D.C., para las siguientes variables en agua, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

1. **Acidez:** Volumétrico, SM 2310 B
2. **Arsénico:** Espectrofotometría de Absorción Atómica Electrotérmica, SM 3113 B
3. **Cadmio:** Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa aire - acetileno, SM 3111 B
4. **Cloro residual:** Comparación visual, Método Chemets
5. **Cloruros:** Volumétrico – Argentométrico, SM 4500-Cl- B
6. **Cobalto:** Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa aire - acetileno, SM 3111 B
7. **Cobre:** Espectrofotometría de Absorción atómica con llama directa aire - acetileno, SM 3111 B
8. **Conductividad Eléctrica:** Conductimétrico, SM 2510 B
9. **DQO:** Reflujo cerrado y Volumetría, SM 5220 C
10. **Detergentes - SAAM:** Colorimétrico – Surfactantes Aniónicos como SAAM, SM 5540 C
11. **Fenoles totales:** Fotométrico directo, SM 5530 D
12. **Grasas y aceites:** Partición - Infrarrojo, SM 5520C
13. **Herbicidas Fenoxiclorados (2,4-D):** Cromatografía de Gases – Detector de Captura de Electrones, SM 6640 B y EPA 8151 A
14. **Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos [Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benzo(a)antraceno, Criseno, Benzo(a)fluoranteno, Benzo(k)fluoranteno, Benzo(a)pireno, Dibenzo(a,h)antraceno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Benzo(ghi)perileno]:** Cromatografía de Gases - Detector de Ionización por llama, SM 6440 B y EPA 8100
15. **Hidrocarburos Petrogénicos Totales e Individuales (n-C6, n-C8, n-C10, n-C12, n-C14, n-C16, n-C18, n-C20, n-C22, n-C24 n-C28, n-C30, n-C32, n-C34, n-C35):** Cromatografía de Gases – Detector de Ionización por llama, Método Texas 1005
16. **Hidrocarburos Totales:** Extracción – Infrarrojo, SM 5520 F
17. **Hierro:** Espectrofotometría de Absorción atómica con llama directa aire - acetileno, SM 3111 B
18. **Magnesio:** Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa aire - acetileno, SM 3111 B
19. **Manganeso:** Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa aire - acetileno, SM 3111 B
20. **Mercurio:** Espectrofotometría de Absorción Atómica – Vapor frío, SM 3112 B
21. **Nitrógeno amoniacal:** Destilación y Volumetría, SM 4500-NH<sub>3</sub> C
22. **Nitratos:** Espectrofotométrico Ultravioleta, SM 4500-NO<sub>3</sub> B
23. **Nitritos:** Colorimétrico, 4500-NO<sub>2</sub> B
24. **Ortofosfatos:** Colorimétrico - Ácido Ascórbico, SM 4500-P E
25. **Oxígeno disuelto:** Volumétrico – Modificación de Azida, SM 4500-O C
26. **Pesticidas Organoclorados (Captan, Dicloram y Mirex):** Cromatografía de Gases – Detector de Captura de Electrones, SM 6630 B y C y EPA 8081 A y B
27. **pH:** Electrométrico, SM 4500-H<sup>+</sup> B
28. **Plomo:** Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa aire - acetileno, SM 3111 B



Instituto de Hidrología,  
Meteorología y  
Estudios Ambientales

2098



**IDEAM**  
Galardonado con el premio  
**Colombiano Ejemplar**  
Diario El Colombiano

29. **Sólidos Disueltos Totales:** Electrométrico, SM 2510 B
30. **Sólidos Totales:** Gravimétrico 103-105°C, SM 2540 B
31. **Temperatura:** Termométrico, SM 2550 B
32. **Potasio:** Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa aire - acetileno, SM 3111 B
33. **Vanadio:** Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa óxido nitroso - acetileno, SM 3111 D
34. **Zinc:** Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa aire - acetileno, SM 3111 B
35. **Muestreo:** Simple, Compuesto e Integrado

**22 AGO. 2011**

La acreditación se otorgó por un periodo de tres (3) años contados a partir de la notificación de la Resolución No. 0379 del 06 de diciembre de 2007, hecho que ocurrió el día 21 de diciembre de 2007, estableciéndose como periodo de vigencia de la acreditación del 21 de diciembre de 2007 al 21 de diciembre de 2010.

Que mediante Resolución No. 0146 del 27 de mayo de 2008, el IDEAM extendió la Acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, a la sociedad ANTEK S.A., identificada con NIT. 830.058.286-0, con domicilio en la Calle 25 B No. 85 B - 54, de la Ciudad de Bogotá, D.C., para las siguientes variables en agua, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

1. **Alcalinidad Total:** Volumétrico, SM 2320 B
2. **Calcio Disuelto:** Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa óxido nitroso - acetileno, SM 3111 D
3. **Cloro residual:** Volumétrico – Ferroso – DPD, SM 4500-CI F
4. **Dureza Total:** Volumétrico - EDTA, SM 2340 C y Cálculo por diferencia a partir de Espectrofotometría de Absorción Atómica
5. **Oxígeno Disuelto:** Electrométrico, SM 4500-O G
6. **Sodio:** Espectrofotometría de Absorción atómica con llama directa aire - acetileno, SM 3111 B
7. **Sólidos Disueltos Totales:** Gravimétrico – secado a 180°C, SM 2540 C
8. **Sulfatos:** Turbidimétrico, 4500-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> E

Que la acreditación de los parámetros extendidos en la matriz agua mediante la Resolución No. 0146 del 27 de mayo de 2008, se rige por la vigencia establecida en la Resolución No. 0379 del 06 de diciembre de 2007, es decir que la acreditación culmina el 21 de diciembre de 2010.

Que mediante Resolución No. 2207 del 3 de diciembre de 2009, el IDEAM extendió la Acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, a la sociedad ANTEK S.A., identificada con NIT. 830.058.286-0, con domicilio en la Calle 25 B No. 85 B - 54, de la Ciudad de Bogotá, D.C., para las siguientes variables en agua, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

1. **Cromo Total:** Digestión HNO<sub>3</sub> – Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama Directa Oxido Nitroso – Acetileno, SM 3030 E, 3111 D
2. **Níquel Total:** Digestión HNO<sub>3</sub> – Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama Directa Aire – Acetileno, SM 3030 E, 3111 B
3. **Sólidos Suspendedos Totales:** Gravimétrico – Sólidos Suspendedos Totales Secados a 103 – 105°C, SM 2540 D
4. **Sólidos Sedimentables:** Volumétrico – Cono Imhoff, SM 2540 F
5. **Pesticidas Organoclorados [Aldrín, 4,4'-DDE, 4,4'-DDT, Dieldrín, Heptacloro, Heptacloro epóxido, α-BHC, β-BHC, γ-BHC, δ-BHC, Endosulfan I, Endosulfan II, Endosulfan sulfato, Endrín aldehído, Endrín]:** Extracción Líquido - Líquido – Cromatografía de Gases – ECD, SM 6630 B,C y EPA 8081 A,B

Que la acreditación de los parámetros extendidos en la matriz agua mediante la Resolución No. 2207 del 3 de diciembre de 2009, se rige por la vigencia establecida en de la Resolución No. 0379 del 06 de diciembre de 2007, es decir que la acreditación culmina el 21 de diciembre de 2010.

Que mediante Resolución No. 1617 del 04 de agosto de 2010, el IDEAM extendió la Acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por

las autoridades ambientales competentes, a la sociedad ANTEK S.A., identificada con NIT. 830.058.286-0, con domicilio en la Calle 25 B No. 85 B - 54, de la Ciudad de Bogotá, D.C., para las siguientes variables en agua, aire y suelo, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

#### Matriz: Agua

1. **DBO<sub>5</sub>**: Prueba de 5 días – Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500-O G
2. **DBO<sub>5</sub>**: Prueba de 5 días – Modificación de Azida, SM 5210 B, 4500-O C
3. **Cadmio Total**: Digestión Ácido Nítrico – Espectrofotometría de Absorción Atómica Llama Directa Aire – Acetileno, SM 3030 E, 3111 B
4. **Cobre Total**: Digestión Ácido Nítrico – Espectrofotometría de Absorción Atómica Llama Directa Aire – Acetileno, SM 3030 E, 3111 B
5. **Cromo Disuelto**: Espectrofotometría de Absorción Atómica Llama Directa Óxido Nitroso – Acetileno, SM 3111 D
6. **Hierro Total**: Digestión Ácido Nítrico – Espectrofotometría de Absorción Atómica Llama Directa Aire – Acetileno, SM 3030 E, 3111 B
7. **Manganeso Total**: Digestión Ácido Nítrico – Espectrofotometría de Absorción Atómica Llama Directa Aire – Acetileno, SM 3030 E, 3111 B
8. **Níquel Disuelto**: Espectrofotometría de Absorción Atómica Llama Directa Aire – Acetileno, SM 3111 B
9. **Plomo Total**: Digestión Ácido Nítrico – Espectrofotometría de Absorción Atómica Llama Directa Aire – Acetileno, SM 3030 E, 3111 B
10. **Vanadio Total**: Digestión Ácido Nítrico – Espectrofotometría de Absorción Atómica Llama Directa Óxido Nitroso – Acetileno, SM 3030 E, 3111 D
11. **Pesticidas Organoclorados [4,4'-DDD]**: Extracción Líquido - Líquido – Cromatografía de Gases – ECD, SM 6630 B,C y EPA 8081 A,B
12. **Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos [Benzo(b) fluoranteno]**: Cromatografía de Gases - Detector de Ionización por Llama, SM 6440 B y EPA 8100
13. **Toma de Muestra**: Simple, Compuesta e Integrada (pH: SM 4500-H<sup>+</sup> B, Temperatura: SM 2550 B, Oxígeno Disuelto: SM 4500-O G, Conductividad Eléctrica: SM 2510 B, Caudal y Sólidos Sedimentables SM 2540 F)
14. **Toma de Muestra en Aguas Subterráneas**: (pH: SM 4500-H<sup>+</sup> B, Temperatura: SM 2550 B, Oxígeno Disuelto: SM 4500-O G, Conductividad Eléctrica: SM 2510 B)
15. **Muestreo de Aguas Marinas**: NTC-ISO 5667-9. Guía Ambiental. Calidad de Agua. Guía para muestreos de aguas marinas (pH: SM 4500-H<sup>+</sup> B, Temperatura: SM 2550 B, Oxígeno Disuelto: SM 4500-O G, Conductividad Eléctrica: SM 2510 B)
16. **Muestreo de Aguas en Sistemas Lénticos**: NTC-ISO 5667-4. Guía Ambiental. Calidad de Agua. Guía para muestreos de lagos naturales y artificiales (pH: SM 4500-H<sup>+</sup> B, Temperatura: SM 2550 B, Oxígeno Disuelto: SM 4500-O G, Conductividad Eléctrica: SM 2510 B).

#### Matriz: Aire

1. **Muestreo y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Partículas Suspendidas Totales**: Método EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice B: Alto Volumen.
2. **Análisis de Laboratorio para la Determinación de Material Particulado como PM10 en la Atmósfera**: Método EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM10
3. **Análisis de Laboratorio para Determinación de Ozono en Aire**: Método Colorimétrico con Yoduro de Potasio Alcalino, Método P&CAM 154 (Apha 820). Apha Intersociety Committee Methods for Air Sampling and Analysis, 2<sup>th</sup> ed.
4. **Muestreo y Análisis de Laboratorio para la Determinación de SO<sub>2</sub>**: EPA e-CFR Título 40, parte 50, apéndice A: Pararosanilina.
5. **Muestreo y Análisis de Laboratorio para la Determinación de NO<sub>2</sub>**: Saltzman - NED. Apha Intersociety Committee Analytical Method for Nitrogen Dioxide in Air No. 818. Methods of Air Sampling and Analysis, 2<sup>nd</sup> edition. Equivalente EPA EQN-1227-026.
6. **Análisis de Laboratorio para la Determinación de Dióxido de Carbono en Aire**: Cromatografía de Gases – TCD, Método NIOSH - 6603. 40 CFR, Ch 1, Edition 7-1-6, Appendix B to part 136, Revision 1.11.
7. **Análisis de Laboratorio para la Determinación de Hidrocarburos Totales en Aire expresados como Metano**: Cromatografía de Gases – FID, Método EPA 25 – EPA 8015 B., NIOSH 1500, 1501, 1550.



2098

Instituto de Hidrología,  
Meteorología y  
Estudios Ambientales



22 AGO. 2011



**IDEAM**

Galardonado con el premio  
El Colombiano Ejemplar

Diario El Colombiano

8. **Muestreo y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Compuestos Orgánicos Volátiles en Aire:** Cromatografía de Gases – FID, Método EPA – TO – 17, NIOSH 1003/1600.
9. **Muestreo para la Determinación de Compuestos Semi – Volátiles e Hidrocarburos Expresados como Metano:** Método EPA – TO - 17

#### Matriz: Suelo

1. **Muestreo de Suelos:** NTC/4113-2 Guía Ambiental. Calidad de Suelo. Muestreo. Equivalente ISO 10381-2
2. **Muestreo de Sedimentos Marinos:** NTC-ISO 5667-15. Guía para la preservación y toma de muestras de lodos, sedimentos. OPS/CEPIS/03.82/EPA 5035 A.
3. **Muestreo de Sedimentos en Sistemas Lénticos:** NTC-ISO 5667-15. Guía para la preservación y toma de muestras de lodos, sedimentos. OPS/CEPIS/03.82/EPA 5035 A.

Que la acreditación de los parámetros extendidos en las matrices agua, aire y suelo mediante la Resolución No. 1617 del 4 de agosto de 2010, se rige por la vigencia establecida en de la Resolución No. 0379 del 06 de diciembre de 2007, es decir que la acreditación culmina el 21 de diciembre de 2010.

Que mediante el oficio No. 2010EE3838 del 20 de septiembre de 2010, el IDEAM prorrogó transitoriamente la acreditación a la Sociedad Antek S.A, en cumplimiento del artículo 2 de la Resolución No. 1754 de 2009, estableciéndose que la vigencia de la acreditación se mantiene hasta el 21 de agosto de 2011.

Que la sociedad ANTEK S.A. solicitó el 8 de abril de 2011, la renovación y extensión de la acreditación en las matrices agua, aire, sedimento, suelo y biota, para lo cual se ajustó a las etapas, procedimientos, auditorias, verificación y evaluación del desempeño de la sociedad en mención, culminando dicho proceso, el día 19 de agosto de 2011, de conformidad con el memorando remitido a la Oficina Asesora Jurídica, en el que la Subdirectora de Estudios Ambientales, certificó que la sociedad ANTEK S.A., cumplió con todas las etapas y requisitos establecidos por la Resolución 0176 de octubre de 2003, para la obtención de la renovación y extensión de la acreditación de las nuevas variables solicitadas, de acuerdo con la información preparada por la Coordinación del Grupo de Acreditación.

Que los documentos de la solicitud y demás documentos relacionados con la renovación y extensión del alcance de la acreditación de la sociedad ANTEK S.A., reposan en la dependencia del Grupo de Acreditación, de la Subdirección de Estudios Ambientales;

Que por lo expuesto anteriormente, el Director General del Instituto,

#### RESUELVE:

**ARTICULO PRIMERO.-** Renovar y extender el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, a la sociedad ANTEK S.A., identificada con NIT. 830.058.286-0, con domicilio en la Calle 25 B No. 85 B - 54, de la Ciudad de Bogotá, D.C., para las siguientes variables en agua, aire, sedimento y suelo, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

#### Matriz Agua:

1. **Acidez:** Volumétrico, SM 2310 B
2. **Alcalinidad Total:** Volumétrico, SM 2320 B
3. **Cloro Residual:** Comparación visual, Kit equivalente a SM 4500-CI G
4. **Cloro Residual:** Volumétrico con DPD Ferroso, SM 4500-CI F
5. **Cloruros:** Argentométrico, SM 4500-CI B
6. **Color Verdadero, Aparente y Dilución 1:20:** Espectrofotométrico - Longitud de Onda Simple, SM 2120 C
7. **Conductividad Eléctrica:** Electrométrico, SM 2510 B
8. **Cromo Hexavalente:** Colorimétrico SM 3500-Cr B
9. **DQO:** Reflujo cerrado y Volumétrico, SM 5220 C
10. **DBO<sub>5</sub>:** Prueba de 5 días – Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500-O G
11. **DBO<sub>5</sub>:** Prueba de 5 días – Modificación de Azida, SM 5210 B, 4500-O C
12. **Dureza Total:** Volumétrico con EDTA, SM 2340 C

13. **Fenoles Totales:** Destilación - Fotométrico directo, SM 5530 B, D
14. **Grasas y Aceites:** Partición – Infrarrojo, SM 5520 C
15. **Hidrocarburos Totales:** Partición/Infrarrojo – Infrarrojo, SM 5520 C, F
16. **Hidrocarburos Petrogénicos Totales:** Extracción Líquido-Líquido - Cromatografía de Gases con Detector de Ionización por Llama (GC-FID), Texas 1005, Revisión 3, Junio 2001
17. **Nitrógeno Amoniacal:** Destilación - Volumétrico, SM 4500-NH<sub>3</sub> B, C
18. **Nitritos:** Colorimétrico, 4500-NO<sub>2</sub> B
19. **Ortofosfatos:** Ácido Ascórbico, SM 4500-P E
20. **Oxígeno Disuelto:** Modificación de Azida, SM 4500-O C
21. **Oxígeno Disuelto:** Electrodo de Membrana, SM 4500-O G
22. **Salinidad:** Electrométrico, SM 2520 B
23. **Sulfatos:** Turbidimétrico, 4500-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> E
24. **Sólidos Disueltos Totales:** Electrométrico, SM 2510 B
25. **Sólidos Disueltos Totales:** Gravimétrico – Secado a 180°C, SM 2540 C
26. **Sólidos Totales:** Gravimétrico – Secado a 103-105°C, SM 2540 B
27. **Sólidos Suspendidos Totales:** Gravimétrico - Secado a 103-105 °C, SM 2540 D
28. **Sólidos Sedimentables:** Volumétrico – Cono Imhoff, SM 2540 F
29. **Temperatura:** Termométrico, SM 2550 B
30. **Tensoactivos:** Surfactantes Aniónicos como SAAM, SM 5540 C
31. **Turbiedad:** Nefelométrico, SM 2130 B
32. **Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos:** [Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benzo(a)antraceno, Criseno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(k)fluoranteno, Benzo(a)pireno, Dibenzo(a,h)antraceno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Benzo(ghi)perileno]: Extracción Líquido-Líquido - Cromatografía de Gases con Detector de Ionización por llama (GC-FID), SM 6440 B, EPA 8100.
33. **Hidrocarburos Petrogénicos Totales e Individuales** [n-Hexano, n-Octano, n-Decano, n-Dodecano, n-Tetradecano, n-Hexadecano, n-Octadecano, n-Eicosano, n-Dodecosano, n-Tetracosano, n-Octacosano, n-Triacontano, n-Dotriacontano, n-Tetracontano, n-Pentacontano]: Extracción Líquido-Líquido - Cromatografía de Gases – Detector de Ionización por llama, Método Texas 1005.Revisión 3 junio de 2001.
34. **Pesticidas Organoclorados** [Aldrín, 4,4'-DDD, 4,4'-DDE, 4,4'-DDT, Dieldrín, Heptacloro, Heptacloro Epóxido, α-BHC, β-BHC, γ-BHC, δ-BHC, Endosulfan I, Endosulfan II, Endosulfan Sulfato, Endrín aldehído, Endrín]: Extracción Líquido-Líquido - Cromatografía de gases Con Detector de Captura de Electrones (GC-ECD), SM 6630 B, C, EPA 8081 A,B.
35. **Metales Disueltos [Magnesio, Sodio]:** Espectrofotometría de Absorción atómica con llama directa aire – acetileno, SM 3111 B
36. **Metales Disueltos [Calcio]:** Espectrofotometría de Absorción Atómica Llama Directa Óxido Nitroso – Acetileno, SM 3111 D
37. **Metales Totales [Cadmio, Cobalto, Cobre, Hierro, Manganeso, Níquel, Plomo, Zinc]** Digestión Ácido Nítrico – Espectrofotometría de Absorción Atómica Llama Directa Aire – Acetileno, SM 3030 E, 3111 B.
38. **Metales Totales [Cromo y Vanadio]** Digestión Ácido Nítrico – Espectrofotometría de Absorción Atómica Llama Directa Óxido Nitroso – Acetileno, SM 3030 E, 3111 D
39. **Metales Totales: [Aluminio, Molibdeno]** Digestión Ácido Nítrico – Espectroscopía de Emisión en Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES), SM 3030 E, 3120 B.
40. **Coliformes Fecales:** Filtración por Membrana, SM 9222 D
41. **Coliformes Totales:** Filtración por Membrana, SM 9222 B
42. **Escherichia Coli:** Filtración por Membrana- Sustrato Cromogénico, SM 9222 D, NTC 4772:2008
43. **Mesófilos Aerobios:** Filtración por Membrana, SM 9215 D, NTC 4519:1998.
44. **Toma de Muestra Simple:** (Temperatura: SM 2550 B, Oxígeno Disuelto: SM 4500-O G, Conductividad Eléctrica: SM 2510 B, Caudal y Sólidos Sedimentables SM 2540 F)
45. **Toma de Muestra Compuesta:** (Temperatura: SM 2550 B, Oxígeno Disuelto: SM 4500-O G, Conductividad Eléctrica: SM 2510 B, Caudal y Sólidos Sedimentables SM 2540 F)
46. **Muestreo Integrado:** (Temperatura: SM 2550 B, Oxígeno Disuelto: SM 4500-O G, Conductividad Eléctrica: SM 2510 B, Caudal y Sólidos Sedimentables SM 2540 F)
47. **Toma de Muestra en Aguas Subterráneas:** (Temperatura: SM 2550 B, Oxígeno Disuelto: SM 4500-O G, Conductividad Eléctrica: SM 2510 B)
48. **Muestreo de Aguas Marinas:** NTC-ISO 5667-9. Guía Ambiental. Calidad de Agua. Guía para muestreos de aguas marinas (Temperatura: SM 2550 B, Oxígeno Disuelto: SM 4500-O G, Conductividad Eléctrica: SM 2510 B)



2098

Instituto de Hidrología,  
Meteorología y  
Estudios Ambientales

49. **Muestreo de Aguas en Sistemas Lénticos:** NTC-ISO 5667-4. Guía Ambiental. Calidad de Agua. Guía para muestreos de lagos naturales y artificiales (Temperatura: SM 2550 B, Oxígeno Disuelto: SM 4500-O G, Conductividad Eléctrica: SM 2510 B).

Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA - WEF, 21<sup>th</sup> edition, 2005, salvo en los casos en que se especifique directamente otra referencia bibliográfica.

#### Matriz: Aire - Calidad de Aire

1. **Toma de muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Partículas Suspendidas Totales:** Método EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice B: Alto Volumen.
2. **Toma de muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Material Particulado como PM10 en la Atmósfera:** Método EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM10
3. **Toma de muestra y Análisis de Laboratorio para Determinación de Ozono en Aire:** Método Colorimétrico con Yoduro de Potasio Alcalino, Método P&CAM 154 (Apha 820). Apha Intersociety Committee Methods for Air Sampling and Analysis, 2th Ed.
4. **Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de SO<sub>2</sub>:** EPA e-CFR Título 40, parte 50, apéndice A: Pararosanilina.
5. **Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de NO<sub>2</sub>:** Saltzman - NED. Apha Intersociety Committee Analytical Method for Nitrogen Dioxide in Air No. 818. Methods of Air Sampling and Analysis, 2nd edition. EPA Equivalente EQN-1227-026.
6. **Análisis de Laboratorio para la Determinación de Dióxido de Carbono en Aire:** Cromatografía de Gases con Detector de Conductividad Térmica (GC-TCD): Método NIOSH – 6603, 40 CFR, Capítulo 1, Edición 7-16-1-6, Apéndice B, Parte 136, Revisión 1.11.
7. **Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Compuestos Orgánicos Volátiles en Aire:** Cromatografía de Gases con Detector de Ionización por Llama (GC-FID), Método EPA – TO – 17, EPA Método 18.
8. **Toma de Muestra para la Determinación de Compuestos Semi – Volátiles e Hidrocarburos Expresados como Metano:** Método EPA – TO – 17, EPA Método 18.

#### Matriz: Aire - Fuentes Fijas

1. **Análisis de Laboratorio para la Determinación de Material Particulado:** USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A, Método: 5
2. **Análisis de Laboratorio para la Determinación de Óxidos de Nitrógeno - NO<sub>x</sub>:** USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A, Método 7.
3. **Análisis de Laboratorio para la Determinación de Dióxido de Azufre, SO<sub>2</sub>:** USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A, Métodos 6.
4. **Análisis de Laboratorio para la Determinación de SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> y Neblina Ácida de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:** USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A, Método 8.
5. **Análisis de Laboratorio para la Determinación de Hidrocarburos Totales en Aire expresados como Metano:** Cromatografía de Gases con Detector de Ionización por Llama (GC-FID), Método EPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A, Método 25A – Método 18

Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia métodos EPA (Environmental Protection Agency).

#### Matriz: Sedimento

1. **Muestreo de Sedimentos Marinos:** NTC-ISO 5667-15. Guía para la preservación y toma de muestras de lodos, sedimentos. OPS/CEPIS/03.82/EPA 5035 A.
2. **Muestreo de Sedimentos en Sistemas Lénticos:** NTC-ISO 5667-15. Guía para la preservación y toma de muestras de lodos, sedimentos. OPS/CEPIS/03.82/EPA 5035 A.

Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia las Normas Técnicas Colombianas – NTC y los métodos OPS/CEPIS/03.82/EPA 5035 A

#### Matriz: Biota

1. **Macroinvertebrados bentónicos:** Muestreo y Análisis, SM 10500 B, C
2. **Perifiton:** Muestreo y Análisis Modificado, SM 10300 B, C
3. **Fitoplancton:** Muestreo, Concentración y Conteo Modificado, SM 10200 B, C, F / Villafañe y Reid (1995)
4. **Zooplancton:** Muestreo, Concentración y Conteo Modificado, SM 10200 B, C, G. Lopretto y Tell (1995)
5. **Macrófitas:** Muestreo, SM 10400 B, C, D



6. **Peces: Muestreo y Preservación, SM 10600 B, C**

Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA - WEF, 21<sup>th</sup> edition, 2005, salvo en los casos en que se especifique directamente otra referencia bibliográfica.

**Matriz: Suelo**

1. **Muestreo de Suelos:** NTC/4113-2 Guía Ambiental. Calidad de Suelo. Muestreo Equivalente ISO 10381-2
2. **Capacidad de Intercambio Catiónico:** Acetato de Amonio 1N, pH 7,0 (Acetato de Sodio 1N, pH 8,2), Métodos analíticos del laboratorio de suelos, IGAC, 6a. Edición, 2006.
3. **Humedad:** Gravimétrico, Métodos Analíticos del Laboratorio de Suelos, IGAC, 6<sup>a</sup> ed.
4. **Conductividad Eléctrica:** Métodos analíticos del laboratorio de suelos. IGAC, 5a. Edición, 1990 Modificado
5. **pH:** Electrométrico, SW-846, EPA 9045 D, Revisión 4, 2004
6. **Aceites y Grasas:** Extracción por Ultrasonido – Infrarrojo, NMX-AA-145-SCFI-2008, SM 5520 C.
7. **Hidrocarburos Totales:** Extracción por Ultrasonido/Infrarrojo – Infrarrojo, NMX-AA-145-SCFI-2008, SM 5520 C, F.
8. **Metales Totales: [Bario, Cromo, Plomo, Zinc, Plata]** Digestión Ácido Nítrico-Peróxido de Hidrógeno / Espectroscopía de Emisión en Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES), EPA 3050 B y SM 3120 B.

Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia métodos NTC (Normas Técnicas Colombianas), IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), métodos NMX-AA-145-SCFI-2008 y Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA - WEF, 21<sup>th</sup> edition, 2005.

**ARTICULO SEGUNDO.-** La vigencia de la presente Resolución es de tres (3) años contados a partir de su notificación, sin embargo, la sociedad **ANTEK S.A.**, acreditada deberá cumplir y mantener las condiciones bajo las cuales obtuvo la renovación y extensión de la acreditación, para lo cual el IDEAM realizará un seguimiento según lo estipulado en la resolución 0176 de 2003. Para la renovación de la acreditación, el laboratorio deberá notificar al IDEAM su intención de continuar como laboratorio acreditado con ocho (8) meses de anticipación al vencimiento del acto administrativo que le otorgó la acreditación.

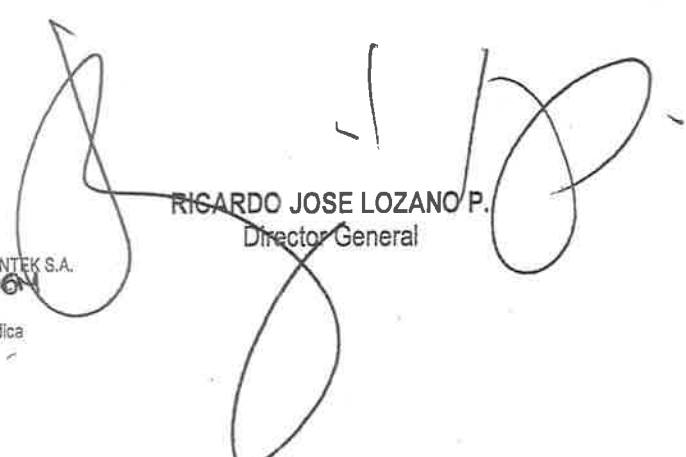
**ARTICULO TERCERO.-** Notificar personalmente el contenido de la presente Resolución al representante legal o apoderado de la sociedad **ANTEK S.A.**, haciéndole saber que contra éste acto administrativo procede el recurso de reposición, el cual se deberá interponer ante el Director General del IDEAM dentro de los cinco (5) días siguientes a la notificación de conformidad con lo dispuesto en los artículos 44 a 52 del Código Contencioso Administrativo.

**ARTÍCULO CUARTO.-** La presente Resolución rige a partir de la fecha de su notificación.

**NOTIFIQUESE Y CUMPLASE**

Dada en Bogotá, D.C., a los

**22 AGO. 2011**



**RICARDO JOSE LOZANO P.**  
Director General

Resolución Extensión Acreditación ANTEK S.A.  
Proyectó/Revisó: J. Galvis  
Revisó/aprobó: D. Galvis  
Revisó/Aprobó: O. Mesa, J. Jurídica

**CERTIFICADO No. 335**

**LA SUSCRITA SECRETARIA GENERAL DEL IDEAM**

**CERTIFICA:**

Mediante comunicación escrita radicada el 30 de marzo de 2011 con el número 2382, el señor WILLIAM EDUARDO CASTRO FIGUEROA, Representante Legal de la sociedad **AQUATEKNICA LTDA.**, solicitó una certificación del estado de acreditación.

De acuerdo con la revisión de los archivos que reposan en el Grupo de Acreditación del IDEAM, se encontró que la sociedad **AQUATEKNICA LTDA.**, identificada con NIT 900.127.670-6 con domicilio en la Calle 23 No. 5 A – 58, Barrio Sevilla, de la ciudad de Neiva, departamento del Huila, está inscrita en el proceso de acreditación ante el IDEAM desde el 17 de mayo de 2007. Ha participado en las Pruebas de Evaluación del Desempeño de 2007, 2008 y 2009.

El proceso de acreditación de laboratorios ambientales que adelanta el IDEAM está establecido en la Resolución No. 0176 de 2003.

La presente se expide a solicitud del interesado y tiene una vigencia de seis (6) meses contados a partir de su expedición. Este documento es de carácter informativo y bajo ninguna circunstancia avala los muestreos y/o análisis de laboratorios realizados por la sociedad solicitante, pues solo el acto administrativo de acreditación emitido por el Director General del IDEAM acredita a la sociedad en el alcance de su proceso.

Dada en Bogotá, D.C., el día



**CAROLINA CHINCHILLA TORRES**  
Secretaria General

Proyectó: DVGalvis  
Revisó: DPalacios

IDEAM 07-04-2011 03:42:38

Ai Contestar Cite Este Nr.:2011EE1649 O 1 Fol:1 Anex:0

Oriem: Sd:113 - SECRETARIA GENERAL/CHINCHILLA TORRES CAROLI

Destino: AQUATEKNICA LTDA/WILLIAM CASTRO

Asunto: CERTIFICADO 335

Obs.:



**POR LA CUAL SE APRUEBA EL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS DEL MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE (HUILA)**

**RESUELVE**

**ARTÍCULO PRIMERO.** Aprobar el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del Municipio de Campoalegre, presentado por la Empresa de Servicios Públicos EMAC E.S.P., con NIT. 813005266-4, como responsable de la Prestación del Servicio de Alcantarillado del municipio citado, con lo cual se otorga el Permiso de Vertimientos Líquidos en cantidad de 46,64 L/s, sobre la corriente Río Frio.

**PARÁGRAFO PRIMERO:** El término del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos es por 10 años, siempre y cuando no se presenten cambios que requieran de la modificación o derogatoria del presente Acto Administrativo.

**PARÁGRAFO SEGUNDO:** El término del Permiso de Vertimientos que se otorga en la presente resolución será por 5 años, los cuales podrán ser prorrogados previa solicitud presentada con una antelación a su vencimiento de mínimo de tres (3) meses.

**PARÁGRAFO TERCERO:** El Permiso de Vertimientos puede ser suspendido en caso de que la Autoridad Ambiental detecte el incumplimiento de las actividades definidas por el Prestador de Servicio de Alcantarillado, a través del seguimiento semestral a la ejecución del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.** La Empresa de Servicios Públicos EMAC E.S.P., como responsable de la Prestación del Servicio de Alcantarillado del Municipio de Campoalegre y por ende responsable de la ejecución de las actividades del PGMV, deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

1. Ejecutar los programas, proyectos, obras y/o actividades propuestos en el Cronograma del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos.
2. Realizar la socialización del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos con los usuarios del sistema de Alcantarillado.
3. Realizar semestralmente los muestreos de las descargas de aguas residuales provenientes del sistema de alcantarillado y determinar los siguientes parámetros fisicoquímicos: pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Nitratos, Fosfatos totales, Turbiedad, Sólidos Disueltos Totales (SDT), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sólidos Sedimentables (SSED), Caudal, Altura sobre el nivel del mar y coordenada geográfica del sitio de la descarga.
4. Realizar semestralmente los muestreos de las aguas de la(s) fuente(s) receptora(s) antes y después de las descargas de aguas residuales y determinar los siguientes parámetros fisicoquímicos: Oxígeno Disuelto, %



**POR LA CUAL SE APRUEBA EL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS DEL MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE (HUILA)**

de saturación de oxígeno, NMP de coliformes fecales/100ml, pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno ((DBO<sub>5</sub>), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Nitratos, Fosfatos totales, Desviación de la temperatura (Variación con respecto a muestreos anteriores sobre el mismo sitio), Turbiedad, Sólidos Disueltos Totales (SDT), Caudal, Altura sobre el nivel del mar y coordenada geográfica del sitio de muestreo. Aplicar a estos resultados el índice de Calidad de Aguas (ICA) de acuerdo con el procedimiento presentado por la CAM en la Guía de Ajuste para el PSMV y que fue entregado a cada formulador al inicio del proceso de elaboración de dichos planes.

5. Presentar a la CAM un informe semestral que relacione: el cumplimiento de las obras y/o actividades definidas en el Cronograma del PSMV; el análisis y cálculos generados a partir de los muestreos de aguas superficiales y aguas residuales, anexando los soportes correspondientes; y el cálculo de los indicadores de seguimiento definidos en el PSMV y establecidos como requisito en el **Parágrafo 1 del Artículo 4 de la Resolución 1433 de 2004**. Anualmente el informe deberá contener, el soporte de cumplimiento de las metas de reducción de carga contaminante para cada parámetro objeto de cobro de tasas retributivas.

**ARTÍCULO TERCERO.** Designar a la Dirección Territorial Norte, para que efectúe el seguimiento y control a la ejecución del PSMV del Municipio de Campoalegre, de manera semestral en cuanto al avance físico de las actividades e inversiones programadas, y anualmente con respecto a la meta individual de reducción de carga contaminante establecida, teniendo en cuenta para ello, los informes que deben ser presentados por la persona prestadora del servicio público de alcantarillado.

**ARTÍCULO CUARTO.** La Empresa de Servicios Públicos EMAC E.S.P., como directo responsable la Prestación del Servicio de Alcantarillado del municipio de Campoalegre, deberá dar estricto cumplimiento de lo contenido en la presente resolución, así como desarrollar el cronograma de actividades presentado en el documento del PSMV acorde a los términos establecidos en el mismo.

**ARTÍCULO QUINTO.** LA CAM se reserva el derecho de adelantar visitas al proyecto cuando lo considere necesario como parte del seguimiento ambiental. Los titulares de la presente Resolución facilitarán los elementos, personal e información necesaria para tal verificación. El costo de este servicio será facturado por la CORPORACIÓN y el titular consignará el valor en la cuenta que se le indique.



**POR LA CUAL SE APRUEBA EL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS DEL MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE (HUILA)**

**ARTÍCULO SEXTO.** Medidas Preventivas y Sancionatorias. El incumplimiento de cualquiera de las obligaciones previstas en la presente resolución conllevará a la imposición de las medidas preventivas y sancionatorias a que haya lugar.

**ARTÍCULO SÉPTIMO.** La aprobación del Presente Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimiento no implica compromiso presupuestal alguno por parte de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, para efectos de cofinanciación.

**ARTÍCULO OCTAVO.** Notificar personalmente o en su defecto por edicto, el contenido de la presente Resolución a la Empresa de Servicios Públicos EMAC E.S.P., quien para la presente es el Prestador del Servicio Público de Alcantarillado y Actividades Complementarias o su apoderado, *Publicar el encabezado y la parte resolutive del presente Acto en el Boletín Oficial de LA CAM.*

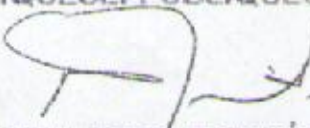
**PARÁGRAFO PRIMERO.** En los casos en los cuales la prestación del servicio recae en una entidad privada, LA CAM enviará copia de la resolución al Alcalde del Municipio correspondiente.

**ARTÍCULO NOVENO.** Contra la presente Resolución procede el Recurso de Reposición, ante el Director General de LA CAM, el cual deberá presentarse personalmente y por escrito dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes a la diligencia de notificación personal o a la desfilijación del edicto si a ello hubiere lugar, con plena observancia de los requisitos que establece el Código Contencioso Administrativo.

**ARTÍCULO DECIMO.** La presente resolución rige a partir de la fecha de su ejecutoria.

Neiva, 12 ABR 2007

**NOTIFIQUESE, PUBLIQUESE Y CÚMPLASE**

  
**REY ARIEL BORBÓN ARDILA**  
Director General

JCortiz/DMartinez  
Revisó Jurídicamente: N.E.A.

**EMPRESA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO  
Y ASEO DE CAMPOALEGRE  
EMAC S.A. E.S.P.**

**PLANTA DE TRATAMIENTO  
DE AGUAS RESIDUALES  
DOMESTICAS "PTAR'D**

**MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE  
DEPARTAMENTO DEL HUILA**



**EMAC S.A. E.S.P**  
**EMPRESA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE CAMPOALEGRE**  
**MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS**  
**PROCESO DE LA PTAR**

VERSION: 01		FECHA: 18-07-2011		PAGINA: 1 DE 6			
<b>OBJETIVO:</b> establecer una metodología que nos permita grantizar a la comunidad, y los entes reguladores el tratamiento adecuado de las aguas de alcantarillado, para ser vertidas nuevamente a la quebrada							
<b>RESPONSABLE DEL PROCESO:</b> Andres Ricardo Garcia <b>CARGO:</b> jefe Operativo							
<b>RECURSOS :</b> Humano, financiero, Tecnológico, insumos de oficina, Información legal							
PROVEDOR	ENTRADA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	PUNTO DE CONTROL	RESPONSABLE	SALIDA	CUENTE
Operario de planta	Aguas residuales	<p style="text-align: center;">INICIO</p> <p>Canal de entrada con vertederos en exceso donde llegan las aguas residuales</p>	Operario de planta		Operario de Planta Jefe técnico y operativo	Aguas residuales con arena u otro material	Operario de planta
Operario de planta	Aguas residuales con arena u otro material	<p>Rejas de cribado previene la acumulación de arena u otro</p>	Operario de planta		Operario de Planta Jefe técnico y operativo	Agua con poca arena y material pesado	Operario de planta
Operario de planta	Agua con poca arena y material pesado	<p>Los desarenadores son estructuras diseñadas para retener y eliminar agua residual, las arenas y material grueso que no fue retenido por el proceso anterior.</p>	Operario de planta		Operario de Planta Jefe técnico y operativo	Agua sin material ni arena	Operario de planta
PROVEDOR	ENTRADA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	PUNTO DE CONTROL	RESPONSABLE	SALIDA	CUENTE







# AQUATEKNICA LTDA.

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD



FRM-001

Página 1 de 1

## FORMATO REMISION DE MUESTRAS

Aquateknica Ltda.

<b>Nombre del Proyecto:</b> EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)	<b>No total de Muestras:</b>
<b>Lugar de Muestreo:</b> PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)	
<b>Municipio:</b> CAMPOALEGRE	

Cadena de Custodia de las muestras tomadas					Constancia de Ejecución del Muestreo.	
Actividad	Nombre y Apellido	Fecha	Estado	Firma		
Muestreo	DIEGO OLIVEROS GARCÍA	24/04/2012	REFRIGERADA		<b>Nombre:</b> WILLIAM CASTRO  <b>Cargo:</b> DIRECTOR LAB. AQUATEKNICA LTDA  <b>Firma:</b>  <b>Fecha:</b>	
Empaque	DIEGO OLIVEROS GARCÍA	24/04/2012	REFRIGERADA			
Transporte	DIEGO OLIVEROS GARCÍA	24/04/2012	REFRIGERADA			
Entrega	DIEGO OLIVEROS GARCÍA	24/04/2012	REFRIGERADA			

**Convenciones:**


<b>Matriz:</b>	Agua Superficial (A.S)	Agua Potable (A.P.)	Agua Residual Domestica (A.R.D.)	Agua Residual Industrial (A.R.I.)
	Agua subterránea (A. Pozo)			
<b>Tipo de Muestra:</b>	Puntual (P)	Compuesta (C)	Integrada (I)	

(1) Indicar si la preservación se realiza por refrigeración (R) o por adición de un agente químico (especificar el reactivo)

Nº	Identificación de la muestra en campo	Hora	Matriz	Tipo de Muestra	Preservación							
						Coordenada Este	Coordenada Norte	Altura (msnm)	Temp. Amb. (°C)	Temp. Agua (°C)	pH	Oxigeno D. (mg/l)
1	RIO FRIO AGUAS ARRIBA	11:30 am	A.S.	P	HIELO	75°20'0.57"	2°41'59.32"	519	31,2	26,8	7,18	4,7
2	RIO FRIO AGUAS ABAJO	12:30 pm	A.S.	P	HIELO	75°19'58.4"	2°42'7.14"	517	31,5	27,8	7,15	4,3

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Nota:** Ver condiciones ambientales en el momento del muestreo y la descripción del lugar al respaldo  
 Recepción en el Laboratorio:      Fecha y Hora: 24 de Abril de 2012    Recibidas por: ING. WILLIAM CASTRO

<b>AQUATEKNICA LTDA</b>		 <b>Aquateknica Ltda.</b>
FM-AFOROVOLUMETRICO		
<b>FORMATO CAPTURA DE DATOS MEDICION DE CAUDALES AFORO VOLUMÉTRICO</b>		

**LUGAR DE MUESTREO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

**FECHA: 24 DE ABRIL DE 2012**

**MUNICIPIO: CAMPOALEGRE**

$$Q(l/s) = \frac{\text{Volumen.}(x)}{\text{Tiempo.}(x)}$$

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 06:00 am**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,83	12,0
2	0,82	13,0
3	0,80	12,0
4		
5		
6		
Σ		
X	0,8167	12,33
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>15,10</b>	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 07:00 am**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,75	12,0
2	0,69	13,0
3	0,74	13,0
4		
5		
6		
Σ		
X	0,727	12,67
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>17,43</b>	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 08:00 am**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,91	14,0
2	0,71	12,0
3	0,80	15,0
4	0,74	13,0
5		
6		
Σ		
X	0,79	13,5
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>17,10</b>	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 09:00 am**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	1,08	17,0
2	0,85	16,0
3	1,03	17,0
4	0,81	15,0
5		
6		
Σ		
X	0,943	16,25
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>17,23</b>	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 10:00 am**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,92	17,0
2	1,10	20,0
3	0,88	17,0
4		
5		
6		
Σ		
X	0,967	18,0
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>18,61</b>	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 11:00 am**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,92	16,0
2	0,85	15,5
3	0,99	16,5
4		
5		
6		
Σ		
X	0,92	16,0
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>17,39</b>	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 12:00 m**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,73	14,0
2	0,81	15,0
3	0,88	15,0
4		
5		
6		
Σ		
X	0,8067	14,67
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>18,19</b>	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 01:00 pm**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,52	8,0
2	0,59	8,0
3	0,86	11,0
4	1,03	15,0
5		
6		
Σ		
X	0,75	14,0
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>18,67</b>	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 02:00 pm**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,66	10,0
2	0,69	11,0
3	0,78	12,0
4	0,69	11,0
5		
6		
Σ		
X	0,705	11,0
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>15,60</b>	

**OBSERVACIONES:**

**RESPONSABLE: DIEGO OLIVEROS GARCIA**

**CARGO: ESTUDIANTE DE INGENIERIA AGRICOLA**

<b>AQUATEKNICA LTDA</b>		 <b>Aquateknica Ltda.</b>
FM-AFOROVOLUMETRICO		
<b>FORMATO CAPTURA DE DATOS MEDICION DE CAUDALES AFORO VOLUMÉTRICO</b>		

**LUGAR DE MUESTREO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

**FECHA: 24 DE ABRIL DE 2012**

**MUNICIPIO: CAMPOALEGRE**

$$Q(l/s) = \frac{\text{Volumen.}(x)}{\text{Tiempo.}(x)}$$

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 03:00 pm**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,73	12,0
2	0,59	9,0
3	0,61	10,0
4		
5		
6		
Σ		
X	0,643	10,33
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>16,07</b>	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 04:00 pm**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,71	12,0
2	0,76	13,0
3	0,69	12,0
4		
5		
6		
Σ		
X	0,72	12,33
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>17,13</b>	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 05:00 pm**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,66	12,0
2	0,65	12,0
3	0,66	12,0
4		
5		
6		
Σ		
X	0,657	12,0
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>17,78</b>	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 06:00 pm**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,55	13,0
2	0,69	13,0
3	0,78	14,0
4		
5		
6		
Σ		
X	0,673	13,33
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>19,81</b>	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 07:00 pm**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,64	9,0
2	0,82	10,0
3	0,85	11,0
4		
5		
6		
Σ		
X	0,77	10,0
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>12,99</b>	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 08:00 pm**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,69	10,0
2	0,87	12,0
3	0,80	11,0
4		
5		
6		
Σ		
X	0,787	11,0
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>13,98</b>	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 09:00 pm**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,79	10,0
2	0,80	10,0
3	0,83	12,0
4		
5		
6		
Σ		
X	0,8067	10,67
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>13,23</b>	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 10:00 pm**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,75	10,0
2	0,84	12,0
3	0,94	14,0
4		
5		
6		
Σ		
X	0,843	12,0
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>14,23</b>	

**Punto: Salida PTAR**


**Hora: 11:00 pm**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,88	9,0
2	1,23	11,0
3	1,01	10,0
4		
5		
6		
Σ		
X	1,04	10,0
<b>Caudal (l/s)</b>	<b>9,62</b>	

**OBSERVACIONES:**

**RESPONSABLE: DIEGO OLIVEROS GARCIA**

**CARGO: ESTUDIANTE DE INGENIERIA AGRICOLA**

<b>AQUATEKNICA LTDA</b>		 <b>Aquateknica Ltda.</b>
FM-AFOROVOLUMETRICO		
<b>FORMATO CAPTURA DE DATOS MEDICION DE CAUDALES AFORO VOLUMÉTRICO</b>		

**LUGAR DE MUESTREO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

**FECHA: 24 DE ABRIL DE 2012**

**MUNICIPIO: CAMPOALEGRE**

$$Q(l/s) = \frac{\text{Volumen.}(x)}{\text{Tiempo.}(x)}$$

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 12:00 m**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,86	7,0
2	1,24	10,0
3	1,02	9,0
4		
5		
6		
Σ		
X	1,04	8,67
<b>Caudal (l/s)</b>	8,34	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 01:00 am**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,98	7,0
2	1,23	9,0
3	1,45	10,0
4		
5		
6		
Σ		
X	1,22	8,67
<b>Caudal (l/s)</b>	7,11	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 02:00 am**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,99	8,0
2	1,02	8,0
3	1,16	9,0
4		
5		
6		
Σ		
X	1,057	8,33
<b>Caudal (l/s)</b>	7,88	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 03:00 am**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	1,00	8,0
2	1,05	8,0
3	1,10	9,0
4		
5		
6		
Σ		
X	1,05	8,33
<b>Caudal (l/s)</b>	7,93	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 04:00 am**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	1,03	8,0
2	1,16	10,0
3	1,15	10,0
4		
5		
6		
Σ		
X	1,11	9,33
<b>Caudal (l/s)</b>	8,41	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 05:00 am**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	1,36	10,0
2	1,18	9,0
3	0,89	7,0
4		
5		
6		
Σ		
X	1,14	8,67
<b>Caudal (l/s)</b>	7,61	

**Punto: Salida PTAR**

**Hora: 06:00 am**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1	0,80	11,0
2	0,85	12,0
3	0,82	12,0
4		
5		
6		
Σ		
X	0,823	11,67
<b>Caudal (l/s)</b>	14,18	

**Punto:**

**Hora:**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
Σ		
X		
<b>Caudal (l/s)</b>		

**Punto:**

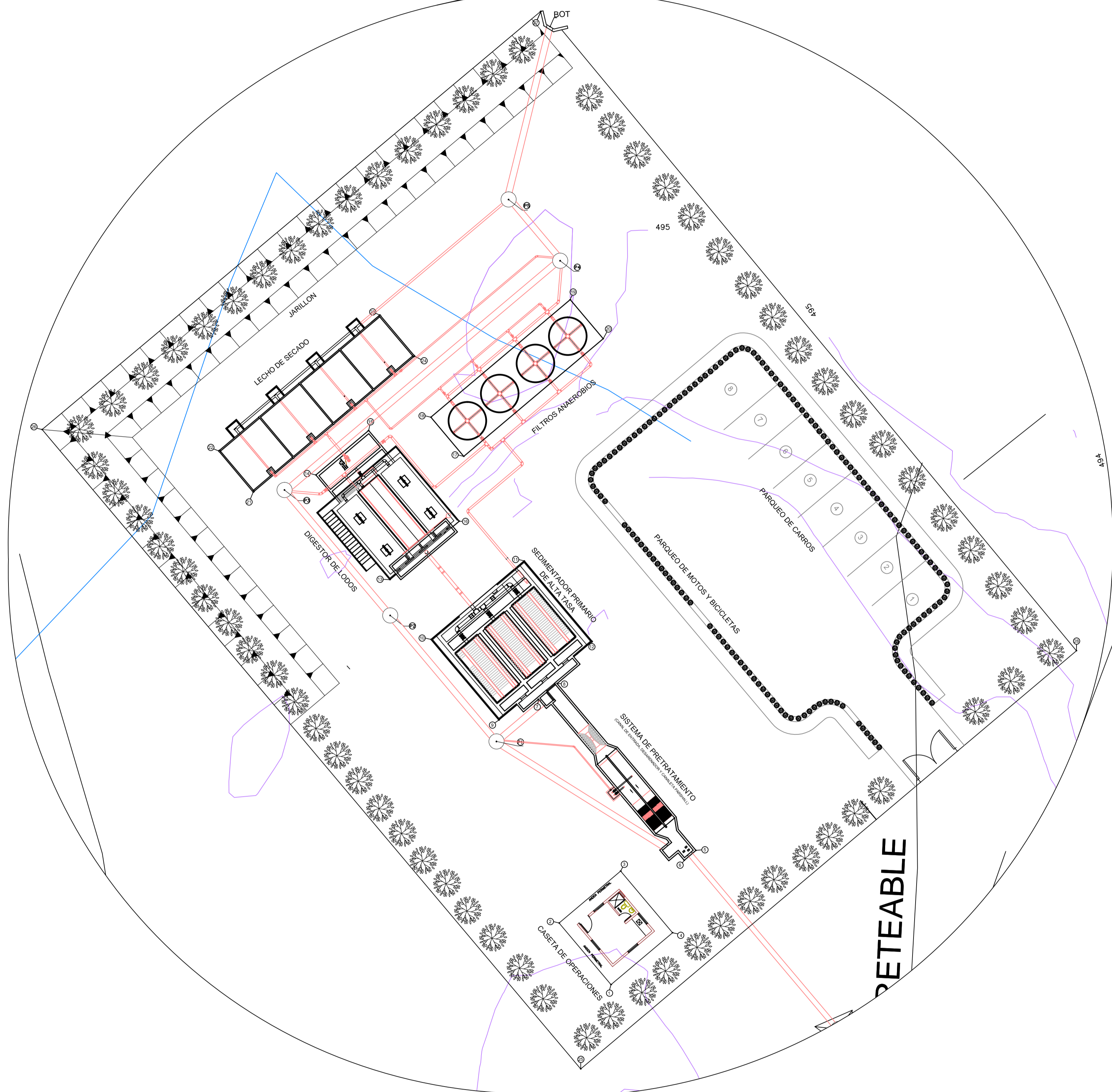
**Hora:**

No Med.	T (s.)	Vol. (l)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
Σ		
X		
<b>Caudal (l/s)</b>		

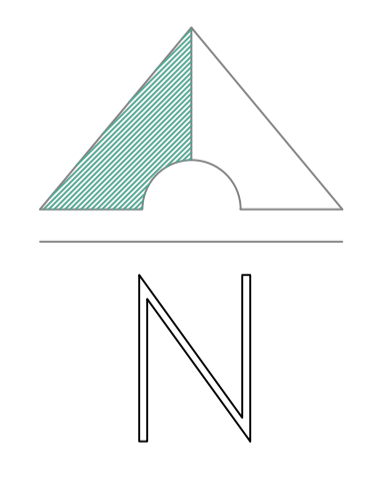
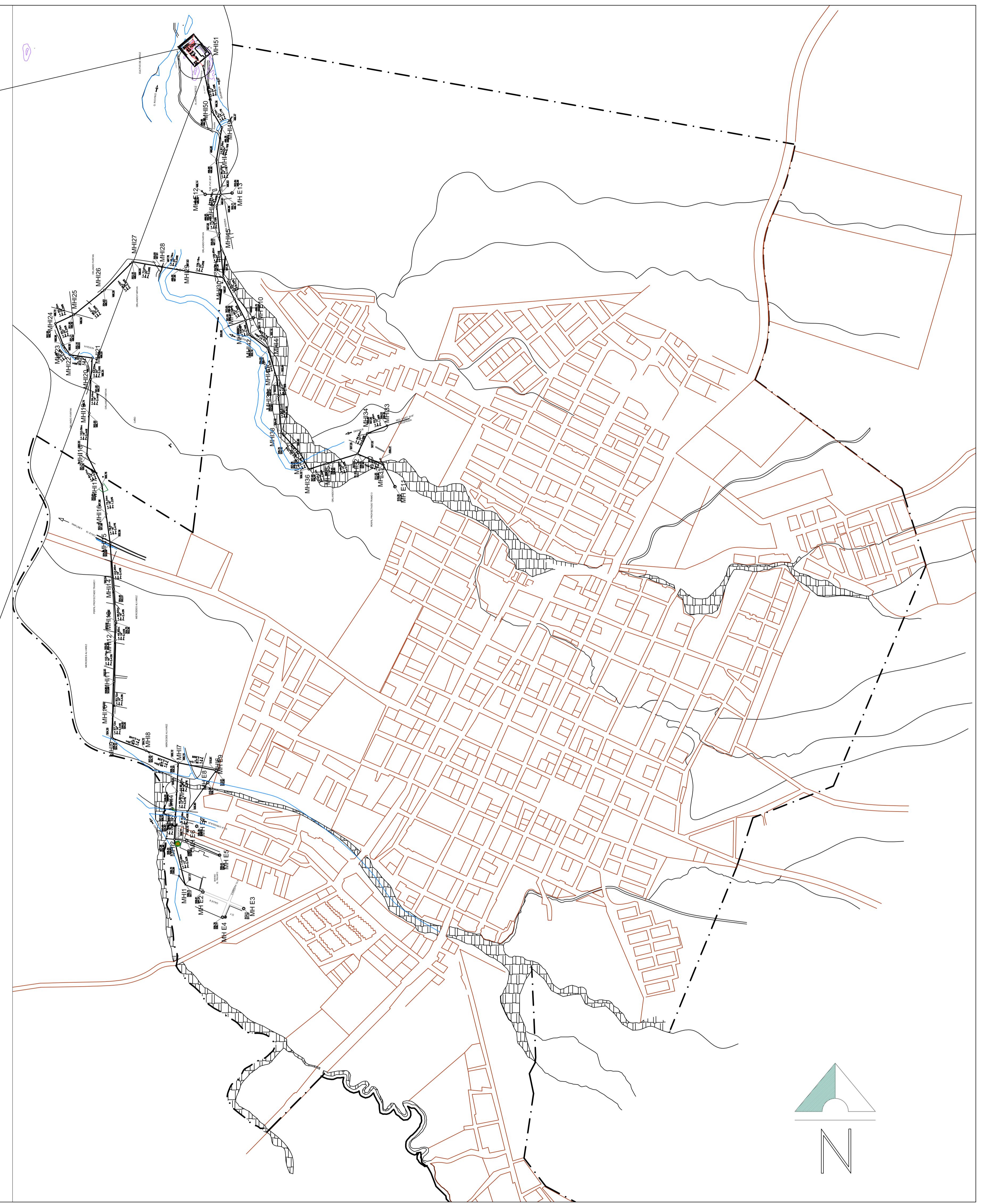
**OBSERVACIONES:**

**RESPONSABLE: DIEGO OLIVEROS GARCIA**

**CARGO: ESTUDIANTE DE INGENIERIA AGRICOLA**



**PLANTA GENERAL PTAR**  
 ESC: 1:200



EVALUACIÓN PLANTA DETRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES (PTAR) MNPO. CAMPOALEGRE - HUILA  
**DIEGO OLIVEROS GARCÍA**  
 PROG. INGENIERÍA AGRÍCOLA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 NEIVA - 2012

PRESENTADO A:  
**Corporacion Autonoma Regional del Alto Magdalena CAM**

PROYECTO :  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE MANEJO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE - HUILA**

LEVANTO :  
**Top. HECTOR LOZADA SANCHEZ**  
 T.P. 01-2680 C.P.N.T. CEL. 315 390 6283

PRESENTADO A:  
**Corporacion Autonoma Regional del Alto Magdalena CAM**

REVISO:  
**Ing. REINALDO SEGURO S.**  
 MAT. # 0523786530 ANT.

DISEÑO:  
**Ing. GUALBERTO FUENTES V.**  
 MAT. # 48954

CONTIENE :  
**PLANTA GENERAL PTAR**

LOCALIZACION :  
**MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE**  
 DEPARTAMENTO DEL HUILA

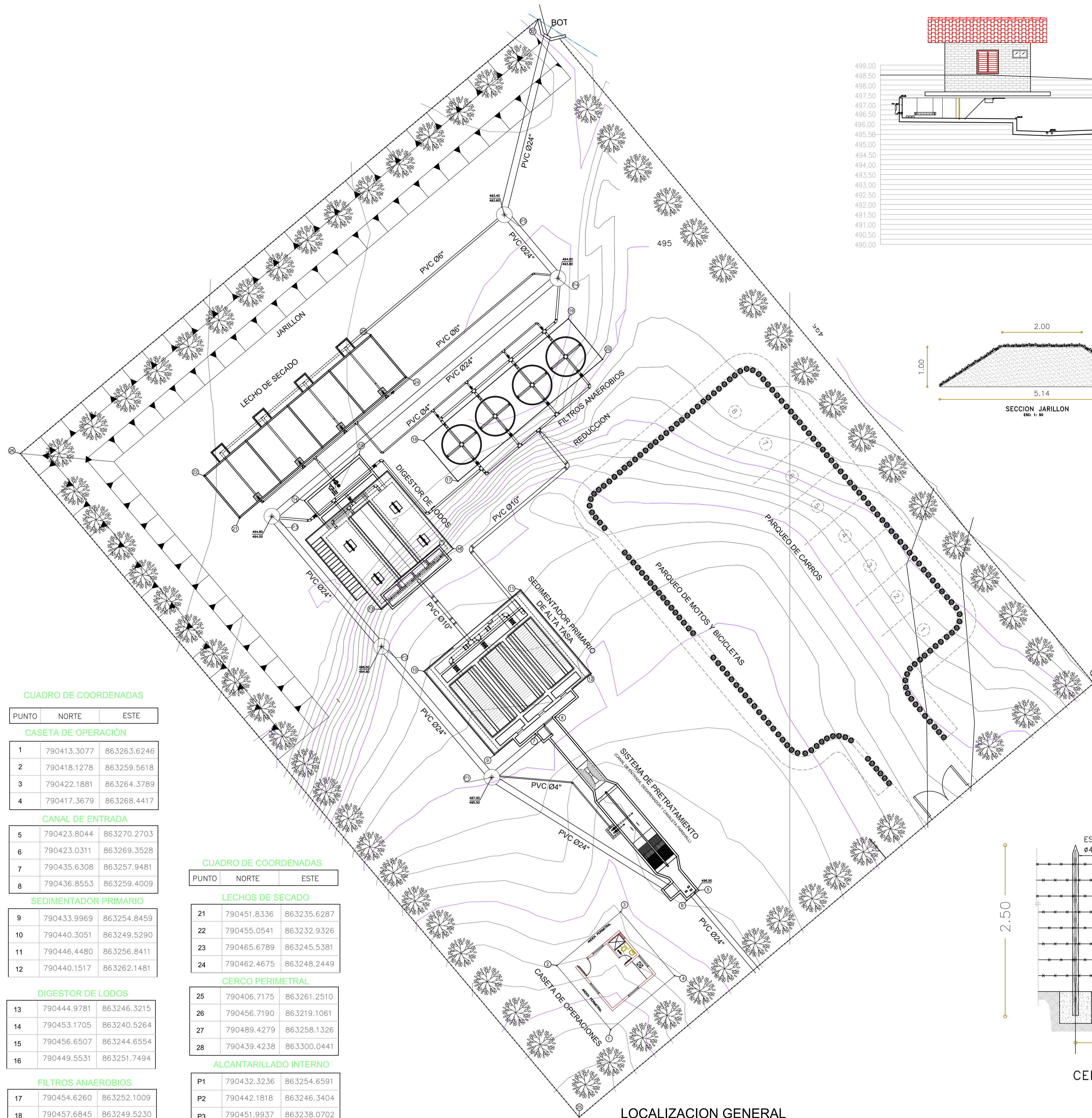
DIBAJANTE :  
**J.L.C.M.**

ARCHIVO :  
**01-17 LOCALIZACION GENERAL**

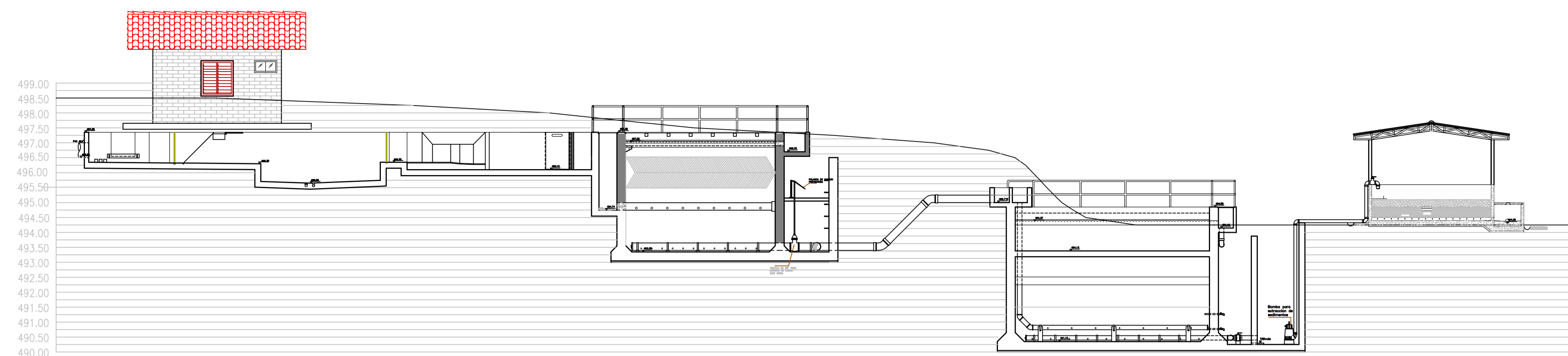
FECHA :  
**NOVIEMBRE 2006**

ESCALA :

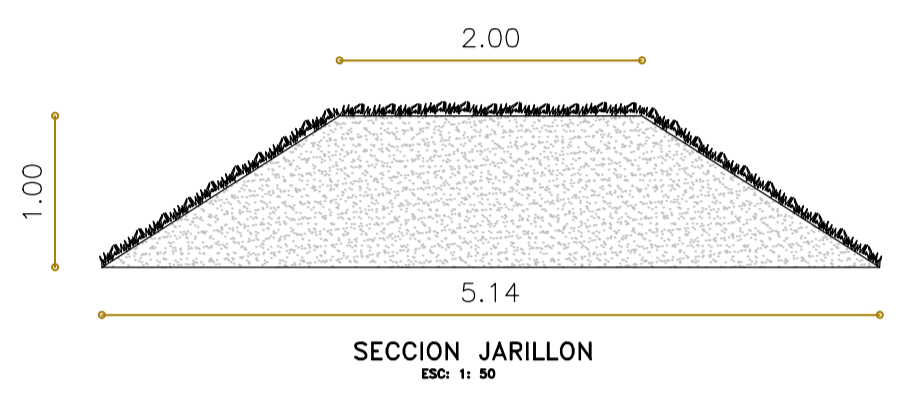
PLANO No.  
**1/17**



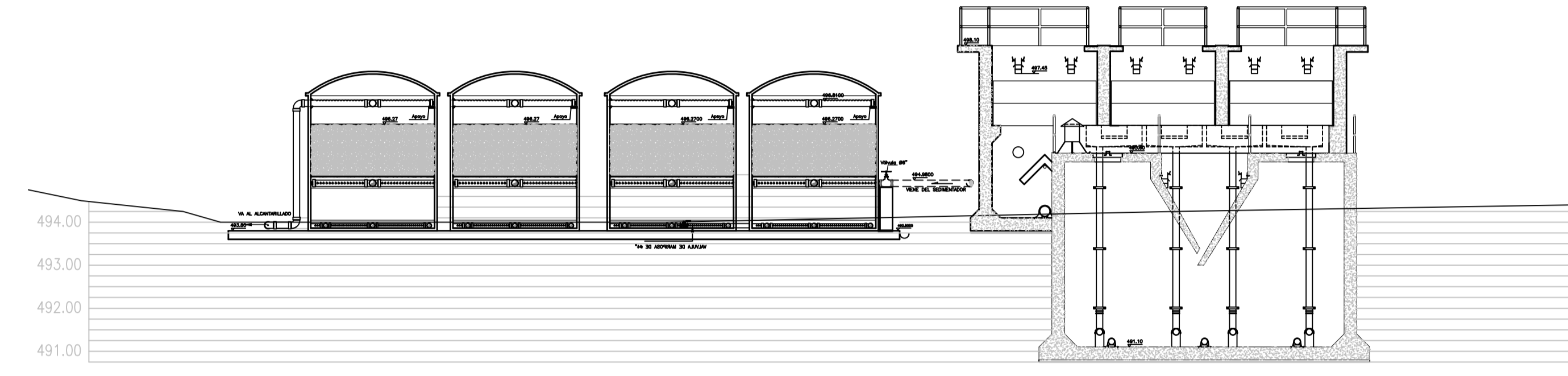
LOCALIZACIÓN GENERAL  
PTAR CAMPOALEGRE  
ESC. 1:125



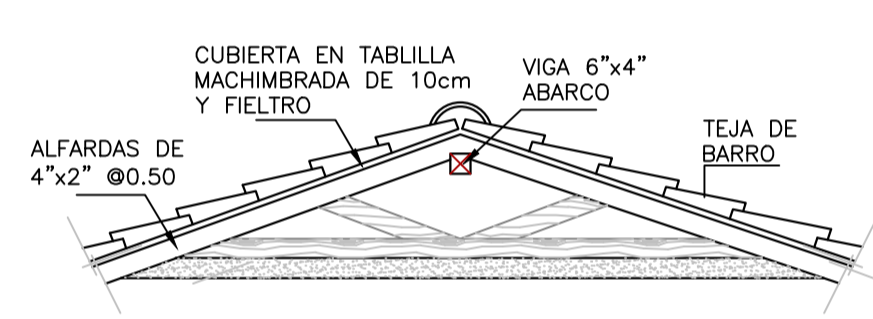
CORTE LONGITUDINAL PTAR  
ESC. 1:100



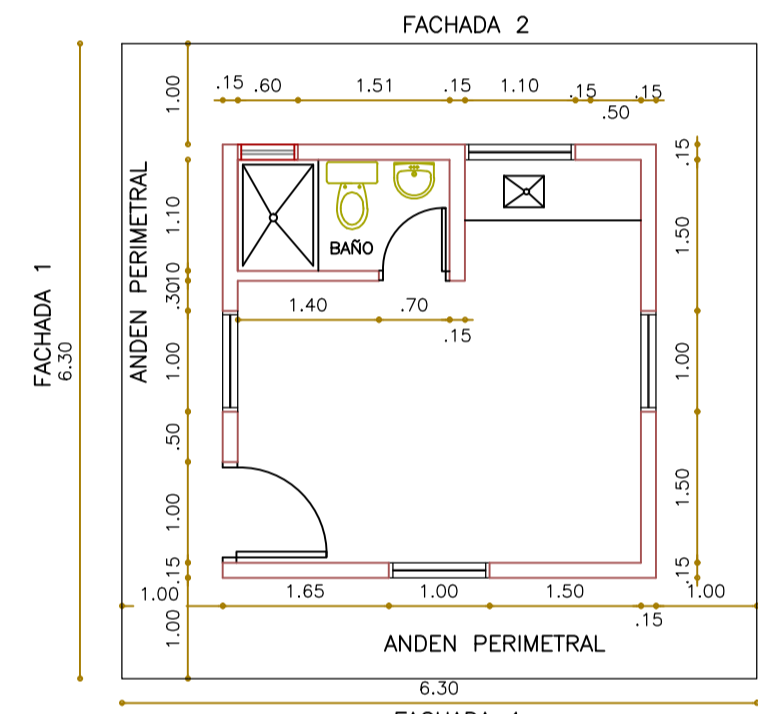
SECCIÓN JARILLÓN  
ESC. 1:50



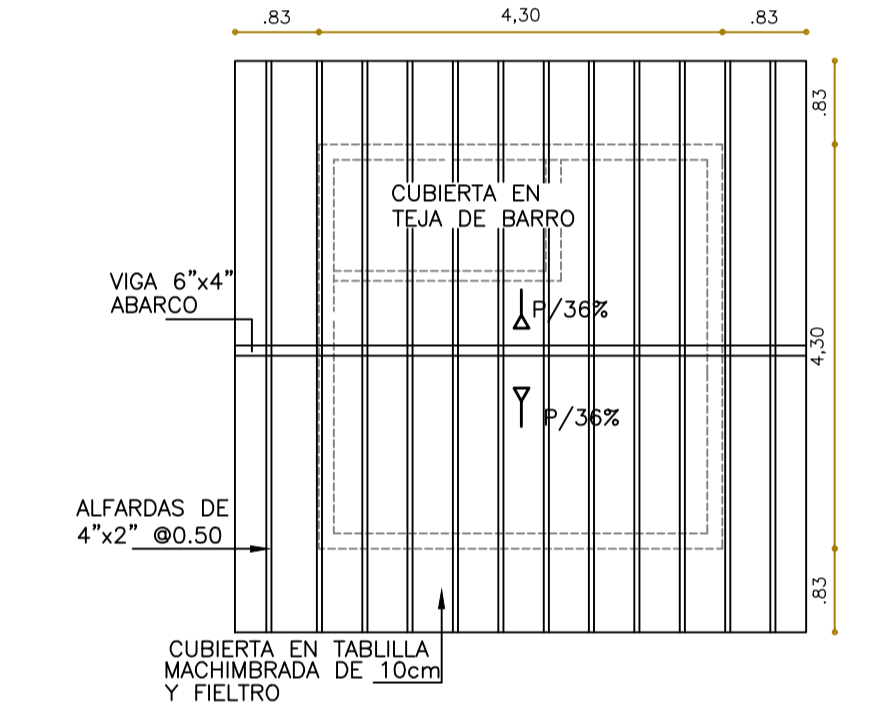
CORTE TRANSVERSAL  
ESC. 1:100



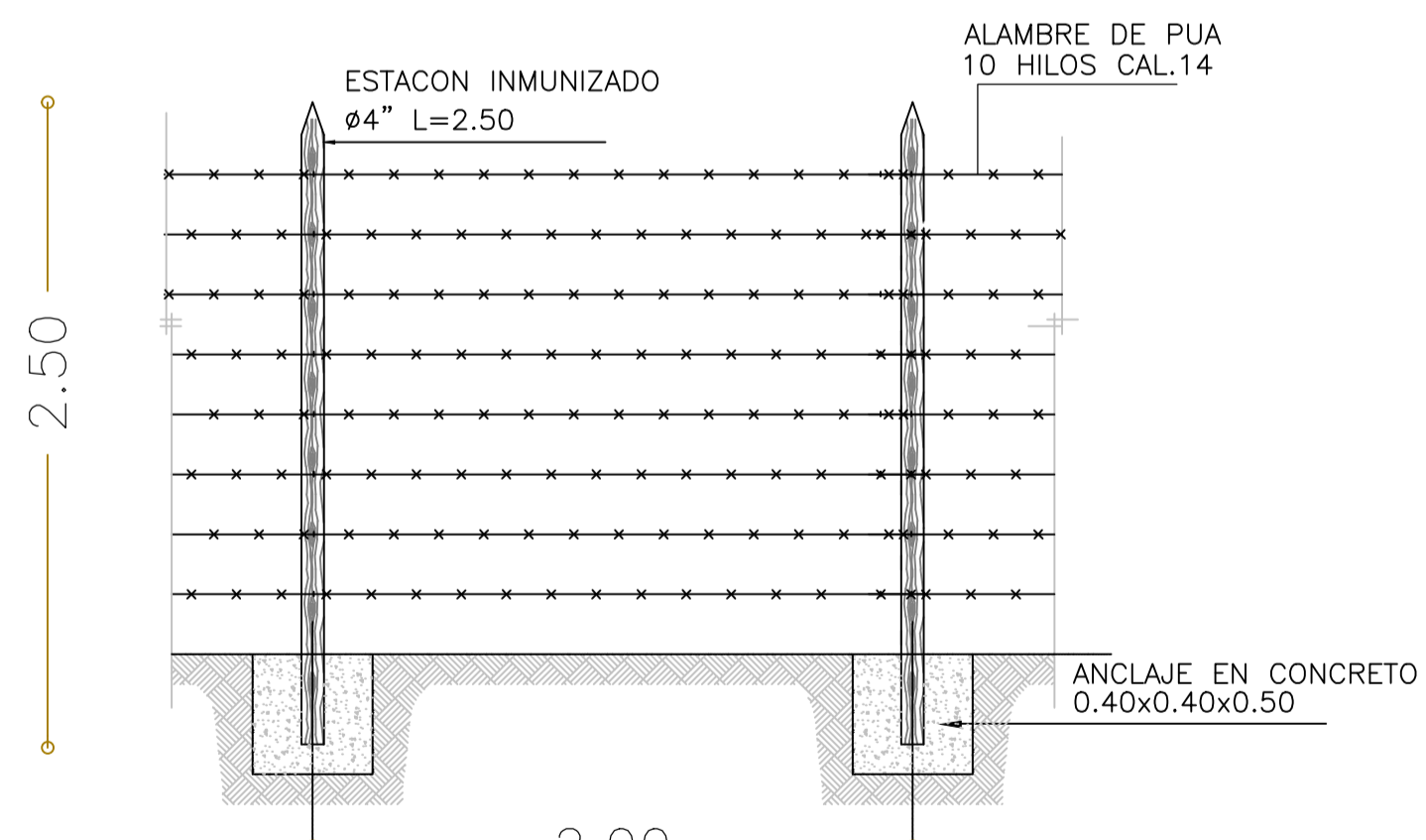
DETALLE N°1  
ESTRUCTURA EN MADERA PARA TECHO  
DE CASETA DE OPERACIÓN  
ESCALA 1:75



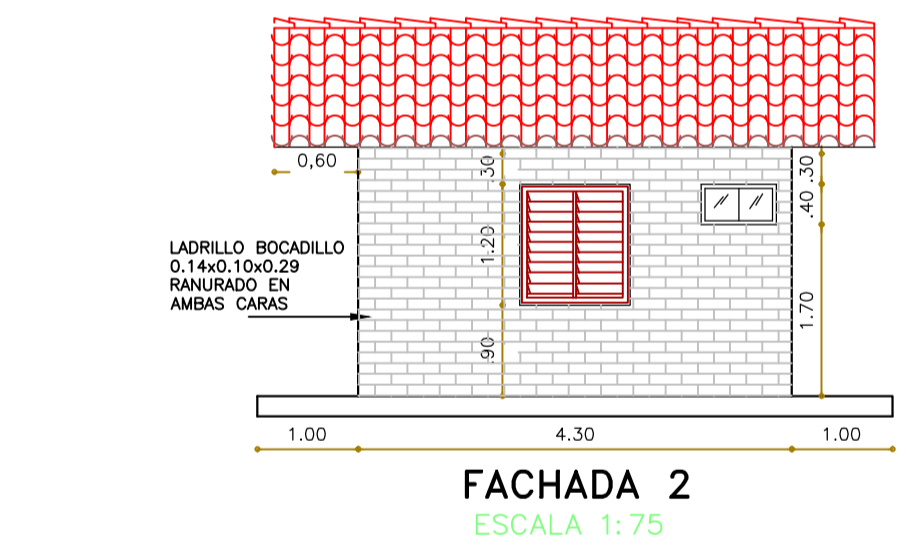
PLANTA CASETA DE OPERACIÓN  
ESCALA 1:75



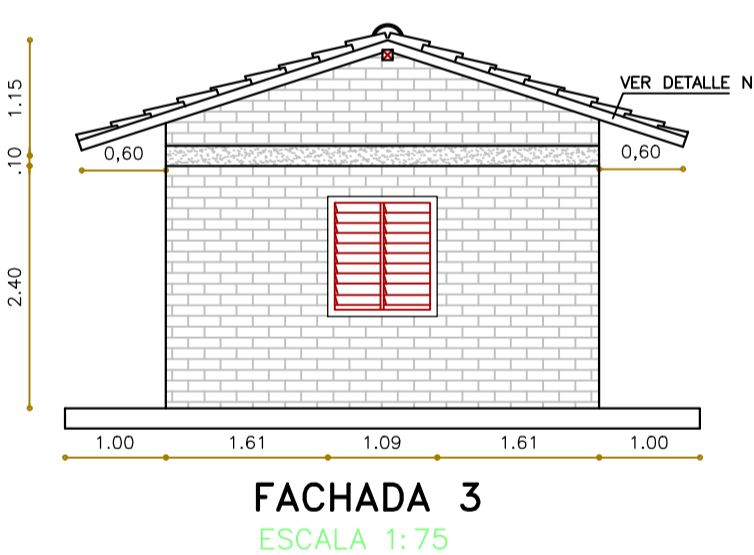
PLANTA TECHOS CASETA  
DE OPERACIÓN  
ESCALA 1:75



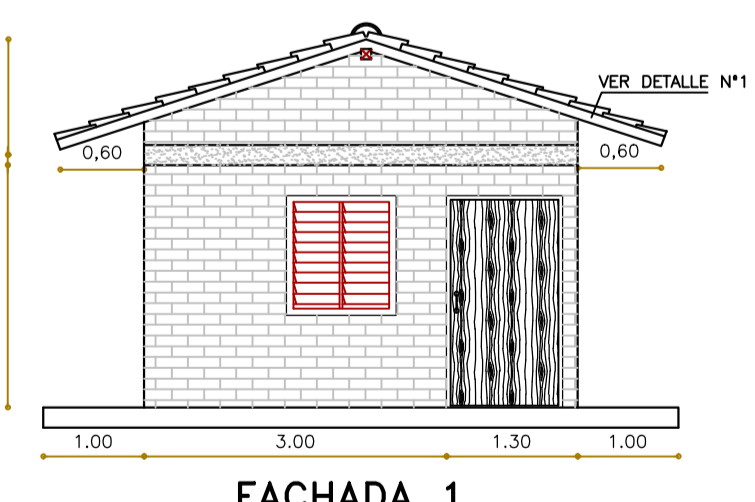
DETALLE N°2  
CERRAMIENTO DEL LOTE  
ESC. 1:25



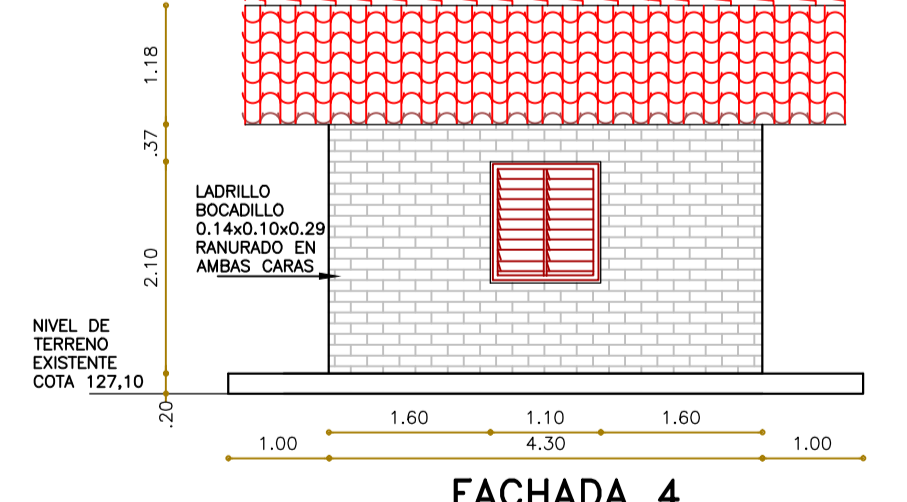
FACHADA 2  
ESCALA 1:75



FACHADA 3  
ESCALA 1:75



FACHADA 1  
ESCALA 1:75



FACHADA 4  
ESCALA 1:75

CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	NORTE	ESTE
-------	-------	------

CASETA DE OPERACIÓN

1	790413.3077	863263.6246
2	790418.1278	863259.5618
3	790422.1881	863264.3789
4	790417.3679	863268.4417

CANAL DE ENTRADA

5	790423.8044	863270.2703
6	790423.0311	863269.3528
7	790435.6308	863257.9481
8	790436.8553	863259.4009

SEDIMENTADOR PRIMARIO

9	790433.9969	863254.8459
10	790440.3051	863249.5290
11	790446.4480	863256.8411
12	790440.1517	863262.1481

DIGESTOR DE LODOS

13	790444.9781	863246.3215
14	790453.1705	863240.5264
15	790456.6507	863244.6554
16	790449.5531	863251.7494

FILTROS ANAEROBIOS

17	790454.6260	863252.1009
18	790457.6845	863249.5230
19	790466.8812	863260.4342
20	790463.8227	863263.0121

CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	NORTE	ESTE
-------	-------	------

LECHOS DE SECADO

21	790451.8336	863235.6287
22	790455.0541	863232.9326
23	790465.6789	863245.5381
24	790462.4675	863248.2449

GERCO PERIMETRAL

25	790406.7175	863261.2510
26	790456.7190	863219.1061
27	790489.4279	863258.1326
28	790439.4238	863300.0441

ALCANTARILLADO INTERNO

P1	790432.3236	863254.6591
P2	790442.1818	863246.3404
P3	790451.9937	863238.0702
P4	790469.9221	863259.6415
P5	790474.7097	863255.6062

EVALUACIÓN PLANTA DETRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES (PTAR) MNPO. CAMPOALEGRE - HUILA  
DIEGO OLIVEROS GARCÍA  
PROG. INGENIERÍA AGRÍCOLA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
NEIVA - 2012

PRESENTADO A:  
Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE MANEJO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE - HUILA  
LEVANTO: Top. HECTOR LOZADA SANCHEZ  
PRESENTADO A: Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM

REVISOR: Ing. REINALDO SEGURO S.  
DISEÑO: Ing. GUALBERTO FUENTES V.

CONTIENE: LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES PERFIL HIDRAULICO Y DETALLES

LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE DEPARTAMENTO DEL HUILA  
DIBUJANTE: J.L.C.M.  
ARCHIVO: 3/08-17 LOCALIZACIÓN PTAR

FECHA: NOVIEMBRE 2006  
ESCALA: INDICADAS

PLANO No. 8/17