

**ESTUDIO DE OPTIMIZACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
POTABLE DEL CENTRO VACACIONAL LAGO SOL**

DIANA CAROLINA CRUZ MURCIA

**CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
GIRARDOT
2008**

**ESTUDIO DE OPTIMIZACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
POTABLE DEL CENTRO VACACIONAL LAGO SOL**

DIANA CAROLINA CRUZ MURCIA

**MONOGRAFIA DE GRADO REALIZADA COMO REQUISITO PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**DIRECTOR
ALDEMARO GULFO MENDOZA
INGENIERO CIVIL**

**CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
GIRARDOT
2008**

Nota de aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

DEDICATORIA

A Dios:

Por llevarme en sus brazos en momentos difíciles.

A mi madre:

Interminable fuente de ternura, amor y comprensión.

A mi padre:

Por enseñarme que no existe gloria sin sacrificios.

A mis hermanos:

Por su comprensión, paciencia, amor y apoyo.

A mi sobrino Santiago Ordoñez Cruz:

Por su amor, ternura y su sonrisa.

A mi familia:

Por creer en mí.

A mi amigo:

Por los momentos felices, apoyo y cariño.

A mis COMPAÑEROS:

Por los hermosos e inolvidables momentos.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer en forma particular a todas y cada una de las personas que contribuyeron a la realización de este trabajo, que en todo momento ha sido muestra de compañerismo y enseñanza.

A mi Dios que siempre me dio ánimo y que los sueños se cumplen si uno se lo propone y la dedicación.

A mis padres lo cual siempre me apoyaron y estuvieron a mi lado en momentos difíciles y buenos.

A mi hermana Liliana Cruz y mi hermano Alexander Cruz, por sus consejos, apoyo y amor.

De la misma manera quiero agradecer al Centro Vacacional LAGO SOL, a la doctora Gloria Amparo Zuluaga, Ingeniero Luis Fernando Medina Diez, Don Pablo Silvio Morales, por la ayuda y la oportunidad brindada durante mi investigación.

Al Ingeniero Aldemaro Gulfo quien con caballerosidad y profesionalismo me brindo la mano en el momento que necesitaba orientación.

Al ingeniero Ramón Sepúlveda por su amabilidad y apoyo durante toda mi carrera.

CONTENIDO

	Pág.
1. OBJETIVOS	12
2. INSTALACIONES CENTRO VACACIONAL LAGO SOL	13
2.1 LOCALIZACION	13
2.2 INSTALACIONES ACTUALES	13
2.3 PROYECTO DE AMPLIACION	14
3. DESCRIPCION DE LA PLANTA DE TRAMIENTO DE AGUA POTABLE	16
3.1 CAPTACION Y ADUCCION	18
3.2 INSTALACIONES DE TRATAMIENTO	22
3.3 ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION	29
3.4 DESCRIPCION ISOMETRICA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	29
4. GENERALIDADES SOBRE TRATAMIENTOS CONVENCIONALES DE POTABILIZACION	32
4.1 NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL PROYECTO.	32
4.2 PROCESOS DE PRETRATAMIENTO	33
4.3 PROCESOS DE COAGULACION – MEZCLA RAPIDA	33
4.4 PROCESO DE FLOCULACION	34
4.5 PROCESO DE SEDIMENTACION	36
4.6 PROCESO DE FILTRACION	36
4.7 PROCESO DE CLORACION	37
5. ANALISIS DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.	38

5.1	BOCATOMA Y ADUCCION	38
5.2	CANALETA DE ENTRADA A LAS INSTALACIONES DE TRATAMIENTO	39
5.3	PROCESO DE AGITACION - COAGULACION	39
5.4	SEDIMENTACION - FILTRACION	40
5.5	CLORACION	40
5.6	NIVELES DE SERVICIO PARA LAS FUTURAS ETAPAS DE AMPLIACION.	41
6.	SUGERENCIAS PARA IMPLEMENTAR EL PROCESO DE OPTIMIZACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.	42
6.1	BOCATOMA - ADUCCION	42
6.2	CANALETA DE ENTRADA	44
6.3	PROCESO DE AGITACION-COAGULACION	44
6.4	SEDIMENTACION - FILTRACION	45
6.5	CLORACION	45
6.6	SECUENCIA DE IMPLEMENTACION SUGERIDA.	47
6.7	CONCLUSION	49
6.8	RECOMENDACIÓN	50
6.9	DISEÑO TABIQUES DENTRO TANQUE DE FLOCULADOR EXISTENTE	51
6.10	DISEÑO DESARENADOR	52
6.11	DISEÑO CANALETA PARSHALL	54
6.12	DISEÑO TIPO ESTATICO	58
6.13	PRESUPUESTO	59
6.14	BIBLIOGRAFIA	60

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Programa de ampliación de las instalaciones.....	15
Cuadro 2. Caudales de captación otorgados.	16
Cuadro 3. Nivel de complejidad del sistema.	32
Cuadro 4. Consumos proyectados en la segunda fase del proyecto.....	41
Cuadro 5. Consumos proyectados en la tercera fase del proyecto.....	41
Cuadro 6.Formato sugerido para el registro de captación.	43
Cuadro 7. Dimensiones estandarizadas de los medidores parshall.....	55
Cuadro 8. Valores K y m.....	56

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización del Centro Vacacional Lago Sol.	15
Figura 2. Copia de exámenes de laboratorio realizados al agua cruda....	17
Figura 3. Esquema isométrico estación de bombeo.	19
Figura 4. Formato actual de registro de captación.	20
Figura 5. Esquema entrega de aducción a canaleta de entrada.....	21
Figura 6. Isometría del sistema de flujo.....	31
Figura 7. Diagrama de flujo del tratamiento utilizado.	31
Figura 8. Modelo de agitador mecánico.....	46
Figura 9 Esquema isométrico de la planta incluidas las sugerencias de optimización	47
Figura 10 Canaleta parshall.....	55
Figura 11. Tipo estático.....	58

LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Fotografía 1. Estación de bombeo sobre el río Sumapaz.....	18
Fotografía 2. Estación de bombeo sobre el río Sumapaz.....	19
Fotografía 3. Entrega de la aducción a la canaleta de entrada.	21
Fotografía 4. Captación Quebrada La Igua.....	22
Fotografía 5. Punto de aplicación del coagulante.....	22
Fotografía 6. Caja de aplicación del coagulante.....	23
Fotografía 7. Cámara de mezcla.	23
Fotografía 8. Actual tanque de floculación.....	24
Fotografía_ 9. Detalle soporte de tabiques en el tanque de floculación....	25
Fotografía 10. Detalle de la entrada del tanque de sedimentacion.....	26
Fotografía 11. Tanque de sedimentacion.....	26
Fotografía 12- Salida por rebose del sedimentador hacia el filtro.....	27
Fotografía 13. Punto de aplicación del desinfectante.	28
Fotografía 14. Sistema de limpieza del filtro.	28
Fotografía 15. Tanque de almacenamiento subterráneo	29
Fotografía 16. Tanque de almacenamiento elevado.	30

INTRODUCCION

La presente monografía de grado intenta dar puntos de soporte a las acciones que debe seguir la administración del Centro Vacacional LAGO SOL. Ante la incertidumbre de si sus actuales instalaciones de potabilización de Agua pueden ofrecer cobertura o no a los niveles de servicio requeridos en las futuras fases de ampliación de su capacidad de atención al público.

Se presentan los trabajos de recopilación de información disponible acerca de la estructura física de las instalaciones, así como su modo de operación actual, con el fin de contrastar estas con las especificaciones y normas vigentes y luego de su análisis, emitir conceptos con bases solidas acerca de los pasos a seguir de cara a su operatividad en el futuro.

El estado actual de la planta así como la existencia o no de la información necesaria condicionaron las sugerencias formuladas a un nivel conceptual, pero dentro de las mismas se dan las pautas para refinar el concepto emitido en un futuro cercano.

1. OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERAL

Realizar los estudios necesarios para determinar la capacidad de servicio actual de la planta de tratamiento de agua potable, de la Asociación Compensar Comfamiliar Afidro del Centro Vacacional LAGO SOL en el Municipio de Nilo –Cundinamarca y proponer los cambios requeridos para ampliar su capacidad de procesamiento.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Recopilar la información acerca de las condiciones físicas de operación actual de la planta de tratamiento de agua potable.
- Realizar el análisis de operación de la planta de tratamiento aplicando la normatividad vigente.
- Formular estrategias para la optimización de la operación de la planta de tratamiento con miras al futuro incremento de la demanda de agua potable en las instalaciones del centro vacacional.

2. INSTALACIONES CENTRO VACACIONAL LAGO SOL

2.1 LOCALIZACION

El Centro Vacacional LAGO SOL, es uno de los principales destinos turísticos de la región del Alto Magdalena, dada su condición de pertenecer a las Cajas de Compensación Compensar y Afidro, las cuales tienen gran cantidad de afiliados, principalmente en la ciudad de Bogotá, y se encuentra en franco crecimiento.

El centro vacacional está ubicado en el kilómetro 107 costado izquierdo sobre la carretera de la vía Bogotá que conduce la ciudad de Girardot, en la vereda la Esmeralda del municipio de Nilo, Cundinamarca. (Figura 1).

La zona posee una temperatura que oscila entre 25° C a 39° C.

Fuente: Administración Centro Vacacional LAGO SOL

2.2 INSTALACIONES ACTUALES

El centro vacacional LAGO SOL dispone de un área superficial total de 47 hectáreas, donde se encuentra intervenidas 24 hectáreas, con las siguientes construcciones:

Cabañas Cristales de Nilo, que ofrecen 32 habitaciones con capacidad para 4 personas (según temporada).

Cabañas Hostales Del Sumapaz con un total de 30 habitaciones, cada habitación tiene capacidad para 6 personas.

Zona de camping, hasta 40 carpas.

Piscinas para adultos y niños (3).

Campos deportivos (tejo, futbol, tenis, parque infantil)

Lago de recreación utilizando para botes de pedal.

Centro de convenciones, sala de conferencias

Cafetería, restaurante, discoteca.

Las anteriores instalaciones pueden atender un máximo 2500 personas, entre personas alojadas y visitantes externos.

2.3 PROYECTO DE AMPLIACION

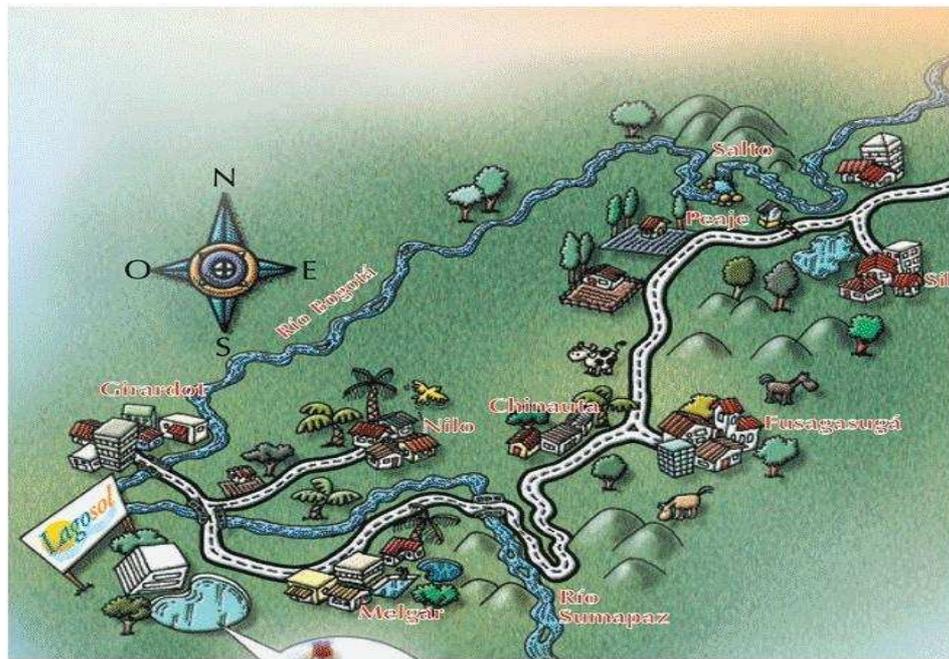
El Centro Vacacional de LAGO SOL, está proyectado para ser desarrollado en tres fases.

La primera fase (ocupación actual del proyecto), comprende un área de 5222 m², considera una demolición de 1390 m² y una ampliación de 12550 m²; en la segunda fase las construcciones nuevas comprenderán de 6.140 m² adicionales y para la tercera fase, las construcciones tendrán 9.850 m² adicionales, para un total de 28540 m² de construcción.

Las áreas libres para la primera fase serán de 60.010 m²; para la segunda, la ocupación crecerá en 20.940 m² y para la tercera fase se ocuparan 27.360 m² adicionales, para un total de 108.310 m². (Cuadro 1)

Las proyecciones de capacidad de atención al cliente son de 3800 en la fase 2 y de 7000 personas en la fase 3.

Figura 1. Localización del Centro Vacacional LAGO SOL.



(Fuente www.compensar.com)

Cuadro 1. Programa de ampliación de las instalaciones.

Zona	Fase1		Fase2		Fase3		Total	
	Área Cons.	Área Abierta						
Administ.	2070	26160	540	5520	400	6920	3010	38600
Recreación	3900	6550	1900	6000	2430	7120	8230	19670
Zona Hotel	6350	23180	3490	8000	7020	11640	16860	42820
Camping	230	4120	210	1420		1680	440	7220
Total	12550	60010	6140	20940	9850	27360	28540	108310
Acumulado	12550	60010	18690	80950	28540	108310	28540	108310

Fuente: Administración Centro Vacacional LAGO SOL

3. DESCRIPCION DE LA PLANTA DE TRAMIENTO DE AGUA POTABLE

La construcción de las instalaciones de tratamiento actuales se realizó en el año de 1976. Actualmente el Centro Vacacional LAGO SOL cuenta con permiso de captación de aguas del río Sumapaz, según resolución 2203 de 19 de septiembre de 2007 de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. En dicha resolución la CAR concede un volumen de captación de 3.07 l.p.s. para satisfacer las necesidades especificadas en el cuadro 2.

Cuadro 2. Caudales de captación otorgados.

DEMANDA	MODULO CONSUMO DIA	CAUDAL L/DIA	CAUDAL LPS	CAUDAL M3/MES
Consumo domestico personas permanentes 40 personas	140 litros/persona/día	5600	0.06	1.55
Consumo domestico personas flotantes 2000 personas	70 litros/persona/día	140.000	1.62	4.200
Consumo de riego de 10 ha. de zonas verdes	0.24 litros x ha	120.096	1.39	3.602
TOTAL		265.696	3.07	7957

Fuente: Administración Centro Vacacional Lago Sol

La concesión de uso aguas tiene un plazo de 10 años a partir de la fecha de resolución, prorrogable según visita técnica el último año de vigencia.

Las pruebas físico químicas realizadas al agua cruda, según los protocolos del Instituto Nacional de Salud arrojan valores bajos de pH, turbiedad y color moderados y bajo contenidos de cloruros, sulfatos y minerales, por lo cual es suficiente un tratamiento de tipo convencional para su potabilidad. (Figura 2).

Figura 2. Copia de exámenes de laboratorio realizados al agua cruda.



Carmen Adriana López M.
Bacterióloga Colegio Mayor de Cundinamarca. Reg. 63330875

Control de Calidad en Aguas de Consumo y Recreación

MUNICIPIO : Nilo, Cundinamarca. ACTA : 2007 - 1088
 ENTIDAD : CENTRO VACACIONAL - LAGOSOL - NIT :
 DIRECCION : Km 109 vía Bogotá - Girardot. TELEFONO : 8392929
 DIRIGIDO A : Ing. Fernando Medina. CARGO : Bacterióloga
 SOLICITADO POR : Jefe de Mantenimiento. TELEFONO :

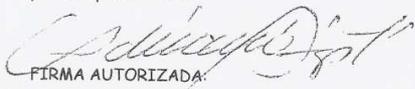
TIPO DE MUESTRA : AGUA CRUDA
 FUENTE : Rio Sumapaz.
 LUGAR DE TOMA : Punto de captación y entrada a la planta de tratamiento.
 FECHA DE TOMA : Septiembre 15 del 2007 HORA : 11:00 a.m.
 MUESTREO POR : Carmen Adriana López Murcia CARGO : Bacterióloga
 EN PRESENCIA DE : Rafael Castillo CARGO : Operario
 RECEPCION LAB. : Septiembre 15 del 2007 HORA : 12:30 p.m.
 REPORTE : Septiembre 21 del 2007

ANALISIS FISICOQUIMICO

PARAMETROS	NORMA Resolución 2115 / 2007	RESULTADOS
pH	6,5 - 9,0	6,97
COLOR U.P.C.	Hasta 15 U.P.C.	45,0
TURBIEDAD U.N.	Hasta 5 NTU	14,8
CLORO RESIDUAL mg/L	0.3 - 2.0 mg/L.	No aplica para agua cruda
ALCALINIDAD TOTAL mg/L	Hasta 200 mg/L.	15
CLORUROS Cl mg/L	Hasta 250 mg/L.	10
SULFATOS SO4 mg/L	Hasta 250 mg/L.	146
NITRITOS mg/L	Hasta 0.1 mg/L.	0,05
HIERRO TOTAL Fe mg/L	Hasta 0.3 mg/L	0,38
DUREZA TOTAL mg/L	Hasta 300 mg/L.	20
COBRE RESIDUAL Cu mg/L	Hasta 1,0 mg/L.	0,0

S.D. : Sin Determinar N.E. : No Establecido.

CONCEPTO FISICOQUIMICO: No se emite concepto de aprobación ó rechazado.
 El recurso analizado requiere tratamiento convencional para su potabilidad.


 FIRMA AUTORIZADA:

Este informe expresa fielmente los resultados de los análisis realizados y confirmados a las muestras especificadas siguiendo el protocolo establecido para analisis de aguas del INSTITUTO NACIONAL DE SALUD.

Calle 21 No. 12-26 Barrio Sucre Girardot - Cundinamarca Tel. 835 22 23 - Cel 316 2 33 78 44 - 313 2 10 03 59

Fuente: Administración Centro Vacacional LAGO SOL

3.1 CAPTACION Y ADUCCION

La captación se realiza mediante bombeo, por medio de una tubería de succión de 6" de HF, la cual está conectada a una motobomba de 40 l/s de capacidad, que es alimentada por un motor de encendido manual de 50 HP. Como medio de filtración la tubería de succión cuenta con una rejilla para impedir la entrada a la bomba de materiales gruesos (figura 3). Adicionalmente cuenta con un cheque medidor utilizado para registrar el caudal bombeado hacia la planta.

Esta instalación se encuentra dentro de una caseta de ladrillo tolete de dimensiones 3.20m x 2.30 m. (Fotografías 1 y 2)

Fotografía 1. Estación de bombeo sobre el río Sumapaz



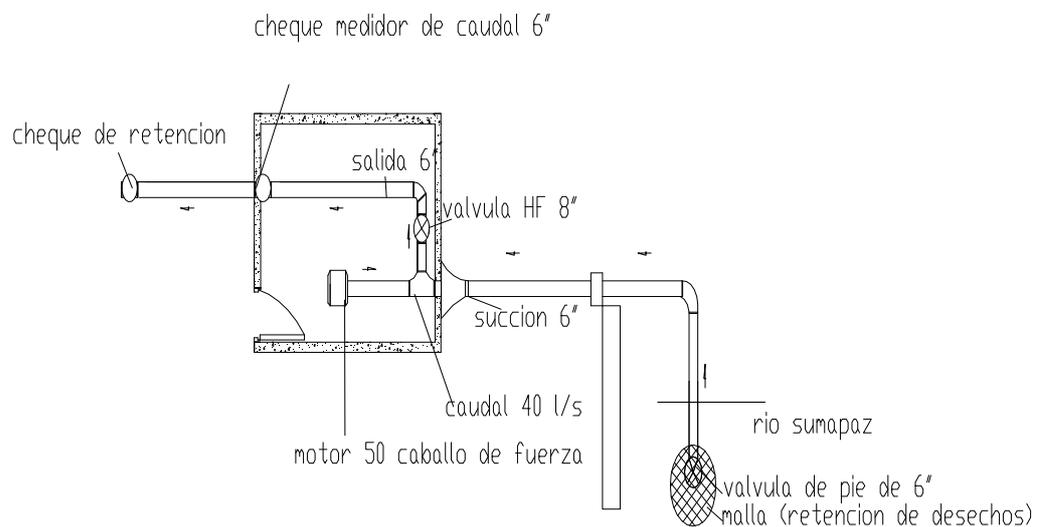
Para el registro de captación se toma la lectura del cheque medidor al inicio y final del día, registro que se lleva de manera mensual. El registro no discrimina el

número de horas diarias que trabaja la estación de bombeo, el cual depende de la afluencia de turistas al centro vacacional. (Figura 4)

Fotografía 2. Estación de bombeo sobre el río Sumapaz



Figura 3. Esquema isométrico estación de bombeo.



El caudal total bombeado alimenta tanto la planta como al lago de recreación, el cual es la fuente para el agua de riego de zonas verdes.

La aducción inicia a partir del cheque de retención, es una línea de tubería enterrada de longitud 200 m y diámetro de 6” que entrega en la planta de tratamiento a una canaleta de concreto. En la canaleta de entrega de la aducción no existe ninguna estructura de separación, ni de medición de los caudales que se derivan hacia las instalaciones de tratamiento y hacia el lago.

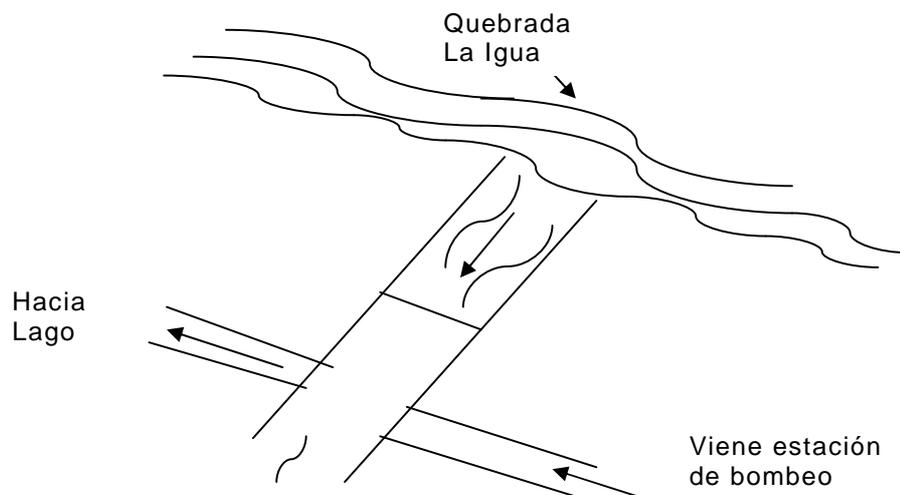
Figura 4. Formato actual de registro de captación.

REGISTRO DIARIO CAPTACION BOCATOMA			
MES : <u>NOVIEMBRE</u>			
RESPONSABLES: RODOLFO REYES,RAFAEL CASTILLO,HILSON OCHOA,ANGEL SANCHEZ			
DIA	LECTURA INICIAL	LECTURA FINAL	CAUDAL M3/DIA
1	71425	71496	71
2	71496	71543	47
3	71543	71635	92
4	71635	71716	81
5	71716	71770	54
6	71770	71823	53
7	71823	71893	70
8	71893	71893	0
9	71893	71987	94
10	71987	72114	127
11	72114	72243	129
12	72243	72301	58
13	72301	72377	76
14	72377	72454	77
15	72454	72549	95
16	72549	72667	118
17	72667	72746	79
18	72746	72851	105
19	72851	72953	102
20	72953	73036	83
21	73036	73122	86
22	73122	73205	83
23	73205		-73205
24	0		0
25	0		0
26	0		0
27	0		0
28	0		0
29	0		0
30	0		0
31	0		0
TOTAL			-71425

* NO SE PRENDIO MOTOR DEL RIO

Adicionalmente esta canaleta inicia en el cauce seco de la Quebrada la Igua, de la cual en temporada de lluvias, parte de su caudal es captado por la canaleta y derivado hacia el lago y las instalaciones de la planta con toda la carga de sedimentos que transporta. (Figura 5, fotografías 3,4)

Figura 5. Esquema entrega de aducción a canaleta de entrada



Fotografía 3. Entrega de la aducción a la canaleta de entrada.



Fotografía 4. Captación Quebrada La Igua



3.2 INSTALACIONES DE TRATAMIENTO

El proceso de aplicación del coagulante se realiza al final del canal a la entrada de las instalaciones de tratamiento. Sobre esta se encuentra un tanque de asbesto cemento de 1000 litros, el cual contiene la solución de coagulante (sulfato de aluminio), la que se administra al caudal entrante mediante goteo a través de una manguera de plástico. La dosificación del coagulante se hace de modo empírico, 3 cucharadas por tanque de 1000 litros. (Fotografía 5)

Fotografía 5. Punto de aplicación del coagulante.



Luego de la aplicación del coagulante se encuentra una caja de dimensiones 1.00 m x 1.00 m x 1.50 m, con nivel de agua 1.00 m, al final del canal de entrada (fotografía 6). Esta caja se encuentra conectada en su fondo a la cámara de mezcla por un orificio de 4"; la cámara de mezcla es una estructura enterrada de dimensiones 1,40m x 2.60m x 1,50 m, con nivel de agua de 1.00 m, de la cual se bombea el caudal hacia el tanque de floculación. Al iniciar dicho bombeo el flujo desde la caja choca contra la pared de la cámara de mezcla y produce la agitación necesaria para mezclar el coagulante. (Fotografía 7).

Fotografía 6. Caja de aplicación del coagulante.



Fotografía 7. Cámara de mezcla.



El agua bombeada desde la cámara de mezcla llega a un tanque que aparentemente funcionaba como tanque de floculación (fotografía 8). Es una estructura superficial, de fondo inclinado 2.40 m x 2.45, de ancho 2.60 m, y lamina de agua 1.00 m. Presenta una estructura de rieles adosada a la parte superior de las paredes en su sentido largo, que podrían haber sido el soporte de los tabiques verticales propios de un sistema de floculación (fotografía 9).

Fotografía 8. Actual tanque de floculación.



La entrada del agua es completamente turbulenta, debido al impulso de la bomba y al hecho de que no presenta ninguna estructura de disipación del flujo. En fondo de su pared terminal tiene un tubo de salida de 6" para tanque para funciones de lavado.

Fotografía 9. Detalle soporte de tabiques en el tanque de floculación.



El caudal del tanque floculador pasa por gravedad hacia el tanque de sedimentación, mediante tubería de 8" (fotografía 10). Este también es una estructura superficial de dimensiones 4.0 m x 13.00 m x 3.00 m, de fondo plano con nivel de agua 1.00 m. (fotografía 11). Para su lavado dispone de una tubería de 8" en su fondo que esta conectada al sistema de drenaje.

Fotografía 10. Detalle de la entrada del tanque de sedimentación.



Fotografía 11 Tanque de sedimentación.



El flujo de agua sedimentada pasa por rebose a una canaleta que entrega al tanque de filtración (fotografía 12).

Fotografía 12- Salida por rebose del sedimentador hacia el filtro.



El proceso de filtración se realiza mediante flujo descendente en un tanque de concreto de 2.60 m x 3.0 m x 3.50 m. La capa de agua es de 1.30 y los mantos filtrantes son arena fina (0.50 m) y grava (0.50). El fondo tiene una red de drenaje en de PVC perforada la que conduce el flujo de agua filtrada hacia el tanque de desinfección.

Para la desinfección se utiliza cloro liquido y soda caustica, con los cuales se preparan de forma empírica soluciones de cada uno de ellos y se colocan en baldes independientes, los cuales están colocados sobre el tanque de desinfección y administran la solución al agua filtrada mediante goteo.

El tanque de desinfección mide 2.40 m x 3.42 m y su nivel de agua es 2.88 m, esta separado en dos secciones mediante un tabique. A la primera sección llega el caudal desde el filtro y por rebose pasa a la segunda sección, donde es

aplicado el desinfectante y de allí va directamente al tanque de almacenamiento. No es apreciable una turbulencia que facilite la mezcla del desinfectante.

Fotografía 13. Punto de aplicación del desinfectante.



Al lado del tanque de desinfección hay un cárcamo que alberga la tubería de lavado del filtro. El lavado se realiza bombeando agua tratada por medio de esta tubería al fondo del filtro, donde el agua al ascender eleva las impurezas y limpia el material filtrante (fotografía 14).

Fotografía 14. Sistema de limpieza del filtro.



3.3 ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION

El tanque de almacenamiento es una estructura enterrada, de dimensiones 10.00 m x 10.00 m x 4.67 m (fotografía 15). Desde aquí se alimenta por bombeo un segundo tanque de almacenamiento que es una estructura elevada de 250 m³ de capacidad (fotografía 16)

3.4 DESCRIPCION ISOMETRICA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Para una mejor comprensión de la circulación del flujo en el sistema de tratamiento se anexa un esquema isométrico del mismo en la figura 5. Cabe destacar los tipos de flujo en los diferentes tramos del mismo:

Fotografía 15. Tanque de almacenamiento subterráneo



Fotografía 16. Tanque de almacenamiento elevado.



Bocatoma – Punto de entrega a la canaleta: flujo por bombeo.

Canaleta – caja de mezcla: flujo por gravedad.

Caja de mezcla – floculador: flujo por bombeo.

Floculador – sedimentador – filtros – tanque 1: flujo por gravedad.

Tanque 1 – tanque 2: Flujo por bombeo

Tanque 2 – red de distribución: flujo por gravedad.

Los procesos de tratamiento utilizados se esquematizan en la figura 6, con el objeto de realizar una confrontación contra los procesos estandarizados para un tratamiento convencional.

Figura 6. Isometría del sistema de flujo

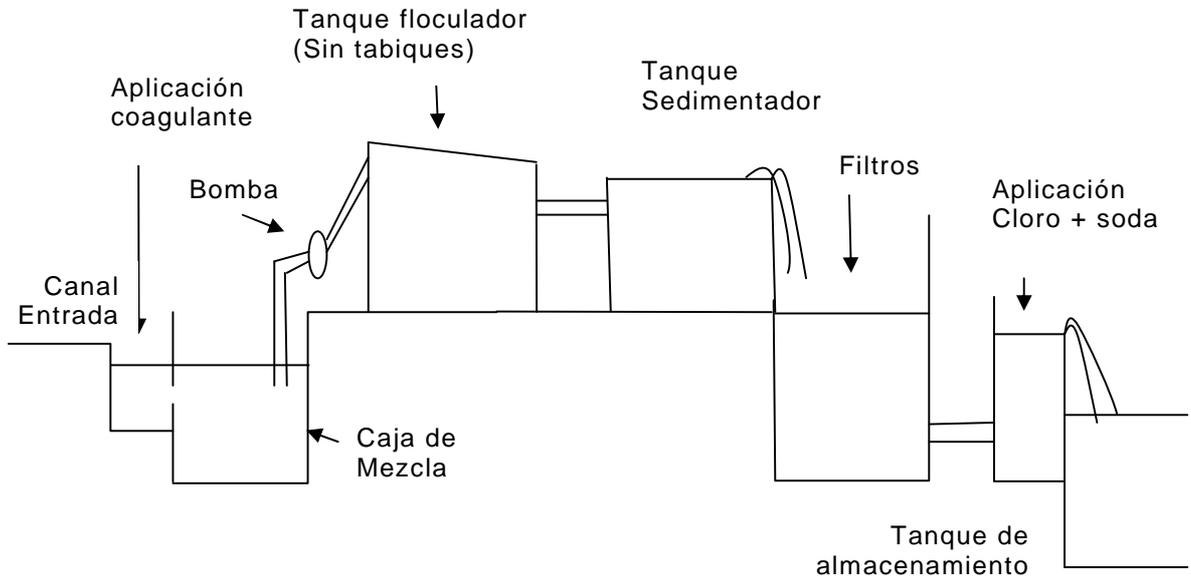
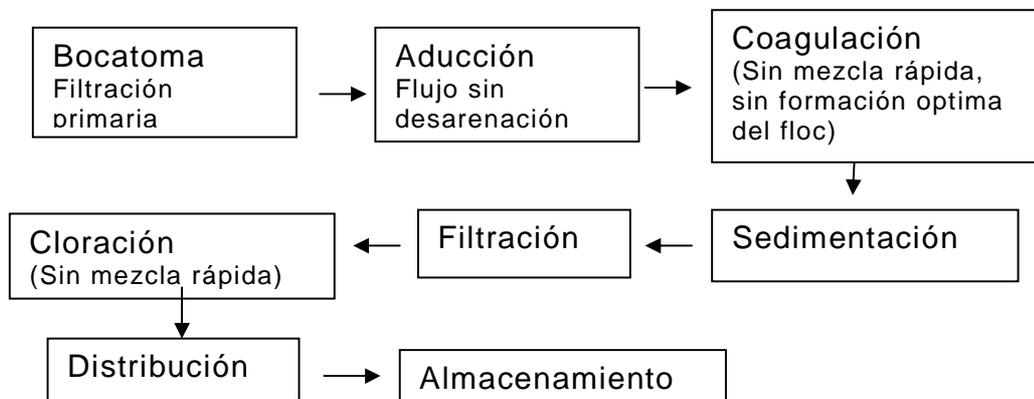


Figura 7. Diagrama de flujo del tratamiento utilizado.



La recopilación de la geometría, localización y demás características de las instalaciones se muestran en los planos del anexo 1.

4. GENERALIDADES SOBRE TRATAMIENTOS CONVENCIONALES DE POTABILIZACION

La normatividad vigente en la materia es el “Reglamento de Técnico del Sector de agua Potable y Saneamiento Básico RAS2000”, específicamente en su Título C: Sistema de potabilización. Para la aplicación del contenido de la norma es necesario primero determinar el nivel de complejidad del proyecto.

4.1 NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL PROYECTO.

Este debe realizarse de acuerdo a lo especificado en el numeral A.3 RAS2000, este depende del número de usuarios y su capacidad económica según la especificado en el cuadro 3.

Cuadro 3. Nivel de complejidad del sistema.

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana ⁽¹⁾ (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios ⁽²⁾
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Notas : (1) Proyectado al periodo de diseño, incluida la población flotante.

(2) Incluye la capacidad económica de población flotante. Debe ser evaluada según metodología del DNP.

Fuente: RAS2000

Según el estudio del Centro Vacacional Lago Sol tiene una capacidad actual de atención al cliente 2.500 personas con proyección a atender 7.000 personas osea que pertenece al nivel de complejidad medio.

PROCESOS DE PRETRATAMIENTO

Aunque su implementación depende en términos últimos de la calidad de la fuente, en un proceso de potabilización convencional se recomienda la implementación de estructuras de pre tratamiento como:

“Remoción del material flotante Debe emplearse cuando se requiere retirar del agua el material sobrenadante, para que posteriormente pueda ser tratada por los procesos convencionales. Para estos procesos preparatorios pueden utilizarse: rejillas, mallas, y trampas de grasa y aceite.” (C.3.2.1 RAS 2000)

“Remoción del material suspendido. Deben usarse cuando exista un exceso de material suspendido en el agua, en especial arcillas y algas que pueden interferir en los subsiguientes procesos de tratamiento. Entre los procesos preliminares que pueden emplearse, se tienen: desarenadores, presedimentadores con o sin aplicación de químicos, pre filtros y micro tamices.” (C.3.2.2 RAS 2000)

4.2 PROCESOS DE COAGULACION – MEZCLA RAPIDA

La normatividad vigente especifica dos procedimientos para esta fase del tratamiento, la dosificación y la mezcla rápida.

Para la dosificación pueden utilizarse diferentes tipos de mecanismos, dependiendo estos del tipo de coagulante a usar, dosificadores volumétricos y gravimétricos para coagulantes en polvo o dosificadores por bombeo o por gravedad para coagulantes en soluciones. Los criterios para su elección e implementación son:

“a) La precisión requerida, la confiabilidad para aplicar siempre la dosis predeterminada, el tipo de producto por dosificar y el rango de caudal de trabajo.

b) Factores técnicos y económicos.

c) Los dosificadores deben tener una capacidad para dosificar por lo menos, la dosis que cubra las condiciones más desfavorables del agua por tratar.

d) Deben conseguirse en el mercado las piezas de repuestos para el tipo de dosificador seleccionado.

e) Para los niveles bajo y medio de complejidad deben preferirse los dosificadores con control manual; para los niveles medio alto y alto de complejidad el control puede ser automático, pero debe estar diseñado para permitir su manejo manual en caso de daño o emergencia y tener por lo menos dos unidades de dosificación. (C.4.4.1.4 RAS 2000)”

En cuanto al mecanismo de mezcla rápida, la norma reconoce dos tipos de mezcladores: hidráulicos y mecánicos. Entre los primeros se cuenta el resalto hidráulico provocado por canaletas tipo Parshall o vertederos, los difusores (tubos perforados) y los mezcladores estáticos de inserción. Los mezcladores mecánicos pueden ser de paletas, hélices o turbinas o cualquier mecanismo acoplado a un eje central, estos deben funcionar a un número elevado de revoluciones para garantizar la agitación violenta del agua. (C.4.4.2.2 RAS 2000)

4.3 PROCESO DE FLOCULACION

La efectividad del proceso de floculación esta definida en el numeral C.5.4 “*la agitación no debe ser ni muy lenta que favorezca la sedimentación, ni muy rápida que provoque el rompimiento de los flóculos ya formados. El tiempo y el gradiente óptimo deben ser los obtenidos en la prueba de jarras*”. Cualquier tipo de

mecanismo de floculación que se implemente (mecánico o hidráulico) debe garantizar la indicación anterior.

Para la correcta operación en un floculador hidráulico, el RAS especifica:

- “1. Debe verificarse que la dosificación y la mezcla rápida estén operando satisfactoriamente.*

- 2. Es necesario constatar que el nivel del agua en las cámaras, no varíe más del 10% por arriba o por abajo del nivel de diseño.*

- 3. Debe mantenerse el gradiente medio óptimo de velocidad en el floculador por medio de la diferencia de nivel entre la entrada y la salida; para efectuar esta operación es conveniente tener reglas fijas niveladas en la entrada y salida del floculador. En caso de no ser así, debe ajustarse a los óptimos obtenidos en la prueba de jarras.*

- 4. Debe garantizarse que el tiempo de contacto en la unidad sea el suficiente, para permitir que los flóculos alcancen el tamaño y peso adecuado, lo cual es función de la dosis, el gradiente de velocidad y el tiempo que se mantenga la agitación en concordancia con la prueba de jarras.*

- 5. Debe observarse en la salida del floculador el tamaño del flóculo y determinarse la turbiedad residual después de decantada y compararla con la obtenida bajo los mismos parámetros en la prueba de jarras.”*

4.4 PROCESO DE SEDIMENTACION

Para la implementación de esta etapa del proceso de tratamiento, la norma RAS contempla varios dispositivos utilizables, clasificados básicamente por la velocidad con que realizan el tratamiento. Se permite la utilización de sedimentadores de alta tasa de flujo horizontal o vertical y sedimentadores con manto de lodos. Para el caso específico de los sedimentadores de flujo horizontal se resaltan los siguientes parámetros:

Zona de entrada

La entrada del agua a los sedimentadores debe ser realizada por un dispositivo hidráulico capaz de distribuir el caudal uniformemente a través de toda la sección transversal, disipar la energía que trae el agua y garantizar una velocidad longitudinal uniforme, de igual intensidad y dirección.

Zona de salida

Debe estar constituida por vertederos, canaletas o tubos con perforaciones

4.5 PROCESO DE FILTRACION

La norma RAS contempla diferentes procesos de filtración. *“Este proceso se puede realizar por filtración rápida o filtración lenta. La filtración rápida se divide en filtración ascendente y descendente. Puede filtrarse por gravedad o por presión, el lavado puede ser intermitente o continuo. También puede emplearse la filtración lenta sola o con diversas etapas de pre filtración”.*

Adicionalmente se dan parámetros para las velocidades de operación de los filtros: *“La tasa de filtración debe depender de la calidad del agua, de las características de la filtración y de los recursos de operación y control. La tasa normal debe*

garantizar la eficiencia del proceso. Para el diseño deben adoptarse las siguientes tasas:

1. Para lechos de arena o antracita sola con T_e de 0.45 mm a 0.55 mm y una profundidad máxima de 0.75 m, la tasa debe ser inferior a $120 \text{ m}^3/(\text{m}^2.\text{día})$.

2. Para lechos de antracita sobre arena y profundidad estándar, la tasa máxima es de $300 \text{ m}^3/(\text{m}^2.\text{día})$, siempre y cuando la calidad del floc lo permita.

3. Para lechos de arena sola o antracita sola de tamaño grueso, con profundidad mayor de 0.9 m, la tasa de filtración máxima es de $400 \text{ m}^3/(\text{m}^2.\text{día})$.” (C.7.5.1.3)

4.6 PROCESO DE CLORACION

Para esta fase final del proceso de tratamiento el RAS especifica:

“La operación exitosa del proceso de cloración requiere principalmente:

1. Suministro adecuado y permanente del agente desinfectante.

2. Control eficiente, continuo y exacto de la dosificación.

3. Manejo seguro en todo momento del compuesto y de los equipos utilizados para su aplicación.

4. Mezcla completa y continua del cloro con toda el agua a tratar.” C.8.7.1.2

5. ANALISIS DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

5.1 BOCATOMA Y ADUCCION

La actual captación depende de un solo sistema de impulsión, lo cual hace vulnerable todo el sistema a la falla de dicho mecanismo. Dicha vulnerabilidad es de carácter grave, ya que paralizaría todo el sistema de potabilización. No se tiene ningún tipo de respaldo para realizar un bombeo alterno.

Al no tener en este punto un sistema primario de desarenación el caudal bombeado tiene toda su carga original de sólidos en suspensión, lo que implica mayor densidad del fluido, aumentando los requerimientos de potencia del sistema de bombeo.

Adicionalmente los sólidos suspendidos afectan la pared interna de la tubería de aducción, reduciendo su vida útil.

Es de recordar que parte del caudal captado se deriva hacia el lago, lo que implica que no todo el volumen bombeado necesita un tratamiento primario de desarenación para su proceso.

Aunque se dispone de un registro diario de bombeo, debido al formato utilizado no es posible determinar un dato exacto del caudal captado, se registra el volumen/día, más no la hora de inicio y final de funcionamiento del sistema.

5.2 CANALETA DE ENTRADA A LAS INSTALACIONES DE TRATAMIENTO

La carencia de una estructura de separación del caudal proveniente de la Quebrada La Igua, en temporada de lluvia, aumenta la acumulación en su fondo de sedimentos, los cuales se suman a los contenidos en el caudal bombeado desde el Rio Sumapaz. Esta acumulación de sedimentos disminuye la capacidad de su sección hidráulica y dificulta la implementación de una estructura de medición del caudal que realmente entra a las instalaciones de tratamiento.

La dosificación de coagulante, aun cuando se deseara realizar de manera técnica, resultaría en un gasto excesivo de mismo, debido a que se realiza a un caudal sin ningún tratamiento primario de desarenación.

5.3 PROCESO DE AGITACION - COAGULACION

Aunque el proceso de succión del agua desde la cámara de mezcla por medio de bombeo produce agitación en el caudal, luego de la aplicación del coagulante, este procedimiento no garantiza un proceso optimo de mezcla rápida, el cual exige una dispersión rápida y uniforme del coagulante, a menos que se cuente con una estructura que garantice flujo turbulento.

El actual paso del caudal de mezclada con coagulante a través del tanque de floculación se hace de manera agitada y rápida, debido obviamente a la carencia de baffles o pantallas deflectoras que garanticen un tiempo de retención adecuado para la formación del floc.

En el actual proceso, debido a que el bombeo desde la cámara de mezcla es suspendido, en este tanque alcanza sedimentarse gran parte de los sólidos parcialmente floculados, pero no en un proceso adecuado.

5.4 SEDIMENTACION - FILTRACION

El paso de caudal desde el tanque floculador hacia el sedimentador se hace a través de una tubería que funciona ahogada, sin la típica estructura de entrada que disminuya su velocidad. Igualmente la carencia de una estructura de salida adecuada implica que al caudal sedimentado se le pueden agregar impurezas provenientes de su condición de tanque al aire libre, lo que compromete el proceso de filtración.

A la estructura de filtración no se le aprecia falencia alguna, salvo su futura capacidad de proceso, condición que es común a todos los elementos de la planta.

5.5 CLORACION

A la dosificación empírica de los productos desinfectantes debe sumarse el hecho de que no existe una estructura de mezcla rápida inmediatamente después del punto de aplicación de los mismos.

Aunque existe agitación en el punto de paso por rebose desde la salida del filtro, esta no es continua ni prolongada luego de su paso por el vertedero.

5.6 NIVELES DE SERVICIO PARA LAS FUTURAS ETAPAS DE AMPLIACION.

A partir de las proyecciones de ampliación del centro vacacional en sus fases 2 y 3 y considerando las dotaciones de agua que otorgadas en la Resolución 2203 de la CAR, es posible establecer los niveles de procesamiento requeridos mostrados en las cuadros 4 y 5.

Cuadro 4. Consumos proyectados en la segunda fase del proyecto.

DEMANDA	MODULO CONSUMO DIA	CAUDAL L/DIA	CAUDAL LPS	CAUDAL M3/MES
Consumo domestico personas permanentes 80 personas	140 litros/persona/día	11200	0.12	336
Consumo domestico personas flotantes 3800 personas	70 litros/persona/día	266000	3.07	7980
Consumo de riego de 81 ha. de zonas verdes	12000 litros /ha*día	972000	11.25	29160
TOTAL		1249200	14.44	37476

Cuadro 5. Consumos proyectados en la tercera fase del proyecto.

DEMANDA	MODULO CONSUMO DIA	CAUDAL L/DIA	CAUDAL LPS	CAUDAL M3/MES
Consumo domestico personas permanentes 120 personas	140 litros/persona/día	16800	0.19	504
Consumo domestico personas flotantes 7000 personas	70 litros/persona/día	490000	5.67	14700
Consumo de riego de 108 ha. de zonas verdes	12000 litros /ha*día	1296000	15	38880
TOTAL		1802800	22.61	54084

6. SUGERENCIAS PARA IMPLEMENTAR EL PROCESO DE OPTIMIZACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

Del análisis anterior sobre el funcionamiento de la planta de tratamiento, se deduce que existen varios puntos que dificultan la medición de la eficiencia del proceso actual de tratamiento, entre otras la ausencia de estructuras de medición del caudal al inicio y al final del proceso, así como la mezcla de caudales y la carencia de estructuras de pre tratamiento.

Por lo anterior se propone un plan de medidas encaminadas a mejorar la operatividad de la actual instalación, así mismo el registro continuo de todas las fases del proceso para así contar con un historial que permita un estudio completo de su eficiencia.

A partir de este historial podrá determinarse por simple diferencia con las necesidades futuras de tratamiento la necesidad real de nuevas estructuras, un aumento en el tiempo de operación de las actuales acompañado con una mayor capacidad de almacenamiento.

6.1 BOCATOMA - ADUCCION

Para disminuir la vulnerabilidad del sistema de bombeo ante una falla mecánica, se sugiere utilizar para las fases futuras del proyecto un sistema de bombas en paralelo, que garantice la continuidad del bombeo.

El formato de registro actual del caudal bombeado debe ser mejorado, para que permita la determinación del mismo en unidades de l/s. Se

propone un nuevo formato de registro, el cual permite asentar el número de horas diarias de bombeo (el cual no es constante, depende de la temporada).

Cuadro 6.Formato sugerido para el registro de captación.

FECHA	HORA ENCENDIDO	LECTURA INICIAL	HORA APAGADO	LECTURA FINAL	M3/DIA 1000 LTS	L.P.S

La aducción transporta tanto el caudal que debe ser tratado como el caudal que alimenta el lago el cual no necesita tratamiento. Se sugiere realizar una derivación de esta que conduzca el caudal que necesita tratamiento hacia una estructura de desarenación. Este procedimiento permitirá disminuir considerablemente la carga de lodos que contiene el agua a tratar con la consiguiente optimización de las dosis de coagulante necesarias.

Como medida de control se debe implementar a la salida del desarenador una estructura de medición de caudal, para así poder registrar el caudal real que entrara a las estructuras de tratamiento. Es posible utilizar una canaleta Parshall.

6.2 CANALETA DE ENTRADA

Para evitar la entrada del caudal proveniente de la quebrada la Igua, con su carga de lodos hacia las estructuras de tratamiento, se hace necesario sellar esta canaleta en el punto inmediatamente siguiente a la entrada de la aducción. Se hará necesario entonces adicionar una conducción nueva desde la canaleta Parshall a la salida del nuevo desarenador hasta el punto de aplicación del coagulante.

La dosis requerida de coagulante deberá ser determinada bajo las condiciones que se presenten una vez implementado el desarenador. (Prueba de jarras). No se sugiere implementar esta prueba bajo las condiciones actuales de operación, ya que el caudal trae toda su carga de lodos.

6.3 PROCESO DE AGITACION-COAGULACION

Para garantizar un correcto mezclado del coagulante puede aprovecharse el sistema de bombeo desde la cámara de mezcla hacia el floculador e instalar en su trayectoria un mezclador tipo estático o tubo difusor.

Para disminuir la velocidad de entrada a tanque de floculación se debe adicionar una pantalla a la entrada de la tubería. Es cambiar, la recomendación de reinstalar los rieles y los tabiques verticales, elementos necesarios para establecer una baja circulación del flujo y establecer una efectiva formación del floc.

Entre los materiales indicados para las pantallas, los que ofrecen mayor

Confiabilidad son la fibra de vidrio, el plástico, los tabiques de concreto prefabricados y la madera. En cada caso, la elección del material dependerá del tamaño de la planta, del costo del material y de los recursos disponibles. Si se empleara madera, se pueden disponer tabiques de madera machihembrada, tratada con barniz marino aplicado en varias capas, cada una en sentido opuesto a la anterior, de tal manera de formar una gruesa capa impermeabilizante. También puede emplearse madera revestida con una capa de fibra de vidrio.

6.4 SEDIMENTACION - FILTRACION

Al tanque de sedimentación solo se le hace necesario adecuar sus estructuras de entrada y salida. (Pantallas)

Es necesario adicionar una estructura de medición a la salida del filtro, con el objeto de determinar (en conjunto con la canaleta Parshall a la salida del desarenador) la eficiencia de todo el proceso. Una vez medida esta eficiencia podrá determinarse los futuros requerimientos de ampliación de las estructuras o aumento del tiempo de operación de la misma, para cumplir los requerimientos de las futuras fases de ampliación del centro vacacional

Debido a la localización y al poco espacio disponible, se recomienda utilizar un medidor tipo Venturiméetro.

6.5 CLORACION

La carencia de espacio físico para implementar una estructura de mezcla rápida luego del punto de aplicación del cloro limita la utilización de mezcladores hidráulicos. Se recomienda agitación mecánica tipo paletas.

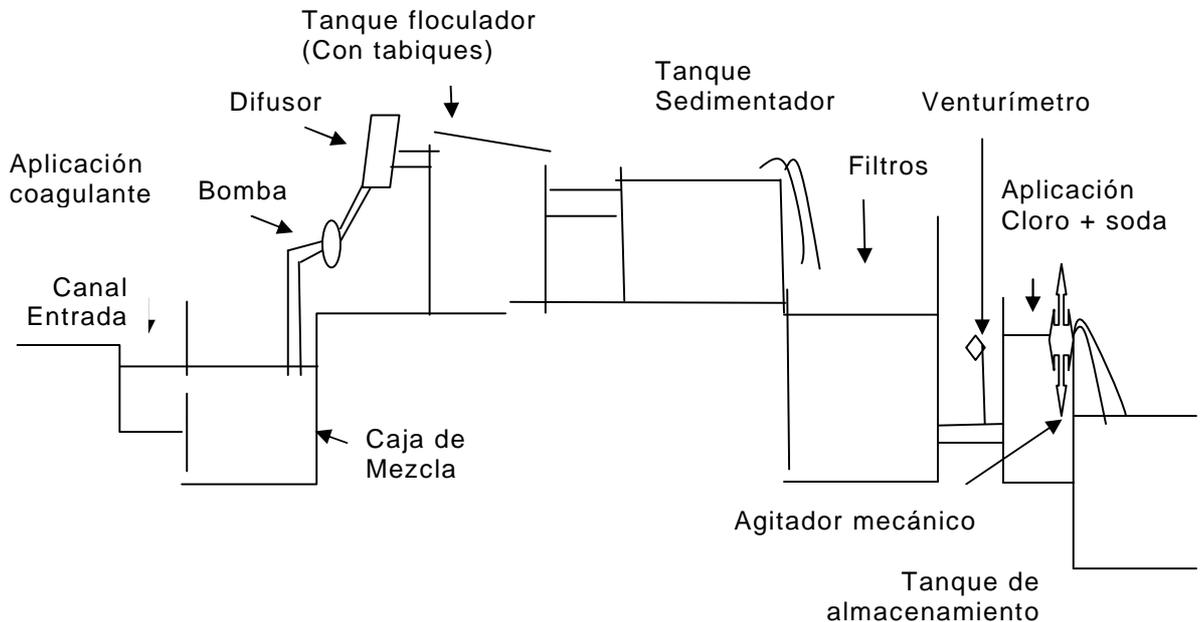
En el mercado se encuentran disponibles varios modelos tal como el mostrado en la figura 8.

Figura 8. Modelo de agitador mecánico



La aplicación en conjunto de las anteriores medidas permite proponer el esquema isométrico de funcionamiento de la planta mostrado en la figura 9.

Figura 9 Esquema isométrico de la planta incluidas las sugerencias de optimización



6.6 SECUENCIA DE IMPLEMENTACION SUGERIDA.

Se sugiere un orden de ejecución de actividades encaminadas a la implementación de las medidas para lograr un estudio completo de optimización de la planta:

- 1) Separar de manera definitiva y medible los caudales que van destinados hacia el lago y hacia la planta de tratamiento. Se incluye tanto la derivación de la aducción como el cierre del paso de agua desde el punto actual de entrega en la canaleta de entrada. Se debe establecer un control de la medición del caudal que va a tratamiento, mediante la instalación en la derivación de la canaleta Parshall propuesta
- 2) Instalar el venturímetro a la salida de los filtros. El control de los flujos que marquen la canaleta Parshall a la entrada del proceso de

tratamiento y el venturímetro a la salida del mismo permitirá establecer los rendimientos de la planta, desde su estado actual, hasta luego de mejorados los procesos de coagulación – floculación- sedimentación. Este registro de caudal entrante – caudal tratado permitirá medir la eficiencia del proceso y así sugerir de manera acertada la ampliación física de sus estructuras o la posible extensión en tiempo de su operación.

3) Adecuación de las estructuras existentes de tratamiento, es decir, instalación del difusor antes del floculador, los tabiques necesarios en este mismo tanque, la adecuación de la estructura de entrada en el sedimentador y el mezclador mecánico a la salida de los filtros. En este punto será posible contrastar los rendimientos antes de estas adecuaciones y luego de las mismas mediante los registros propuestos en el paso 2.

3) Construcción de la estructura de desarenación. Se sugiere su construcción en fases sucesivas, dado que la implementación de esta estructura mejorara la velocidad de tratamiento al disminuir la carga de lodos, la necesidad exacta de su ampliación se determinara por las mediciones de flujo antes mencionadas.

6.13 CONCLUSIONES

La recopilación del estado actual de las instalaciones de la planta de tratamiento de agua potable del Centro Vacacional LAGO SOL permitió vislumbrar varias falencias en su operación actual entre ellas:

- No existe manera de medir exactamente el caudal real que entra a las instalaciones de tratamiento, ya que el bombeo realizado desde la captación del río Sumapaz se destina al lago y a la planta de tratamiento y no existe una estructura de separación de caudales.
- Existen falencias en los procesos de mezcla rápida y floculación, debido en el primer caso a una estructura que garantice la agitación suficiente del flujo luego de la aplicación del coagulante y, en el segundo caso a la ausencia de tabiques en el tanque floculador que generen una disminución en la velocidad del flujo y permitan la adecuada formación del floc.
- No existe manera exacta de medir el flujo que sale desde los filtros. Este hecho impidió realizar una medición real de la actual eficiencia de la planta de tratamiento.
- No existe un mecanismo de mezcla rápida en el punto de cloración. Esto impide que se tenga niveles óptimos de desinfección y de cloro residual.

6.14 RECOMENDACIONES

Las sugerencias presentadas en el estudio están encaminadas en primer término a suplir la falta de estructuras de medición de flujo y en segundo término a mejorar la operatividad de las instalaciones actuales. Implementadas estas sugerencias será posible una comparación certera de producción real de agua potable versus necesidades futuras, cuyo resultado permitirá escoger entre las opciones de ampliación de estructuras de proceso, aumento del tiempo de operación de las mismas o aumento en la capacidad de almacenamiento para las fases futuras de ampliación del centro vacacional.

DISEÑO DE TABIQUES DENTRO DEL TANQUE DE FLOCULADOR EXISTENTE

Tomando como base los caudales registrado en el cheque de medidor que se encuentra ubicado dentro de la caseta de bocatoma, se diseña los tabiques para el tanque de floculador de manera que garantice la formación del floc y el buen funcionamiento de la planta de en sus posteriores procesos.

SOLUCION

* **Flujo** = Horizontal

* **Material**= madera revestida con capa de fibra de vidrio

* **u=viscosidad cinemática**= 1.14×10^{-3} P.S

* **t= tiempo de retención** = 10

* **p= densidad del agua kg/m³**=1000

* **f=coeficiente de flujo**=0.3

* **H= profundidad de flujo**=1

* **L=longitud del floculador**=6.0

* **G= gradiente del velocidad S-1** =50

* **Q= 10.000M³/DIA**

- NUMERO DE TABIQUES

$$N = \left(\frac{2 \cdot u \cdot t}{P(1.44 + f)} (H \cdot L \cdot G / Q)^2 \right)^{1/3}$$

$$N = \left(\frac{2 \cdot 1.44 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 60}{1000(1.44 + 0.3)} (1 \cdot 6.0 \cdot 50 \cdot 86.400 / 10000)^2 \right)^{1/3}$$

$$N = 18$$

- **DISTANCIA ENTRE PANTALLAS**

$$e = L/N$$

$$e = 6.0/18 = 0.33 \text{ m}; \text{ La mínima recomendada es de } .45 \text{ m}$$

- **DISTANCIA LIBRE ENTRE EL EXTREMO DE CADA PANTALLA Y LA PARED DE FLOCULADOR**

$$\text{Distancia } 1.5 * e$$

$$1.5 * 0.45 = 0.68 \text{ cm}$$

- **ALTURA DE TABIQUES**

$$1.20$$

- **VELOCIDAD DE FLUJO**

$$V = Q/A$$

$$V = 10.000/86.400 * 1 * 0.45 = 0.26 \text{ m/s}$$

DISEÑO DE DESARENADOR

***Material**= concreto prefabricado para el tanque y incluyendo el vertedero de salida, Pantalla permeable (madera revestida con capa de fibra de vidrio) con orificios cuadrados.

***caudal**= 10.000 m³/día

* **Flujo horizontal**

***carga superficial**= 20m/d

***tiempo de retención**=2 horas

***relación longitud/ancho=3/1**

- EL VOLUMEN DE SEDIMENTACIÓN ES:

$$V=Q/t=10.000*2/24=833 \text{ m}^3$$

- EL AREA SUPERFICIAL ES:

$$A=Q/CS=10.000/20= 500 \text{ M}^2$$

- PARA UN TANQUE RECTANGULAR, RELACION

LONGITUD/ANCHO=3/1

$$\text{Ancho}=(500/3)^{1/2}= 13 \text{ m}$$

$$\text{Longitud}= 500/13=38,5 \text{ m}$$

- LA PROFUNDIDAD DEL AGUA

$$p=833/13*38,5=1.66 \text{ m}$$

- LA PROFUNDIDAD DEL TANQUE

$$\text{Profundidad tanque}= 1.66+0.34+0.50=2.50 \text{ m}$$

Prof. Agua + borde libre +altura lodos

- VELOCIDAD DE FLUJO

$$V= 10.000*100/86.400*13*1.66=0.54 \text{ cm}$$

**-LA UNIDAD DE ENTRADA SE SUPONE CONSTITUIDA POR
PANTALLAS PERMEABLE, CON ORIFICIOS CUADRADOS**

El área de flujo para una velocidad de paso de 15 cm/s

$$A = 10.000/86.400 * 0.15 = 0.77 \text{ m}^2 = 7.716 \text{ cm}^2$$

Con orificios cuadrados 10*10 se requiere un total de 77 orificios.

**LA LONGITUD DEL VERTEDERO DE SALIDA, PARA UNA CARGA
TÍPICA DE REBOSE PARA EL FLOC**

$$L = 10.000 * 1000 / 86.400 * 2 = 57.9 \text{ m}$$

DISEÑO CANALETA PARSHALL

La canaleta Parshall es adecuada exclusivamente para plantas de medianas a grandes ($Q \geq 500 \text{ L/s}$).

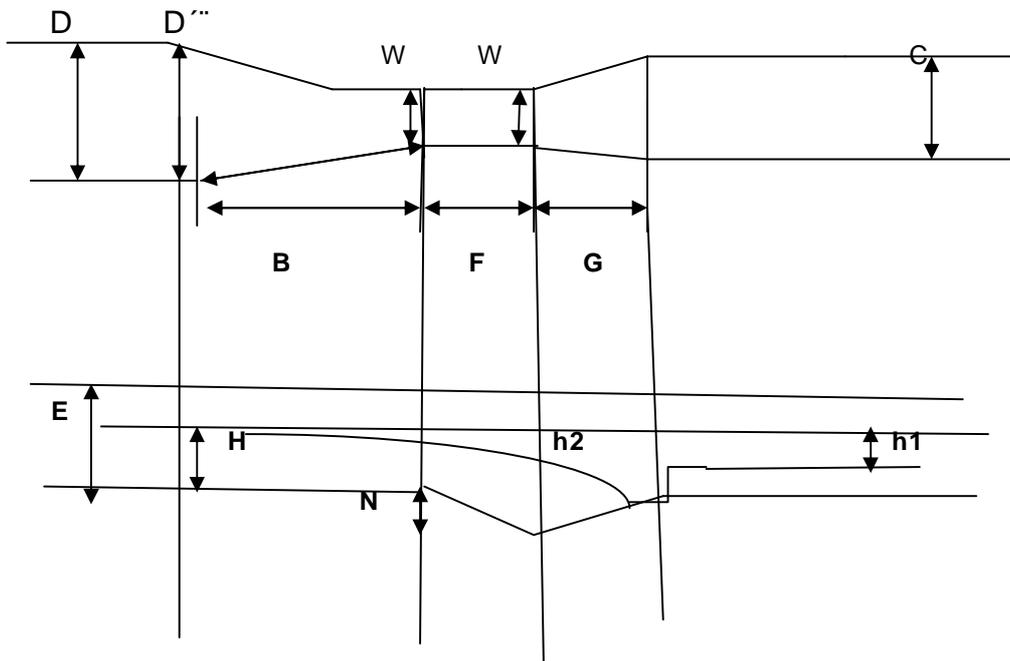
MATERIAL: Concreto prefabricado incluyendo la regleta para la medición de caudal

ANCHO DE GARGANTA: 3 PULG

CAUDAL MÍNIMO: 0.78 LPS

CAUDAL MÍNIMO: 34.8 LPS

Figura: canaleta parshall



Cuadro 7. Dimensiones estandarizadas de los medidores Parshall

Pulg (cm)	W (cm)	A (cm)	B (cm)	C (cm)	D (cm)	E (cm)	F (cm)	G (cm)	K (cm)	N (cm)
1"	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9
3"	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	45,7	15,2	30,5	2,5	5,7
6" 11,4	15,2	61,0	61,0	39,4	40,3	61,0	30,5	61,0	7,6	
9"	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	76,3	30,5	45,7	7,6	11,4
1 1/2'	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
2'	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6 2	2,9

ALTURA DEL AGUA EN LA SECCION DE MEDICION

a) $H_0 = K Q^m =$ Los valores de K y m se puede obtener por la tabla

Cuadro 8. VALORES DE K Y m

Ancho de la garganta del Parshall (w)			
Pulgadas	metros	K	m
3"	0,075	3,704	0,646
6"	0,150	1,842	0,636
9"	0,229	1,486	0,633
1 1/2'	0,460	0,966	0,650

$$H_0 = 3.07 * 10.000^{0.646}$$

$$H_0 = 0.45$$

b) $D' = 2/3 (D-W)+W$

$$D' = 2/3 (25,9-7,6)+7,6$$

$$D' = 19,8$$

c) $h_1 = q/V_1$

$$h_1 = 1.31/0.4 = 3.27$$

* $q = Q/W = 10.000/7,6 = 1.31$

* $V_1 = 2((2 * g * E_0)^{0.5} * \cos \text{ángulo}/3$

$$V_1 = 2((2 * 9.860 * 0.043 * \cos (44^\circ 18' / 3)$$

$$V_1 = 0.4$$

d) $E_0 = V_0^2/2g + H_0 + N$
 $E_0 = 1.12^2/2 * 9.86 + 0.45 + 5.7$
 $E_0 = 0.043$

* $V_0 = Q/H_0 D'$
 $V_0 = 10.000/0.45 * 19.8$
 $V_0 = 1.12$

e) $h_2 = h_1/2((1+8 F_1(2.1)^2)^{0.5})1$
 $h_2 = 3.27/2((1+8 * 2.24(2.1)^2)^{0.5})1$
 $h_2 = 14.88$

* $F_1 = V \sqrt{g * h_1}$

$F_1 = 0.4 \sqrt{9.86 * 3.27}$

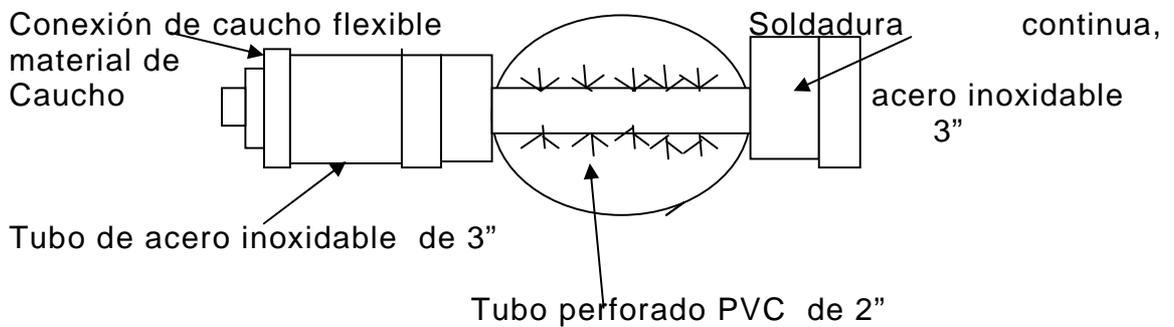
$F_1 = 2.24$

f) $H = 0.67 * q^{2/3}$
 $H = 0.67 * (1.31)^{2/3}$
 $H = 0.38$

DISEÑO TIPO ESTATICO O DIFUSOR

MATERIAL= Tubo de acero inoxidable de 3", por que la tubería que sale del tanque de la cámara de mezcla al tanque de floculador es de 3", de una longitud de 2.50 m tubo perforado PVC 2", caucho, soldadura continua. Los difusores con perforaciones se diseñan generalmente para que cada orificio tome un flujo de 0.06 - 0.13 L/s, a una velocidad de 3 - 4.5 m/s.

Figura



PRESUPUESTO

COTIZACION A TODO COSTO

DESARENADOR

Descripción	unidad	Cantidad	valor unitario	valor total
Campamento	m2			2.125.000
Replanteo	m2	500	5.000	2.500.000
Excavación	m3	562	15.000	8.430.000
Recebo compactado	m3	250	39.500	9.875.000
Mortero pobre	m3	250	25.500	6.375.000
Concreto placa piso	m3	150	375.000	56.250.000
Concreto muros	m3	7.725	375.000	28.968.750
Hierro de 1/2	Kg	10.606	2.500	26.515.000
Hierro de 1/4	Kg	1.800	2.500	4.500.000
Hierro de 5/8	Kg	1.200	2.800	2.160.000
Alistado piso	m3	30	25.808	7.740.000
Producto impermeabilizante sika				5.830.000
Formaleta				3.800.000
Puntillas				120.000
Alambre # 18				250.000
Aseo y limpieza				1.200.000
VALOR DESARENADOR				166.638.750
Canaleta parshall	gl			1.850.000
Numero de tabiques 18 c/u	unidad		480.000	8.640.000
Tubo de acero inoxidable de 3"	ml			280.000
Tubo de PVC de 2" perforado	ml			217.500
SUBTOTAL				177.626.250
A.I.U 12%				21.315.150
I.VA 16%				3.410.424
GRAN TOTAL				202.351.824

6.15 BIBLIOGRAFIA

Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico
RAS 2000

ROMERO ROJAS, Jairo. Purificación del Agua. Escuela Colombiana de
Ingeniería, Bogotá, 2004.

INSFOPAL, Especificaciones para plantas potabilizadoras de agua.

ARBOLEDA, J. Teoría, diseño y control de los procesos de clarificación
del agua.

ARBOLEDA, J. Teoría y práctica de la purificación del agua. ACODAI.
1992

