


DIAGNÓSTICO Y ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUA POTABLE DE LOS HOTELES COLSUBSIDIO PAIPA – BOYACÁ, 2016

LIZET VANNESA GAMBOA MURILLO

**Trabajo de grado opción Pasantía presentado como requisito para optar por el título de
Ingeniera Ambiental**

Asesor
EDILBERTO MELFID GARZÓN SÁNCHEZ
Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
GIRARDOT – CUNDINAMARCA
2016

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1 -
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 1 de 6

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Ciudad

SEDE/SECCIONAL/EXTENSIÓN	Seccional Girardot
DOCUMENTO	Pasantía
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Ambiental


El Autor:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	NO. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Gamboa Murillo	Lizet Vannesa	1.105.686.147

Director del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Garzón Sánchez	Edilberto Melfid

TÍTULO DEL DOCUMENTO
Diagnóstico y alternativas de mejoramiento para la Planta de Tratamiento de Agua Potable de los Hoteles Colsubsidio Paipa – Boyacá, 2016

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 2 de 6

TRABAJO PARA OPTAR AL TITULO DE:
Ingeniera Ambiental

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
2016	39

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS: (Usar como mínimo 6 descriptores)

ESPAÑOL	INGLES
1. Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP)	1. Drinking Water Treatment Plant (PTAP)
2. Análisis físico – químicos y microbiológicos	2. Physical-chemical and microbiological analyzes
3. Normatividad	3. Normativity
4. Efluente	4. Effluent
5. Caudal	5. Flow
6. Saneamiento básico ambiental	6. Environmental basic sanitation

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS: (Máximo 250 palabras – 1530 caracteres):

El presente trabajo de grado – opción pasantía es un diagnóstico del estado actual de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) de los Hoteles Colsubsidio Paipa – Boyacá, la cual suministra agua para consumo humano a los Hoteles Lanceros, Colonial y Club Náutico – Cabañas, con el objeto de evaluar las problemáticas frente a cada uno de los procesos, sistemas y unidades que operan en la PTAP, con el fin de optimizar las condiciones de saneamiento básico ambiental y evitar enfermedades gastrointestinales a funcionarios y huéspedes de los Hoteles Colsubsidio.

The present work of degree - option internship is a diagnosis of the current state of the Drinking Water Treatment Plant (PTAP) of Colsubsidio Paipa - Boyacá Hotels, which supplies water for human consumption to the Lanceros, Colonial and Nautical Club Hotels - Cabañas, with the objective of evaluating the problems faced by each of the processes, systems and units that operate in the PTAP, in order to optimize the conditions of environmental basic sanitation and avoid gastrointestinal diseases to officials and guests of Colsubsidio Hotels.

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mi

**MACROPROCESO DE APOYO**

CODIGO: AAAr113

PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO

VERSION:1

**DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA
DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

PAGINA: 3 de 6


obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un alianza, son:

AUTORIZO		SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la Biblioteca.		X	
2. La consulta física o electrónica según corresponda.		X	
3. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.		X	
4. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.		X	
5. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.		X	
6. La inclusión en el Repositorio Institucional.		X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de la Pasantía, de manera complementaria, garantizo en mi calidad de estudiante y por ende autor exclusivo, que la Pasantía en cuestión, es producto de mi plena autoría, de mi esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi creación original particular y, por tanto, soy el único titular de la misma. Además, aseguro que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 4 de 6

honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Pasantía es de mi competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA:


Información Confidencial:

Esta Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI NO X**

LICENCIA DE PUBLICACION

Como titular del derecho de autor, confiero a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 5 de 6

solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) El titular acepta que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncia a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El Autor, garantizo que el documento en cuestión, es producto de mi plena autoría, de mi esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi creación original particular y, por tanto, soy el único titular de la misma. Además, aseguro que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mi competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.


e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) El titular autoriza a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) El titular acepta que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) El titular autoriza que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional, cuyo texto completo se puede consultar en biblioteca.unicundi.edu.co

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 6 de 6

Creative Commons : Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, el autor garantiza que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en los siguientes archivos.

Nombre completo del Archivo incluida su Extensión (Ej. Título Trabajo de Grado o Documento.pdf)	Tipo de documento (a): Texto, Imagen, video, etc.)
1. Proyecto Final Pasantia.pdf	Texto
2. PPT Proyecto Final Pasantia.pdf	Texto

En constancia de lo anterior, Firmo el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA
Camboa Murillo Lizet Vanessa	

Nota de aceptación:

Jurado

Jurado

Jurado

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado con el acompañamiento y supervisión del Ingeniero Edilberto Melfid Garzón, a quien agradezco por su paciencia, tiempo y dedicación que tuvo para hacer posible la realización de esta pasantía.

A mis padres, por brindarme el apoyo en todo lo que me he propuesto y a mi hermano Q.E.P.D. a quien le hubiese gustado verme cumplir este logro.

A Dios, a quien encomendé desde un principio el desarrollo de esta etapa de mi vida, por darme la gracia de vivir y guiarme por el camino que ha trazado para mí.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
1. RESUMEN EJECUTIVO	15
2. INTRODUCCIÓN	15
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
4. JUSTIFICACIÓN	16
5. OBJETIVOS	16
5.1 OBJETIVO GENERAL	16
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
6. MARCO REFERENCIAL	17
6.1 MARCO TEÓRICO	17
6.1.1 Descripción de la empresa	17
6.1.2 Descripción de la fuente de abastecimiento	19
6.1.3 Descripción del sistema hidráulico	19
6.1.4 Parámetros para el tratamiento de agua	20
6.1.4.1 Calidad de la fuente de abastecimiento	20
6.1.4.2 Coagulación	21
6.1.4.3 Floculación	22
6.1.4.4 Sedimentación	22
6.1.4.5 Filtración	22
6.1.4.6 Desinfección	23
6.1.4.7 Calidad del agua para consumo humano	23
6.2 MARCO CONCEPTUAL	25
6.3 MARCO LEGAL	25
7. DISEÑO METODOLÓGICO	26
7.1 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS AGROCLIMATOLÓGICAS	26
7.2 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA	27
7.3 METODOLOGÍA	27
8. DESARROLLO DEL PROYECTO	29
8.1 CAUDAL DE AGUA DEMANDADO POR LOS HOTELES Y CARACTERIZACIÓN DEL AGUA POTABLE	29
8.1.1 Caudal de agua	29
8.1.2 Caracterización del agua potable	30
8.1.2.1 Análisis microbiológicos	30
8.1.2.2 Análisis físico-químicos	31
8.1.3 Calidad de la fuente de abastecimiento	33

8.2 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS Y LINEAMIENTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO QUE COMPONEN LA PTAP	34
8.2.1 Descripción de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de los Hoteles Colsubsidio Paipa y Alternativas de mejoramiento en cada uno de sus procesos	34
8.2.1.1 Fuente de abastecimiento.....	34
8.2.1.2 Sistema de captación.....	34
8.2.1.3 Sistema de bombeo	35
8.2.1.4 Torre de aireación.....	36
8.2.1.5 Dosificadores	37
8.2.1.6 Floculación.....	38
8.2.1.7 Sedimentación	38
8.2.1.8 Filtración	39
8.2.1.9 Desinfección	40
8.2.1.10 Calidad del agua para consumo humano	40
9. CRONOGRAMA.....	41
10. CONCLUSIONES.....	42
BIBLIOGRAFÍA.....	43
ANEXOS	45

LISTA DE IMÁGENES

	pág.
Imagen 1. Ubicación geográfica de los Hoteles Colsubsidio y el Municipio de Paipa – Boyacá	27
Imagen 2. Bocatoma	35
Imagen 3. Recolección manual de sólidos suspendidos	35
Imagen 4. Bombas.	36
Imagen 5. Torre de aireación	37
Imagen 6. Bombas dosificadoras	37
Imagen 7. Flocculador.	38
Imagen 8. Sedimentador	39
Imagen 9. Filtros.	40

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Calidad de la fuente	20
Cuadro 2. Tratamientos de separación física.....	21
Cuadro 3. Factores que influyen en la coagulación	22
Cuadro 4. Variables principales en el diseño de filtros	22
Cuadro 5. Características físicas	23
Cuadro 6. Características químicas	24
Cuadro 7. Características Microbiológicas.....	24
Cuadro 8. Matriz legal aplicable al proyecto	25
Cuadro 9. Descripción de la metodología	28
Cuadro 10. Características de la Torre de aireación.....	36
Cuadro 11. Características del Sistema de Filtración	39
Cuadro 12. Frecuencias y número de muestras de control de la calidad física – química y microbiológica del agua para consumo humano.....	41
Cuadro 13. Cronograma de actividades	41

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Organigrama general de Colsubsidio.....	18
Figura 2. Consumo de Agua Superficial de los Hoteles Colsubsidio Paipa.	29
Figura 3. Resultados de los análisis microbiológicos de agua potable, Hotel Lancersos.	30
Figura 4. Resultados de los análisis microbiológicos de agua potable, Hotel Colonial.	31
Figura 5. Resultados de los análisis físico – químicos de agua potable, Hotel Lancersos.	32
Figura 6. Resultados de los análisis físico – químicos y microbiológicos de la fuente de abastecimiento, Río Chicamocha.	33

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A: Concesión de agua superficial	45

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de grado – opción pasantía es un diagnóstico del estado actual de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) de los Hoteles Colsubsidio Paipa – Boyacá, la cual suministra agua para consumo humano a los Hoteles Lanceros, Colonial y Club Náutico – Cabañas, con el objeto de evaluar las problemáticas frente a cada uno de los procesos, sistemas y unidades que operan en la PTAP.

Para su ejecución, se llevaron a cabo algunos análisis físico-químicos y microbiológicos del efluente según lo establece el marco legal vigente (Resolución 2115 de 2007), como también la determinación del caudal de agua demandado por los Hoteles; con el fin de valorar la calidad del agua potable y la capacidad de la planta, para así mismo realizar el tratamiento pertinente para su potabilización; por otro lado, se ejecutaron pruebas hidráulicas, listas de chequeos y entrevistas para conocer las condiciones en cada unidad componente de la PTAP. Finalmente, con la recopilación de la información primaria y dichos análisis de resultados, se procedió a elaborar unas alternativas de mejora en los diferentes procesos de operación y mantenimiento de la planta según los lineamientos de la normatividad, con el objeto de optimizar las condiciones de saneamiento básico ambiental y evitar enfermedades gastrointestinales a funcionarios y huéspedes de los Hoteles Colsubsidio.

Palabras Clave: Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), efluente, análisis físico-químicos y microbiológicos, normatividad, caudal, pruebas hidráulicas, saneamiento básico ambiental.

2. INTRODUCCIÓN

Las características de las aguas superficiales están sujetas a cambios frecuentes, ya sea por condiciones naturales (fenómeno del niño, fenómeno de la niña, etc.) o por alteraciones producto de las actividades antropogénicas (descarga de las aguas residuales a las fuentes hídricas, residuos sólidos, químicos, etc.); dichos cambios pueden ir desde características físico-químicas (Color, olor, pH, entre otras) hasta microbiológicas (presencia de organismos patógenos causantes de enfermedades gastrointestinales)¹. Para que el agua sea apta para consumo humano, se debe realizar la eliminación de ciertas partículas disueltas o en suspensión; para lo cual se requiere de tratamientos primarios (sistema de rejillas, desarenadores, etc.) y secundarios (coagulación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección), función que cumplen las Plantas de Tratamiento de Agua potable siguiendo los requerimientos de la normatividad vigente para la calidad del agua.

El presente trabajo de pasantía comprende una breve descripción de la normatividad aplicable a la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano, la descripción estructural de la PTAP de los Hoteles Colsubsidio, el análisis de muestras tomadas para establecer la calidad del agua en relación al cumplimiento de la normativa, detallando los parámetros que con mayor frecuencia se incumplen; generando así las recomendaciones adecuadas para que se adopten las medidas de fortalecimiento encaminadas al cumplimiento de la legislación.

¹ Dávila, Y., Flores, R., Zegarra, J. Agua potable contaminadas. Ingeniería del medio ambiente. Lima, 2009

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Planta de Tratamiento de Agua Potable de los Hoteles Colsubsidio Paipa – Boyacá no cuenta con los parámetros establecidos en el marco normativo vigente para el suministro de agua para consumo humano, razón por la cual se vieron afectados por una auditoría; además la baja calidad del recurso puede provocar enfermedades gastrointestinales en los huéspedes y funcionarios del Hotel y producir problemas en el saneamiento básico ambiental; por tal motivo pueden sancionar o clausurar el lugar. Partiendo de este hecho, se realizó una evaluación del estado actual de la PTAP con el fin de proponer medidas correctivas según los lineamientos legales para una optimización en el proceso de potabilización y calidad del agua.

4. JUSTIFICACIÓN

Se considera que la siguiente pasantía es una oportunidad para mejorar el servicio de suministro de agua para consumo humano de los Hoteles Colsubsidio y los parámetros de saneamiento básico ambiental, teniendo en cuenta que es un escenario práctico, en el cual mediante el estudio de los procesos, el uso del conocimiento de la ingeniería, la realización de cálculos, y por medio del análisis de toda la información, se generan las recomendaciones más asertivas que conllevan a la optimización de la PTAP y la calidad de agua suministrada a la población, lo cual direccionan al mejoramiento de la calidad de vida; tomando como punto de referencia la normatividad vigente para sistemas de potabilización y los resultados del diagnóstico del estado actual y la capacidad de la PTAP; además, las alternativas de optimización que se diseñan, están de acuerdo con las necesidades económicas, sociales y ambientales del lugar.

Por otro lado, cabe resaltar que la empresa se ve beneficiada notablemente, ya que al implementar las medidas correctivas en cada proceso según las normas, no se podrá efectuar alguna sanción en contra de ésta.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diagnóstico del estado actual de la Planta de Tratamiento de Agua Potable, con el fin de diseñar alternativas para mejorar la calidad del agua.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar la calidad del agua potable y determinar el caudal de agua demandado por los Hoteles con el objeto de comprobar la capacidad de la planta.
2. Identificar problemas de construcción, operación y mantenimiento en cada una de las unidades y procesos que componen la PTAP.

3. Proponer alternativas de mejora a cada uno de los procesos, sistemas y unidades de operación y mantenimiento de la PTAP.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1 MARCO TEÓRICO

6.1.1 Descripción de la empresa

Colsubsidio es una organización privada sin ánimo de lucro, que pertenece al Sistema de Protección y Seguridad Social; su gestión se desarrolla a través de la Administración de Recursos y la Prestación de Servicios Sociales, que permiten redistribuir el ingreso y generar oportunidades de desarrollo integral para los colombianos, a partir de un amplio portafolio de servicios sociales que satisfacen necesidades fundamentales en condiciones de dignidad. La prestación de servicios sociales contempla tanto los servicios que desarrolla la Caja a través de sus unidades: Salud, Educación y Cultura, Recreación y Turismo, Mercadeo Social, Vivienda y Crédito, como los que prestan las empresas en las cuales tiene participación accionaria: Simple, Protección, Nueva EPS, Famisanar, Finamérica y la Corporación de Educación Tecnológica Colsubsidio EADS.²

- Misión: En Colsubsidio trabajan en conjunto los empleadores, los trabajadores y el Estado, por el mejoramiento integral de las condiciones de vida de la población y el desarrollo de una sociedad más solidaria, armónica y equitativa.³
- Visión: Ser la organización preferida por los empleadores, los trabajadores, el Estado y la población en general por su liderazgo en la formulación y gestión de políticas y programas sociales dentro del marco de la protección y la seguridad social.⁴
- Valores Corporativos:⁵
 - Respeto al ser humano y sus derechos: Esta empresa está comprometida con la construcción y la preservación de las condiciones de vida dignas que contribuyan al desarrollo humano integral.
 - Integridad: Son coherentes con su razón de ser, actúan con rectitud, honestidad, responsabilidad y total transparencia.

² [Citado el 19 de Septiembre de 2016] Disponible en http://www.colsubsidio.com/index.php?option=com_content&view=article&id=128&Itemid=278

³ [Citado el 26 de Noviembre de 2016] Disponible en http://www.colsubsidio.com/index.php?option=com_content&view=article&id=129&Itemid=299

⁴ [Citado el 26 de Noviembre de 2016] Disponible en http://www.colsubsidio.com/index.php?option=com_content&view=article&id=130&Itemid=300

⁵ [Citado el 26 de Noviembre de 2016] Disponible en http://www.colsubsidio.com/index.php?option=com_content&view=article&id=131&Itemid=301

- Solidaridad: Buscan la práctica de la mutua ayuda entre las organizaciones y las personas que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de vida de la población, en especial la de mayor vulnerabilidad.
- Equidad: Brindan trato digno sin discriminación proporcionando igual oportunidades de acceso y desarrollo al bienestar.
- Diligencia: Están comprometidos con el logro de los objetivos y metas, haciendo las cosas bien, con interés, prontitud y efectividad.

- Organigrama:

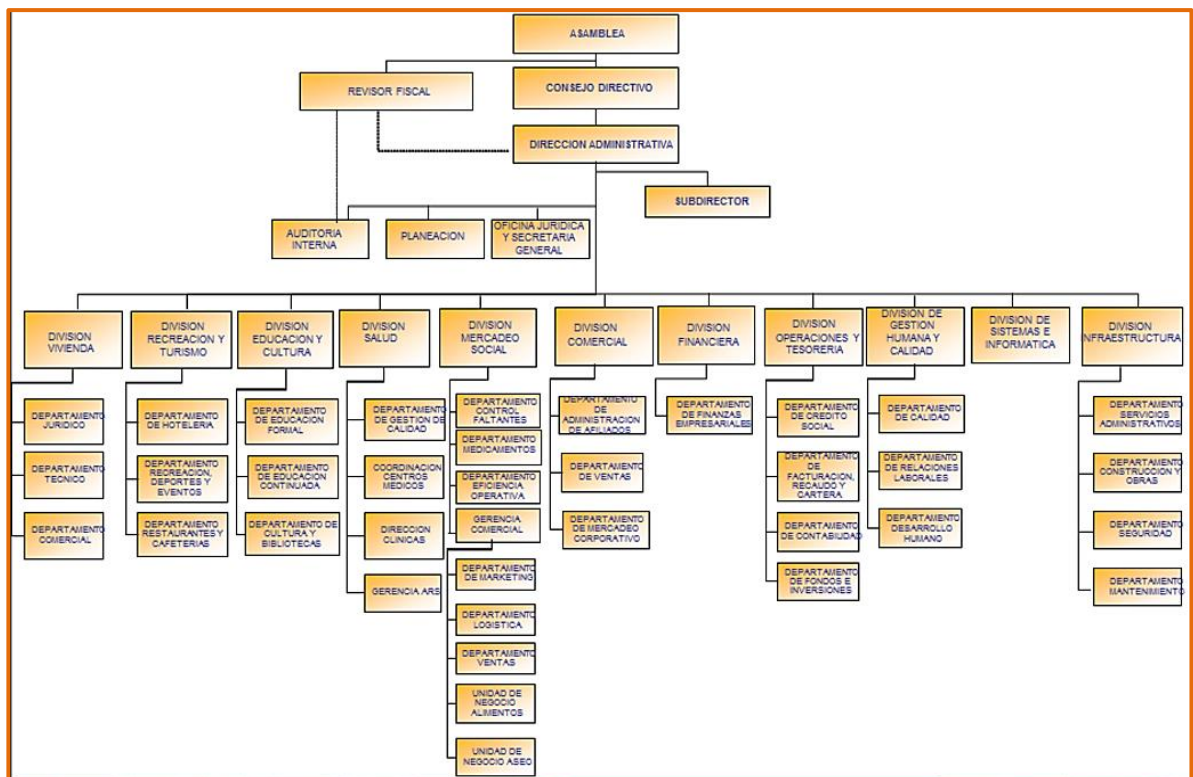


Figura 1. Organigrama general de Colsubsidio. **Fuente:** Mi empresa Colsubsidio. Forero Angie (Marzo 05, 2014)

Finalmente, haciendo énfasis en los Hoteles Colsubsidio Paipa, está comprendido por el Hotel Lanceros, Hotel Colonial y el Club Náutico – Cabañas; los cuales pertenecen a la Gerencia de Recreación y Turismo de la Caja Colombiana de Subsidio Familiar.

Los hoteles ofrecen servicios como: Hospedaje, práctica libre de deportes, sauna, alquiler de salones para eventos, venta de alimentos y bebidas y piscina de aguas termales. Por otro lado, en el Club náutico se practican deportes acuáticos extremos. Por último, cabe resaltar la preservación del medio ambiente, el cual se hace evidente en cada de las sedes mediante actividades como:

Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), Plan de Gestión Integral de Residuos (PGIR), Capacitaciones de buenas prácticas, Preservación de especies de fauna y flora, etc.

6.1.2 Descripción de la fuente de abastecimiento

La Planta de Tratamiento de Agua Potable de los Hoteles Colsubsidio Paipa, cuenta con una fuente de captación del Río Chicamocha, localizada en el Barrio Las Quintas, jurisdicción del municipio de Paipa, perteneciente a la Cuenca alta del Río Chicamocha; la cual se encuentra ubicada a 5° 46' 27,49" Latitud Norte y 73° 7' 6,79" Longitud Oeste, a una altitud de 2500 msnm.⁶ El río nace por la confluencia del río Tuta que nace en la población del mismo nombre y del río Jordán que nace en el occidente de Tunja pasando por Cóbbita y Oicatá.⁷

Esta fuente de agua tiene flujo constante; según lo contemplado en el Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca Alta del Río Chicamocha (2006), el caudal medio neto para el cauce del Río corresponde a 3,44 m³/s.

De acuerdo a la información geográfica con que cuenta la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá), el área de influencia del Río Chicamocha, corresponde a la categoría: Áreas de manejo y administración. Uso principal: Urbanismo y desarrollo urbano. Uso compatible: Recreación general, comercio, servicios, industria, cultura, vías. Uso condicionado: Centros vacacionales. Uso prohibido: Agropecuario, granjas porcinas y avícolas, minería a cielo abierto.

6.1.3 Descripción del sistema hidráulico

El agua para consumo humano es obtenida mediante bomba de marca Siemens, con un caudal de capacidad máxima de 7 l/s y con potencia de 8 HP, la succión se efectúa en tubería de PVC de 6". De este punto es transportada en tubería de 4", por una longitud de 4 km hasta la Planta de Potabilización ubicada en el interior del Hotel Colonial, la cual es de tipo convencional conformada por las siguientes etapas: Coagulación – Floculación, Sedimentación, Filtración y Desinfección.⁸

Luego de tratada, el agua es distribuida hacia las instalaciones del Hotel Colonial, Hotel Lanceros y Club Náutico – Cabañas. En el Hotel Colonial el agua es almacenada en un tanque de 15 m³ de capacidad, desde donde es bombeada, mediante bomba de marca Siemens, con un caudal máximo de 3 l/s y con potencia de 6,6 HP, por tubería de 3" con una longitud de 20 m hasta el tanque de almacenamiento y suministro del Hotel Colonial con capacidad total de almacenamiento de 100 m³. Desde este tanque se realiza el suministro de agua a todas las instalaciones del Hotel, mediante bomba de marca Siemens, con un caudal de 2.5 l/s y con potencia de 6,6 HP. En el hotel Lanceros, es bombeada por medio de bomba de marca Siemens con capacidad de 2,5 l/s y con potencia de 6,6 HP, por tubería de 3" en una longitud de 1000 m hasta dos tanques de almacenamiento existentes en el Hotel Lanceros con capacidad total de almacenamiento de 310 m³. Desde estos dos

⁶ Corporación Autónoma Regional de Boyacá. Concepto técnico Concesión de Aguas (Enero de 2014).

⁷ Manrique-Abril FG; Manrique DA; Manrique RA; Tejedor M. (2007). Características del río Chicamocha. Contaminación de la cuenca alta del río Chicamocha y algunas aproximaciones sobre La salud humana.

⁸ EPSA LTDA. Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua – PUEAA. (Octubre 2011). p. 47

tanques se hace el suministro de agua a todas las instalaciones del Hotel Lanceros, mediante bomba de marca Siemens con caudal de 1,9 l/s y con potencia de 4,8 HP.⁹

6.1.4 Parámetros para el tratamiento de agua

6.1.4.1 Calidad de la fuente de abastecimiento

Debe caracterizarse de la manera más completa posible para poder identificar el tipo de tratamiento que necesita y los parámetros principales de interés en periodo seco y de lluvia. Los análisis de laboratorio y los muestreos deben realizarse de acuerdo con la normatividad vigente. En el Cuadro 1 se presenta la clasificación de los niveles de calidad de las fuentes de abastecimiento en función de unos parámetros mínimos de análisis físico – químicos y microbiológicos, y el grado de tratamiento asociado.¹⁰

Cuadro 1. Calidad de la fuente

Parámetros	Análisis según		Nivel de calidad de acuerdo al grado de polución			
	Norma técnica NTC	Standard Method ASTM	1. Fuente aceptable	2. Fuente regular	3. Fuente deficiente	4. Fuente muy deficiente
DBO 5 días	3630					
Promedio mensual mg/L			≤ 1.5	1.5 - 2.5	2.5 – 4	>4
Máximo diario mg/L			1 – 3	3 - 4	4 – 6	>6
Coliformes totales (NMP/100 mL)						
Promedio mensual		D-3870	0 – 50	50 - 500	500 – 5000	>5000
Oxígeno disuelto mg/L	4705	D-888	>=4	>=4	>=4	<4
PH promedio	3651	D 1293	6.0 – 8.5	5.0 - 9.0	3.8 - 10.5	
Turbiedad (UNT)	4707	D 1889	<2	2 - 40	40 – 150	>= 150
Color verdadero (UPC)			<10	10 -20	20 – 40	>= 40
Gusto y olor		D 1292	Inofensivo	Inofensivo	Inofensivo	Inaceptable
Cloruros (mg/L - Cl)		D 512	< 50	50 - 150	150 – 200	300
Fluoruros (mg/L - F)		D 1179	<1.2	<1.2	<1.2	>1.7
GRADO DE TRATAMIENTO						
- Necesita un tratamiento convencional			NO	NO	Sí, hay veces (ver requisitos para uso FLDE : literal C.7.4.3.3)	SI
- Necesita unos tratamientos específicos			NO	NO	NO	SI
- Procesos de tratamiento utilizados			(1) = Desinfección + Estabilización	(2) = Filtración Lenta o Filtración Directa + (1)	(3) = Pretratamiento + [Coagulación + Sedimentación+ Filtración Rápida] o [Filtración Lenta Diversas Etapas] + (1)	(4) = (3) + Tratamientos específicos

Fuente: Colombia. Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000 (Noviembre de 2000). Sección II; Título B, Sistemas de Acueducto.

⁹ *Ibíd.*, p. 11

¹⁰ Colombia. Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000 (Noviembre de 2000). Sección II; Título B, Sistemas de Acueducto.

Las aguas superficiales pueden contener una gran variedad de materias, el tamaño de las partículas de estas materias y su naturaleza determinan los tipos de tratamiento dentro de las plantas de agua. Las partículas de tamaño muy grande como los desechos orgánicos, algas protozoarios, grava, arena, limo, etc. del tamaño de 10 micrómetros a 10 mm y más, pueden ser eliminadas por los tratamientos de separación física que se presentan a continuación en el Cuadro 2:

Cuadro 2. Tratamientos de separación física

Tamaño de partícula	Separación física
10 – 100 mm	Sistema de rejillas
0.2 – 10 mm	Desarenación, Sedimentación y flotación
0.01 – 0.1 mm	Filtración (macro y microtamizado)

Fuente: Andía, Yolanda. Evaluación de Plantas y Desarrollo Tecnológico. Tratamiento de Agua: Coagulación Floculación. Lima, 2000. p. 5

Las partículas muy finas son una parte de las materias solubles y de las materias coloidales como: proteínas, virus; moléculas y los iones pueden ser separados por adsorción o intercambio de iones;¹¹ es decir, por adición de sustancias químicas y energía de mezclado (Coagulación – Floculación).

Antes de definir los métodos de separación química, es necesario explicar el “Test de Jarras”: el cual es un “procedimiento común de laboratorio para determinar las condiciones óptimas de funcionamiento del proceso de clarificación del agua que se lleva a cabo en una planta. Este método permite realizar ajustes en el pH, las variaciones en la dosis de coagulante o polímero, alternando velocidades de mezclado a pequeña escala. Una prueba de jarras simula los procesos de coagulación y floculación que fomentan la eliminación de los coloides en suspensión y materia orgánica que puede conducir a problemas de turbidez, olor y sabor”.¹²

6.1.4.2 Coagulación

“Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, para favorecer su aglomeración por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado”.¹³ la coagulación no solo elimina la turbiedad sino también la concentración de la materia orgánica y los microorganismos.

Para un óptimo proceso de coagulación, se deben tener en cuenta los siguientes factores presentados a continuación en el Cuadro 3:

¹¹ Andía, Yolanda. Evaluación de Plantas y Desarrollo Tecnológico. Tratamiento de Agua: Coagulación Floculación. Lima, 2000. p. 6

¹² [Citado el 08 de febrero de 2011] Disponible en <ptasmosquera.orgfree.com/imagenes/documentos/PRUEBA%20DE%20JARRAS.docx>

¹³ Andía, Yolanda. Evaluación de Plantas y Desarrollo Tecnológico. Tratamiento de Agua: Coagulación Floculación. Lima, 2000. p. 9

Cuadro 3. Factores que influyen en la coagulación

pH	El rango de pH es función del tipo de coagulante a utilizar.
Temperatura	Afectan a la energía cinética de las partículas en suspensión.
Turbiedad	Para cada turbiedad existe una cantidad óptima de coagulante.
Dosis del coagulante	Tiene influencia directa en la eficiencia de la coagulación.
Tipo de mezcla	El grado de agitación que se da al agua durante la adición del coagulante, determina si la coagulación es completa.

6.1.4.3 Floculación

Es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación lenta de la masa coagulada que tiene por objeto permitir los contactos entre los flóculos, la turbiedad y el color, que sirve para el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad.¹⁴

6.1.4.4 Sedimentación

Consiste en realizar la separación de los sólidos más densos que el agua y tiene una velocidad de caída tal que pueda llegar al fondo del tanque sedimentario en un tiempo económico aceptable.¹⁵ La sedimentación se tiene que efectuar eficientemente para que el proceso continuo de la filtración no tenga obstrucción y tenga la mayor remoción en las partículas más densas.

6.1.4.5 Filtración

Consiste en la remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en una suspensión acuosa que escurre a través de un medio poroso. En general, la filtración es la operación final de clarificación que se realiza en una planta de tratamiento de agua y, por consiguiente, es la responsable principal de la producción de agua de calidad coincidente con los estándares de potabilidad.¹⁶

Cuadro 4. Variables principales en el diseño de filtros

Variable		Significado
Características del medio filtrante	Tamaño del grano	Afecta la eficiencia de remoción de partículas y el incremento de la carga.
	Distribución granulométrica	
	Forma, densidad y composición del grano	
	Carga del medio	
Porosidad lecho filtrante		Determina la cantidad de sólidos que pueden almacenar en el filtro.

¹⁴ *Ibíd.*, p. 33

¹⁵ Arboleda, Jorge & Marckle. Teoría y práctica de la purificación del tomo 1: Editorial McGraw-Hill. Colombia, 2000. p. 199

¹⁶ Maldonado, Víctor. Manual I: Teoría. Filtración, Capítulo 9. p. 83

Profundidad del lecho filtrante		Afecta la pérdida de carga.
Tasa de filtración		Determina el área requerida y la de la carga. Afecta la cantidad del efluente.
Pérdida de carga disponible		Variable del diseño.
Características del afluente	Concentración de sólidos suspendidos	Afecta las características del filtro.
	Tamaño y distribución del floc	
	Resistencia del floc	

Fuente: Romero, Jairo. Purificación de agua. 2 ed. Editorial escuela colombiana de ingeniería. Colombia, 2006. p. 214

6.1.4.6 Desinfección

Este proceso se refiere a la destrucción de los organismos causantes de enfermedades o patógenos presentes en ella, los principales son: Bacterias, Protozoarios, Virus, Tremátodos.¹⁷

Factores que influyen en la desinfección¹⁸: Por tratarse de una reacción, depende de:

- Relación concentración – tiempo.
- Temperatura.
- Potencial hidrogeno o pH.
- Número y tipo de organismos.

- CLORACIÓN: Para la desinfección y el tratamiento de aguas se puede emplear:

- Cloro gaseoso generado a partir de la vaporización de cloro líquido almacenado bajo presión en cilindros.
- Hipoclorito de sodio (líquido).
- Hipoclorito de calcio (sólido en forma granular).

6.1.4.7 Calidad del agua para consumo humano

Según la resolución 2115 de 2007, el agua para consumo humano no puede sobrepasar los valores máximos aceptables para cada una de las características físico-químicas y microbiológicas que se señalan a continuación:

Cuadro 5. Características físicas

Características físicas	Expresadas como	Valor máximo aceptable
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y Sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2

¹⁷ Arboleda, Jorge & Marckle. Teoría y práctica de la purificación del tomo1: Editorial McGraw-Hill. Colombia, 2000. p. 636

¹⁸ *Ibíd.*, p. 641

Conductividad	Microsiemens/cm	1000
Potencial de Hidrógeno	Concentración de iones de Hidrógeno	6,5 – 9,0

Fuente: Colombia. Ministerio de la Protección Social; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 2115 (22, junio, 2007). p. 2

Cuadro 6. Características químicas

Características químicas	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Alcalinidad total	CaCO ₃	200
Dureza Total	CaCO ₃	300
Cloro residual libre	Cl ₂	0,3 – 2,0
Calcio	Ca	60
Fosfatos	PO ₄	0,5
Manganeso	Mn	0,1
Molibdeno	Mo	0,07
Magnesio	Mg	36
Zinc	Zn	3
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250
Hierro total	Fe	0,3
Cloruros	Cl ⁻	250
Nitratos	NO ₃ ⁻	10
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1
Aluminio	Al ³⁺	0,2
Fluoruros	F ⁻	1,0
Carbono Orgánico Total (COT)	COT	5,0

Fuente: Colombia. Ministerio de la Protección Social; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 2115 (22, junio, 2007). p. 3-4

Cuadro 7. Características Microbiológicas

Características Microbiológicas	Técnicas utilizadas			
	Filtración por membrana	Enzima Sustrato	Sustrato definido	Presencia - Ausencia
Coliformes totales	0 UFC/100 cm ³	< de 1 microorganismo en 100 cm ³	0 microorganismo en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³
Escherichia coli				
Microorganismos mesofílicos	100 UFC en 100 cm ³			
Giardia	Cero (0) Quistes por volumen fijado según la metodología aplicada			
Cryptosporidium				

Fuente: Colombia. Ministerio de la Protección Social; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 2115 (22, junio, 2007). p. 3-4

6.2 MARCO CONCEPTUAL

- **Aducción:** Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea flujo libre o a presión hasta la Planta de Tratamiento.
- **Agua cruda:** Agua que no ha sido sometida a proceso de tratamiento.
- **Agua potable:** Agua que reúne los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en la resolución 2115 de 2007.
- **Aireación:** Consiste en poner el agua en contacto íntimo con el aire para oxidar la materia orgánica contenida en el agua cruda y mejorar la floculación.
- **Análisis físico-químico del agua:** Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas.
- **Análisis microbiológico del agua:** Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.
- **Antracita:** Es un carbón mineral, de color negro, brillante, con gran dureza, presenta mayor contenido en carbono, hasta un 95%. Es un excelente medio de filtración para clarificación del agua en uso potable o industrial, cuando es usada en combinación con arenas filtrantes.
- **Bocatoma:** Estructura que se construye para captar el agua superficial proveniente de un embalse o directamente de un río, quebrada o lago natural.
- **Carbón activado:** Forma de carbón altamente adsorbente, usada para remover material orgánico disuelto causante del mal sabor, color y olor del agua.
- **Caudal:** Volumen de un líquido que pasa por una sección normal de una corriente de agua en una unidad de tiempo.
- **Línea de conducción:** Componente a través del cual se transporta agua potable, desde la Planta de Tratamiento hasta la red de distribución.
- **Potabilización:** Es el proceso al que es sometida el agua para ser apta para el consumo humano.
- **Sanearamiento ambiental básico:** Es el conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas de salud pública que tienen por objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental. Comprende el manejo sanitario del agua potable, las aguas residuales y excretas, los residuos sólidos y el comportamiento higiénico que reduce los riesgos para la salud y previene la contaminación. Tiene por finalidad la promoción y el mejoramiento de condiciones de vida urbana y rural.

6.3 MARCO LEGAL

Cuadro 8. Matriz legal aplicable al proyecto

NORMA	AÑO	OBJETIVO
Resolución 2115	2007	Se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
Decreto 1575	2007	Se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano.

Decreto 1541	1978	Se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto – Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.
Ley 373	1997	Se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Modificada por la Ley 812 de 2003, "Por la cual se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2003-2006, hacia un Estado comunitario".
Decreto 155	2004	Se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones.
Decreto 4742	2005	Se modifica el artículo 12 del Decreto 155 de 2004 mediante el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas.
Resolución 240	2004	Se definen las bases para el cálculo de la depreciación y se establece la tarifa mínima de la tasa por utilización de aguas.
Ley 9	1979	Se dictan Medidas Sanitarias.
RAS – Título B	2000	Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Sección II. TÍTULO B Sistemas de Acueducto.
Resolución 3641	2014	De la Corporación Autónoma Regional de Boyacá, por medio de la cual otorga una concesión de aguas superficiales.

Fuente: Autor (Septiembre, 2016)

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS AGROCLIMATOLÓGICAS

La Planta de Tratamiento de Agua Potable, está localizada en las instalaciones del Hotel Colonial, y suministra agua para consumo a los Hoteles Lanceros, Colonial y Club Náutico – Cabañas de Colsubsidio, ubicados en el Municipio de Paipa – Boyacá (Imagen 1). Su cabecera municipal se encuentra a los 5°47' de latitud norte y 73° 06' de longitud oeste. Abarca una extensión total de 30.592,41 hectáreas aproximadamente. Limita con los municipios: Duitama, Firavitoba, Tibasosa, Sotaquirá y Tuta.¹⁹

¹⁹ [Citado el 08 de Julio de 2016] Disponible en < http://www.paipa-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml>

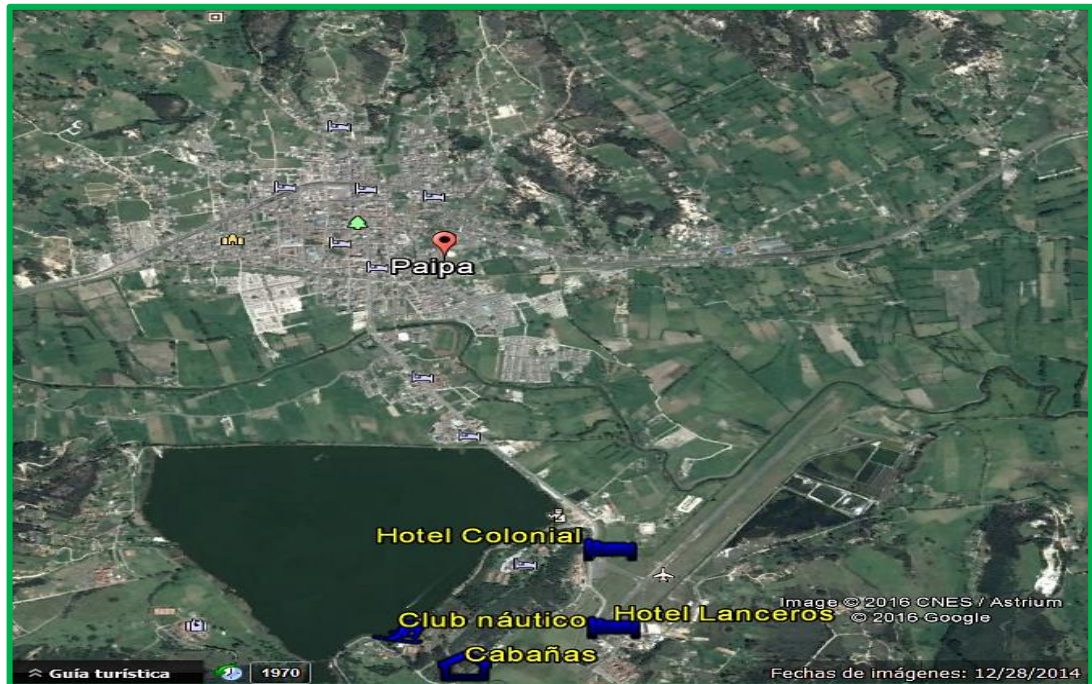


Imagen 1. Ubicación geográfica de los Hoteles Colsubsidio y el Municipio de Paipa – Boyacá. **Fuente:** Google Earth (Diciembre 28, 2014)

- Características agroclimáticas.

Presenta una temperatura promedio de 13°C., con una precipitación media anual: 944 mm. El Municipio se localiza en la Cordillera Oriental de Colombia a una altitud de 2.525 m.s.n.m., y se caracteriza por presentar rocas sedimentarias de origen marino y continental. Las cuencas hidrográficas que componen el municipio son: Cuenca del río Chicamocha (17.825 has), Cuenca del río Palermo (9.560 has) y Cuenca de río Tolotá (4.445 has), Total área 31.830 has.

7.2 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA

- **Universo:** Municipio de Paipa - Boyacá, con 30.740 habitantes (Según Dane, proyecciones 2015).
- **Población:** Hoteles Colsubsidio (Lanceros, Colonial y Club náutico – Cabañas), con una capacidad total entre 960 a 1000 personas (incluyendo empleados).
- **Muestra:** Planta de Tratamiento de Agua Potable ubicada en las instalaciones del Hotel Colonial, la cual suministra agua a unas 200 personas permanentes (Según la Concesión de agua superficial).

7.3 METODOLOGÍA

A continuación se describen las actividades que se realizaron para la ejecución de los objetivos del proyecto. Cuadro 9:

Cuadro 9. Descripción de la metodología

OBJETIVO	ACTIVIDAD	PRODUCTO
Comprobar la capacidad de la planta, analizando los parámetros principales de calidad del efluente y determinando el caudal de agua demandado por los Hoteles.	Recolección de muestras representativas del efluente de la PTAP.	Registro fotográfico y reporte de resultados de laboratorio.
	Pruebas de laboratorio físico-químicas y microbiológicas de las muestras recolectadas.	Reporte de resultados de laboratorio.
	Revisión del marco legal vigente para la comparación de los parámetros de calidad de agua permisibles.	Tabla de parámetros de calidad de agua.
	Aforo de caudal de entrada a la PTAP.	Registro fotográfico y valor de caudal.
Identificar problemas de construcción, operación y mantenimiento en cada una de las unidades y procesos que componen la PTAP.	Aplicar una lista de chequeo a cada componente de la PTAP.	Lista de chequeo y observaciones (registro fotográfico).
	Vaciar cada una de las unidades componentes de la PTAP y posteriormente dejar fluir agua dentro de ellas evaluando las características de funcionamiento.	Registro fotográfico y tabla de resultados.
	Revisión de la información y lineamientos de diseño de PTAP según la normatividad.	Tabla de parámetros.
Proponer alternativas de mejora en los procesos, sistemas y unidades de operación y mantenimiento de la PTAP.	Recopilación de información del estado actual de la planta y la legislación vigente.	Lista de chequeo, entrevistas, registro fotográfico, formatos y reporte de resultados.
	Análisis y determinación de puntos críticos y unidades a reformar.	Registro fotográfico, lista de chequeo.
	Elaboración de alternativas de mejora para cada proceso, sistema y unidad de operación y mantenimiento de la PTAP.	Lineamientos de operación y mantenimiento óptimo de la PTAP

Fuente: Autor (Septiembre, 2016)

8. DESARROLLO DEL PROYECTO

8.1 CAUDAL DE AGUA DEMANDADO POR LOS HOTELES Y CARACTERIZACIÓN DEL AGUA POTABLE

8.1.1 Caudal de agua

Para la determinación del caudal demandado por los hoteles, Colsubsidio lleva un registro mensual del consumo de agua superficial diario, el cual se realiza mediante un macromedidor de agua con el fin de no captar agua mayor a lo concesionado (0,93 l/s) Ver Anexo A; dicho medidor dejó de funcionar a partir del 5 de Abril del presente año, para lo cual se ejecutó la instalación de un nuevo macromedidor el día 15 de Septiembre. El formato contiene variables como: Tiempo de operación de la Planta, Condición climatológica, Caudal consumido, entre otras; a continuación se hace evidencia del formato correspondiente al mes de Septiembre del caudal consumido:

Logo Colsubsidio		PTAP						Código:	Actualizado:	Versión:	
								2012	2013	1	
Sede: Hotel Colonial		Septiembre 2016									
Punto de Lectura: Medidor Bocatomá PTAP		Río Chicamocho						Caudal Solicitado/Autorizado: 0,93 L/seg 80,352 m ³ /día			
Número Serie del Medidor: 11100377											
Fecha	Hora	Inicio Lectura (m ³)	Responsable de la lectura	Fin Hora	Lectura (m ³)	Responsable de la lectura	Tiempo de Operación (Horas)	Caudal Consumido (L/seg)	Caudal Consumido (m ³ /día)	Condición Climatológica	OBSERVACIÓN
01-Sep-16	09:30		Carlos E.	04:00 p.m.		Carlos E.	06:30	0,00	0,00	Seco	Medidor Dañado
02-Sep-16	09:30		Carlos E.	04:00 p.m.		Carlos E.	06:30	0,00	0,00	Lluvioso	Medidor Dañado
03-Sep-16	08:00		Carlos E.	02:00 p.m.		Carlos E.	06:00	0,00	0,00	Seco	Medidor Dañado
04-Sep-16	08:00		Carlos E.	03:00 p.m.		Carlos E.	07:00	0,00	0,00	Lluvioso	Medidor Dañado
05-Sep-16	09:00		Carlos E.	04:00 p.m.		Carlos E.	07:00	0,00	0,00	Seco	Medidor Dañado
06-Sep-16	09:00		Carlos E.	04:00 p.m.		Carlos E.	07:00	0,00	0,00	Lluvioso	Medidor Dañado
07-Sep-16	09:00		Carlos E.	05:00 p.m.		Carlos E.	0,00	0,00	0,00	Lluvioso	Medidor Dañado
08-Sep-16	09:00		Carlos E.	02:00 p.m.		Carlos E.	05:00	0,00	0,00	Seco	Medidor Dañado
09-Sep-16	09:00		Carlos E.	04:00 p.m.		Carlos E.	07:00	0,00	0,00	Lluvioso	Medidor Dañado
10-Sep-16	08:00		Carlos E.	02:00 p.m.		Carlos E.	06:00	0,00	0,00	Seco	Medidor Dañado
11-Sep-16										Seco	No se realizó medición
12-Sep-16	09:00		Carlos E.	04:00 p.m.		Carlos E.	07:00	0,00	0,00	Lluvioso	Medidor Dañado
13-Sep-16	09:00		Carlos E.	04:00 p.m.		Carlos E.	07:00	0,00	0,00	Lluvioso	Medidor Dañado
14-Sep-16	09:00		Carlos E.	04:00 p.m.		Carlos E.	07:00	0,00	0,00	Seco	Medidor Dañado
15-Sep-16	14:30	0,3	Carlos E.	17:00	53	Carlos E.	02:30	0,61	52,70	Seco	
16-Sep-16	08:00	53	Carlos E.	17:00	232	Carlos E.	09:00	2,07	179,00	Seco	
17-Sep-16	07:00	232	Carlos E.	15:00	369	Carlos E.	08:00	1,59	137,00	Seco	
18-Sep-16	06:00	369	Carlos E.	15:00	534	Carlos E.	09:00	1,91	165,00	Lluvioso	
19-Sep-16	08:00	534	Carlos E.	05:00 p.m.	699	Carlos E.	09:00	1,91	165,00	Lluvioso	
20-Sep-16	08:00	699	Carlos E.	05:00 p.m.	856	Carlos E.	09:00	1,82	157,00	Seco	
21-Sep-16	08:00	856	Carlos E.	17:00	1023	Carlos E.	09:00	1,93	167,00	Lluvioso	
22-Sep-16	08:00	1023	Carlos E.	17:00	1189	Carlos E.	09:00	1,92	166,00	Lluvioso	
23-Sep-16	08:00	1189	Carlos E.	16:30	1343	Carlos E.	08:30	1,78	154,00	Seco	
24-Sep-16	06:00	1343	Carlos E.	13:00	1470	Carlos E.	07:00	1,47	127,00	Seco	
25-Sep-16	06:00	1470	Luis C.	15:00	1635	Luis C.	09:00	1,91	165,00	Seco	
26-Sep-16	07:30	1635	Carlos E.	16:00	1781	Carlos E.	08:30	1,69	146,00	Seco	
27-Sep-16	07:30	1781	Carlos E.	14:00	1925	Carlos E.	06:30	1,67	144,00	Seco	
28-Sep-16	08:30	1925	Carlos E.	15:00	2055	Carlos E.	06:30	1,62	140,00	Seco	
29-Sep-16	06:00	2055	Carlos E.	16:00	2290	Carlos E.	10:00	2,60	225,00	Seco	
30-Sep-16	05:00	2290	Carlos E.	16:00	2496	Carlos E.	10:00	2,38	206,00	Lluvioso	

Condición Climatológica: Equitativos para los períodos de lluvia y seco.
Observación: A partir del día 15 de septiembre se puso en funcionamiento el nuevo medidor de agua.

Figura 2. Consumo de Agua Superficial de los Hoteles Colsubsidio Paipa. **Fuente:** Caja Colombiana de Subsidio Familiar – Colsubsidio (Septiembre, 2016)

Según el registro que se llevó a cabo desde el 15 al 30 Septiembre, se establece que el caudal promedio consumido por los Hoteles corresponde a 1,81 l/s, es decir que se supera lo concesionado, razón por la cual se solicitó una ampliación de la concesión a la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá).

8.1.2 Caracterización del agua potable

Con el fin de valorar la calidad del agua potable, fue necesario realizar unos análisis físico-químicos y microbiológicos del recurso, para posteriormente compararlos con la normatividad aplicable (Resolución 2115 de 2007, "Por la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano") y así determinar que tratamientos son necesarios para su optimización.

8.1.2.1 Análisis microbiológicos

Para efectuar la caracterización microbiológica del efluente, fue necesario conseguir un laboratorio certificado y acreditado, el cual brindara resultados confiables para posteriormente tomar medidas correctivas para su óptima potabilización. El motivo de dicha actividad fue debido a que el anterior laboratorio (Instrumental Service Ltda.) no reportaba unos resultados confiables, razón por la cual no se llevaron a cabo caracterizaciones en algunos meses.



INFORME DE RESULTADOS MC58946

22/09/16

ID ENTIFICACION CLIENTE

EMPRESA: COLSUBSIDIO
CONTACTO: Angelica M. Latorre
DIRECCION: Centro Comercial Calima/ Bogotá
TELÉFONO: 7420100

SUCURSAL: Hotel Lancers -Cocina principal
MUESTREO: SI
TRAIDA LAB: NO
RESPONSABLE: Janeth Rocio Ramirez

ID ENTIFICACION MUESTRA

MUESTRA: Agua potable grifo cocina caliente
CANTIDAD: 300ml
EMPAQUE: Bolsa Nasco
ORIGEN: Grifo Lavado cocina caliente
TIPO: Potable

No. MUESTRA: 26010916 / A1446SEP16
FECHA Y HORA DE MUESTREO: 16/09/16 8:45am
FECHA DE RECIBO: 16/09/16
FECHA ANALISIS: 17/09/16 al 22/09/16
LIMITE EMPLEADO: Resolución 2115/2007
PROTOCOLO MUESTREO: Standard Methods for Examination Water Edit 22: 2012

ANALISIS	RESULTADOS	UNIDADES	LIMITES	METODOS DE ANALISIS	LD	TECNICAS DE ANALISIS	CONCEPTO
Mesofilos aerobios	10	UFC/100mL	<100	Filtración por membrana	<1 a 400 UFC/100ml	Standard Methods Edt 22 /2012 9215-D Mesof	ACCEPTABLE
Coliformes totales	<1	UFC/100mL	0	Filtración por membrana	<1 a 400 UFC/100ml	Standard Methods Edt22:2012 9222-B Colif	
<i>Escherichia coli</i>	<1	UFC/100mL	0	Filtración por membrana	<1 a 400 UFC/100ml	Standard Methods Edt22:2012 9222-G E. coli	

NOTA: ANALISIS VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA. LABORATORIO EMICAL S.A.S. NO SE HACE RESPONSABLE POR SU USO INDEBIDO O FALSIFICACION. EL INFORME NO SE PUEDE REPRODUCIR SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO.
 LD: Limite de Detección.

OBSERVACIONES: La muestra analizada de Agua potable presentó recuento de Mesofilos aerobios dentro del limite permitido cumpliendo con la Resolución 2115/2007.

Revisado por:

ELENA MARIA PEREZ M
 Director Técnico

Aprobado por:

CESAR AUGUSTO RAMIREZ A.
 Gerente General

Página 9 de 10

Figura 3. Resultados de los análisis microbiológicos de agua potable, Hotel Lancers. (Septiembre, 2016)



Laboratorio Especializado en Microbiología
Industrial y Control de Calidad



INFORME DE RESULTADOS MC58959

22/09/16

IDENTIFICACION CLIENTE

EMPRESA: COLSUBSIDIO
CONTACTO: Angelica M. Latorre
DIRECCION: Centro Comercial Calima/ Bogotá
TELEFONO: 7420100

SUCURSAL: HOTEL COLONIAL - Cocina principal
MUESTREO: SI
TRAIDA LAB: NO
RESPONSABLE: Janeth Rocío Ramirez

IDENTIFICACION MUESTRA

MUESTRA: Agua Potable grifo Lavado cocina fria
CANTIDAD: 300ml
EMPAQUE: Bolsa Nasco
ORIGEN: Grifo cocina caliente
TIPO: Potable

No. MUESTRA: 26120916 / A1453SEP16
FECHA Y HORA DE MUESTREO: 16/09/16 10:45am
FECHA DE RECIBO: 16/09/16
FECHA ANALISIS: 17/09/16 al 22/09/16
LIMITE EMPLEADO: Resolución 2115/2007
PROTOCOLO MUESTREO: Standard Methods for Examination Water Edit 22: 2012

IDENTIFICACION ANALISIS

ANALISIS	RESULTADOS	UNIDADES	LIMITES	METODOS DE ANALISIS	LD	TECNICAS DE ANALISIS	CONCEPTO
Mesofilos aerobios	6	UFC/100mL	<100	Filtración por membrana	<1 a 400 UFC/100ml	Standard Methods Edt 22 /2012 9215-D Mesof	ACEPTABLE
Coliformes totales	<1	UFC/100mL	0	Filtración por membrana	<1 a 400 UFC/100ml	Standard Methods Edt22:2012 9222-B Colif	
<i>Escherichia coli</i>	<1	UFC/100mL	0	Filtración por membrana	<1 a 400 UFC/100ml	Standard Methods Edt22:2012 9222-G E. coli	

NOTA: ANALISIS VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA. LABORATORIO EMICAL S.A.S. NO SE HACE RESPONSABLE POR SU USO INDEBIDO O FALSIFICACION. EL INFORME NO SE PUEDE REPRODUCIR SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO.
LD: Límite de Detección.

OBSERVACIONES: La muestra analizada de Agua potable presentó recuento de Mesofilos aerobios dentro del límite permitido cumpliendo con la Resolución 2115/2007.

Revisado por:

ELENA MARIA PEREZ M
Director Técnico

Aprobado por:

CESAR AUGUSTO RAMIREZ A.
Gerente General

FIN DEL INFORME

Página 10 de 10

Figura 4. Resultados de los análisis microbiológicos de agua potable, Hotel Colonial. (Septiembre, 2016)

Se tomaron dos muestras de agua potable el 22 de Septiembre para su caracterización (1 en el Hotel Lanceros – Grifo cocina caliente y 1 en el Hotel Colonial – Grifo lavado cocina fría) realizado por el laboratorio EMICAL, el cual está certificado y acreditado en el Sistema de Gestión de Calidad NORMA ISO/IEC 17025:2005. La muestra fue analizada por el método de “Filtración por membrana”; los resultados obtenidos fueron aceptables según la Resolución 2115 de 2007; sin embargo, para mayor remoción de microorganismos, es necesario hacer mantenimiento general a los filtros en un periodo mínimo de 5 años y además realizar el retrolavado de cada uno de ellos simultáneamente cada 8 horas.


8.1.2.2 Análisis físico-químicos

Para la caracterización físico-química, no fue posible realizarse en el mes de Septiembre, ya que Colsubsidio solicitó una cotización con todos los análisis físico-químicos y microbiológicos según la Resolución 2115 de 2007 para el afluente y el efluente con el laboratorio Asebiol SAS, el cual se encuentra certificado y acreditado; dicha caracterización tiene un valor unitario para cada muestra de

4'073.920, para un valor total de 8'147.840 (afuente y efuente), motivo por el que no se ha aprobado y gestionado el presupuesto correspondiente por Gerencia.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se procedió a analizar los últimos resultados emitidos por el laboratorio "Instrumental Service Ltda." ejecutados en el mes de marzo, donde contiene algunos parámetros de la norma.

Version 01

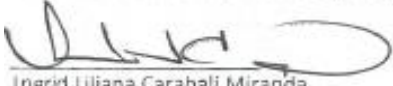


INSTRUMENTAL SERVICE
LABORATORIO
NIT. 900.264.209-1


O-20077 Página 2 de 2	REPORTE DE RESULTADOS FISICOQUÍMICOS	
Empresa:	CAJA COLOMBIANA DE SUBSIDIO FAMILIAR COLSUBSIDIO - HOTEL LANCEROS	NIT: 860.007.336-1
Dirección:	Vía Paipa / Pantano de Vargas Km 3	Teléfono: 7465353
Solicitante:	Luz Adriana Bohórquez	Cargo: Coordinadora Aseguramiento de Calidad
Tipo de Muestra:	AGUA DE SUMINISTRO	
Punto de Captación:	Cocina Fría	
Fecha de Muestreo:	16 de Marzo de 2016	
Fecha de Análisis:	17 de Marzo de 2016	
Fecha de Resultados:	23 de Marzo de 2016	

ANÁLISIS	MÉTODO UTILIZADO	UNIDADES	RESULTADO	Límite Detección Instrumental	Especificación
ALCALINIDAD	APHA AWWA WEF 2320B	mg/L CaCO ₃	21,25	1,0 mg/L	200 mg/L
COLOR RESIDUAL	APHA AWWA WEF 4500Cl - F	mg/L Cl ₂	1,36	0,02 mg/L	0,3 -2,0 mg/L
TURBIEDAD	APHA AWWA WEF 2130	N.T.U	0,11	0,02 NTU	2,00 NTU
pH	APHA AWWA WEF 4500H - B	***	7,49	***	6,5 - 9,0
DUREZA TOTAL	APHA AWWA WEF 2340 - C	mg/L CaCO ₃	20,31	0,5 mg/L	300 mg/L
HIERRO	APHA AWWA WEF 2540 - B	mg/L	NO DETECTABLE	0,02 mg/L	0,3 mg/L
CLORUROS	APHA AWWA WEF 4500Cl - B	mg/L Cl	18,32	0,15 mg/L	250 mg/L
COLOR	APHA AWWA WEF 2120B	U.P.C.	3	0 UPC	15 UPC

*La muestra **CUMPLE** con los parámetros fisicoquímicos analizados según la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Protección Social para Agua Potable.



Ingrid Liliana Carabali Miranda
Directora Técnica



INSTRUMENTAL SERVICE
LABORATORIO
DOCUMENTO ORIGINAL

Los Resultados contenidos en el presente informe son válidas únicamente para la(s) muestra(s) analizada(s). Prohibido su reproducción total o parcial sin autorización específica de Instrumental Service Ltda.

Figura 5. Resultados de los análisis físico – químicos de agua potable, Hotel Lanceros. (Marzo, 2016)

Se tomó una muestra en el Hotel Lanceros – Grifo Cocina fría y se obtuvo en el análisis según la normatividad que la prueba cumple con los parámetros establecidos; por otro lado hay que tener en cuenta que dichos resultados no son del todo confiables. Para lo cual se está realizando el trámite conveniente para la vinculación a un laboratorio certificado y acreditado; esto con el fin de tomar las medidas correspondientes para el tratamiento adecuado de calidad de agua potable.

8.1.3 Calidad de la fuente de abastecimiento

En los Hoteles Colsubsidio Paipa, sólo se ha realizado un análisis de laboratorio de la fuente para el diseño de la PTAP, efectuada por Degremont Colombia S.A. en el año 1996.

CARACTERÍSTICAS AGUA CRUDA

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	VALOR
pH	Unidades	6.2
ALCALINIDAD Total Hidróxidos Carbonatos Bicarbonatos	mg/L CaCO ₃	28 0 0 28
ACIDEZ Total Sales Minerales Sales Hidrolizadas Dióxido de Carbono	mg/L CaCO ₃	23 0 4.88 18.12
CONSTITUYENTES ORGÁNICOS DQO DBO ₅	mg/L	116 61
METALES Hierro	mg/L Fe ⁺³	0.0673
BACTERIOLÓGICO Coliformes Totales Coliformes fecales	NMP/100.mL	Ausente Ausente

Figura 6. Resultados de los análisis físico – químicos y microbiológicos de la fuente de abastecimiento, Río Chicamocha. (1996)

Según los resultados determinados, la fuente de abastecimiento en el año mencionado era muy deficiente para los constituyentes orgánicos (DQO, DBO₅), mientras que para los demás parámetros era una fuente aceptable conforme a lo requerido en el RAS 2000 acerca de los parámetros mínimos de análisis físico-químicos y microbiológicos, y el grado de tratamiento asociado. Con dichos datos se identifica que para tratar el recurso, es necesario un tratamiento convencional, utilizando: pretratamiento (sistema de rejillas, desarenadores, torres de aireación), coagulación, sedimentación, filtración, desinfección.

Finalmente, para valorar las características en las que se encuentra actualmente el Río Chicamocha y así corregir y diseñar el tipo de tratamiento que necesita y los parámetros principales de interés en periodo seco y de lluvia; es indispensable conocer el estado físico-químico y microbiológico en que entra el agua cruda a la planta, con el fin de evaluar el tratamiento desarrollado en cada componente de la PTAP; teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la resolución 2115 de 2007 y complementando con el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000). Por tal razón se solicitó una caracterización reciente del afluente.

8.2 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS Y LINEAMIENTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO QUE COMPONEN LA PTAP

8.2.1 Descripción de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de los Hoteles Colsubsidio Paipa y Alternativas de mejoramiento en cada uno de sus procesos

8.2.1.1 Fuente de abastecimiento

La Planta de Tratamiento de Agua Potable, cuenta con una fuente de captación del Río Chicamocha, la cual según la Resolución 3641 de 2014 emitida por la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá) otorga la concesión de agua superficial para los Hoteles Colsubsidio Paipa con un caudal de 0,93 l/s. Actualmente, el caudal consumido por los hoteles tiene un promedio de 1,81 l/s; fundamento por el cual se solicitó una ampliación de la concesión a la autoridad ambiental.

8.2.1.2 Sistema de captación

En el Barrio Las Quintas, jurisdicción del municipio de Paipa se realiza la captación de la fuente de abastecimiento mediante una bocatoma de tipo lateral, la cual no posee un sistema de rejillas permitiendo el paso del material de arrastre hacia la tubería de aducción (Ver imagen 2); evidenciando que el operario de la Planta retira de manera manual los sólidos suspendidos acumulados en dicha estructura (Ver imagen 3).



Imagen 2. Bocatoma



Imagen 3. Recolección manual de sólidos suspendidos

Se requiere la instalación de rejillas superficiales con el fin de remover los sólidos de mayor tamaño de modo que no se obstruya la tubería de succión. Por otro lado, también es necesario la implementación de desarenadores, ya que la Planta no cuenta con ellos y el río contiene gran material sedimentario, razón por la cual las tuberías presentan gran tipo de dicho material.

8.2.1.3 Sistema de bombeo

La caseta de bombeo se encuentra ubicada dentro de la Cota de Inundación del Río Chicamocha (Corpoboyacá 2011), la cual deberá correrse 30 metros como mínimo desde el borde del río (Acuerdo 030 de 2000, Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Paipa), requerimiento emitido para la ampliación de la concesión de agua superficial por la Corporación Autónoma.

Cuenta con 2 bombas, actualmente una no está en funcionamiento, por tal motivo a finales del mes de septiembre fue llevada para revisión. El agua cruda es obtenida mediante bomba de marca Siemens, con un caudal de capacidad máxima de 7 l/s y con potencia de 8 HP, la succión se efectúa en tubería de PVC de 6". De este punto es transportada en tubería de 4", por una longitud de 4 km hasta la Planta de Potabilización ubicada en el interior del Hotel Colonial.



Imagen 4. Bombas. Fuente: Autor (Septiembre, 2016)

8.2.1.4 Torre de aireación

La oxidación de la materia orgánica se lleva a cabo en una torre de aireación cargada con carbón Coke, dicha torre consiste en una estructura de fibra de vidrio, la cual va montada sobre el tanque Pulsator donde se descarga directamente el agua aireada; cumpliendo con las siguientes características:

Cuadro 10. Características de la Torre de aireación

Diámetro	1.80 m
Altura	0.20 m por bandeja
No. de bandejas	3 superiores y 1 inferior bombeada
No. de perforaciones por bandeja	208 unidades
Diámetro de las perforaciones	15 mm
Lecho	Carbón Coke
Cantidad a cambiar	40 kilos de Carbón Coke por bandeja

Fuente: Manual de instrucciones. Planta de Tratamiento de Agua Potable tipo pulsator. (Colsubsidio, 1996) p. 10

Revisando la información recolectada por entrevista directa del operario de la planta y documentación primaria y secundaria, se determinó que el carbón Coke no se ha cambiado desde hace más de 5 años, por lo que no es posible la remoción de la materia orgánica. Se recomienda que se ejecute el cambio del Coke cada 6 meses. Por otro lado, se observa que dicha estructura presenta suciedad y musgo, lo que perturba las condiciones de saneamiento básico, realizar limpieza mensualmente, para fines de calidad. Finalmente, es necesario colocar una escalera fija de mayor tamaño que tenga fácil acceso a las bandejas de aireación, ya que el técnico que opera la PTAP puede sufrir accidentes por la manipulación de estas.

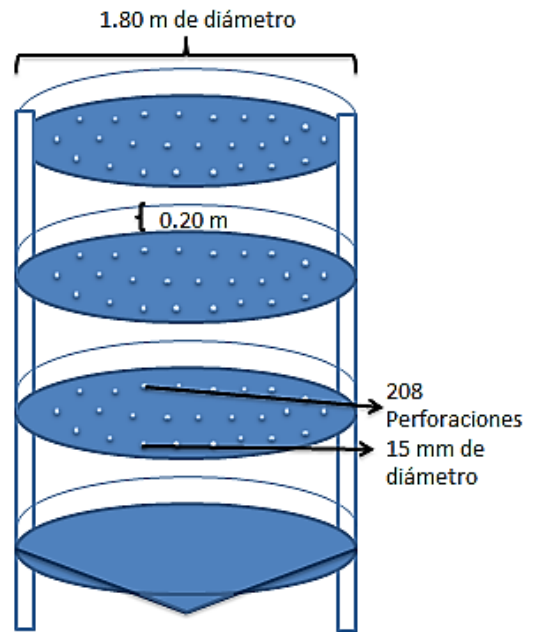
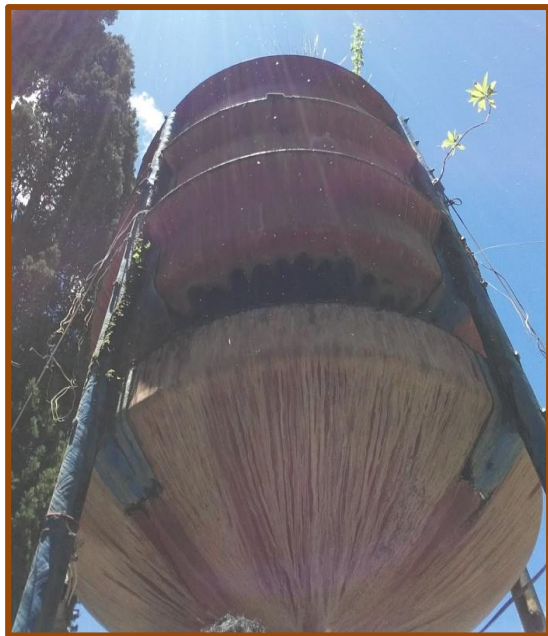


Imagen 5. Torre de aireación. **Fuente:** Autor (Septiembre, 2016)

8.2.1.5 Dosificadores

Cuenta con 3 bombas dosificadoras con sus accesorios de aspiración e inyección y un tanque de preparación de la solución con capacidad de 100 L para cada reactivo. El cual corresponde a: Para el coagulante “YANCLAR” tiene una capacidad de 0 – 19 l/h y una presión de 100 psi, para la CAL (neutralización del pH) tiene una capacidad de 0 – 10 l/h, una presión de 100 psi y una potencia de 0.125 HP. y finalmente para el desinfectante “YANCLOR” (Mezcla de sales de Cloro) con una capacidad de 4 l/h.



Imagen 6. Bombas dosificadoras. **Fuente:** Autor (Septiembre, 2016)

Para la dosificación del coagulante YANCLAR, se realiza de forma experimental, ya que no se cuenta con el equipo de Jarras, por tal motivo no se lleva a cabo una correcta remoción de partículas coloidales. Por otro lado, para la cantidad que se le debe suministrar de desinfectante, no se lleva ningún control ni registro de la demanda de Cloro ni punto de quiebre, lo que conlleva a una inadecuada remoción de microorganismos o un aumento en el Cloro residual. Finalmente, Colsubsidio realizó una cotización de equipos (Test de Jarras, Análisis de Cloro) con la empresa LIPESA, por un valor total de 5'340.500, el cual está sujeto a aprobación por Gerencia.

8.2.1.6 Floculación

Es realizada mediante un decantador del tipo PULSATOR LAMINAR A SIFÓN de manto de lodos con un caudal de diseño de 10 l/s, con módulos de sedimentación acelerada que permite operarlo a mayores velocidades; en el cual se mantiene un manto de lodos en expansión, mediante pulsaciones hidráulicas.



Imagen 7. Floculador. *Fuente: Autor (Septiembre, 2016)*

8.2.1.7 Sedimentación

Sedimentadores de tipo colmena o de alta rata; cuenta con 8 módulos tipo paneles para la precipitación acelerada de los flóculos, con una altura de 0.60 m y una inclinación de 60°; posee un conjunto de ramificaciones inferiores perforadas, para la distribución del agua cruda, caracterizada por: 12 unidades de ramificaciones, con diámetro de 3" en PVC, con 13 agujeros por ramificación de 17 mm; además consta de 2 válvulas manuales de diámetro 2 ½" para extracción de lodos, dos

cámaras de extracción de lodos, una tubería de salida de agua de 4" de diámetro y un rebose de seguridad de 4" de diámetro.



Imagen 8. Sedimentador. Fuente: Autor (Septiembre, 2016)

8.2.1.8 Filtración

Consta de 3 filtros de grava, arena y antracita con las siguientes características:

Cuadro 11. Características del Sistema de Filtración

Diámetro	1.40 m
Altura	1.22 m
Espesor cuerpo y tapa	3/16"
Espesor fondo plano	1/4"
Presión máxima de servicio	2.0 kg/cm ²
Velocidad de filtración a caudal nominal	7.8/m ³ /m ² /h
Caudal de lavado	36.0 m ³ /h
Lechos filtrantes	
Grava gruesa ¾ - 3/8	200 mm
Grava media 3/8 - 1/8	100 mm
Grava fina 1/8" - 1/16"	100 mm
Arena gruesa 1.5	100 mm
Arena media 0.55	200 mm
Antracita 1.10 - 1.00	400 mm

Fuente: Manual de instrucciones. Planta de Tratamiento de Agua Potable tipo pulsator. (Colsubsidio, 1996) p. 12



Imagen 9. Filtros. *Fuente: Autor (Septiembre, 2016)*

Según entrevista directa con el operario de la Planta, a los filtros no se le realiza mantenimiento hace más de 5 años, motivo por el cual no se remueven de manera adecuada los microorganismos, el tiempo mínimo de mantenimiento se debe hacer cada 5 años, y el retrolavado cada 16 horas simultáneamente, esto con el fin de que no se obstruya su proceso.

8.2.1.9 Desinfección

Este proceso se lleva a cabo mediante el desinfectante “YANCLOR”, teniendo en cuenta que no se lleva a cabo ningún control ni registro de la demanda de Cloro ni punto de quiebre.

8.2.1.10 Calidad del agua para consumo humano

Según la Resolución 2115 de 2007, el control de los análisis físico – químicos y microbiológicos debe realizarse como mínimo según las siguientes frecuencias y número de muestras de acuerdo con la población atendida (Ver Cuadro 12).

Cuadro 12. Frecuencias y número de muestras de control de la calidad física – química y microbiológica del agua para consumo humano

Población atendida	Características	Frecuencia mínima	Número mínimo de muestras a analizar por cada frecuencia
2.501 – 10.000	Turbiedad	Mensual	3
	Color aparente		
	pH		
	Residual del desinfectante usado		
	COT	Anual	2
	Fluoruros		
	Residual de coagulante utilizado		
	Coliformes totales	Mensual	3
	E. Coli		
	Aquellas características físicas, químicas y microbiológicas de interés en salud pública exigidas por el mapa de riesgo o la Autoridad Sanitaria	De acuerdo a lo exigido en el Mapa de Riesgo	De acuerdo a lo exigido en el Mapa de Riesgo

Fuente: Colombia. Ministerio de la Protección Social; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 2115 (22, junio, 2007). p. 13

9. CRONOGRAMA

Cuadro 13. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	2016															
	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
	SEMANA															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Entrega de la propuesta de grado – Modalidad pasantía				X												
Recolección de muestras representativas del efluente de la PTAP.						X	X									
Pruebas de laboratorio físico-químicas y microbiológicas de las muestras recolectadas.						X	X									
Revisión del marco legal vigente para la comparación de los parámetros de calidad de agua permisibles.				X	X		X	X								
Aforo de caudal de entrada a la PTAP.						X										

Aplicar una lista de chequeo a cada componente de la PTAP.					X	X													
Vaciar cada una de las unidades componentes de la PTAP y posteriormente dejar fluir agua dentro de ellas evaluando las características de funcionamiento.						X	X												
Revisión de la información y lineamientos de diseño de PTAP según la normatividad.				X	X	X	X	X											
Recopilación de información del estado actual de la planta y la legislación vigente.						X	X	X	X										
Análisis y determinación de puntos críticos y unidades a reformar.										X	X	X	X						
Elaboración de alternativas de mejora para cada proceso, sistema y unidad de operación y mantenimiento de la PTAP.											X	X	X	X					
Entrega de documento final.																		X	
Sustentación de Trabajo de grado – opción pasantía																			X

Fuente: Autor (Septiembre, 2016)

10. CONCLUSIONES

- El estado actual de la planta está en muy malas condiciones, esto es debido a que no se realiza mantenimientos a las diferentes unidades y componentes de la PTAP, como por ejemplo, a los filtros, torres de aireación, etc., ya que no cuentan con insumos necesarios ni con un técnico con estudios y apropiación del tema; es por esto que la calidad del agua no cumple con los parámetros establecidos en la Resolución 1125 de 2007.
- Por la falta de instrumentos de medición y control de la calidad del agua, no se realiza el adecuado tratamiento para la remoción óptima de partículas coloidales y microorganismos, ya que no se cuenta con un laboratorio interno donde se ejecuten medidas como test de jarras, análisis de Cloro (Demanda y punto de quiebre), control de pH, análisis físico-químicos y microbiológicos con frecuencia y mediante un laboratorio acreditado y certificado, entre otras.
- La carencia de pretratamientos también es un factor importante en la operación y mantenimiento de la Planta, como por ejemplo las rejillas superficiales en bocatoma y los desarenadores es motivo por el cual se perturban los diferentes procesos de aireación, coagulación – floculación, ya que no se remueven adecuadamente las partículas de mayor tamaño, haciendo que también se obstruyan las tuberías.

BIBLIOGRAFÍA

Andía, Yolanda. Evaluación de Plantas y Desarrollo Tecnológico. Tratamiento de Agua: Coagulación Floculación. Lima, 2000.

Arboleda V., Jorge & Marckrl. Teoría y práctica de la purificación del tomo1: Editorial McGraw-Hill. Colombia, 2000.

COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000 (Noviembre de 2000). Sección II; Título B, Sistemas de Acueducto.

COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000 (Noviembre de 2000). Sección II; Título C, Sistemas de Potabilización.

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL; MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 2115 (22, Junio, 2007). Por la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Diario Oficial Bogotá D.C., 2007 No 46679. p. 1 – 32.

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 1575 (09, Mayo, 2007). Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. p. 1 – 14.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 3930 (25, Octubre, 2010). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial Bogotá D.C., 2010 No 47837. p. 1 – 29.

Corporación Autónoma Regional de Boyacá. Concepto técnico Concesión de Aguas (Enero de 2014).

EPSA LTDA. Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua – PUEAA. (Octubre 2011).

Romero, Jairo. Purificación de agua. 2 ed. Editorial escuela colombiana de ingeniería. Colombia, 2006.

Gómez, Pablo. Manual de instrucciones. Planta de Tratamiento de Agua Potable tipo pulsator. Colombia, 1996.

Manrique-Abril FG; Manrique DA; Manrique RA; Tejedor M. (2007). Características del río Chicamocha. Contaminación de la cuenca alta del río Chicamocha y algunas aproximaciones sobre La salud humana.

Maldonado, Víctor. Manual I: Teoría. Filtración, Capítulo 9. p. 83

Colombia. DANE. Información estadística. Proyecciones de población municipales por área (2005 – 2020). Paipa – Boyacá.


[Citado el 08 de Julio de 2016] Disponible en < http://www.paipa-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml>

[Citado el 08 de febrero de 2011] Disponible en <ptasmosquera.orgfree.com/imagenes/documentos/PRUEBA%20DE%20JARRAS.docx>

[Citado el 19 de Septiembre de 2016] Disponible en <http://www.colsubsidio.com/index.php?option=com_content&view=article&id=128&Itemid=278>

ANEXOS

Anexo A: Concesión de agua superficial

 **COPIA**

MEMORANDO

Bogotá, D.C., 16 de Febrero de 2015

PARA: Dr. JUAN CARLOS AZULA JAIME
Jefe Departamento Servicios De Infraestructura

DE: Dr. ÁLVARO SALCEDO SAAVEDRA
Jefe Oficina Jurídica y Secretaría General

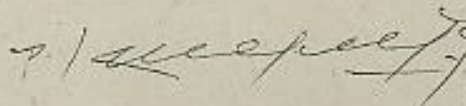
REF.: **RESOLUCIÓN 3641 DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE BOYACÁ, POR MEDIO DE LA CUAL OTORGA UNA CONCESIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES.**


En el día 10 de febrero de 2015, nos notificamos del concepto técnico de aguas emitido por la Corporación Autónoma Regional de Boyacá, mediante el cual otorgan concesión de aguas superficiales para los hoteles Colonial y Lanceros de Colsubsidio, en un caudal de **0.93 L.P.S.**, a derivar de la fuente hídrica denominada Río Chicamocha, punto de captación ubicado en el barrio las Quintas del Municipio de Paipa.

Le agradecemos se sirvan revisar cada una de los requerimientos asociados a esta autorización, con el fin de que nos informen lo más pronto posible, si hay lugar a presentar los recursos de ley, por temas que se hayan dejado de resolver o de los cuales no estemos de acuerdo, para lo cual tenemos un término de 10 días hábiles a partir de la notificación.

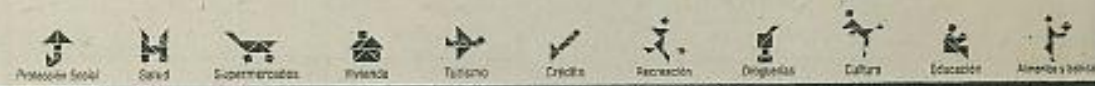
Por lo anterior y una vez se haya realizado el estudio de la Resolución por parte de su área, le solicitamos alleguen a más tardar el día 18 de febrero a la Oficina Jurídica, los soportes para presentar el recurso si hay lugar a este.

Atentamente,





Area Resolución 3641
DSM



Call 26 a 25-50, Correo electrónico: 745.0100 - Fax: 140.2440 - A.A. 8573. Asesorías Colsubsidio: 745.0990 Bogotá, D.C. www.colsubsidio.com