

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO Y FINANCIERO PARA LA
RECUPERACIÓN DE AGUA RESIDUAL CON UN SEDIMENTADOR DE LODOS
EN LA PLANTA POSTOBON BELLO**

CRUZ NATALIA BARRERA RIOS

**INSTITUCION UNIVERSITARIA ESUMER
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE PROYECTOS
MEDELLIN
2012**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO Y FINANCIERO PARA LA
RECUPERACIÓN DE AGUA RESIDUAL CON UN SEDIMENTADOR DE LODOS
EN LA PLANTA POSTOBON BELLO**

CRUZ NATALIA BARRERA RIOS

**Trabajo de grado para optar al título de
Especialista en Gerencia de Proyectos**

**Asesor
FRANCISCO JAVIER SALAZAR GOMEZ**

**INSTITUCION UNIVERSITARIA ESUMER
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE PROYECTOS
MEDELLIN
2012**

AGRADECIMIENTO Y DEDICADORA

A mi Familia, por su amor a mí y a los proyectos que emprendo cada día.

A mi Jefe y Compañeros de Trabajo por su colaboración y confianza.

A mis Amigos por su apoyo constante y por la fuerza de sus palabras para salir adelante.

A la Universidad por su actitud de servicio durante la realización del trabajo de grado.

Gracias, Natalia B.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	10
1. TÍTULO	11
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
3. JUSTIFICACION	15
4. OBJETIVOS	17
4.1 OBJETIVO GENERAL	17
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	18
5.1 GEOGRÁFICAS	18
5.2 TIEMPO	18
5.3 LIMITACIONES TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS	18
5.4 LEGALES	18
6. MARCO DE REFERENCIA	20
6.1 ESTADO DEL ARTE	20
6.1.1 Regiones Hidrográficas de Colombia y sus principales ríos.	21
6.1.2 Agua potable y saneamiento en Colombia.	21
6.1.3 Empresas Públicas de Medellín (EPM).	22
6.1.4 Saneamiento del río Medellín.	23
6.2 MARCO TEÓRICO	23
6.3 MARCO CONCEPTUAL	27
7. PLANTEAMIENTO METODOLOGICO	30
7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	30
7.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	30
8. ENTREGA Y DIVULGACIÓN DEL PROYECTO	31
9. USUARIOS Y SECTORES BENEFICIADOS	32
10. DESARROLLO DEL PROYECTO	33
10.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE CONSUMO DE AGUA EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROCESO	33
10.1.1 Matriz DOFA	37

10.1.1.1 Tema.	37
10.1.1.2 Conclusiones y recomendaciones de la Matriz DOFA	37
10.2 DETERMINACIÓN FUENTES DE AGUA PARA RECUPERACIÓN	38
10.3 ESTUDIO TÉCNICO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE RECUPERACIÓN	39
10.3.1 Localización.	39
10.3.2 Tecnología.	39
10.3.3 Proceso Productivo.	41
10.4 ANALISIS FINANCIERO Y ECONÓMICO DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE AGUA	45
11. CONCLUSIONES	49
12. RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
CIBERGRAFÍA	52

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. The World	20
Figura 2. Diagrama Recon	24
Figura 3. Diagrama del Procedimiento de Tratamientos de Aguas	34
Figura 4. Diagrama de Distribución en Planta del Tratamiento de Aguas de la Planta Actual	35
Figura 5. Diagrama del Balance de las Fuentes de Agua y de los Consumos por Procesos	36
Figura 6. Zona de ubicación para el Sedimentador de Lodos	39
Figura 7. Diagrama de Flujo del Proceso de Recuperación de Agua con Sedimentador de Lodos	42
Figura 8. Distribución en Planta del Proceso de Tratamiento de Agua Propuesto	43

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Acción de Mejora Para la recuperación de Agua Residual de Retrolavados de Filtros de Arena y Carbón	13
Tabla 2. Acción de Mejora Para la recuperación de Agua Residual de Retrolavados de Filtros de Arena y Carbón	14
Tabla 3. Balance de Agua	15
Tabla 4. Matriz DOFA	37
Tabla 5. Resumen de los M ³ a tratar por el Sedimentador de Lodos.	38
Tabla 6. Descripción de Equipos y Materiales	40
Tabla 7. Inversión Inicial de Proyecto	44
Tabla 8. Resumen que Muestra la relación de los Consumos de Agua y el Costo Facturado en el Mes	45
Tabla 9. Resumen Evaluación Económica del Proyecto	46
Tabla 10. Resumen de los 4 alternativas de de aprobación del proyecto de recuperación de agua a través de un Sedimentador de lodos	47

RESUMEN EJECUTIVO

El Proyecto definido, es un Estudio de Factibilidad Técnico y Financiero para la recuperación de agua residual con un Sedimentador de lodos en la Planta de Producción de Postobon Bello, éste se basa en la identificación de desperdicios de agua que se generan durante los Retrolavados de los filtros de arena y carbón en la Planta de tratamiento de aguas, el objetivo de los Retrolavados es Invertir el flujo del agua para quitar la suciedad de los tanques. El agua empleada para este proceso al ser tratada con un sedimentador de lodos puede ser utilizada en diferentes procesos; como mantenimientos de equipos auxiliares y consumo en lavadoras de botellas.

Los principales beneficios para la planta productora son los ahorros en los costos de consumo y vertimiento de agua e igualmente dichos ahorros en consumo contribuyen a la conservación del recurso natural.

Los estudios realizados fueron el técnico para determinar si la localización, espacios, tecnología, equipos y mantenimiento son de fácil adaptación y ejecución; al realizar los respectivos análisis se determina que cumplen eficazmente con lo requerido y en cuanto al estudio financiero, se analizaron diferentes alternativas y plazos para el retorno de la inversión, donde el resultado indica que la alternativa de mayor duración es de 34,6 meses, en este estudio financiero, se tuvieron en cuenta la inversión inicial (equipos, obra civil, montaje), costos de consumo y vertimiento del agua, m³ a tratar y depreciación de equipos. lo anterior indica que es un proyecto de factible inversión.

En resumen, el presente proyecto representa una gran oportunidad de optimizar el proceso de tratamiento de aguas en la Planta de Postobon Bello, al hacer un mejor uso de los recursos disponibles con que cuenta la organización para garantizar calidad en sus procesos y productos.

EXECUTIVE SUMMARY

The project defined, is a Technical Feasibility Study and Financial Recovery of wastewater (sludge) with a sludge Sediment Production in the Postobon Plant in Bello, it is based on the identification of wastewater generated during the backwash of the sand filters and carbon in the water treatment plant, the purpose of backwashing is reverse the flow of water to remove dirt from the tanks. The water used for this process after being treated with a sludge thickener can be used in different processes such as maintenance of auxiliary equipment and consumption in bottle washing.

The main benefits for the production plant are the savings in costs and dumping water consumption and also those savings in consumption contribute to natural resource conservation.

The studies made were the technical to determine if the location, spaces, technology, equipment and maintenance are of easy adaptation and implementation, after performing the respective analysis is determined they effectively comply with the requirements and as far as to the financial study, several different alternatives and were we analyzed different alternatives and deadlines were analyzed for the return of the investment, where the result indicates that the alternative of longer duration is 34.6 months in this financial study took into account the initial investment (equipment, civil works, installation), consumption costs and the water dumping, m³ to be treated and depreciation of equipment. Those facts indicate that it is a feasible investment project.

In summary, this project represents a great opportunity to optimize the water treatment plant in Postobon Bello, to make better use of available resources available to the organization to ensure quality in its processes and products.

INTRODUCCION

Se pretende realizar un Estudio de Factibilidad Técnico y Financiero para la Recuperación de Agua Residual con un Sedimentador de Lodos en la Planta de Postobon Bello, los objetivos fundamentales se basarán en hacer un diagnóstico de la situación actual de consumo de agua en las diferentes etapas del proceso, determinar las fuentes y el análisis de agua para la recuperación, hacer estudio técnico del tratamiento del agua de recuperación y realizar el análisis financiero y económico del tratamiento de agua de recuperación.

Con los presentes estudios se espera obtener resultados satisfactorios para la puesta en marcha del proyecto y contribuir a la conservación de recursos y a generar ahorros en consumos y costos del agua.

1. TÍTULO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO Y FINANCIERO PARA LA RECUPERACIÓN DE AGUA RESIDUAL CON UN SEDIMENTADOR DE LODOS EN LA PLANTA POSTOBON – BELLO

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Planta Productora Postobon S.A, de Bello Antioquia, identificó que se estaban desperdiciando m³ de agua utilizada para los Retrolavados de los filtros de arena y carbón al ser ésta desechada una vez cumpliera el proceso establecido. Estos Retrolavados se realizan para limpiar la carga contaminante de los lechos de arena y de carbón, el agua con que se realiza esta actividad es filtrada y tiene cloro u ozono, es decir que es agua de buena calidad que al realizarse un proceso de tratamiento por Sedimentador de lodos puede tratarse e incorporarse de nuevo al proceso.

La necesidad se identificó a través del programa RECON, el cual consiste en planear y ejecutar acciones de mejoramiento para la conservación de los recursos en las plantas productoras, este programa fue elaborado por Pepsico Internacional e implementado por Postobon S.A.

La acción de mejora¹ generada permitió que se realizaran las adecuaciones correspondientes a los mantenimientos en tuberías y a concluir que la Planta requería ahorrar costos en el mantenimiento del sistema de tratamiento de agua potable que se tiene en la actualidad, el cual mes a mes de acuerdo con la producción, afecta el costo unitario del producto envasado e igualmente ahorrar consumos para la preservación del recurso natural ya que la Planta bajo el acompañamiento de Pepsico Internacional busca continuamente ser una organización de clase mundial donde prime el desarrollo sostenible.

¹ Documentos RECON 2011. Balance Agua. Julio de 2011

Tabla 1. Acción de Mejora Para la recuperación de Agua Residual de Retrolavados de Filtros de Arena y Carbón

ACTION PLANNER



See M&W 1B: Improving Performance for More Information

1B Form 6	
TEAM NAME	Comité Recon
TEAM LEADER	Ingeniero de Planta
TEAM MEMBERS	
Gerente Administrativo	Ingeniero de Planta
Jefe de Mantenimiento	Jefe de Producción
Coor. Mej. Continuo	Jefe de Calidad

SITE NAME	Postobon Bello
QUARTER	1
DATE	18-abr-11

THIS ACTION PLANNER LINKS TO THESE SITE GOALS		UOM	PERF. GOAL
SITE GOAL	Automatización de Retro-lavado	%	
QUARTERLY TARGET	Automatizar el tiempo de bombeo de agua para realizar Retrolavados en los filtros y purificadores de la planta de tratamiento.	%	
MONTHLY OBJECTIVE	Medir Flujo.	%	
	Instalar temporizadores.	%	

Tabla 2. Acción de Mejora Para la recuperación de Agua Residual de Retrolavados de Filtros de Arena y Carbón²

ACTION ITEM	PRIORITY? Y/N	TEAM MEMBER ASSIGNED	RESOURCES REQUIRED	COMPLETION TARGET		NOTES
				GOAL	ACTUAL	
Instalar medidor de flujo en uno de los purificadores de carbón de la planta de tratamiento de agua para gaseosa.	Y	Ingeniero de Planta	Medidores de flujo y accesorios. Mecánicos y Eléctricos	20-abr-11	26-abr	Solicitud de pedido 5062804119 del 18 de abril. (Reducción de copas y flanche). Se instaló el medidor de flujo en el purificador 2. Los costos de instalación y accesorios suman en total \$479.000
Realizar seguimiento al caudal de retro lavado, para conocer el consumo, tiempo de retro lavado, tiempo de enjuague, abertura de la válvula y la turbidez cada 5 minutos. Montar registro en formato.		Jefe de Calidad	Formatos y Operarios	25-abr-11	25-abr	La válvula se abre a tres dientes. Los retro lavados se realizan con un promedio de 915 litros de agua por minuto. La bomba tiene una potencia de 15 caballos. En producción gaseosa el retro lavado se realiza en promedio en 26 minutos y el enjuague en 19, para un tiempo promedio total de 45 minutos.
Revisar seguimiento para calcular el volumen de agua que se puede desperdiciar si se realiza retro lavado por más del tiempo necesario. Establecer cuál es el tiempo óptimo de retro lavado.		Comité ReCon		25-abr-11	26-abr	Se establece 15 minutos para enjuague y 10 para retro lavado, teniendo en cuenta las observaciones en producción agua. Se probará los resultados de retro lavado con este tiempo en producción gaseosa. Se redujo el tiempo de Retrolavados en 10 minutos y el enjuague en 5.
Comprar temporizadores para programar apagado automático de las bombas.		Ingeniero de Planta	Temporizadores	05-may-11		Se requieren 4 temporizadores y accesorios.
Instalar los temporizadores en las cuatro bombas que se utilizan para retro lavado. 1à 4 Purificadores y 4 filtros en producción gaseosa 2à Filtro para producción de agua Cristal en planta de gaseosa 3à Purificador de carbón no 7, en planta de agua Cristal 4à 1 Purificador y 1 filtro para suavizado	Y	Ingeniero de Planta	Mecánicos y Eléctricos	30-may-11	25-may	
Realizar seguimiento con el fin de establecer si el tiempo de lavado ajustado, no disminuye la calidad del lavado, según los parámetros de TURBIDEZ (NTU)		Jefe de Calidad	Formatos y Operarios	30-may-11	30-may	
Realizar seguimiento microbiológico a los purificadores y filtros, para establecer que con el tiempo de lavado ajustado no se aumente la carga microbiana.		Pedro Luis Ospina Quintero	Pruebas microbiológicas	30-jun-11		
Realizar un estudio de Factibilidad técnico y financiero para la recuperación de agua residual con un Sedimentador de lodos en la planta de Postobon Bello.		Comité ReCon		01-Ene-2012		

² Documentos RECON 2011. Balance Agua. Julio de 2011.

3. JUSTIFICACION

Con base en una necesidad generada por el desperdicio de agua durante las actividades de Retrolavados de los filtros de arena y carbón, se pretende realizar un estudio de factibilidad técnica y financiera para la recuperación de agua residual con un Sedimentador de lodos en la planta Postobon Bello.

Se estima recuperar el 90% de los consumos de los Retrolavados de los filtros de arena y carbón, lo que equivale a 5.621 m³ mensuales, como se muestra a continuación:

Tabla 3. Balance de Agua

BALANCE DE AGUA	
AGUA CON PONTECIAL DE REUSO	
Retro- lavado 4 Purificadores de carbón (Gaseosas) (m ³ /mes)	2352 m ³
Retro- lavado 4 Filtros de arena (Gaseosas) (m ³ /mes)	2592 m ³
Retro -lavado de filtros (sistema de suavización)(m ³ /mes)	1302 m ³
Total	6246 m ³
AGUA CON PONTECIAL DE REUSO RECUPERABLE	
Porcentaje de Agua con Potencial de Reuso Recuperable	90%
Agua Residual proveniente de PTAP Gaseosas, PTAP agua Servicios industriales.	5.621 m ³

Los beneficios del proyecto con el Sedimentador de lodos son:

- Ahorros en costos por consumo de agua: Se estimaría ahorrar en el mes 5621 m³ de agua al ser reutilizada en otros procesos, esto equivale a obtener ahorros en los costos totales del consumo de agua en la Planta, impactando positivamente los costos de elaboración del producto.
- La disminución del impacto del uso de los recursos naturales en la comunidad donde operamos, a través de la conservación del recurso agua.

Esto nos permitirá crear una responsabilidad como empresa, en búsqueda de lograr la Sostenibilidad organizacional que consiste en dejar el medio ambiente y la sociedad donde estamos en las mismas condiciones, o mejores, que como la encontramos

Básicamente, la idea del proyecto es hacer un estudio que permita de una forma factible invertir en una serie de montajes para la recuperación de agua en el área de producción gaseosas, con esto se espera obtener una eficiencia en el consumo de agua, a través de un mantenimiento y una supervisión constante con personal idóneo y así garantizar la calidad de la misma; ahorros por costos de consumo, vertimiento, impuestos por contribuciones y finalmente se buscaría la preservación del recurso natural.

Por último con el desarrollo de este trabajo se pretende obtener el título de Especialista en Gerencia de Proyectos otorgado por la Institución Universitaria ESUMER.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la factibilidad técnica y financiera de recuperación de agua residual en la Planta Productora Postobon S.A, de Bello Antioquia.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Hacer un diagnóstico de la situación actual de consumo de agua en las diferentes etapas del proceso.
- Determinar las fuentes y el análisis de agua para la recuperación.
- Hacer estudio técnico del tratamiento del agua de recuperación.
- Realizar el análisis financiero y económico del tratamiento de agua de recuperación.

5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 GEOGRÁFICAS

El Desarrollo del proyecto se llevará a cabo en la Empresa Postobon S.A, Bello Antioquia (Colombia). Se requiere un área 52.5 m² en la zona de Producción Gaseosas, las cuales se dividirán como se menciona a continuación:

- 45 m² Sedimentador + 10% para conexiones y un canal de lodos.
- 2 m² para los lechos.
- 1 m² para maniobra.

5.2 TIEMPO

El presente proyecto tendrá como fecha límite para su presentación, el 20 de Diciembre de 2011, con el fin de cumplir con el requisito de grado de la Institución Universitaria ESUMER.

5.3 LIMITACIONES TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS

Evaluando las etapas del proceso la limitación principal es el manejo de los lodos, deben cumplir las disposiciones técnicas: ²Disposición de residuos sólidos: Los residuos sólidos deben ser removidos frecuentemente de las áreas de producción y disponerse de manera que se elimine la generación de malos olores, el refugio y alimento de animales y plagas y que no contribuya de otra forma al deterioro ambiental. El establecimiento debe disponer de recipientes, locales e instalaciones apropiadas para la recolección y almacenamiento de residuos sólidos, conforme a lo estipulado en las normas sanitarias vigentes. Cuando se generen orgánicos de fácil descomposición se debe disponer de cuartos refrigerados para el manejo previo a su disposición final.

5.4 LEGALES

Para el desarrollo del proyecto se deberán tener en cuenta las siguientes Decretos:

- **Ley 3930 del 25 de Octubre de 2010.** Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI **Saneamiento:** Artículo 29: Saneamiento: **Programa de residuos sólidos:** En cuanto a los desechos sólidos debe contarse con las instalaciones, elementos, áreas recursos y procedimientos que garanticen una eficiente labor de recolección, conducción, manejo, almacenamiento interno, clasificación, transporte y disposición, lo cual tendrá que hacerse observando las normas de higiene y salud ocupacional establecidas con el propósito de evitar la contaminación de los alimentos, áreas, dependencias y equipos o el deterioro del medio ambiente.
- **Ley 09 de 1979, Título 2:** Condiciones básicas de higiene en la fabricación de alimentos. **Capítulo 1:** Edificaciones e Instalaciones: Disposición de Residuos Líquidos y Sólidos³.
- **Ley 373 del 6 de Junio de 1997.** Programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Artículo 1: Programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro del agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico. Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción, aprobarán la implantación y ejecución de dichos programas en coordinación con otras Corporaciones Autónomas que compartan las fuentes que abastecen los diferentes usos.
- **Ley 99 de 1993. Ley del Medio Ambiente:** 29. Fijar el monto tarifario mínimo de las tasas por el uso y el aprovechamiento de los recursos naturales renovables a las que se refieren el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, Decreto – Ley 2811 de 1974, la presente Ley y las normas que los modifiquen o adicionen; 30. Determinar los factores de cálculo de que trata el artículo 19 del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, Decreto – Ley 2811 de 1974, sobre cuya base han de fijarse los montos y rangos tarifarios de las tasas creadas por la ley;...

³ Ley 09 de 1979, Título 2: Condiciones básicas de higiene en la fabricación de alimentos. Capítulo 1: Edificaciones e Instalaciones: Disposición de Residuos Líquidos y Sólidos.

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1 ESTADO DEL ARTE



Figura 1. The World

La República de Colombia, está constituida por 32 departamentos y 1119 municipios, entre los cuales se encuentra la Ciudad de Medellín, capital del Departamento de Antioquia. Este último, localizado en el extremo noroccidental del País, con una extensión de 62,879 km² y una población estimada para el año 2005 de 5'761,175 habitantes, de los cuales 3'266,366 (57%) viven en Medellín y en los nueve municipios, que junto a la mencionada ciudad, conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, zona en la cual presta los servicios de acueducto y alcantarillado Empresas Públicas de Medellín.

Reseña Hidrológica. Colombia, por su ubicación geográfica que la somete al flujo de aires húmedos que convergen sobre la cordillera occidental; variada topografía, que incorpora alturas desde cero hasta 5,870 msnm y su régimen climático, es uno de los países con mayor oferta hídrica anual; el cuarto país después de la antigua URSS, Canadá y Brasil. En condición promedio la oferta hídrica de Colombia se estima en 59,000 m³ por habitante y por año, superando ampliamente la demanda, la cual no sobrepasa el 10% de esta abundante oferta.

La precipitación media anual en el País es aproximadamente el doble de la del subcontinente: 3,000 mm y se caracteriza por fuertes variaciones espaciales que van desde 300 mm/año, en el Departamento de la Guajira, hasta 9,000 mm/año, en algunos sectores de la Región Pacífica. El rendimiento hídrico colombiano por kilómetro cuadrado se estima en 58 litros por segundo y supera con creces el rendimiento promedio continental (10 l/seg/km²) y al de América del Sur (21 l/seg/Km²) (IDEAM 2002).

El territorio nacional está dividido en cinco vertientes hidrográficas: Pacífico, Caribe, Orinoco, Catatumbo y Amazonas. Ellas reciben un escurrimiento anual de 67,000 m³/seg. (Estimado como el 61% de la precipitación anual), con rendimientos que van desde 1 hasta 100 litros por kilómetro cuadrado, por segundo y, como ocurre la mayor de las veces, la distribución espacial del recurso no coincide con la distribución de la demanda.

La cuenca Magdalena-Cauca perteneciente a la vertiente Caribe constituye un buen ejemplo de lo dicho: comprende un 25% del territorio nacional (274,000km²), alberga el 70% de la población colombiana, recoge el 85% del producto interno bruto del país y constituye sólo el 10% de la oferta hídrica nacional. Por su lado, en el Departamento de Antioquia, situado en dicha cuenca, el 21% de sus 115 municipios tienen una oferta hídrica baja en el año de precipitación media, elevándose este número hasta el 50% en los años secos.

6.1.1 Regiones Hidrográficas de Colombia y sus principales ríos. El País cuenta con una riqueza hídrica importante, ella se ve cada vez más amenazada por la afectación de los componentes del ciclo hidrológico y muy especialmente, por los vertimientos de toda clase de residuos que se hace a los cuerpos hídricos, que no logran ser controlados pues, no obstante la voluntad de establecer una adecuada y efectiva regulación para el uso y manejo eficiente y responsable del recurso, lo amplio de la geografía colombiana, las tensiones y descoordinación institucionales, el bajo nivel de riqueza nacional, la falta de compromiso social y la multiplicidad y simultaneidad de objetivos ambientales constituyen fuertes restricciones al logro de tales pretendidos.

6.1.2 Agua potable y saneamiento en Colombia. El acceso al agua potable y saneamiento en Colombia y la calidad de estos servicios ha aumentado significativamente durante la última década. Sin embargo, aún quedan desafíos importantes, incluso una cobertura insuficiente de los servicios, especialmente en zonas rurales y una calidad inadecuada de los servicios de agua y saneamiento. En comparación con algunos otros países de América Latina, el sector está caracterizado por altos niveles de inversiones y de recuperación de costos, la existencia de algunas grandes empresas públicas eficientes y una fuerte y estable participación del sector privado local.

El promedio ponderado de continuidad de servicio al nivel nacional era de 88% en 2006, lo que significa una mejora comparado a años anteriores. En las cuatro ciudades más grandes el servicio es continuo. Sin embargo, en muchas ciudades pequeñas el racionamiento del agua y el abastecimiento intermitente son algo común.

Según una encuesta de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SSPD) en 2004, el 72% de los usuarios tenía agua de calidad potable, y el 28% tenía agua de calidad no potable. En algunos casos, la presión del sistema de abastecimiento de agua es inadecuada, lo que aumenta el riesgo de contaminación bacteriana. Los sistemas de alcantarillado no tienen la capacidad hidráulica suficiente para manejar los flujos de aguas residuales, especialmente en los barrios pobres, lo que redundo en problemas de desborde. En 2006, el 26% de las aguas residuales generadas en el país recibió algún tipo de tratamiento. El restante 75% de las aguas se descarga sin ningún tipo de tratamiento, contaminando una parte significativa de los recursos naturales de agua.

En las últimas décadas, el sector colombiano de agua potable y saneamiento se sometió a varios procesos de centralización y descentralización. Desde la promulgación de una nueva política sectorial en 1994, los siguientes gobiernos han perseguido políticas básicas estables, promoviendo transferencias dirigidas a municipalidades, participación del sector privado, consolidación de la regulación, recuperación de costos y un sistema de subsidios cruzados.

En la década de los ochenta el sector se encontraba en crisis. El INSFOPAL se liquidó en 1989 y la responsabilidad para brindar servicios regresó después de cuatro décadas a los municipios, salvo en algunos casos como en el Valle de Cauca donde las empresas regionales se mantuvieron. Además, ya no se asignó la responsabilidad institucional al Ministerio de Salud, sino que se integró el sector al Ministerio de Desarrollo Económico. Este cambio no fue solamente un cambio de nombre y de dependencia, sino un verdadero cambio institucional

A diferencia de lo sucedido en muchos países en vías de desarrollo, en donde la participación del sector privado en el abastecimiento de agua ha sido altamente controversial, resultando con frecuencia en la terminación anticipada de los contratos, en Colombia dicha participación ha sido estable y es considerada por muchos un verdadero éxito. En 2004, Colombia contaba con 125 empresas de agua privadas y 48 mixtas, incluyendo empresas grandes, medianas y pequeñas.

6.1.3 Empresas Públicas de Medellín (EPM). Fue fundada en 1955 como una empresa de servicios públicos domiciliarios que en su primera etapa sólo atendía a los habitantes de Medellín, su ciudad de origen. Desde entonces la empresa ha alcanzado un alto desarrollo que la sitúa en primer lugar de este sector en Colombia y un puesto importante en Latino América.

6.1.4 Saneamiento del río Medellín. Para continuar con el programa de saneamiento del río Medellín, la vertiente más importante de la ciudad, EPM empezará a construir la segunda planta de tratamiento de aguas residuales del Valle de Aburrá. Después de diez años de operación de la planta de San Fernando, con capacidad para tratar 1.8 m³/s, se construirá la de Bello, en el Norte, que podrá tratar un caudal promedio de 5.0 m³/s a partir del año 2012. Así mismo, para transportar las aguas residuales hasta la nueva planta, se construirá el “Interceptor Norte”, con una longitud de ocho kilómetros, una importante obra en la historia de la ingeniería antioqueña.

En resumen, el País y las Industrias buscan proteger el recurso natural del agua porque es motor de desarrollo y bienestar social, y para el caso de la Planta Productora Postobon S.A, de Bello Antioquia, brinda la oportunidad de obtener disminución en consumo y vertimientos⁴.

Postobon S.A Bello, tiene implementado para el tratamiento de las aguas residuales industriales un sistema que consta en el tratamiento primario, malla para retirar sólidos gruesos, sistema de sedimentación, unidad de trampa de grasas y neutralización con base en CO₂; el agua residual generada durante el proceso productivo después de este tratamiento es vertida al alcantarillado público de Empresas Públicas de Medellín⁵.

6.2 MARCO TEÓRICO

Con el fin de establecer el estudio de factibilidad técnico y financiero para la recuperación de agua residual y dar cumplimiento a los objetivos se ha desarrollado el marco teórico de la siguiente manera:

El diagnóstico de la situación actual de consumo de agua en las diferentes etapas del proceso y la determinación las fuentes de agua para recuperación, se basará en la metodología de trabajo de Pepsico Internacional RECON (Conservación de Recursos):

ReCon: Es una Herramienta Global de Pepsico Internacional en Favor de la Sustentabilidad y que Reduce Costos⁶.

⁴ WIKIPEDIA. Tratamiento de Aguas Residuales [en línea] [Citado en Septiembre de 2011]. Disponible en Internet:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales>

⁵ Caracterización Física – Química de vertimientos de aguas residuales industriales Postobon Bello S.A. Análisis de Aguas y Gestión Ambiental. Laboratorio Ingeaguas.

⁶ Metodología ReCon.



Figura 2. Diagrama Recon

El objetivo de la herramienta es optimizar el uso de agua y energéticos en la fuente, en el proceso y en la descarga y minimizar el impacto del uso de agua y energéticos en las comunidades donde operamos.

Lineamientos Herramienta ReCon:

- Los Principios de la Herramienta ReCon se basan en que lo desarrollado globalmente es implementado localmente, permite el seguimiento preciso y calibrado del desempeño, proporciona tanto herramientas de proceso y soluciones en base a proyecto, vinculado a la iniciativa de sustentabilidad de Pepsico e Incorpora recompensa y reconocimiento.
- Los procesos se basan en puntuación estandarizada, métricos globales de comparación, hoja de calificaciones a nivel sitio, mejores prácticas operativas, soluciones técnicas con base en base al proyecto.
- Las herramientas: perfiles de fuente y demanda, diagnóstico ReCon, se establecen actividades para evaluar, aprender y planear proyectos, se define puntuación estandarizada, librería del proyecto, formatos estándar y se comparte la información globalmente.

Para la ejecución de estudio de factibilidad se tendrá en cuenta las teorías y escritos de autores de preparación y formulación de proyectos y en este caso específico se traerá a colación la teoría del libro Formulación y Evaluación de proyectos, del autor Adolfo blanco⁷, Donde se plantea que en el estudio técnico se determinará la capacidad instalada (los recursos como maquinarias, equipos, tecnología, personal, etc.) con que se cuenta como empresa, la capacidad utilizada (lo que realmente utilizaremos de nuestros recursos en la producción de los bienes o servicios proyectados) y los costos de producción y operación en que incurriremos durante el proceso de creación del producto.

Está comprendido por una serie de elementos que debemos tomar en cuenta durante su desarrollo, para lograr establecer si el proyecto o idea de negocio es factible también desde este punto de vista.

Elementos a tener en cuenta en el estudio técnico:

En primer lugar se debe realizar un cronograma del proyecto, en el que se represente el número de períodos en que se desarrollará este. El cronograma debe ser una herramienta gráfica que permita tanto a quienes están involucrados directamente con el proyecto como a quienes no, entender a través de la línea del tiempo cómo este irá avanzando. El siguiente paso es determinar cuál será la localización del proyecto, en este punto de debe describir con el mayor nivel de detalle posible donde estará ubicado geográficamente el centro de operaciones.

El siguiente paso consiste en determinar cuál es la infraestructura de servicios. Con qué contamos y qué necesitamos construir, instalar y poner en marcha para arrancar con la operación de nuestro negocio. Que están a la disposición para facilitar nuestra actividad productiva y que dependerán de la localización que hayamos elegido para el proyecto. Además de tomar en cuenta estos elementos se deben determinar con qué infraestructura se cuenta para producir los bienes o servicios, que se necesita construir o instalar para tal fin y cuánto costará. Una vez que se ha determinado el cronograma de actividades, localización e infraestructura de servicios, se pasa a definir la tecnología que se necesitan para la producción. Aquí se refiere a las maquinarias y equipos que se utilizarán directamente en el proceso productivo y además especificar si se comprarán o arrendarán y el costo de éstas.

A continuación se realiza una descripción exacta del proceso productivo, paso por paso desde su inicio hasta el fin del mismo. Este proceso ejemplifica más o menos lo que se espera obtener de la descripción del proceso productivo.

⁷ BLANCO, Adolfo. Formulación y Evaluación de Proyectos. Caracas, Venezuela: Editorial Texto, 2006.
<http://deproyectoenproyecto.blogspot.com/2010/08/el-estudio-tecnico-el-siguiente-paso.html>.

Finalmente se determina cual será la capacidad instalada y utilizada, es decir con qué se cuenta para producir y qué es lo que efectivamente se está utilizando. Todos estos datos recogidos en el estudio técnico permiten calcular, cuales son los costos en que se incurren (tanto fijos y variables) durante la operación y además hacer una estimación de ingresos.

Con el desarrollo de los pasos descritos anteriormente con respecto al estudio técnico se obtendrá la localización puntual, las condiciones técnicas y la estimación de costos del proyecto que permitirá llevar a cabo, la última fase del estudio de factibilidad, el estudio económico y financiero.

En lo que respecta al estudio de evaluación financiera, este se abordará bajo la teoría del Análisis Costo- Beneficio, donde su apoyo se dará del Análisis Costo-Beneficio (ACB) del proyecto⁸, en el que se especifica que “Para la identificación de los costos y beneficios del proyecto que son pertinentes para su evaluación, es necesario definir una situación base o situación sin proyecto; la comparación de lo que sucede con proyecto versus lo que hubiera sucedido sin proyecto, definirá los costos y beneficios pertinentes del mismo” (Fontaine, 1984: 27).

La evaluación puede ser realizada desde dos ópticas diferentes:

- **La Evaluación Privada.** Que a su vez tiene dos enfoques: la evaluación económica, que asume que todo el proyecto se lleva a cabo con capital propio y, por lo tanto, no toma en cuenta el problema financiero; y la evaluación financiera, que diferencia el capital propio del prestado.
- **La Evaluación Social.** En ésta, tanto los beneficios como los costos se valoran a precios sombra de eficiencia o de cuenta. “Para la evaluación social interesa el flujo de recursos reales (de los bienes y servicios) utilizados y producidos por el proyecto.

Los costos y beneficios sociales podrán ser distintos de los contemplados por la evaluación privada económica.

La evaluación económica tiene como objetivo el determinar el impacto que el proyecto produce sobre la economía como un todo. La evaluación social se diferencia de la anterior por incorporar explícitamente el problema distribucional dentro de la evaluación.

El ACB permite determinar los costos y beneficios a tener en cuenta en cada una de las perspectivas consideradas previamente. Por otro lado, mediante la actualización, hace converger los flujos futuros de beneficios y costos en un

⁸ GOOGLE ACADÉMICO. Análisis-costo-beneficio

momento dado en el tiempo (valor presente o actual) tornándolos comparables. Relaciona, por último, los costos y beneficios del proyecto, utilizando indicadores sintéticos de su grado de rentabilidad, según la óptica de la evaluación (privada o social).

El análisis de proyectos valora los beneficios y los costos de un proyecto y los reduce a un patrón de medida común. Si los beneficios exceden a los costos, medidos todos con el patrón común, el proyecto es aceptable; en caso contrario, el proyecto debe ser rechazado.

La ubicación temporal de la evaluación, en los proyectos económicos, está fundamentalmente en la etapa ex ante, sirviendo sus resultados para decidir sobre la ejecución o no del proyecto. Cuando se trata de proyectos sociales, el ACB también se realiza ex post y sirve para determinar la utilidad de la continuación del proyecto o para, alternativamente, establecer la conveniencia de realizar otros del mismo tipo.

Pruebas “con” y “sin” el proyecto

Un primer paso de la evaluación (tanto en el ACB como en el ACE) es la prueba “con” y “sin” el proyecto, que consiste en comparar la proyección de las tendencias presentes (prognosis sin intervención) con las modificaciones que ellas sufrirían como resultado del proyecto.

Por lo tanto, estos serán los elementos teóricos sobre los que se desarrollará el presente trabajo.

6.3 MARCO CONCEPTUAL

Filtros de Arena⁹: son los elementos más utilizados para filtración de aguas con cargas bajas o medianas de contaminantes, que requieran una retención de partículas de hasta veinte micras de tamaño. Las partículas en suspensión que lleva el agua son retenidas durante su paso a través de un lecho filtrante de arena. Una vez que el filtro se haya cargado de impurezas, alcanzando una pérdida de carga prefijada, puede ser regenerado por lavado a contra corriente.

La calidad depende de varios parámetros, entre otros, la forma del filtro, altura del lecho filtrante, características y granulometría de la masa filtrante, velocidad de filtración etc.

⁹ SEFILTRA. Filtros de Arena y Carbón Activo [en línea]. [Citado el 10 de octubre de 2011]. Disponible en Internet: <<http://www.sefiltra.com/filtros-de-arena.php>>

Estos filtros se pueden fabricar con resinas de poliéster y fibra de vidrio, muy indicados para filtración de aguas de río y de mar por su total resistencia a la corrosión. También en acero inoxidable y en acero al carbono para aplicaciones en las que se requiere una mayor resistencia a la presión.

Filtros de Carbón Activado¹⁰: remueven el cloro, olor, mal sabor, materia orgánica, pesticidas, químicos orgánicos, etc. Son tanques de fibra de vidrio con revestimiento de polietileno, en acero inoxidable o en acero al carbono, Tienen variedad de caudales, automáticos, con regeneración por tiempo o por volumen de agua o por diferencial de presión.

H₂O: el agua es una combinación de oxígeno e hidrógeno, esta agua que se encuentra en la naturaleza, lleva disueltas y en suspensión, determinadas sustancias que ha adquirido a lo largo del recorrido durante su ciclo. Además de estas sustancias disueltas en el agua de origen natural, existen otras que tienen su origen en productos de desecho de la actividad humana, según lo anterior, el agua natural no es pura, sino que contiene en su seno determinadas sustancias en mayor o menor cantidad que la hace diferente en sus propiedades de agua pura. De acuerdo con esto y teniendo en cuenta que el agua es uno de los elementos básicos en la producción de nuestras bebidas y que constituye la mayor materia prima que utilizamos, realizar un adecuado tratamiento depende en gran parte la calidad de las bebidas y la conservación de los equipos de producción.

Purificación del agua por sedimentación¹¹: se entiende por sedimentación la remoción por efecto gravitacional de las partículas en suspensión presentes en el agua. Estas partículas deberán tener un peso específico mayor que el fluido. La remoción de partículas en suspensión en el agua puede conseguirse por sedimentación o filtración. De allí que ambos procesos se consideren como complementarios. La sedimentación remueve las partículas más densas, mientras que la filtración remueve aquellas partículas que tienen una densidad muy cercana a la del agua o que han sido re-suspendidas y, por lo tanto, no pudieron ser removidas en el proceso anterior. La sedimentación es, en esencia, un fenómeno netamente físico y constituye uno de los procesos utilizados en el tratamiento del agua para conseguir su clarificación. Está relacionada exclusivamente con las propiedades de caída de las partículas en el agua. Cuando se produce sedimentación de una suspensión de partículas, el resultado final será siempre un fluido clarificado y una suspensión más concentrada. A menudo se utilizan para designar la sedimentación los términos de clarificación y espesamiento. Se habla de clarificación cuando hay un especial interés en el fluido clarificado, y de

¹⁰ AQUANOVA. Filtros [en línea]. [Citado el 20 de Octubre de 2011]. Disponible en Internet: <<http://www.aquanovaperu.com/filtros.html>>

¹¹ Principios de ablandadores de Agua [en línea]. [Citado el 25 de Octubre de 2011]. Disponible en Internet: <http://www.excelwater.com/esp/b2c/water_soft.php>

espesamiento cuando el interés está puesto en la suspensión concentrada. Las partículas en suspensión sedimentan en diferente forma, dependiendo de las características de las partículas, así como de su concentración. Es así que podemos referirnos a la sedimentación de partículas discretas, sedimentación de partículas floculentas y sedimentación de partículas por caída libre e interferida.

Relación costo beneficio: el coste-beneficio es una lógica o razonamiento basado en el principio de obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo invertido, tanto por eficiencia técnica como por motivación humana. Se supone que todos los hechos y actos pueden evaluarse bajo esta lógica, aquellos dónde los beneficios superan el coste son exitosos, caso contrario fracasan.

Retrolavados de Filtros: invierten el flujo del agua para quitar la suciedad del tanque.

Tratamiento de Aguas Residuales¹²: se denomina aguas servidas a aquellas que resultan del uso doméstico o industrial del agua. Se les llama también aguas residuales, aguas negras o aguas cloacales. Son residuales pues, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; son negras por el color que habitualmente tienen. Algunos autores hacen una diferencia entre aguas servidas y aguas residuales en el sentido que las primeras solo provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de aguas domésticas e industriales. En todo caso, están constituidas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado e incluyen, a veces, las aguas de lluvia y las infiltraciones de agua del terreno.

¹² MARSILLI, Alejandro. Tratamiento de Aguas Residuales [en línea]. [Citado el 3 de Noviembre de 2011]. Disponible en Internet: <<http://www.tierramor.org/Articulos/tratagua.htm>>

7. PLANTEAMIENTO METODOLOGICO

7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para el presente proyecto se empleará el método **Descriptivo**¹³, donde su definición se establece a continuación:

Es aquel proceso que se interesa, por describir, explicar la influencia, importancia, las causas o factores que intervienen en una determinada realidad; puede darse casos de combinaciones y podemos encontrar investigaciones descriptivas y explicativas, ó descriptivas evolutivas, ó explicativas comparativas. Este es el nivel básico, inicial ó si se quiere exploratorio que se acostumbra desarrollar en las investigaciones.

7.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se basará en generar información exacta e interpretable; a través de análisis de fuentes de información, mediciones y descripciones de los procesos.

La metodología de trabajo de ReCon, se basará en formar equipos de trabajo, visitar las áreas, evaluar y analizar por procesos y actividades, todos estos factores que permiten identificar oportunidades de mejora y realizar planes de acción a corto, mediano y largo plazo, de acuerdo a la complejidad del proyecto o actividad.

El Proyecto tiene como fortalezas el acompañamiento por parte de la División Nacional de Calidad, en todo lo que tiene que ver con el estudio de factibilidad del agua recuperada con el Sedimentador de lodos, la organización está comprometida con el conservación de recursos y cuenta con el apoyo para inversiones que generen un valor agregado a la elaboración del producto.

¹³ CENTTY VILLAFUERTE, Deymor B. Manual Metodológico para el Investigador Científico [en línea]. [Citado el 08 de Noviembre de 2011]. Disponible en Internet: <<http://www.eumed.net/libros/2010e/816/DEFINICION%20DEL%20TIPO%20DE%20ESTUDIO%20DE%20INVESTIGACION.htm>>

8. ENTREGA Y DIVULGACIÓN DEL PROYECTO

El protocolo del proyecto tiene dos fases; la primera es la presentación del mismo a la Dirección Administrativa y al Comité Técnico de La Planta Productora Postobon S.A, de Bello Antioquia.

La segunda fase, es que por parte de la Dirección Administrativa, se presente a los Directores Nacionales el proyecto con el fin de solicitar su aprobación e incluirlo dentro del presupuesto anual de mantenimiento e inversión en procesos, maquinaria y equipos, el cual se elabora cada año para la Planta.

9. USUARIOS Y SECTORES BENEFICIADOS

El usuario del proyecto es La Planta Productora Postobon S.A, de Bello Antioquia, la cual es la directamente involucrada en el uso y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua residual.

El primer beneficiario será La Planta Productora Postobon S.A, de Bello Antioquia, al disminuir costos por contribuciones, consumos y vertimientos del agua.

El segundo beneficiario será El Municipio de Bello, debido a que se disminuirá el consumo del agua; esto conlleva a una mejora en la calidad de vida de la comunidad al hacer un mejor aprovechamiento del agua y establecer un desarrollo sostenible, que como dice la Ley 99 de 1993, Ley del medio ambiente¹⁴ “Se entiende por aquel que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades”.

¹⁴ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Ley 99 de 1993 [en línea]. [Citado el 21 de noviembre de 2011]. Disponible en Internet: <<http://www.humboldt.org.co/download/ley99.pdf>

10. DESARROLLO DEL PROYECTO

10.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE CONSUMO DE AGUA EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROCESO

Se conformó un comité de ReCon, se evaluaron las condiciones físicas de la planta de tratamiento de agua y sus procedimientos.

Las actividades básicas del comité se basaron en enfocarse en la reducción del uso de agua y energía, Apoyar e implementar las mejores prácticas diarias para la conservación de los recursos, desarrollar proyectos de clase mundial específicamente para preservar recursos en nuestras instalaciones.

Se programaron un conjunto de actividades enfocadas a realizar adecuaciones, mejoras e innovaciones que permitan conducir la planta a reducir el consumo del agua y con esto dar cumplimiento a los objetivos propuestos.

A continuación se describen los procesos actuales con que cuenta la empresa para tratar el agua para procesos y la distribución en planta de la misma:

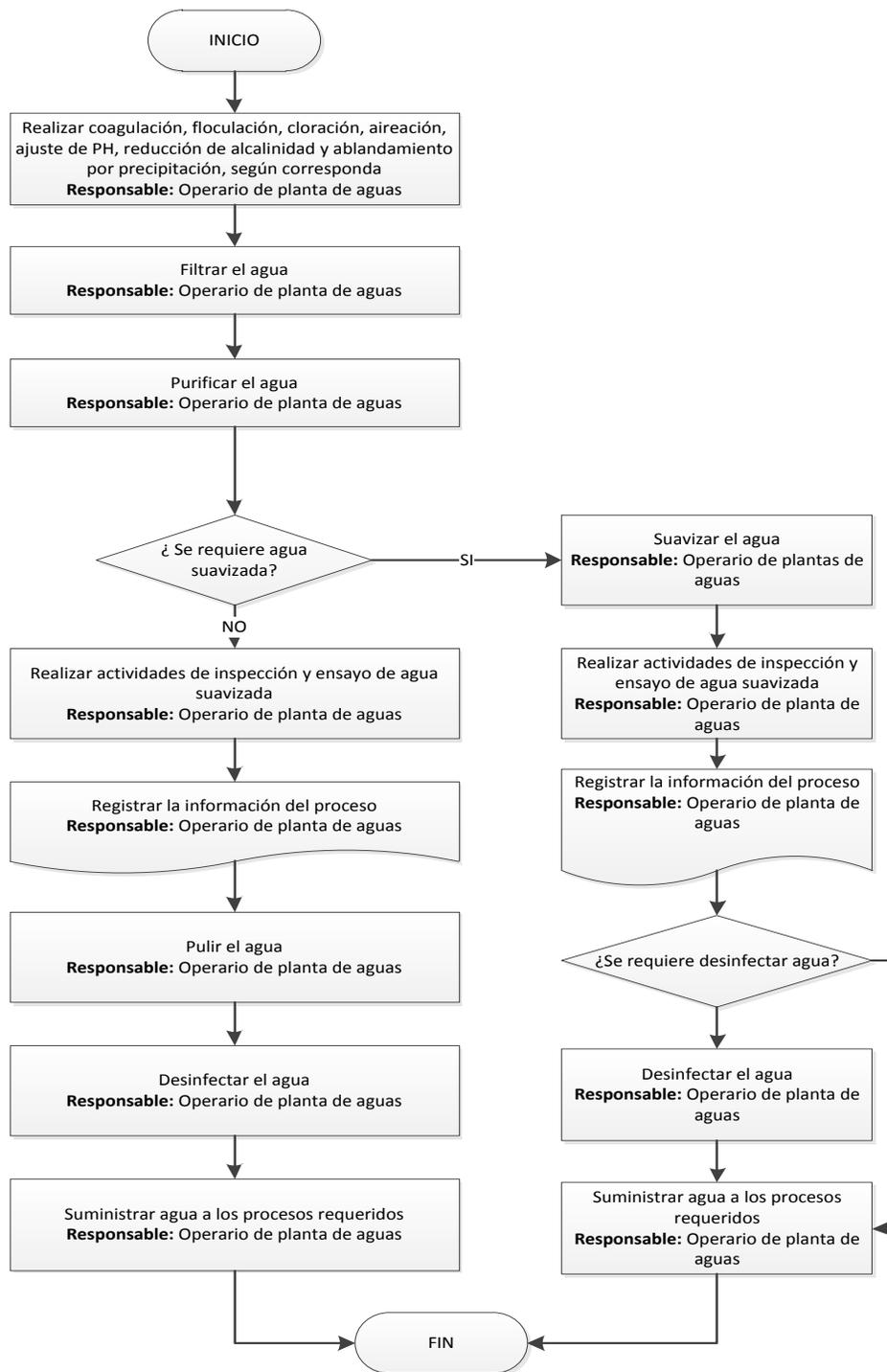


Figura 3. Diagrama del Procedimiento de Tratamientos de Aguas

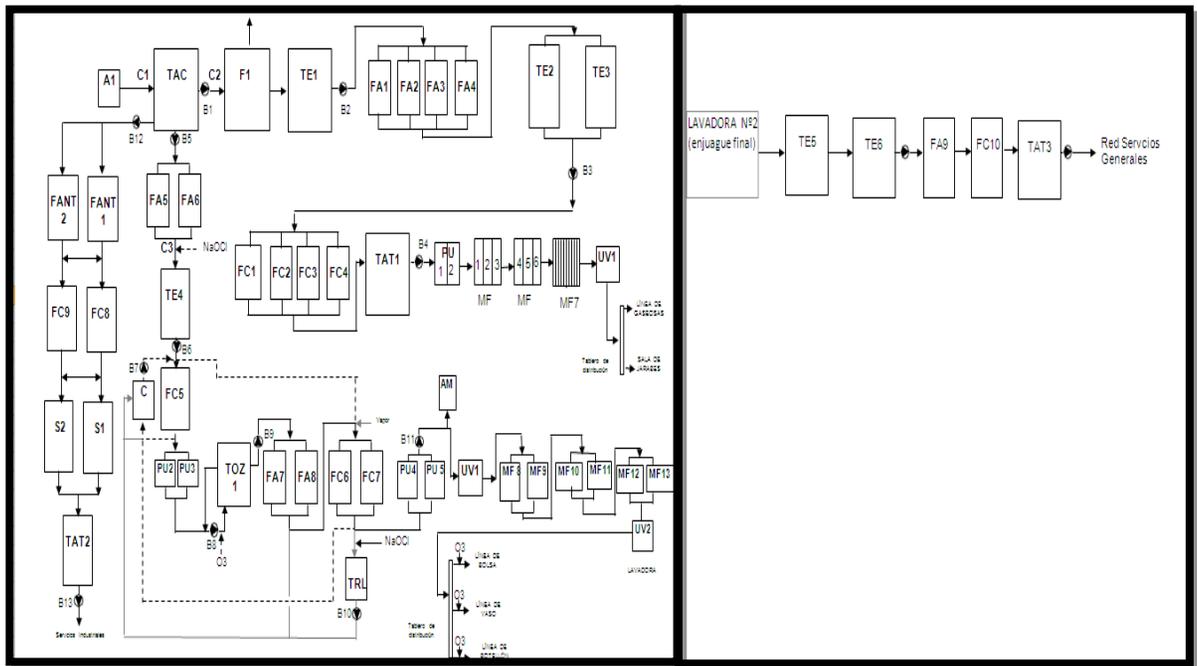


Figura 4. Diagrama de Distribución en Planta del Tratamiento de Aguas de la Planta Actual

Descripción: El Diagrama de distribución en planta corresponde al sistema actual de la planta de tratamiento de agua donde se identifican las diferentes etapas por las que pasa el agua hacia el consumo final y a continuación se presenta una breve descripción del proceso:

- Primero se realiza la coagulación, Floculación, cloración, aireación, ajuste de PH, reducción de alcalinidad y ablandamiento por precipitación según corresponda.
- Luego se hace una filtración y purificación del agua. Si se requiere que el agua este suavizada, se realiza el suavizado cuyo objetivo es retirar la dureza al agua. Al terminar el suavizado se debe hacer una inspección y un ensayo al agua. Antes de filtrarla se pule, desinfecta y por último se suministra a los procesos donde halla requerimiento.

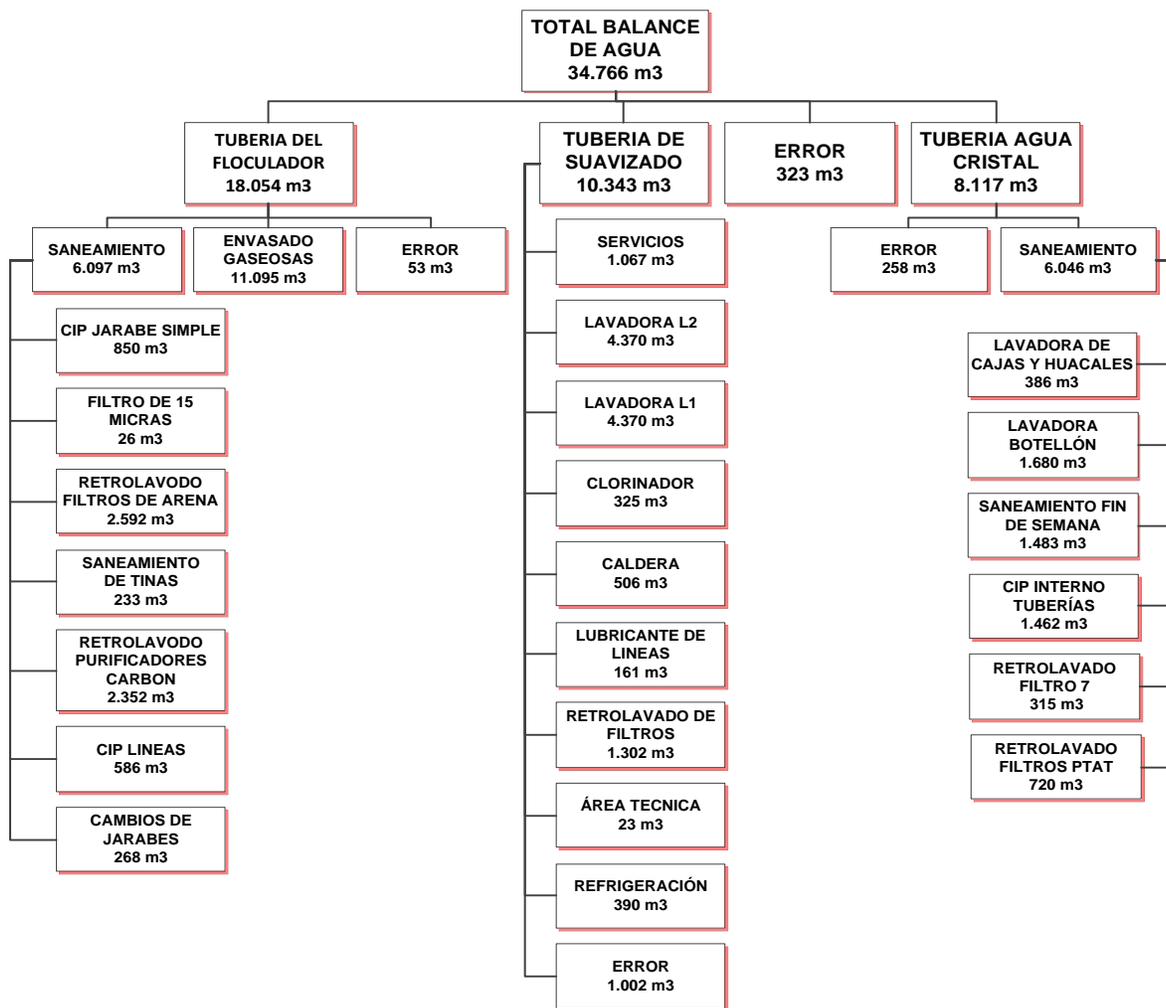


Figura 5. Diagrama del Balance de las Fuentes de Agua y de los Consumos por Procesos

Descripción: El presente diagrama muestra las diferentes fuentes de agua y los consumos de la misma en actividades de preparación de jarabe, envasado de producto terminado, saneamientos, servicios generales y mantenimiento de equipos y zonas verdes.

A continuación se presenta una Matriz DOFA, sobre la cual se evidenciaron acciones de mejoramiento continuo en los procesos de tratamiento de agua:

10.1.1 Matriz DOFA

10.1.1.1 Tema. Diagnóstico de la situación actual de consumo de agua en las diferentes etapas del proceso

Tabla 4. Matriz DOFA

<p style="text-align: center;">Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none">• Tratamiento de aguas potables.• Tratamiento de aguas residuales.• Disponibilidad de infraestructura.• Recursos financieros y humanos.	<p style="text-align: center;">Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none">• Responsabilidad social empresarial.• Desarrollo tecnológico.• Asesorías y programas de Pepsico Internacional.
<p style="text-align: center;">Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none">• Desperdicio de agua con potencial de re-uso.• Costos de facturación por consumo.• Hay un mayor impacto ambiental.• Áreas locativas limitadas.• El costo del agua afecta el costo del producto final.• Fugas en tuberías.• Falta de medidores en puntos estratégicos de consumo de agua.• Disposiciones técnicas.	<p style="text-align: center;">Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none">• Legislación ambiental.• Incremento en el costo unitario por consumo.• Aumento en porcentaje de contribución por utilizar el servicio.• Impuestos.• Escazes del recurso.

10.1.1.2 Conclusiones y recomendaciones de la Matriz DOFA

- Se concluye que hay una necesidad de disminuir desperdicios de agua en los procesos donde hay posibilidades de recuperación de agua.
- Por otra parte se deduce del análisis que la información muestra que es posible con el tratamiento de agua que se tiene en la actualidad, adicionar un sistema de tratamiento para aguas recuperables.

- Se recomienda aprovechar el mayor porcentaje de agua recuperable con el fin de hacer un tratamiento con Sedimentador de lodos, cumpliendo con las normas de disposición final de los lodos y agua residual.

10.2 DETERMINACIÓN FUENTES DE AGUA PARA RECUPERACIÓN

Al realizar el balance de agua y establecer los consumos de las distintas actividades de la planta se definen las fuentes de recuperación de agua, donde se determina que los procesos objeto de estudio, son los consumos en los Retrolavados de los filtros de arena, purificadores y los Retrolavados de los filtros de la planta de suavización de agua, por ser esta un agua de mejor calidad para ser utilizada en el proceso de recuperación de agua por un Sedimentador de lodos.

El total de consumo es de 6246m³, y se estima recuperar el 90% del total del agua a tratar como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 5. Resumen de los M³ a tratar por el Sedimentador de Lodos.

BALANCE DE AGUA	
AGUA CON POTECCIAL DE REUSO	
Retro- lavado 4 Purificadores de carbón (Gaseosas) (m ³ /mes)	2352 m ³
Retro- lavado 4 Filtros de arena (Gaseosas) (m ³ /mes)	2592 m ³
Retro -lavado de filtros (sistema de suavización)(m ³ /mes)	1302 m ³
Total	6246 m³
AGUA CON POTECCIAL DE REUSO RECUPERABLE	
Porcentaje de Agua con Potencial de Re-uso Recuperable	90%
Agua Residual proveniente de PTAP Gaseosas, PTAP agua Servicios industriales.	5.621 m³

Se concluye que gracias a la implementación del Sedimentador de lodos para el tratamiento de aguas residuales se podría recuperar el 5.621 m³ de los 34.766 m³, lo que equivale al 16.16% del total de agua utilizada en la planta de Postobon, esto nos permitirá mejorar en la utilización de este recurso natural y generar un menor impacto al medio ambiente.

10.3 ESTUDIO TÉCNICO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE RECUPERACIÓN

10.3.1 Localización. Los factores que intervinieron en la determinación de la localización del proyecto fueron que el sedimentador de lodos debía estar cerca de la planta de tratamiento de agua actual, debido a que es un proceso de tratamiento complementario al existente e igualmente facilita el mantenimiento y tratamiento del mismo y el espacio físico requerido para dicho sedimentador.

Zona para ubicar sedimentador de lodos: se eligió un área de 52.5 m² en la zona de tratamiento de aguas dentro de la planta Producción Gaseosas de Postobon Bello, este espacio se pretende adecuar para la instalación del Sedimentador de lodos y las conexiones, lo cual ocupará un espacio de 45 m², igualmente se pretende disponer de un espacio de 2 m² para los lechos y 1 m² para la operación



Figura 6. Zona de ubicación para el Sedimentador de Lodos

10.3.2 Tecnología. En la siguiente tabla se identifican los elementos necesarios para el desarrollo óptimo del proyecto, en negro están identificados los elementos que ya tiene la planta y en verde los elementos que se deben adquirir:

Tabla 6. Descripción de Equipos y Materiales

IDENTIFICACIÓN	NOMBRE
A1	Acueducto
C1	Corriente de entrada tanque equilibrio TAC
TAC	Tanque de almacenamiento de agua cruda
B1	Bomba
C2	Corriente de entrada al Floculador
F	Floculador
TE1	Tanque de equilibrio
B2	Bomba
FA1,2,3,4	Filtros de arena
TE 2,3	Tanque de equilibrio
B3	Bomba
FC 1,2,3,4	Filtros de carbón activado
TE4	Tanque
B4	Bomba
MF1	Microfiltro
MF2	Microfiltro
MF3	Microfiltro
MF4	Microfiltro
UV1, 2	Sistema ultravioleta
PU1	Pulidor
FA5, 6	Filtros de arena
TE4	Tanque de agua tratada
B6	Bomba
FC5	Filtros de carbón activado
PU2, 3	Pulidor
TOZ	Torre de Ozonización
B8	Bomba
FA 7, 8	Filtros de arena
FC 6, 7	Filtros de carbón activado
TRL	Tanque de agua Retrolavados
B10	Bomba
PU 4,5	Pulidor
B11	Bomba
UV3	Sistema ultravioleta
MF5	Microfiltro
MF6	Microfiltro

MF7, 8	Microfiltro
FANT1,2	Filtros de antracita
FC8, 9	Filtros de carbón activado
S1, 2	Suavizador
TAT2	Tanque de almacenamiento agua tratada
B13	Bomba
TE5	Tanque Desarenador
TE6	Tanque de agua recuperada cruda
FA9	Filtros de arena
FC10	Filtros de carbón activado
TAT5	Tanque de agua recuperada tratada
TR	Tanque de reactivos
DOS	Dosificación
SED	Sedimentador
LS	Lecho de secado
TAT6	Tanque de almacenamiento agua tratada

10.3.3 Proceso Productivo. El proceso propuesto de recuperación de agua a través de un Sedimentador de lodos, se define a continuación:

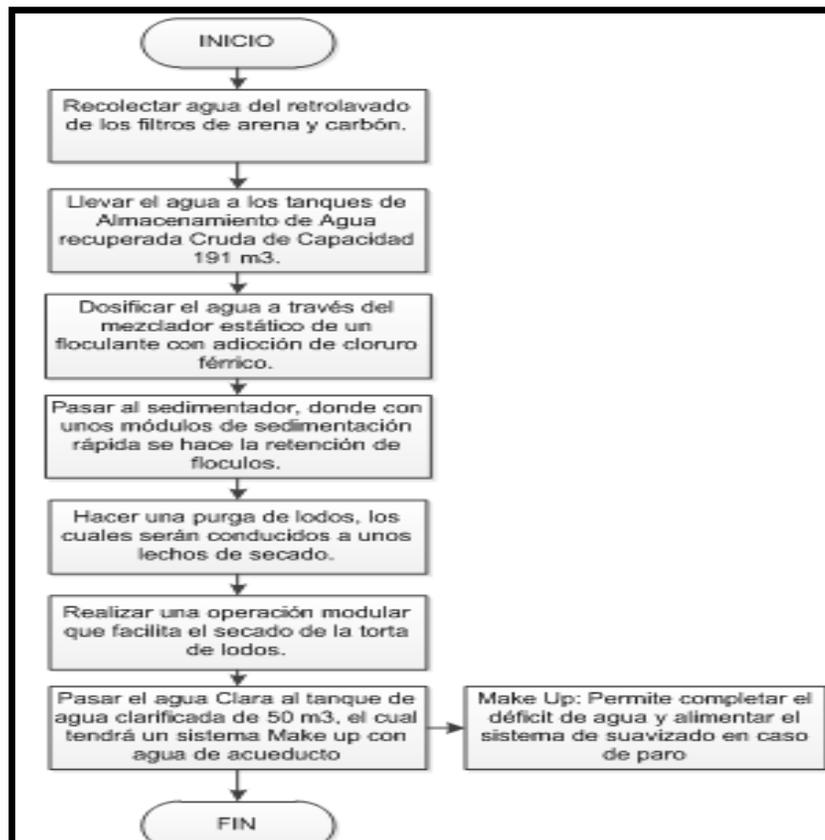


Figura 7. Diagrama de Flujo del Proceso de Recuperación de Agua con Sedimentador de Lodos

Inversión Inicial del Proyecto: Para un desarrollo óptimo del proyecto se requiere incurrir en lo siguiente:

Tabla 7. Inversión Inicial del Proyecto

INVERSIÓN INICIAL	
Costo de equipos unidades (Diseño, suministro, transporte)	
Mezclador Estático (ME)	2.000.000
Tanque de almacenamiento de floculante (TDOS)	1.000.000
Bomba de corrientes Secundarias (2 unidades)	12.000.000
Bombas corriente principal (5 unidades)	72.000.000
Filtro de arena (FA9)	0
Filtro de carbón (FC10)	0
Suavizador (S1)	
Módulos de sedimentación rápida (SED)	16.240.000
Tanque de almacenamiento agua tratada (TATN ^a)	50.000.000
Subtotal incluido IVA COP	153.240.000
Costo montaje electromecánico y puesta en marcha	
Montaje electromecánico	30.000.000
Puesta en marcha	0
Subtotal incluido IVA COP	30.000.000
Costo obra civil	
Sedimentador (SED)	77.713.040
Lechos de secado	6.612.000
Adecuación de tanques existentes	15.000.000
Base para Tanque de almacenamiento agua tratada (TATN ^a)	5.000.000
Subtotal incluido IVA COP	104.325.040
Costo del área requerida para la instalación	
N.A.	0
N.A.	
Subtotal incluido IVA COP	0
Total incluido IVA COP	287.565.040

El presente cuadro muestra la inversión inicial del Costo de equipos (Diseño, suministro, transporte); Costo montaje electromecánico, puesta en marcha y Costo de la obra civil.

Con el estudio técnico se puede concluir que la planta cuenta con las condiciones de localización y espacio, adecuados para llevar a cabo el desarrollo del proyecto y los procedimientos de mantenimiento e inspección son complementarios a los procesos ya establecidos en la planta de tratamiento de aguas actual, lo que es un factor positivo para obtener resultados satisfactorios.

10.4 ANALISIS FINANCIERO Y ECONÓMICO DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE AGUA

El análisis económico del proyecto se basó en el análisis costo beneficio (ACB), donde se identifica la situación actual del sistema de tratamiento de agua y se compara con el sistema propuesto de recuperación de agua con un Sedimentador de lodos, para este caso se establecieron cuatro puntos de vista de acuerdo a los costos por vertimiento y consumo:

Dicho análisis, inicia con la elaboración de una tabla resumen que muestra los consumos y los costos en que incurre la Planta mes por mes durante un año, esto se realiza como información histórica del proyecto, igualmente se hace un estudio económico donde se evalúan los costos de inversión y los costos mensuales de operación y mantenimiento del mismo y por último se elaboran las diferentes alternativas para el retorno de la inversión del proyecto.

Tabla 8. Resumen que Muestra la relación de los Consumos de Agua y el Costo Facturado en el Mes

MES	CONSUMO EN M3	COSTO
JULIO 2010	46.650	\$ 219.255.000
AGOSTO 2010	40.926	\$ 192.352.200
SEPTIEMBRE 2010	37.869	\$ 177.984.300
OCTUBRE 2010	42.088	\$ 197.813.600
NOVIEMBRE 2010	39.856	\$ 187.323.200
DICIEMBRE 2010	48.693	\$ 228.857.100
ENERO 2011	39.790	\$ 187.013.000
FEBRERO 2011	38.419	\$ 180.569.300
MARZO 2011	45.029	\$ 211.636.300
ABRIL 2011	39.428	\$ 185.311.600
MAYO 2011	32.200	\$ 151.340.000
JUNIO 2011	35.562	\$ 167.141.400
JULIO 2011	34.766	\$ 163.400.200

El consumo actual de la planta para el mes de estudio que Julio de 2011 es de 34.766 m³ de agua que corresponden a un costo de \$ 163.400.200, con el proyecto de recuperación de agua a través del Sedimentador se recuperaría 5.621 m³

Tabla 9. Resumen Evaluación Económica del Proyecto

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA ALTERNATIVA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA EN POSTOBON BELLO		
Fecha:	01/09/2011	
Proveedor:	1	
Nº alternativa: 1	POSTOBÓN	
Empresa: Postobón	BELLO	
Planta: Bello	Potabilización de agua	
Área : Potabilización de agua		
ADT: TRATAMIENTO BÁSICO (RECUPERACIÓN)		
INVERSIÓN INICIAL		
	\$	
Costo de equipos (Diseño, suministro, transporte).	\$ 153.240.000,0	
Costo montaje electromecánico y puesta en marcha	\$ 30.000.000,0	
Costo obra civil	\$ 104.325.040,0	
Costo del área requerida para la instalación	\$ 0,0	
Subtotal INVERSIÓN INICIAL \$ 287.565.040		
COSTOS OPERATIVOS	Costo \$/m3 de agua tratada,	Costo, \$/mes
Subtotal Materiales	\$ 40,4	\$ 250.622,0
Subtotal Servicios Industriales	\$ 250,5	\$ 1.554.125,1
Subtotal Mantenimiento	\$ 0,0	\$ 0,0
Subtotal Control de calidad (Análisis tipificados)	\$ 19,4	\$ 120.370,4
Subtotal Mano de obra	\$ 0,0	\$ 0,0
Subtotal aguas residuales	\$ 27,3	\$ 169.194,8
Subtotal depreciación	\$ 193,3	\$ 1.199.083,5
TOTAL COSTOS OPERATIVOS Tratamiento Básico	\$ 530,87	\$ 3.293.395,7

Descripción: La presente tabla muestra la descripción detallada de la inversión inicial; costos de equipos, costos de montaje y costo de la obra civil, y los costos de operación por M3 de agua tratada y lo equivalente en el mes.

Tabla 10. Resumen de los 4 alternativas de de aprobación del proyecto de recuperación de agua a través de un Sedimentador de lodos

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO				
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Concepto / Descripción de la alternativa	<u>4700 \$/m3 A.R. agua envasada y 1800 \$/m3 A.R. gaseosas con</u> costo de depreciación	<u>4700 \$/m3 A.R. agua envasada y 1800 \$/m3 A.R. gaseosas sin</u> costo de depreciación	<u>4700 \$/m3 A.R. agua envasada y A.R. gaseosas con</u> costo de depreciación	<u>4700 \$/m3 A.R. agua envasada y A.R. gaseosas sin</u> costo de depreciación
Costo Agua incluye vertimiento (\$/m3)	\$ 4.700	\$ 4.700	\$ 4.700	\$ 4.700
Costo Agua sin vertimiento (\$/m3)	\$ 1.800	\$ 1.800	\$ 1.800	\$ 1.800
COSTO TOTAL DE LA PROPIEDAD				
GRAN TOTAL INVERSIÓN INICIAL \$	\$ 287.565.040	\$ 287.565.040	\$ 287.565.040	\$ 287.565.040
GRAN TOTAL COSTOS OPERATIVOS (\$/mes)	\$ 3.293.396	\$ 2.094.312	\$ 3.293.396	\$ 2.094.312
AHORROS				
Ahorros \$/mes	\$ 8.305.624	\$ 9.504.708	\$ 24.607.684	\$ 25.806.768
Ahorros \$/año	\$ 99.667.492	\$ 114.056.493	\$ 295.292.212	\$ 309.681.213
RETORNO DE LA INVERSIÓN EN MESES	34,6	30,3	11,7	11,1

Descripción: En la presente tabla se muestran 4 alternativas de análisis de retorno de la inversión de acuerdo a las variables de costos por vertimiento, costos por consumo y costos con y sin depreciación. Este análisis es determinado por la Dirección Administrativa con el fin de tener un nivel de detalle en los costos para facilitar la aprobación del mismo.

Los cálculos se realizaron teniendo en cuenta los costos de la evaluación económica y del costo del M3 de agua tratada y el costo del M3 del agua que se vierte al río.

A continuación se describe cada alternativa del retorno de la inversión para el proyecto evaluado:

Alternativa 1: Se evalúa teniendo en cuenta el costo de vertimiento y el costo de agua tratada, el cual equivale a 4700 pesos por M3, e incluye la depreciación de los equipos y la obra civil.

Alternativa 2: Se evalúa teniendo en cuenta el costo de vertimiento y el costo de agua tratada, el cual equivale a 4700 pesos por M3, y no incluye la depreciación de los equipos y ni de la obra civil.

Alternativa 3: Se evalúa teniendo en cuenta solo el costo de agua tratada, el cual equivale a 1800 pesos por M3, e incluye la depreciación de los equipos y la obra civil.

Alternativa 4: Se evalúa teniendo en cuenta solo el costo de agua tratada, el cual equivale a 1800 pesos por M3, no incluye la depreciación de los equipos y ni de la obra civil.

Se puede concluir que desde el punto de vista por donde se miren cada una de las alternativas, el mayor tiempo de retorno de la inversión es de 34,6 meses, equivalente a 2.9 años, lo que es considerado por la organización como un proyecto rentable para invertir.

11. CONCLUSIONES

- Desde el punto de vista técnico, el proyecto es de fácil adaptación a los procesos actuales de la Planta, las áreas locativas se encuentran definidas y están ubicadas cerca de la planta de tratamiento actual, los procedimientos requeridos se complementarían con los actuales para obtener resultados satisfactorios, la operación y mantenimiento de los procesos de tratamiento con un Sedimentador de lodos se cumpliría eficazmente.
- Los requisitos legales y ambientales, se cumplen de acuerdo a las disposiciones establecidas por la normatividad existente en el proceso actual, con el procedimiento adicional propuesto, se complementaría con las tareas de disposición final de los lodos, como lo dice la legislación.
- En resumen se puede concluir que el Estudio de Factibilidad Técnico y Financiero para la recuperación de agua residual con un Sedimentador de lodos en la planta de Postobon Bello, arrojó que es posible recuperar agua de los procesos de Retrolavados de los filtros, porque la planta cuenta con un sistema de tratamiento actual que permite complementar los procesos y facilitar de esta manera la recuperación de la misma, igualmente se cuentan con los recursos disponibles para la inversión, las áreas físicas se pueden adecuar fácilmente y no afectan el flujo continuo de los procesos y los procedimientos son de fácil aplicación e implementación. El proyecto se puede poner en marcha, una vez se realicen las aprobaciones pertinentes.
- Por último se puede decir que el proyecto es de gran importancia para la Planta porque la encamina a ser una empresa de clase mundial ya que continuamente está en la búsqueda de la sostenibilidad de los recursos naturales y a su vez sería generadora de ahorros en consumos y costos por la utilización del agua.

12. RECOMENDACIONES

- Desde el punto de vista técnico, dar una buena formación al personal que va a operar los equipos y va a realizar las actividades de control e inspección del proceso, teniendo en cuenta el procedimiento actualizado, previamente establecido.
- Desde el punto de vista legal y ambiental, garantizar el cumplimiento de la legislación.
- Por último es importante decir que el proyecto es de gran interés para la Planta, por consiguiente, es fundamental hacer seguimiento contaste a los resultados que se obtienen cada mes y evaluar el impacto real que trajo consigo el proyecto; lo anterior, con la idea de avanzar en nuevos proyectos de mejoramiento continuo que involucren la conservación de recursos y la optimización de los costos de producción y gastos operativos de la Planta.

BIBLIOGRAFÍA

Documentos RECON 2011. Balance Agua. Julio de 2011.

Formulación y Evaluación de Proyectos. Editorial Texto. Caracas. Venezuela. Blanco. Adolfo. 2006.

LABORATORIO INGEAGUAS. Caracterización Física- Química de Vertimientos de aguas residuales industriales Postobon Bello. Análisis de aguas y Gestión Ambiental.

Ley 09 de 1979, Título 2: Condiciones de higiene en la fabricación de alimentos. Capítulo 1: Edificaciones e instalaciones: Disposición de Residuos Líquidos y Sólidos.

CIBERGRAFÍA

ACOSTA, Alejandro. El estudio técnico, el siguiente paso para determinar la factibilidad de un proyecto de inversión [en línea] [Citado el 15 de agosto de 2011]. Disponible en Internet: <<http://deproyectoenproyecto.blogspot.com/2010/08/el-estudio-tecnico-el-siguiente-paso.html>>

AQUANOVA. Filtros [en línea]. [Citado el 20 de Octubre de 2011]. Disponible en Internet: <<http://www.aquanovaperu.com/filtros.html>>

CENTTY VILLAFUERTE, Deymor B. Manual Metodológico para el Investigador Científico [en línea]. [Citado el 08 de Noviembre de 2011]. Disponible en Internet: <<http://www.eumed.net/libros/2010e/816/DEFINICION%20DEL%20TIPO%20DE%20ESTUDIO%20DE%20INVESTIGACION.htm>>

MARSILLI, Alejandro. Tratamiento de Aguas Residuales [en línea]. [Citado el 03 de Noviembre de 2011]. Disponible en Internet: <<http://www.tierramor.org/Articulos/tratagua.htm>>

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Ley 99 de 1993 [en línea]. [Citado el 21 de Noviembre de 2011]. Disponible en Internet: <<http://www.humboldt.org.co/download/ley99.pdf>>

Principios de ablandadores de Agua [en línea]. [Citado el 25 de Octubre de 2011]. Disponible en Internet: <http://www.excelwater.com/esp/b2c/water_soft.php>

SEFILTRA. Filtros de Arena y Carbón Activo [en línea]. [Citado el 10 de Octubre de 2011]. Disponible en Internet: <<http://www.sefiltra.com/filtros-de-arena.php>>

WIKIPEDIA. Tratamiento de Aguas Residuales [en línea] [Citado el 20 de septiembre de 2011]. Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales>