

**UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS” - FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO**

Nº DE RADICACIÓN: _____

INFORMACIÓN EJECUTORES

Ejecutor 1		
Nombre (s):	Dumar	
Apellido (s):	Reyes Franco	
Código:	20091275027	
E-mail:	durefra@yahoo.com.mx	
Teléfono fijo:	7682509	
Celular:	3202470240	
Ejecutor 2		
Nombre (s):	Germán Rodrigo	
Apellido (s):	Monroy Leguizamón	
Código:	20072275019	
E-mail:	germosoyyo@hotmail.com	
Teléfono fijo:	2059813 – 4519156	
Celular:	3102888176	

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del Proyecto:	DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) CON CAPACIDAD PARA 1500m³/día, EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN TEXTIL UBICADA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ	
Duración (estimada):	30 semanas	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una “x”)	Innovación y Desarrollo Tecnológico	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prestación y Servicios Tecnológicos	<input type="checkbox"/>
	Otro	<input type="checkbox"/>
Modalidad del Trabajo de Grado:	Monografía	
Línea de Investigación de la Facultad*:	Apoyo tecnológico	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	Diseño en Ingeniería Mecánica	
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Mecánica de fluidos, Química, Diseño de Máquinas, Ingeniería Económica, Formulación y evaluación de proyectos, producción y comprensión de textos.	

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Director: (Vo. Bo.)	
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	

TABLA DE CONTENIDO

Listado de figuras.....	3
Listado de tablas.....	3
Resumen.....	4
Introducción.....	5
1. Planteamiento del problema.....	6
1.1 Estado del arte.....	6
1.2 Justificación.....	9
2. Objetivos.....	10
2.1 Objetivo General.....	10
2.2 Objetivos Específicos.....	10
3. Marco teórico.....	11
3.1 Contaminantes del agua.....	11
3.1.1 Ph.....	11
3.1.2 Sólidos disueltos totales (TDS).....	11
3.1.3 Color.....	11
3.1.4 Turbidez.....	11
3.2 Clarificación.....	12
3.3 Filtración.....	12
3.4 Osmosis inversa.....	12
4. Metodología.....	13
5. Cronograma.....	14
6. Presupuesto.....	16
Bibliografía.....	18

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Gantt.....	15
----------------------------------	----

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Costos de mano de obra para el proyecto.....	17
---	----

Tabla 2. Costos de consumos e insumos para el proyecto.....	17
---	----

RESUMEN

El siguiente documento mostrará una problemática que se viene presentando en las diferentes industrias que arrojan contaminantes a los afluentes de la ciudad, tratará mas exactamente el problema sobre los residuos y desechos disueltos en el agua y que posteriormente son arrojados por una empresa textilera al río que pasa por cercanías a ésta.

No se puede desconocer que para la producción de tela se utilizan químicos (como la soda caústica), que son muy contaminantes, sin embargo este problema se puede erradicar mediante la creación de una planta de tratamiento que recoja todas las aguas que en la actualidad son arrojadas al río, las trate y finalmente las pueda reingresar al proceso en la planta de producción. Después de planteado el problema se presentarán soluciones brindadas por autores que con anterioridad ya han abordado el tema desde diversas perspectivas, y, que después de análisis y experimentos han brindado soluciones para la problemática.

Todo proyecto necesita una justificación para su elaboración, por eso es este apartado del documento se brindará la información necesaria para hacer del diseño de la planta un proyecto viable tanto para nosotros como diseñadores, como para la compañía a la que se le va a brindar la información necesaria para la posibilidad de adquirir una PTAR como alternativa a su actual modelo de desechos de agua de producción. Los objetivos presentados delimitarán el alcance del proyecto por parte de nosotros como autores del mismo, en esta parte del documento mostraremos lo que queremos construir y los pasos que tendremos que dar para poder llegar al objetivo general del mismo.

Habrá un marco teórico con el cual se pondrán en conocimiento diversos conceptos, tales como las características físico-químicas del agua (color, turbidez, alcalinidad, TDS, etc.) y los métodos empleados en la actualidad (clarificación, cloración, neutralización, filtración, etc.) para poder tratar tales características y hacer del agua un elemento apto para poder ser utilizado en el proceso de producción de telas.

La metodología mostrará un paso a paso de las necesidades que se tienen en el proyecto, y de la manera en las que se irán desarrollando para que el diseño sea el más viable para la compañía tanto en el aspecto productivo, como en el aspecto económico ya que éste último también es un factor predominante a la hora de poder tomar una decisión sobre su adquisición por el factor costo/beneficio.

La metodología irá acompañada de un cronograma en donde se mostrará cronológicamente el orden de resolución de los objetivos y el tiempo que se tiene estimado para llevar a cabo cada uno de estos, para que finalmente, se entregue un tiempo total estimado de realización del objetivo general. Finalmente habrá un presupuesto que les permitirá apreciar el costo total de llevar a cabo este proyecto, y de las fuentes de financiación que se tendrán para la realización del mismo.

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento de vital importancia para la supervivencia del ser humano y de cualquier organismo en el planeta tierra, de aquí su gran valor como sustancia muy preciada sobre cualquier otra. En la superficie terrestre el 80% es agua, pero tan sólo una pequeña parte de este es apta para el consumo humano, es decir, agua potable; de este 80%, el 90% está presente en los océanos (agua salada), otro 2% en glaciares (polos) y el porcentaje restante es el único que queda para el consumo humano. A partir de estas cifras, se hace importante la potabilización de las aguas residuales, permitiendo de esta manera tener una fuente adicional de este líquido y no solamente el proveniente de riachuelos, lagos, embalses, quebradas u otros¹.

La industria es uno de los sectores que aporta mayores cantidades de aguas residuales; dentro de ellas la industrial textil juega un papel importante, ya que emplea sustancias químicas como tintes y colorantes para sus productos, los cuales posteriormente son desechados en forma de disolución en el agua empleada para el proceso. Estos tintes son en su mayoría moléculas aromáticas con una estructura muy compleja, que para ser degradadas necesitan ser tratadas con un potente tratamiento químico o con un acople de un proceso químico a uno biológico; pues si se emplea solo el proceso biológico, no es suficiente para obtener agua reutilizable².

El proyecto busca contribuir con varios aspectos:

En el aspecto particular de la compañía quiere mejorar el costo de producción ya que en la actualidad se pagan valores muy altos por el consumo de agua, ya que se consume agua de acueducto y agua de un pozo subterráneo, insumos por los cuales tiene que pagar aproximadamente \$10000/m³. Con la creación de una PTAR se pretende reducir el costo por metro cúbico (\$/m³) de utilización de agua para el proceso.

Contribuir con el medio ambiente ya que se reduciría en un 70% la explotación del pozo subterráneo que se encuentra en las instalaciones de la compañía, conservando los recursos naturales y disminuyendo la posibilidad de daño de los suelos. Adicionalmente mejoraría ostensiblemente la emanación de desechos químicos y biológicos al afluente que pasa muy cerca de la planta de producción.

¹ Sundstrom, Donald W. and Klei, Herbert E. (1979): Wasterwater treatment, ed. Prentice-Hall, section I.

² Rodriguez M., Sarria V., Esplugas S., Pulgarín Cesar. (2002): Photo-Fenton treatment of a biorecalcitrant wasterwater generated in textile activities: biodegradability of the photo-treated solution, journal of photochemistry and photobiology A. Vol 151, pp. 129-135.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria textil necesita dentro de sus diversos procesos, el uso de una gran cantidad de agua para el proceso de la tela, este recurso es transformado y queda en condiciones no aptas para ser reutilizado en la planta, Esto implica un alto costo al medio ambiente al usar recursos no renovables que deben ser desechados y arrojados al afluente que pasa en cercanías a la empresa, y un gran costo de operación en la planta debido al alto precio de acueducto y alcantarillado que deben pagar las industrias por el consumo de agua. De este problema, nace la inquietud de evaluar la posibilidad de reprocesar este residuo y usarlo nuevamente en la planta, disminuyendo considerablemente el consumo de agua del acueducto y de las fuentes subterráneas, así como de reducir el volumen de agua contaminada que se arroja al río y que a la postre significa mayor contaminación para el medio ambiente.

En la actualidad la compañía textil extrae de un pozo subterráneo ubicado en sus instalaciones 35000 m³/mes, por lo cuales paga en promedio \$4000/m³ por concepto de productos químicos, mano de obra y alcantarillado. Como el anterior volumen no es suficiente para la producción mensual de tela, se hace necesario utilizar agua de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (E.A.A.B.), se utilizan aproximadamente 18000 m³/mes por los cuales se están pagando \$6000/m³ en promedio. Con los anteriores datos se están pagando aproximadamente \$248000000/mes por concepto de agua.

La sumatoria de los dos tipos de agua dan 53000 m³/mes, representando aproximadamente 1767m³/día, como por evaporación y por diversos procesos esa cantidad no alcanza a salir al río Fucha, lugar a donde se están arrojando aproximadamente 1500 m³/día, de ahí la decisión de construir una planta de tratamiento con capacidad para tratar 1500 m³/día. Lo anterior indica una reducción del 85% en consumo de agua de pozo y de acueducto, por consiguiente una reducción en el costo total por mes en el pago de acueducto y alcantarillado para la compañía.

1.1 ESTADO DEL ARTE

La tecnología de tratamiento de aguas mediante la utilización de una PTAR es relativamente nueva en nuestro país, la necesidad de tener una planta de estas en una industria se ha dado porque los organismos de control ambiental se han dado a la tarea de controlar mucho más la contaminación y la explotación indiscriminada de los recursos naturales, que en la actualidad está llevando a que nuestro medio ambiente se vea bastante afectado y de paso nosotros que lo habitamos también estemos sufriendo las consecuencias de nuestros propios actos.

En la búsqueda de documentación asociada a la creación de plantas de tratamiento de aguas residuales se encontraron los siguientes documentos:

- “Estudio preliminar del tratamiento de aguas residuales de la producción de biodiesel mediante la combinación de ultrasonido y la reacción de fenton”³.

³ GARCÍA JEREZ, Johanna. Estudio preliminar del tratamiento de aguas residuales de la producción de biodiesel mediante la combinación de ultrasonido y la reacción de fenton (consultado 7 May. 2012), disponible en:

http://biblioteca.uniandes.edu.co/Tesis_12009_primer_semestre/128.pdf

- “Tratamiento de aguas residuales con tinte azul directo 71, mediante un proceso fotocatalítico con TiO_2 acoplado a un proceso biológico”⁴.
- “Tratamiento de aguas residuales de industria textil a través del acople de procedimientos foto-fenton y lodos activados”⁵.
- Exploración del tratamiento de aguas residuales de tintorería utilizando oxidación avanzada”⁶.
- “Diseño de un sistema de tratamiento para la recuperación de aguas en una textilera”⁷.

Se tomaron estos textos porque fueron los más parecidos a lo que se quiere realizar como proyecto de grado, donde 4 de los 5 textos trataban explícitamente el tema de las aguas residuales en industrias textiles.

La obtención del biodiesel se encuentra en auge en nuestro país, por este motivo se buscó la manera que los residuos arrojados a los cuerpos naturales de agua fueran los más limpios posibles, es por esta razón que el proyecto buscó la manera de retirar las grasas y aceites del agua antes de que ésta fuese arrojada al río después de haberse utilizado en el proceso⁸.

Este tratamiento se realizó mediante un proceso de oxidación avanzada (POA), aquí se utilizaron un equipo de ultrasonido, peróxido de hidrógeno (H_2O_2) al 30% en estado líquido y Sulfato de Hierro Heptahidratado ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) en estado sólido. Con los diversos análisis y resultados obtenidos para las pruebas, el autor decide que es la combinación de Fentón y ultrasonido la mejor prueba de oxidación avanzada para la remoción de grasas y aceites en el agua producidas por la generación del biodiesel⁹.

El tinte azul directo 71 se encuentra en todas las industrias textiles, ya que es un tinte utilizado para todas las bases que se le aplican a las telas durante su proceso de fabricación, una vez se ha utilizado en las tintorerías, se disuelve en el agua residual y la convierte en tóxica y a su vez no reutilizable, es el tinte con mayor dificultad para remover en el agua residual de la industria textil¹⁰.

Durante la experimentación con el proceso químico (fotocatálisis) se utilizaron 50mg/l de tinte y 40 mg/l de TiO_2 , el tiempo de exposición a los rayos UV fue de 2 horas, en donde toman análisis de la muestra antes de la aplicación del TiO_2 , después de la aplicación del TiO_2 y después de

⁴ ACOSTA MONTAÑA, Yamile. Tratamiento de aguas residuales con tinte azul directo 71, mediante un proceso fotocatalítico con TiO_2 acoplado a un proceso biológico (consultado 7 May. 2012), disponible en:

http://biblioteca.uniandes.edu.co/Tesis_12009_primer_semestre/125.pdf

⁵ REY LOPEZ, Andrea. Tratamiento de aguas residuales de industria textil a través del acople de procedimientos foto-fenton y lodos activados (consultado 7 May. 2012), disponible en: http://biblioteca.uniandes.edu.co/Tesis_22008_segundo_semestre/921.pdf

⁶ ALARCÓN GARZÓN, Diana Patricia. Exploración del tratamiento de aguas residuales de tintorería utilizando oxidación avanzada (consultado 7 May. 2012) Disponible en:

http://biblioteca.uniandes.edu.co/Tesis_2007_segundo_semestre/00003125.pdf

⁷ DONADO ZUÑIGA, Lorena. Diseño de un sistema de tratamiento para la recuperación de aguas en una textilera. (Consultado 1 May. 2012). Disponible en http://biblioteca.uniandes.edu.co/Tesis_2004_segundo_semestre/00003205.pdf

⁸ GARCÍA JEREZ, Johanna, Op cit., p 7

⁹ Ibid p 23

¹⁰ ACOSTA MONTAÑA, Yamile, Op cit., p 13

haber pasado por la exposición de los rayos UV, adicionalmente realizan muestras en varias condiciones de temperatura de la muestra de tinte azul directo 71¹¹.

Posteriormente realizan dos procesos biológicos; el primero con pseudomonas pútidas (microorganismos que son capaces de degradar aún más el tinte) y con lodos activados los cuales son empleados en la filtración del tinte para su degradación y posterior análisis con el espectrofotómetro¹².

Para el procedimiento foto-fentón se controló el PH del colorante y se dejó entre 2.8 y 3.0 y se modificaron las dosificaciones de FeSO₄ y de H₂O₂ para las diversas pruebas realizadas¹³.

Después de haber realizado pruebas químicas (foto-fentón), el autor llevó muestras de 100ml de la muestra y realizó pruebas con lodos activados en intervalos de tiempo de 0, 60 y 120 minutos para evaluar la degradación de la tinta con estos diversos tratamientos¹⁴.

Aquí el autor remueve el colorante azul Novazol, sin embargo llega a la misma conclusión del primer autor en donde la remoción del colorante se da de la mejor manera cuando se utiliza una reacción química (proceso foto-fentón) y posteriormente se lleva a una degradación mediante un proceso biológico (que para los 2 autores que tratan el mismo tema) el mejor proceso es el de lodos activados.

El siguiente autor también utiliza un proceso de oxidación avanzada, para este caso es el de fotocatalisis, en donde él estabiliza la temperatura de la muestra y realiza el mismo proceso de los dos autores anteriores, una lámpara ultravioleta, una bomba de recirculación y TiO₂ como catalizador y retenedor de las partículas de colorantes inmersas en el agua, en estas pruebas se encuentra que la mejor concentración de TiO₂ es de 200mg/l al cabo de 2 horas de realizada la prueba¹⁵.

El proyecto denominado “Diseño de un sistema de tratamiento para la recuperación de aguas en una textilera” está muy completo, en él, el autor muestra con mucha claridad lo que requiere la compañía textil para su desarrollo, en donde realiza una presentación de los diversos tipos de clarificación de agua existentes, mediante un análisis busca los métodos adecuados para lo que se requiere y además de diseñar la planta, presenta un detalle muy completo con el valor total de la puesta en operación y de lo que a la compañía textilera le ahorraría en costos el instalar un diseño como el que él presenta¹⁶.

En este proyecto se utilizaron procesos tales como la neutralización, la clarificación, la filtración y la osmosis inversa, cada uno con las respectivas cualidades por las que fueron escogidos para tal fin, el autor del proyecto calcula y diseña todos los equipos, después de esto se dirige a un proveedor especializado en la fabricación de plantas de tratamiento para realizar una cotización detallada de los componentes a utilizar en dicho proyecto.

Una investigación realizada en uno de los proyectos consultados muestra que: “la industria textil consume mucha energía, agua y sustancias químicas. Debido a la cantidad de aguas residuales

¹¹ Ibid p 32

¹² Ibid p 32

¹³ REY LOPEZ, Andrea, Op cit p 15

¹⁴ Ibid p 15

¹⁵ ALARCÓN GARZÓN, Diana Patricia, Op cit p 19

¹⁶ DONADO ZUÑIGA, Lorena, Op cit p 6

que se generan en esta industria y lo tóxicas que son, esta industria fue clasificada en 1989 entre las 10 industrias productoras de desechos tóxicos según el inventario de descargas tóxicas (TRI) de la Environmental Protection Agency de Estados Unidos y notificó que el 52% de los desechos se depositaban en medios acuíferos”¹⁷.

Adicionalmente a proyectos de grado relacionados con el tema, se consultaron industrias que en la actualidad poseen este tipo de plantas y los resultados se presentan a continuación:

En la planta de producción de “Familia” ubicada en cercanías a la ciudad de Zipaquirá existe una PTAR que trata diariamente 3000 m³ de agua, aquí el tratamiento se hace mediante un ataque microbiológico realizado por bacterias que son introducidas al agua y son las encargadas de comerse todos los microorganismos contaminantes que el líquido pueda traer dejándolo totalmente limpio y apto para ser enviado al efluente del río Bogotá.

En el municipio de Jumbo (Valle del Cauca) se encuentra ubicada la planta de producción de “Baterías Mack”, allí, la PTAR se encarga recibir todos los residuos que son arrojados en los diferentes baños de la planta y de las oficinas, además también recibe toda el agua ácida que es recogida del proceso de chatarrización de las baterías que llegan usadas a la planta y en donde se encargan de desbaratarlas bien sea para reutilizar algún elemento o simplemente para arrojarlo a la basura. El tratamiento aquí se realiza mediante una reacción química al aplicársele un floculante, un coagulante y un antioxidante que se encargan de formar un floc y permitir que los microorganismos que vienen en el fluido se formen entre ellos creando partículas mas pesadas y fáciles de sedimentar para posteriormente poder ser arrojadas como desechos de una manera más controlada.

La planta de producción de Bavaria S.A. ubicada en el municipio de Tocancipá posee una planta de tratamiento que utiliza un clarificador para la sedimentación de los lodos mediante coagulantes y floculantes, allí se tratan aproximadamente 3000 m³/día de agua proveniente de los diferentes lavados de sus productos y también de la recolección del condensado una vez ha trabajado en forma de vapor en la planta de producción.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la autoridad distrital está buscando la manera que toda la industria (entendiendo por industria aquella empresa que arroja algún tipo de residuo al medio ambiente ya sea a un río o a la atmósfera como tal), salga del territorio urbano y se situé en lugares rurales aledaños a la ciudad, por tal razón han decidido ajustar los parámetros de emisión de gases y desechos por parte de las compañías productoras, tal es el caso del arrojar aguas contaminadas a los ríos en donde exigen que una empresa no debe botar agua a los ríos cercanos a mas de 25 °C, con un PH inferior a 7 (ya que arrojaría agua ácida), y con otros valores que debido a la falta de control por parte de los dueños de las empresas se omiten originando una continua contaminación del medio ambiente, por tal razón se quiere implementar una Planta de Tratamiento, no sólo porque ahorrará costos a la compañía, sino que controlará la emisión de aguas residuales al río.

La necesidad de diseñar la Planta se da porque se pretende aprovechar lo que existe en la actualidad en cuanto a la manera de arrojar agua residual al río porque se debe tener en cuenta el espacio físico para la ubicación de los equipos, se diseña porque se quiere buscar el método mas adecuado de tratar el agua ya que existen infinidad de métodos y no todas las aguas residuales son iguales por ende no todo método le sirve a toda agua (y esto sólo se conseguirá

¹⁷ Ibid p 5

con la realización de pruebas de laboratorio) además todo este proceso de pruebas e investigaciones se hará con el objetivo de estar plenamente seguros de lo que se va a implementar.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que esté en la capacidad de tratar 1500m³/día para la Planta de producción en una empresa del sector textil.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir el funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales y los requerimientos de producción de agua en la industria textil.
- Diseñar, calcular y seleccionar los diversos subsistemas que serán utilizados en el tratamiento de las aguas residuales al interior de la compañía.
- Realizar pruebas de jarras con coagulación y floculación, pruebas de filtración, osmosis inversa y con métodos de clarificación para obtener el más eficiente en cuanto a rendimiento y costo del tratamiento.
- Entregar un costo total del proyecto para que se evalúe la viabilidad económica y ambiental de la fabricación y la puesta en operación de la planta por parte de los propietarios de la compañía.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Contaminantes del agua

Es importante conocer cuales son los principales parámetros que pueden afectar la calidad de las aguas industriales y superficiales. A continuación se presentan algunos de estos y las razones por las cuales debe evitarse su presencia en el agua.

3.1.1 Ph

El ph es una medida de la concentración de ácido o base en una solución que incrementa debido a los álcalis y disminuye debido a los ácidos. Es el factor más importante en el tratamiento de aguas industriales ya que si el agua presenta un ph bajo puede corroer el equipo con el que está en contacto y si el agua presenta un ph alto puede ocurrir una precipitación del carbonato de calcio lo que ocasionaría la formación de escamas en la tubería y en algunos equipos¹⁸.

3.1.2 Sólidos Disueltos Totales (TDS)

La conductancia es una medida de la habilidad del agua de conducir una corriente eléctrica, entre más alta sea la resistencia eléctrica menor es su conductancia. El agua pura tiene una resistencia eléctrica alta lo que significa que tiene una conductancia baja, en cambio, cuando el agua tiene presencia de iones aumenta su conductividad. Esta es una prueba importante que se le debe realizar al agua con el fin de medir los sólidos disueltos en ella, altos niveles de sólidos disueltos en el agua pueden ocasionar problemas de corrosión¹⁹.

3.1.3 Color

El color es definido como la coloración que tiene el agua después de que la turbiedad ha sido removida y se debe al contenido de materiales orgánicos coloidales en solución o en suspensión. Se debe a la presencia de iones metálicos como hierro y manganeso, maleza, plankton o simplemente se encuentra en aguas industriales. Se consigue la eliminación del color por medio de la coagulación, por adsorción por carbón activo o por oxidación. La presencia de color en el agua puede causar varios problemas como mal sabor, incremento del crecimiento de bacterias y algas, ensuciamiento de resinas, interferencia con la coagulación y la estabilización de hierro y manganeso soluble. Los métodos utilizados para el análisis del color son el método colorimétrico que es aplicable para la mayoría de las muestras de agua y el método espectrofotométrico²⁰.

3.1.4 Turbidez

La turbiedad se debe a la presencia de materia suspendida la cual ocasiona la pérdida de claridad del agua. Puede ser causada por la presencia de arcilla, materia orgánica o inorgánica finamente dividida, carbonato de calcio, sílice, hidróxido férrico, azufre, aceites, grasas, plankton y organismos microscópicos en el agua, y puede ser eliminada por filtración o coagulación. La turbiedad es una medida de la transmisión relativa de luz a través de una muestra. La luz que no se trasmite puede ser obstruida o reflejada por las partículas de la muestra. La turbiedad no puede ser confundida con color ya que un agua

¹⁸ Ibid p 48

¹⁹ Ibid p 50

²⁰ ALARCÓN GARZÓN, Diana Patricia, Op cit p 45

puede tener un color fuerte pero ser clara y no turbia. La turbidez puede ser expresada en FTU (Formazing Turbidity Unit), en NTU (Nephelometer Turbidity Unit) o en JTU (Jackson Turbidity Units)²¹.

3.2 CLARIFICACIÓN

La clarificación es un proceso físico mecánico en el cual las partículas suspendidas presentes en el agua se aglutinan formando flóculos que tienen un peso específico mayor al del agua y por lo tanto pueden sedimentarse. Por medio de este proceso se logra la remoción de:

- Turbiedad orgánica e inorgánica
- Color
- Bacterias, virus y algunos organismos patógenos
- Algas y plankton
- Sustancias productoras de olor y sabor²².

3.3 FILTRACIÓN

La filtración es un proceso en el cual se hace pasar una mezcla sólido-líquido a través de un medio poroso que retiene los sólidos y permite el paso del líquido. Cuando los sólidos suspendidos tienen un tamaño mayor al de los poros, estos serán retenidos en la superficie del filtro. En este caso la filtración se conoce como filtración sobre soporte. Por el contrario, cuando los sólidos suspendidos son de menor tamaño que los poros, estos serán retenidos en el interior del lecho y es llamada filtración sobre lecho filtrante²³.

3.4 OSMOSIS INVERSA

La osmosis es el proceso por el cual una solución se separa en dos corrientes, una de mayor concentración y una de menor concentración. En este proceso el solvente fluye en sentido tal que reduciría la concentración de la solución más concentrada. Si usara un sistema con dos recipientes, uno unido al otro a través de un tubo con la membrana separando dos soluciones, una más concentrada que la otra e inicialmente con el mismo nivel y sometida a la misma presión, el nivel de la solución más concentrada aumentaría hasta cierto punto²⁴.

²¹ Ibid p 46

²² Sundstrom, Donald W. and Klei, Herbert E. (1979): Wasterwater treatment, ed. Prentice-Hall, section I.

²³ Ibid p 56

²⁴ Rodriguez M., Op cit p 78

4 METODOLOGÍA

La metodología a utilizar en el proyecto será la siguiente:

- Se recolectarán las muestras de agua en la empresa y se les analizarán sus características físico químicas, se hará un comparativo con los estándares internacionales de agua para alimentación a la industria textil y se concluirá cuales son los parámetros que se tratarán en el agua residual para convertirla nuevamente en agua apta para ser utilizada.
- Se buscarán los diversos métodos de clarificación de agua para escoger cual proceso se utilizará en cada secuencia de la clarificación y que permitirá erradicar los parámetros encontrados en el paso #1.
- Realizar pruebas a escala (pruebas de jarras y prototipos) con los métodos escogidos, utilizando variables en las dosificaciones, tiempos de tratamiento, caudales y velocidades para determinar cuáles son las variables que nos permitirán realizar la mejor clarificación del agua.
- Diseñar, calcular y seleccionar los diferentes sistemas que serán empleados en el tratamiento de los 1500m³/día de agua en la empresa.
- Entregar un presupuesto con el costo total del proyecto, indicando en él su viabilidad y su relación costo/beneficio con relación a lo que existe hoy en día en la compañía, indicando en cuanto tiempo se vería retribuida la inversión realizada.

5 CRONOGRAMA

De acuerdo a lo planteado en la metodología, a continuación se presenta mediante un diagrama de Gantt el tiempo estimado en semanas para la realización del proyecto:

La etapa de recolección de muestras está estimada en 6 semanas, tiempo en el que se buscarán los parámetros internacionales para las condiciones físico químicas del agua en la industria textil, posteriormente se recolectarán muestras en diversas horas del día en diversos días de la semana para obtener un mejor muestreo de las muestras, finalmente, se determinarán que condiciones del agua toca tratar según lo encontrado en la primera etapa de este proceso. Posteriormente se estipulan 6 semanas para la búsqueda de las diferentes etapas de tratamiento ya que no todos los sistemas de clarificación sirven para realizar los mismos tratamientos, de esta manera se buscará la mejor combinación de procedimientos para obtener el tratamiento más eficaz. Las pruebas a escala se realizarán con diversos productos químicos del mercado, para de esta manera poder determinar cuál es el que mejor se ajusta a las necesidades tanto de tratamiento como económicas para ser utilizados en la planta, por este motivo se habla de 6 semanas de pruebas. En la etapa diseño se utilizarán 9 semanas, tiempo en el cual se pretende encontrar el mejor prototipo para el adecuado tratamiento de las aguas residuales incluyendo la escogencia de los equipos encontrados comercialmente y de los diseñados por nosotros mismos. Por último se pretende entregar el diseño y el presupuesto final a la compañía para su evaluación como alternativa al uso de agua que posee actualmente, esto pretende llevarse a cabo en 3 semanas, lo que nos da un total de 30 semanas (7.5 meses) para la realización total del proyecto.

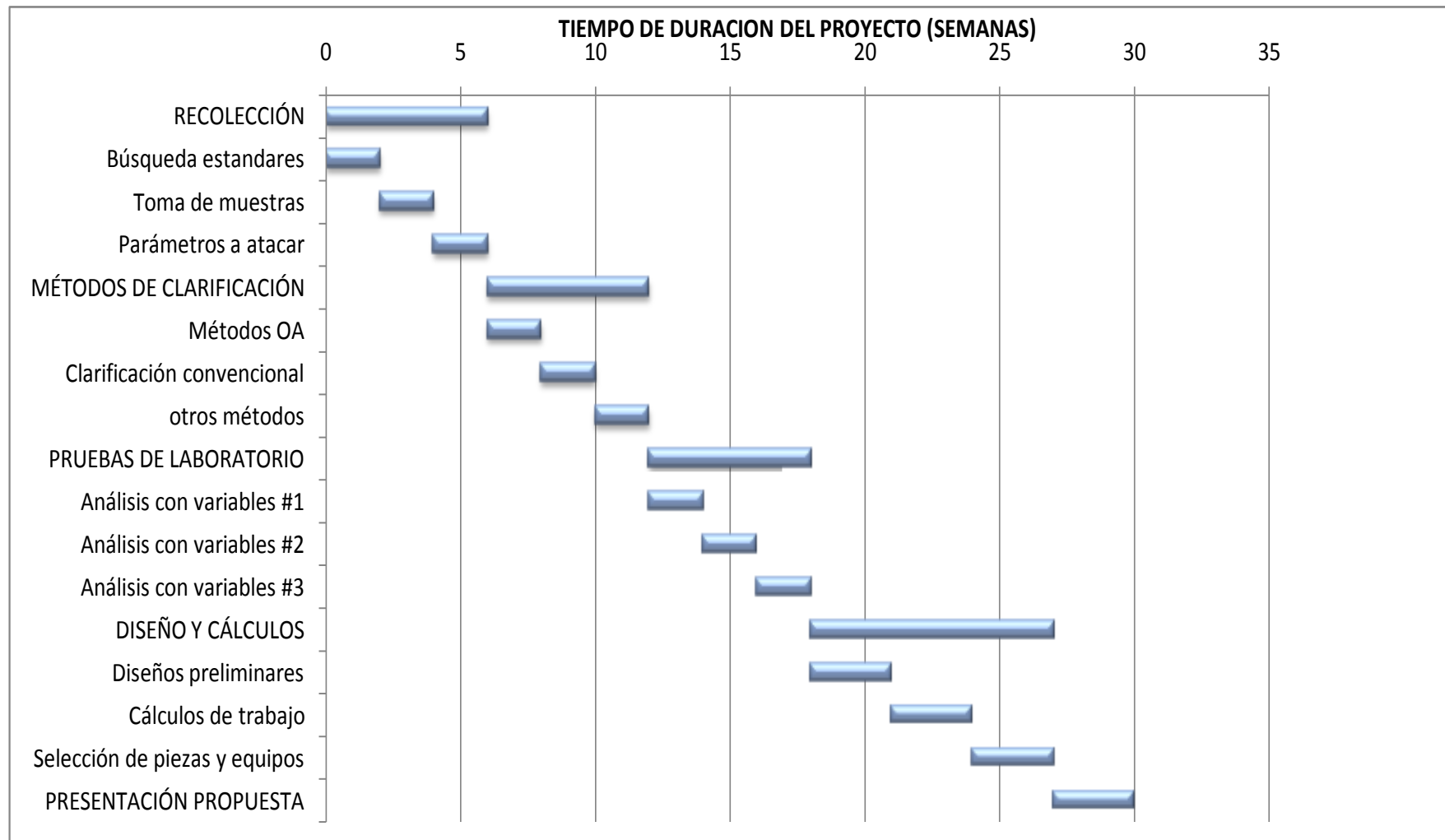


Figura 1. Diagrama de Gantt con la duración del proyecto.

6 PRESUPUESTO

El presupuesto está dividido en 2 tablas:

La primera mostrará el costo unitario de la mano de obra de los integrantes y el asesor del proyecto.

La segunda mostrará el costo de los materiales e insumos que serán requeridos para los diferentes procesos de realización del proyecto, aquí se incluirán los reactivos, productos químicos, laboratorios, internet y demás elementos contribuyentes a la resolución del problema planteado.

La mano de obra de los investigadores se buscó mediante el promedio de sueldos de lo que ganan los tres integrantes del proyecto, el del asesor se halló mediante una consulta realizada a un profesor de planta de la Universidad Distrital.

El valor de los insumos se halló preguntando en diversos lugares para la venta de estos productos (polímero y policloruro), se pregunta en un laboratorio por el alquiler de un floculador convencional, el valor de internet se pregunta en un establecimiento dedicado a esta labor y los vickers y probetas del valor de una empresa vendedora de los mismos.

Los resultados con los valores son tentativos y son un reflejo aproximado del costo total del proyecto, cabe anotar que todos estos costos serán asumidos directamente por los integrantes del mismo, los resultados se presenta a continuación:

MANO DE OBRA

ITEM	UNIDAD DE MEDIDA	TOTAL UNIDADES (hr)	VALOR UNIDAD (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Investigador #1	hora (hr)	600	\$ 5.000	\$ 3.000.000
Investigador #2	hora (hr)	600	\$ 5.000	\$ 3.000.000
Tutor proyecto	hora (hr)	150	\$ 20.000	\$ 3.000.000
Valor total mano de obra				\$ 9.000.000

Tabla 1. costos de mano de obra para el proyecto.

INSUMOS Y CONSUMOS

ITEM	UNIDAD DE MEDIDA	TOTAL UNIDADES	VALOR UNIDAD (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Internet	hora (hr)	300	\$ 1.000	\$ 300.000
Reactivos	Comprimido	300	\$ 2.000	\$ 600.000
Polímero	Kg	25	\$ 10.000	\$ 250.000
Policloruro de Al	Kg	25	\$ 10.000	\$ 250.000
Vickers	Unidad	4	\$ 16.000	\$ 64.000
Probeta	Unidad	2	\$ 9.000	\$ 18.000
Floculador	Unidad	1	\$ 100.000	\$ 100.000
Valor total insumos				\$ 1.582.000

Tabla 2. costos de consumos e insumos para el proyecto.

Valor total mano de obra	\$ 9.000.000
Valor total insumos	\$ 1.582.000
VALOR TOTAL DEL PROYECTO	\$ 10.582.000

BIBLIOGRAFÍA

Sundstrom, Donald W. and Kleí, Herbert E. (1979): Wasterwater treatment, ed. Prentice-Hall, section I.

Rodriguez M., Sarria V., Esplugas S., Pulgarín Cesar. (2002): Photo-Fenton treatment of a biorecalcitrant wasterwater generated in textile activities: biodegradability of the photo-treated solution, journal of photochemistry and photobiology A. Vol 151, pp. 129-135.

GARCÍA JEREZ, Johanna. Estudio preliminar del tratamiento de aguas residuales de la producción de biodiesel mediante la combinación de ultrasonido y la reacción de fenton (consultado 7 May. 2012), disponible en:

http://biblioteca.uniandes.edu.co/Tesis_12009_primer_semestre/128.pdf

ACOSTA MONTAÑA, Yamile. Tratamiento de aguas residuales con tinte azul directo 71, mediante un proceso fotocatalítico con TiO₂ acoplado a un proceso biológico (consultado 7 May 2012), disponible en:

http://biblioteca.uniandes.edu.co/Tesis_12009_primer_semestre/125.pdf

REY LOPEZ, Andrea. Tratamiento de aguas residuales de industria textil a través del acople de procedimientos foto-fenton y lodos activados (consultado 7 May. 2012), disponible en: http://biblioteca.uniandes.edu.co/Tesis_22008_segundo_semestre/921.pdf

ALARCÓN GARZÓN, Diana Patricia. Exploración del tratamiento de aguas residuales de tintorería utilizando oxidación avanzada (consultado 7 May 2012) Disponible en:

http://biblioteca.uniandes.edu.co/Tesis_2007_segundo_semestre/00003125.pdf

DONADO ZUÑIGA, Lorena. Diseño de un sistema de tratamiento para la recuperación de aguas en una textilera. (Consultado 1 May. 2012). Disponible en http://biblioteca.uniandes.edu.co/Tesis_2004_segundo_semestre/00003205.pdf.

www.google.com (Consultado 11 Jun. 2012)