



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
Facultad de Química

**Descripción y Evaluación de los Contaminantes  
Producidos por la Industria Textil**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERO QUIMICO**  
P R E S E N T A  
**Rogelio Castañeda Arceo**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS Tesis  
AÑO 1975  
FECHA 1975  
REC M1766  
S



011101

PRESIDENTE: MANUEL LABASTIDA PEREZ

VOCAL: RAMON VILCHIS ZIMBRON

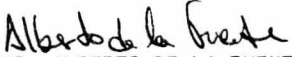
Jurado asignado originalmente      SECRETARIO: ALBERTO DE LA FUENTE ZUNO

Según el tema      1er. SUPLENTE: JORGE MENCARINI PENICHE

2do. SUPLENTE: OUBERTO RAMIREZ CASTILLO

Sitio donde se desarrolló el tema: SUB-SECRETARIA DE MEJORAMIENTO DEL -  
AMBIENTE, BIBLIOTECA DE LA DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES DE LA FACUL--  
TAD DE INGENIERIA.

  
Nombre completo y firma del sustentante: ROGELIO CASTAÑEDA ARCEO

  
Nombre completo y firma del asesor del tema: ING. ALBERTO DE LA FUENTE ZUNO.

## INDICE

### 1.- INTRODUCCION

### 2.- GENERALIDADES

#### —Contaminación atmosférica.

Principales fuentes de contaminación atmosférica.

Origen y efecto de los contaminantes.

Calidad estandar del aire.

#### —Contaminación del agua.

Condiciones mínimas aplicables a todas las aguas en todos los lugares en todos los tiempos.

Criterio para la calidad que debe tener el agua utilizada para consumo humano, y la suministrada a la industria alimenticia.

Calidad del agua para consumo industrial.

Contaminantes químicos del agua.

Contaminantes químicos orgánicos.

Contaminación del suelo.

### 3.- DESCRIPCION DE LOS PROCESOS.

Clasificación de fibras.

Construcción del hilo.

Blanqueo de fibras e hilo.

Mercerización.

Pigmentos y colorantes.

### 4.- CONTAMINACION DEL AGUA.

Métodos propuestos para el tratamiento de las aguas residuales producidas por - la industria textil.

Segregación de desechos.

Igualación.

Agitación mecánica.

Neutralización.

Remoción del color.

Remoción de sólidos orgánicos disueltos.

Digestión y características del lodo.

Tablas y gráficas.

Contaminantes máximos permisibles de acuerdo al reglamento para la prevención y control de la contaminación de las aguas.

Recomendaciones para el muestreo de las aguas residuales.

Determinación de grasas y aceites.  
Determinación del pH.  
Preparación de soluciones patrón.  
Determinación de sólidos sedimentables.  
Determinación de la temperatura.

5.- DISMINUCION DEL CONSUMO DE AGUA Y TRATAMIENTO FINAL DE LAS AGUAS RESIDUALES PRODUCIDAS POR LA INDUSTRIA TEXTIL.

Método para obtener las mejores condiciones de coagulación.  
Selección de coagulantes.

6.- DIAGRAMAS DE FLUJO PARA EL TRATAMIENTO Y DISMINUCION DEL CONSUMO DE AGUA EN PLANTAS DE PROCESOS TEXTILES.

Lana, Seda y poliamidas  
Algodón.  
Poliéster  
Acrílicas.

7.- CONTAMINACION DEL AIRE.

8.- CONCLUSIONES.

9.- BIBLIOGRAFIA.

## ABREVIATURAS

- 1.- B.O.D.- Demanda biológica de oxígeno.
- 2.- O.W.F.- Es la B.O.D. debida a los productos químicos basado sobre el pe  
so de la lana.
- 3.- O.W.C.- Es la B.O.D. inherente en los productos químicos basado sobre su  
propio peso.
- 4.- A-L.- Agentes antiestáticos y lubricantes.

A MIS PADRES



A MI FAMILIA

A MIS MAESTROS

A MIS HERMANOS

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

A LA FACULTAD DE QUIMICA

## INTRODUCCION

Hasta hace relativamente poco tiempo, los problemas de contaminación ambiental se localizaban casi exclusivamente en las grandes ciudades como consecuencia principalmente de la gran cantidad de desechos gaseosos producidos por los motores de combustión interna, además de los desechos líquidos del alcantarillado. Actualmente este problema se ha generalizado produciéndose el deterioro del medio ambiente, principalmente en los ríos lagos y mares, los cuales se han venido contaminando como consecuencia de las descargas de toda la gama de contaminantes producidos por la industria y la agricultura principalmente.

Como consecuencia de la gran cantidad de agua que se utiliza en los distintos procesos de fabricación de fibras y telas, la industria textil es responsable en gran parte de la contaminación que se produce principalmente en el agua; -- por lo que en el presente trabajo se trata de proporcionar una idea general acerca de los métodos que se adaptan mejor para la recuperación y tratamiento de los desechos que se producen en los distintos procesos de manufactura, así como para reducir el consumo de agua.

Debido a la gran variedad de fibras que se utilizan actualmente en la elaboración de telas, en el presente trabajo no se tratara el problema de contaminación específico producido por una fibra en particular, sino más bien se ha pensado en la necesidad de hacer una integración para efectos de recuperación y tratamiento de aquellas fibras afines, las cuales tienden a producir un tipo de contaminación similar.

Ahora bien con esta tesis no se pretende resolver todos y cada uno de los problemas de contaminación que origina la industria textil, sino más bien se trata de proporcionar orientación y de sugerir métodos, a quienes en un futuro próximo se encarguen de diseñar sistemas de descontaminación en plantas textiles.

## GENERALIDADES

Como su título lo indica, el presente trabajo versará sobre el tema de la descripción y evaluación de los contaminantes producidos por la industria textil; pero antes de enfocar nuestro estudio al campo específico de esta industria creo que será de utilidad tener una idea clara acerca de lo que es la contaminación de nuestro medio ambiente, del desequilibrio que acarrea a los ecosistemas así como de sus efectos nocivos para la salud.

El consumo de energía como consecuencia del aumento en la demanda de satisfactores requeridos para la humanidad ha crecido enormemente a través de los años, esto es, se ha incrementado de una manera exponencial de acuerdo a la población mundial. Por lo tanto de acuerdo a este crecimiento se han instalado una gran variedad de industrias, las cuales no han tenido el debido control de sus efluentes contaminantes, produciéndose así el deterioro del medio ambiente.

Es necesario hacer notar que vivimos en un planeta finito, y por lo tanto limitado en cuanto a su capacidad para soportar la cada vez creciente tasa de contaminación.

Las tres zonas generales de contaminación que debemos examinar, esto es la atmósfera, el agua y el suelo forman los tres elementos constituyentes principales de nuestra vida planetaria. La atmósfera, de aire y climas; la hidrósfera de ríos, lagos y océanos; la telosfera, de la cual durante milenios se han desmoronado las rocas para constituir el suelo. Se encuentran todas íntimamente entregadas en todos los sistemas que dan apoyo a la vida orgánica. Es por lo tanto perfectamente

obvio que las interacciones del aire del suelo y el agua son inevitables, y cuando -- cualquiera de ellos se emplea de manera destructiva el efecto peligroso puede ser reforzado por la misma intimidad de su asociación con los otros sistemas.

CONTAMINACION ATMOSFERICA.- La contaminación atmosférica quizá se encuentre en estos momentos en un mínimo. Sus efectos sobre la salud son menos notables -- que hace cien años cuando había más suciedad y hollín en el aire de las ciudades industriales. Pero nuestra relativa mejoría no puede durar mucho, esto es debido a los patrones de consumo del mundo moderno.

Una de las principales fuentes de energía es la combustión, la cual se logra quemando combustibles fósiles, energía que se utiliza principalmente para la generación de energía eléctrica y para el desplazamiento de toda clase de vehículos; siendo este uno de los problemas más graves que aquejan a las grandes ciudades, lugares donde se contamina el aire y se acumula el smog.

Existen otras formas de contaminantes que vienen del sector industrial. La industria química ha aumentado enormemente la variedad de sus efluentes atmosféricos. Sustancias tóxicas como el mercurio, el asbesto o el plomo son dispersados ahora más ampliamente en la atmósfera por una mucho mayor variedad de usos y tecnologías. Existe otra gama de contaminantes ambientales derivados de la agricultura tales como -- insecticidas, fungicidas, etc.

PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINACION ATMOSFERICA.- La principal fuente de contaminación atmosférica es la combustión; y las dos principales causas son la generación de electricidad y los automóviles. Si tomamos como ejemplo a los Estados --

Unidos, País que hoy emplea la mayor cantidad de energía per capita, encontramos que al empezar la década de los setentas los contaminantes en el aire, que en la inmensa mayoría de los casos proceden de automóviles y plantas generadoras de energía llegan a unas doscientos millones de toneladas al año, o sea cerca de una tonelada por cada habitante. El automóvil es el responsable de la mayor producción de óxidos de carbono ó sea monóxido de carbono y dióxido de carbono. Produce también la mayor proporción de óxidos de nitrógeno a consecuencia de las muy elevadas temperaturas requeridas para la combustión.

## ORIGEN Y CONTROL DE EMISIONES.

### I.- Automotriz

#### A.- Emisiones

- 1.- Automóvil: hidrocarburos, monóxido de carbono, y óxidos de nitrógeno.
- 2.- Diesels: humo, olor, óxidos de nitrógeno y benzopireno.

#### B.- Controles

- 1.- Automóviles: dispositivos de control, y modificación del motor.
- 2.- Diesels: Mejor control operacional, combustible mejorado, y dispositivos de control exhaustivos.

### II.- Estacionarios

#### A.- Polvo, humo, y niebla.

- 1.- Emisiones: ceniza, hollín, humo, óxidos de hierro, partículas suspendidas, partículas suspendidas en sustancias gaseosas, etc.

2.- Controles: separadores, torres empacadas, colectores, precipitadores y filtros de aire.

B.- Gas y vapor.

1.- Emisiones: dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, fluoruros hidrocarburos y ácido sulfídrico.

2.- Control: Absorvedores, incineradores, combustión catalítica y absorción.

C.- Olor.

1.- Emisiones: olores ofensivos procedentes de las plantas químicas, plantas de de papel, molinos de papel, rastros, etc.

2.- Control: dispersión ó dilución, combustión, absorción y modificación.



## ORIGEN Y EFECTO DE LOS CONTAMINANTES

CONTAMINANTE	ORIGEN PRINCIPAL	EFECTOS PRINCIPALES
Dioxido de azufre	Combustibles, procesos industriales.	Irritación respiratoria, daño en las plantas, - corrosión, y posibles - efectos adversos a la - salud.
Oxidantes	Reacción fotoquímica - que implican oxidos de nitrógeno, gases orgánicos, vapores, y radiación solar.	Irritación respiratoria, - daño a las plantas. Proporciona indirectamente una reducción en el índice de visibilidad debido a los aerosoles fotoquímicos. Posibles efectos adversos a la salud.
Monoxido de carbono	Combustión, vehículos, procesos industriales.	Reducción en la capacidad de la sangre para llevar oxígeno.
Hidrocarburos gaseosos	Combustión, procesos industriales, evaporación de hidrocarburos.	Reducción de la visibilidad, daño a las plantas, irritación sensorial, son efectos producidos - en las reacciones fotoquímicas que embolucran hidrocarburos reactivos.
Oxidos de nitrogeno	Combustión, procesos industriales.	Reducción de la visibilidad, daño a las plantas, irritación sensorial, estos gases pueden causar efectos adversos a la salud.
Aldehidos alifaticos, formaldehidos, acroleina.	Combustión, incineración de desechos, y reacciones fotoquímicas atmosféricas.	Irritación sensorial, daño a las plantas, reducción de la visibilidad, y posibles efectos adversos a la salud.

Bioxido de Carbono	Combustión	Usado como un índice - de contaminación de - las operaciones de com- bustión.
Partículas suspendidas.	Combustión, procesos na- turales e industriales.	Reducción de la visibi- lidad y ensuciamiento.
Acido sulfídrico	Coque, destilación de al- quitrán, refinación de - petróleo y gas natural - manufactura de rayón, y en ciertos procesos quími- cos.	Olor ofensivo, causo - muertes en Poza Rica - México cuando una gran cantidad de este gas se escapó de las plantas de refinación.
Acido fluorhídrico	Fábricas de acero, traba- jos de cerámica, plantas de reducción de aluminio y fábricas de superfosfato	Daño a las plantas cítri- cas, a las fores, afecta los dientes y los huesos del ganado cuando el fo- rraje ha sido consumido.
Plomo	Combustión interna de - los motores, emisiones in- dustriales.	Envenenamiento por el - plomo.

## CALIDAD ESTANDAR DEL AIRE

Substancia	Tiempo promedio de ex- posición 20 min.		Tiempo promedio 24 hrs.	
	mg/cu m stp	ppm	mg/cu m stp	ppm
Acetaldehido	0.01	0.005	. . . .	. . . .
Acido Acético	0.2	0.08	. . . .	. . . .
Anhidrido acético	0.1	0.02	. . . .	. . . .
Acetona	0.35	0.15	0.35	0.15
Acetofenona	0.003	0.0006	0.003	0.0006
Acroleina	0.3	0.12	0.1	0.04
Amoniaco	0.2	0.28	0.2	0.28
Acetato de amilo	0.1	0.019	0.1	0.019
Amileno	1.5	0.5	1.5	0.5
Anilina	0.05	0.013	0.03	0.008
Arcénico	.....	.....	0.003	.....
Benzeno	1.5	0.5	0.8	0.25
Butano	200.	85.	.....	.....
Butanol	0.3	0.1	.....	.....
N-Butil Acetato	0.1	0.021	0.1	0.021
Butileno	3	1.3	3	1.3
Acido Butirico	0.015	0.004	0.01	0.003
Acido Caprilico	0.01	0.002	0.005	0.001
Carbón	0.15	.....	0.85	.....
Disulfuro de Carbono	0.03	0.01	0.01	0.0033
Monoxido de Carbono	3	2.7	1	0.9
Tetracloruro de Carbono	4	0.7	.....	.....
Cloro	0.1	0.033	0.03	0.01
P-Cloroanilina	0.04	0.008	.....	.....
Clorobenzeno	0.1	0.02	0.1	0.02
Cloropreno	0.1	0.028	0.1	0.028
M-Clorofenil Isocianato	0.005	0.001	0.005	0.001
P-Clorofenil Isocianato	0.0015	0.0002	0.0015	0.0002
Cromo exavalente	0.0015	.....	0.0015	.....
Cicloexanol	0.06	0.015	0.06	0.015
Cicloexanona	0.04	0.008	0.04	0.008
Dicloroetano	3	0.75	1	0.25
2,3-dicloro 1,4-nafta quinona	0.05	.....	0.05	.....
Dietilamina	0.05	0.02	0.05	0.02

Diqueteno	0.007	0.002	.....	.....
Dimetil anilina	0.0055	0.001	.....	.....
Disulfuro de dimetilo	0.7	0.18	.....	.....
Dimetil Formamida	0.03	0.01	0.03	0.01
Sulfuro de Dimetilo	0.08	0.03	.....	.....
Divinilo	3	1.2	1	0.4
Epiclorohidrín	0.2	0.05	0.2	0.05
Etanol	5	2.5	5	2.5
Acetato de etilo	0.1	0.029	0.1	0.29
Etileno	3	2.3	3	2.3
Oxido de etileno	0.3	0.15	0.3	0.015
Formaldehido	0.035	0.029	0.012	0.01
Fluoruro	0.03	.....	0.1	.....
Fluoruros insolubles	0.2	.....	0.03	.....
Furfural	0.05	0.013	0.05	0.013
Gasolina (como C) a partir de aceite crudo	5	1.25	1.5	0.38
Exametilen diamina	0.01	0.002	0.01	0.002
Acido Hidroclorico (como H <sup>+</sup> )	0.006	.....	0.006	.....
Acido hidroclicorico (como HCl)	0.2	0.15	.....	.....
- Acido fluorhídrico	0.02	0.03	0.005	0.008
Acido sulfidrico	0.008	0.005	0.008	0.005
Isopropil benzeno	0.014	0.003	0.014	0.003
- Hidro peroxido isopropil benzeno	0.007	0.001	0.007	0.001
Plomo (como Pb)	.....	.....	0.0007	.....
Sulfuro de plomo	.....	.....	0.0017	.....
Malation	0.015	.....	.....	.....
Anhídrido maleico	0.2	0.05	0.05	0.01
Manganeso	0.03	.....	0.01	.....
Mercurio (como Hg)	.....	.....	0.0003	.....
Metanol	1	0.75	0.5	0.38
Acetato de metilo	0.07	0.023	0.07	0.023
Acritato de metilo	0.01	0.003	.....	.....
Metil anilina	0.04	0.01	.....	.....
Metil mercaptano	9×10 <sup>-6</sup>	.....	.....	.....
Metil metacrilato	0.1	0.025	0.1	0.025
Metil paration	0.008	.....	.....	.....
Alfa Metil estireno	0.04	0.01	0.04	0.01
Alfa naftaquinina	0.005	0.001	0.005	0.001
Acido nitrico (como HNO <sub>3</sub> )	0.4	0.15	.....	.....
Acido nitrico (com H <sup>+</sup> )	0.06	.....	0.06	.....
Nitrobenzol	0.008	0.001	0.008	0.001
Dioxido de nitrogeno	0.085	0.045	0.085	0.045

Fenol	0.01	0.0026	0.001	0.0026
- Anhídrido fosforico	0.15	0.026	0.05	0.0085
- Anhídrido ftalico	0.02	0.03	0.02	0.03
Propanol	0.3	0.12	.....	.....
Propileno	3	1.5	3	1.5
Piridina	0.08	0.023	0.08	0.023
Estireno	0.003	0.0007	0.003	0.0007
Dioxido de azufre	0.5	0.19	0.15	0.058
Acido sulfúrico (como H+)	0.006	.....	0.006	.....
Acido sulfúrico (como H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0.3	.....	0.1	.....
Partículas suspendidas	0.5	.....	0.15	.....
Tiofeno	0.6	0.17	.....	.....
Tolueno	0.6	0.15	0.6	0.15
Toluen di-isocianato	0.05	0.071	0.02	0.0029
Tributil fosfato	0.01	.....	.....	.....
Tricloroetileno	4	0.67	1	0.17
N-ácido valerico	0.03	0.008	0.01	0.003
Pentoxido de vanadio	.....	.....	0.002	.....
Acetato de vinilo	0.2	0.06	0.2	0.06
Xileno	0.2	0.05	0.2	0.05

---

Los valores estandar anteriores son los que han sido establecidos para los E.E.U.U. Existen tabulaciones para otros países, estas se pueden consultar en la sección número cuatro del libro Industrial Pollution Control Handbook, de Herbert F. Lund.

CONTAMINACION DEL AGUA.- Desde los tiempos más remotos el hombre ha utilizado las corrientes pluviales para arrojar sus desechos, a pesar de que de éstas proviene gran parte de su agua potable. En condiciones naturales los ríos tienen poderes muy considerables de autolimpieza; al correr el agua arrastra los detritus, sales, piedras, etc., hacia los océanos. Las bacterias usan el oxígeno disuelto en el agua para descomponer los desechos orgánicos, y a su vez estas son consumidas por los peces y las plantas acuáticas, que devuelven el oxígeno y el carbono a la atmósfera.

A medida que la humanidad entra en el nuevo orden urbano-industrial, el problema de los desechos contenidos en el agua se hace mucho más complicado, - esto es debido a las grandes concentraciones urbanas que la industria reúne, a los materiales que los procesos industriales vierten y que las bacterias no pueden eliminar - (tipo no biodegradable), algunos de estos materiales son venenosos en particular los compuestos del cianuro ó los minerales como el mercurio y el plomo. La acumulación de desechos industriales sobre el terreno, por infiltración puede hacer llegar sus venenos a las corrientes del subsuelo o a las corrientes vecinas.

La descomposición convierte la materia de las aguas negras biodegradables en moléculas más simples, que contienen los elementos básicos como el potasio, fósforo, nitrógeno y otros nutrientes. Al agregarse al agua la vida acuática recibe el equivalente a una gran dosis de fertilizante. En muchos ríos las explosiones o florecimientos de bacterias y algas a lapostre agotan el oxígeno disponible, entonces, cuando el oxígeno desaparece, otras bacterias que no lo requieren, (las anaerobias) empiezan a trabajar sobre los desechos restantes, produciendo gases mal olientes tales como el anhídrido sulfuroso, este fenómeno recibe el nombre de eutroficación.

Otros contaminantes completamente nuevos inventados por el hombre, y que nunca se encuentran en la naturaleza están apareciendo en las vías fluviales. Los plagicidas son sólo los más notables de una gran multitud de compuestos hechos - por el hombre, cuyo número asciende ahora por lo menos a medio millón, mientras - otros nuevos aparecen a un ritmo de quinientos por año.

Por último el constante aumento de la demanda de energía implica, - en algunos países un gran aumento en la contaminación termal. El agua empleada - como refrigerante en las plantas generadoras de energía y en algunos otros procesos - industriales es derramada de nueva cuenta a los ríos, en los que al elevar la temperatura se aceleran ciertos procesos biológicos y se imponen cambios violentos a la vida acuática; como la alimentación y multiplicación de todos los tipos de peces son afectados por la temperatura una elevación o descenso de ésta tiene efectos profundamente perturbadoras, eliminando algunas especies, sobre estimulando a otras y en ciertas ocasiones destruyéndolas a todas.

CONDICIONES MINIMAS APLICABLES A TODAS LAS AGUAS EN TODOS LOS LUGARES, Y EN TODOS LOS TIEMPOS.

- 1.- Libre de impurezas procedentes de los municipios, industrias ó de descargas procedentes de la agricultura.
- 2.- Libre de despojos ó restos flotantes, aceite, espumas y otros materiales flotantes atribuibles a descargas de municipios de la industria o de la agricultura en cantidades suficientes que sean desagradables o venenosas.
- 3.- Libre de materiales atribuibles a descargas municipales industriales o de la agricultura que produzcan color, olor u otras condiciones en grado tal que

sean molestas.

4.- Libre de sustancias atribuibles a las descargas municipales industriales o de la agricultura en concentraciones o combinaciones las cuales sean tóxicas o nocivas para los humanos, los animales, las plantas, o la vida acuática.

CRITERIO PARA LA CALIDAD QUE DEBE TENER EL AGUA UTILIZADA PARA CONSUMO HUMANO, Y LA SUMINISTRADA A LA INDUSTRIA ALIMENTICIA.

1.- Bacterias: grupo coliform, este no deberá exceder de 5000 X 100 ml. como un valor promedio mensual.

2.- Número de umbral de olor: no deberá exceder de 24 como un promedio diario.

3.- Sólidos disueltos: no excederán de 500 mg/1 como un valor promedio mensual, ni excederán de 750 mg/1 en cualquier tiempo.

4.- Substancias radioactivas: la actividad no excederá de 1000 picocuries por litro, no deberá haber actividad a partir de estroncio-90 disuelto que exceda de 10 picocuries por litro, no deberá haber actividad de alfa emitters disueltos -- que excedan de 3 picocuries por litro.

5.- Constituyentes químicos: no deberán exceder las siguientes concentraciones en cualquier tiempo:

CONSTITUYENTE	CONCENTRACION (mg/1)
- Arsénico	0.05
Bario	1.0
Cadmio	0.01



Cromo (hexavalente)	0.05
Cianuro	0.025
Fluor	1.0
Plomo	0.05
Selenio	0.01
Plata	0.05

### CALIDAD DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL

- 1.- Oxígeno disuelto: no debe ser menor de 2 mg/l como un valor promedio diario, ni deberá ser menor de 1.0 mg/l en cualquier tiempo.
- 2.- pH: no será menor de 5 ni mayor de 9 en cualquier tiempo.
- 3.- Temperatura: no deberá exceder de 95° F en cualquier tiempo.
- 4.- Sólidos disueltos: no excederán de 750 mg/l como un valor promedio mensual, ni excederán de 1000 mg/l en cualquier tiempo.

Existen especificaciones para la calidad del agua que deberá tener, - la vida acuática, la recreación, etc., estas se pueden ver en la sección 3-7 del libro Industrial Pollution Control Handbook.

Los contaminantes físicos del agua son: el color, la temperatura el - olor, el sabor, la turbidez.

- CONTAMINANTES QUIMICOS DEL AGUA.- pH, Alcalinidad, Amoniac, Arsénico, Bario, Boro, Cadmio, Cloro, Cromo, Cobre, Fierro, Plomo, Magnesio, Fosforo, selenio, ion Uranilo, Zing, Nitratos y Nitritos, Sulfatos y Sulfitos.

CONTAMINANTES QUIMICOS ORGANICOS.- Cloroformo, Azul de metileno, Cianuros, representados por el ácido Hidrociánico y sus sales, éstos son extremadamente tóxicos, aceite y grasa, pesticidas y herbicidas.

CONTAMINACION DEL SUELO.- La mayor contribución del hombre a la contaminación está teniendo lugar en forma creciente sobre la tierra. En las zonas industriales urbanas, e incluso en las dedicadas al esparcimiento el problema es el creciente amontonamiento de desechos sólidos que hay que eliminar.

Las cantidades de desechos son ya tan grandes que es difícil concebirlas. Las estadísticas más detalladas se refieren a los E.E.U.U.; en 1920, el hogar promedio generaba 1.25 Kg. de desechos sólidos al día, en 1970, esta cifra aumentó a 2.4 Kg. y para 1980, quizá llegue a 3.7 Kg. Si se agregan los desechos industriales (de las minas y fábricas) la cifra per cápita es cercana a 23 Kg. por día.

Las diferentes aportaciones que forman este notable tonelaje deben examinarse por separado ya que su naturaleza determina como podrá efectuarse finalmente su eliminación de la mejor manera.

La gran cantidad de cascajo y desechos de los molinos de minerales crean problemas especiales por ejemplo: la tierra que cubre las minas abandonadas se hunde, los ácidos se filtran hacia las aguas subterráneas y los desechos de las minas de carbón se incendian. Ahora bien si tomamos en cuenta que los sistemas municipales deben eliminar la mayoría de los desechos urbanos o industriales la gama es enorme, y va desde los residuos llamados húmedos, que constituye una materia prima potencial para preparar abonos, hasta viejas máquinas de vapor descartadas, muebles rotos, pedacería inútil de metal, y artículos desechables.

Analizando lo anterior se ve que hay una urgente necesidad de controlar la contaminación del suelo antes de quedar sepultados por la enorme cantidad -

de desperdicios que se generan; para ello existen formas tales como sepultar los desechos bajo el suelo compactado, también podría hacerse obligatorio el uso de molinos adaptados a las cocinas, y así de esta forma los desechos podrían ser transportados - junto con el resto de las aguas negras a las plantas de tratamiento.

Existen otras soluciones posibles para la eliminación, tales como rellenar viejas minas, tarea que se facilita ya que generalmente existen vías férreas, - rellenar fondos de pantanos y así convertirlos en centros de deportes o terrenos para la construcción de casas.

Ya existe una creciente demanda de controles más adecuados sobre - la explotación de minas a cielo abierto, para lograr que en cuanto sea posible se - reconstruya la capa de tierra vegetal, se replanten árboles y se corrija el daño.

La incineración constituye otro método de eliminación; aún cuando - los incineradores municipales desprenden emisiones de humo negro y mal oliente, se - les puede construir según altas normas de limpieza.

## DESCRIPCION DE LOS PROCESOS

## CLASIFICACION DE FIBRAS

	Natural	Algodón Lino Ramio Yute Cañamo
Celulosa	Manufacturadas	Viscosa Rayón Cupramonio Rayón de Alta Tenacidad
	Natural	Lana Seda Pelo de Camello Lana de Cabras de Cachemira en la India y otras Lanas Especiales
Proteínicas	Manufacturadas	Vicara --- Zein de Maíz Caslen --- Caseína de la Leche

		<b>Acetato - Ester de Celulosa</b>
		<b>Nylon - Poliamida</b>
		<b>Dacron - Poliester</b>
		<b>Orlon - Acrílico</b>
<b>Termoplásticas</b>	<b>Manufacturadas</b>	<b>Dynel - Acrílico</b>
		<b>Acrilan - Acrílico</b>
		<b>X-51 - Acrílico</b>
		<b>Saram - Vinilo</b>
		<b>Teflón - Vinilo</b>
	<b>Natural</b>	<b>Asbestos</b>
<b>Minerales</b>	<b>Manufacturadas</b>	<b>Fibra de Vidrio</b>

Las fibras son las unidades fundamentales usadas en la fabricación de hilos textiles y telas. Como se ilustra en la carta anterior, las fibras textiles se dividen en 4 grupos de acuerdo a la substancia a partir de la cual están formadas; o sea fibras de celulosa, fibras proteínicas resinas termoplásticas y minerales. Al grupo de fibras termoplásticas se les llama también como fibras sintéticas, o fibras químicas, excepto para el acetato, la cual es una fibra semisintética.

Las fibras pueden ser de origen natural, o éstas pueden ser hechas por el hombre. De las fibras encontradas en la naturaleza, solamente el algodón, el lino, la seda, y la lana han sido usadas exhaustivamente. Cada una de las cuales son producidas en diferentes variedades, las cuales difieren en calidad. Por ejemplo el algodón pima y la lana de borrego merino son ejemplos de variedades de buena calidad.

Las fibras naturales pueden carecer de uniformidad, debido a las condiciones de clima, de nutrición de la tierra y de enfermedades. Por otro lado debido a la posibilidad de control de la producción, las fibras hechas por el hombre son más uniformes en tamaño, y en otras características.

Las fibras hechas por el hombre pueden variar en la solución de hilado, o en el proceso de manufactura, para producir diferentes tipos de fibras, por ejemplo rayón, fibra E, rayón de alta tenacidad etc.

Para que las fibras sean hilables deben de tener longitud suficiente, flexibilidad, resistencia y coherencia para formar el hilo.

Existen dos clases de fibras de acuerdo a su longitud: a) filamentosas y b) hebras.

a).- Los filamentos son de una longitud continua, medible en metros. El único filamento que existe en la naturaleza es la seda; todos los demás son hechos por el hombre. Los hilos hechos a partir de filamentos son de dos tipos: multifilamentos y monofilamentos.

b).- Fibras (hebras).- Estas son fibras cortas, se miden en pulgadas y su longitud oscila entre  $3/4$  de pulgada a 18 pulgadas.

Las fibras hechas por el hombre, se hilan pasandolas a través de orificios muy pequeños, en el hilador.

PROPIEDADES FISICAS.- La estructura física de una fibra incluye longitud, diámetro, superficie de contorno y forma. Estas propiedades ayudan a determinar la aspereza, suavidad y la resistencia al ensuciamiento de la tela.

RIZADO.- Este se refiere a las ondas que ocurren a lo largo de la fibra. La lana tiene un rizado natural. A las fibras manufacturadas se les puede dar un rizado permanente.

La densidad y la gravedad específica pueden ser medidas a partir del peso de la fibra. La densidad es el peso en gramos por centímetro cúbico y la densidad específica, es la relación que existe entre la masa de la fibra y la masa de un volumen igual de agua a  $4^{\circ}\text{C}$ . El peso de una tela está determinado por la densidad o densidad específica de las fibras que la forman.

#### DENSIDAD DE ALGUNAS FIBRAS EN g/cc.

Vidrio	2.56
Viscosa	1.52



Algodón	1.48
Lino	1.50
Dacrón	1.38
Lana	1.30
Seda	1.30
Dynel	1.28
Acetato	1.25
Vicara	1.26
Acrilán	1.20
Orlón	1.17
X-51	1.17
Nylón	1.14

Las propiedades físicas relacionadas con la durabilidad son: resistencia, resistencia a la abrasión, cohesión, flexibilidad, rigidez y elasticidad.

Las propiedades físicas relacionadas con la estabilidad, cuidado y confort son: absorbencia, torcido, plasticidad, conductividad eléctrica, resistencia química e inflamabilidad.

FIBRAS DE CELULOSA.- La celulosa es la materia básica de todas las plantas; el algodón contiene aproximadamente 91% de celulosa, el lino cerca de 70%, todas las fibras de celulosa están constituidas de carbón, hidrógeno y oxígeno. Todas las fibras de celulosa tienen propiedades comunes entre sí, pero además tienen otras propiedades diferentes de acuerdo a su origen.

## PROPIEDADES COMUNES DE LAS FIBRAS DE CELULOSA

- a) Alta densidad
- b) Baja elasticidad
- c) Absorbencia
- d) Buenos conductores del calor
- e) Pueden sujetarse a altas temperaturas
- f) No son dañadas grandemente por los álcalis
- g) Son dañadas por ácidos minerales, y son poco afectadas por ácidos orgánicos.
- h) Son resistentes a los insectos.
- i) Son atacadas por el moho.
- j) Son inflamables.

La celulosa de hecho está formada a partir de un simple azúcar, el beta-glucosa, la cual se combina para formar celobiosa, la cual se condensa hasta la gran cadena de la molécula de celulosa. Aunque todas las fibras de celulosa están construidas de esta manera el número de unidades de glucosa que se combinan para formar la cadena puede variar de fibra a fibra, ésto está referido como el grado de polimerización el cual puede alcanzar hasta el número de 3000, es decir tres mil unidades de glucosa en la molécula.

Las fibras naturales de celulosa tienen una cadena más grande que los rayones regenerados y sus propiedades físicas consecuentemente son diferentes.

El DP (grado de polimerización) o la longitud de la cadena, puede ser medido disolviendo la celulosa en un disolvente apropiado (cupramonio) y por la

determinación de la viscosidad de la solución; los resultados son usualmente expresados en fluidities, los cuales son el recíproco de la viscosidad  $f=1/v$ .

El oxígeno está presente en la molécula en tres formas, en la estructura de la cadena, entre los anillos de glucosa y en la forma de grupos hidroxilo. -- Uno de estos grupos de hidroxilos pertenecientes a un grupo alcohólico y en el final de cada cadena hay un grupo aldehído. Los grupos hidroxilos juegan un papel importante en la reactividad de la celulosa, ellos forman uniones de hidrógeno entre las cadenas, de esta forma sostienen la estructura de la fibra junta y ellos son responsables de la absorción del agua y de muchas otras sustancias, incluyendo colorantes.

#### ALGODON.

El algodón es la fibra textil de mayor uso, éste crece en casi todas partes pero las condiciones más favorables para su producción están en Norte América y en el valle de el Nilo. La calidad de el algodón está basada en la longitud y -- brillantes de la fibra siendo las mejores las de mayor longitud y brillo; las fibras son muy finas y lustrosas y miden entre  $11/2$  y  $13/4$  de pulgada de largo.

PROPIEDADES FISICAS.- Las fibras de algodón son bastante fuertes debido a la larga cadena de celulosa, las moléculas tienen un alto grado de orientación dentro de la fibra, sin embargo mucha de su fuerza se pierde en el hilo. Las fibras incrementan su resistencia aproximadamente en un 25% al mojarse. La resistencia del algodón es mejorada al tratarlo con sosa caustica; este es un proceso llamado de mercerización, con esto se incrementa también el lustre y la afinidad por los colorantes. La sosa -- caustica no se combina químicamente con la fibra, pero causa un cambio físico en la

estructura de la fibra, por lo cual ésta cambia su apariencia física. Como todas las fibras de celulosa el algodón tiene poca elasticidad; el algodón es muy absorbente debido a los grupos hidroxilo disponibles; el algodón es la fibra más lavable, esta puede ser hervida y esterilizada.

PROPIEDADES QUIMICAS.- El algodón contiene carbono, hidrógeno y oxígeno su contenido de celulosa varía del 88 al 96%, el algodón limpio y blanqueado contiene aproximadamente 99% de celulosa.

El blanqueo del algodón se hace generalmente con hipoclorito de sodio. Este es bastante sensible a la acción de los ácidos minerales diluidos, sin embargo los ácidos minerales se pueden usar bajo condiciones controladas para el acabado del algodón. Por ejemplo el ácido sulfúrico concentrado y frío es usado para dar un rizado permanente.

El algodón se quema realmente y deja una ceniza parecida a la del papel quemado, en la prueba a la flama no se puede distinguir el algodón de otras fibras de celulosa. Las fibras pueden ser cambiadas químicamente para darles nuevas propiedades, pero sin cambiar su forma fibrosa. Estas modificaciones son obtenidas por una reacción química en el grupo hidroxilo de la celulosa.

Las reacciones más usadas son: la cianoetilación, la cual consiste en tratar la fibra con acrílo-nitrilo, con este proceso se hacen más resistentes a la putrefacción, más fuerte, más resistente a la abrasión, y además se colorea más profundamente. El nombre comercial de este tipo de algodón es T-7.

ACETILACION.- El algodón es tratado con anhídrido acético para dar un algodón -

acetilado parcialmente, el cual es resistente al moho, al calor y a la putrefacción.

ESTERIFICACION.- El algodón es tratado con ácido mono-cloro-acético, con este proceso se han obtenido hilos solubles en agua. Estos pueden ser usados en telas de tejido muy fino.

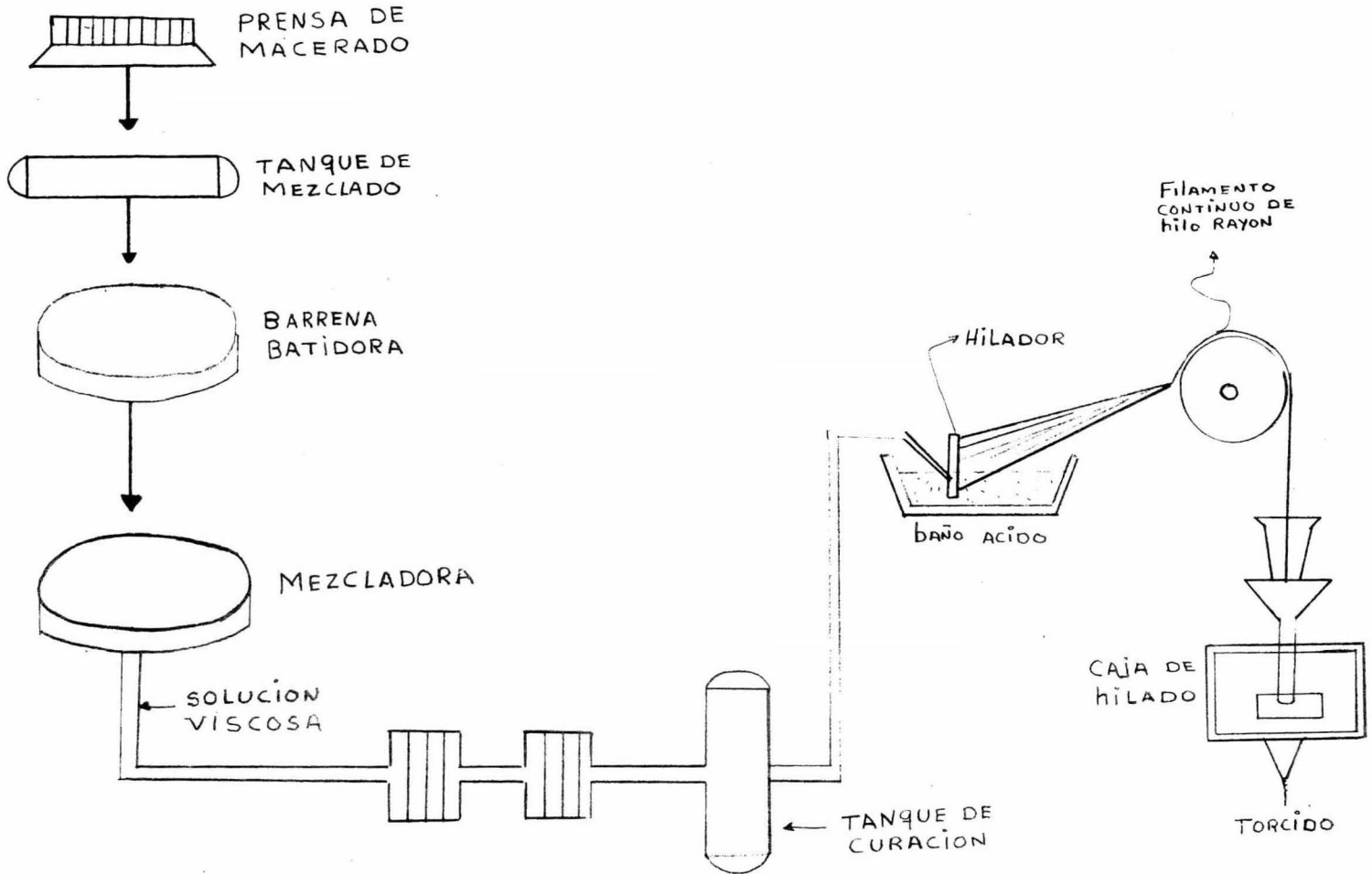
AMINIZACION.- Se produce al introducir grupos amino en la fibra, esto hace posible la adición de ciertas sustancias orgánicas para lograr repelencia al agua y resistencia a la putrefacción. Las telas tienen una apariencia similar a la lana.

PURIFICACION DEL ALGODON.- El algodón es de color obscuro y debe ser purificado antes de utilizarse en la industria. Las impurezas pueden ser removidas mecánicamente por separación con aire. Los paquetes se mojan completamente, con una solución caliente, y después son llevados al digestor. La solución caliente consiste de hidróxido de sodio con una concentración aproximada del 3.5%. Con el aire excluido ocurre una ligera degradación de los paquetes. Al final de este proceso los paquetes se lavan con agua pura hasta que queden libres de impurezas químicas.

Los paquetes purificados, libres de aceite y cera se blanquean y se lavan para remover todas las trazas de productos químicos.

hojas DE CELULOSA

# DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO VISCOSA



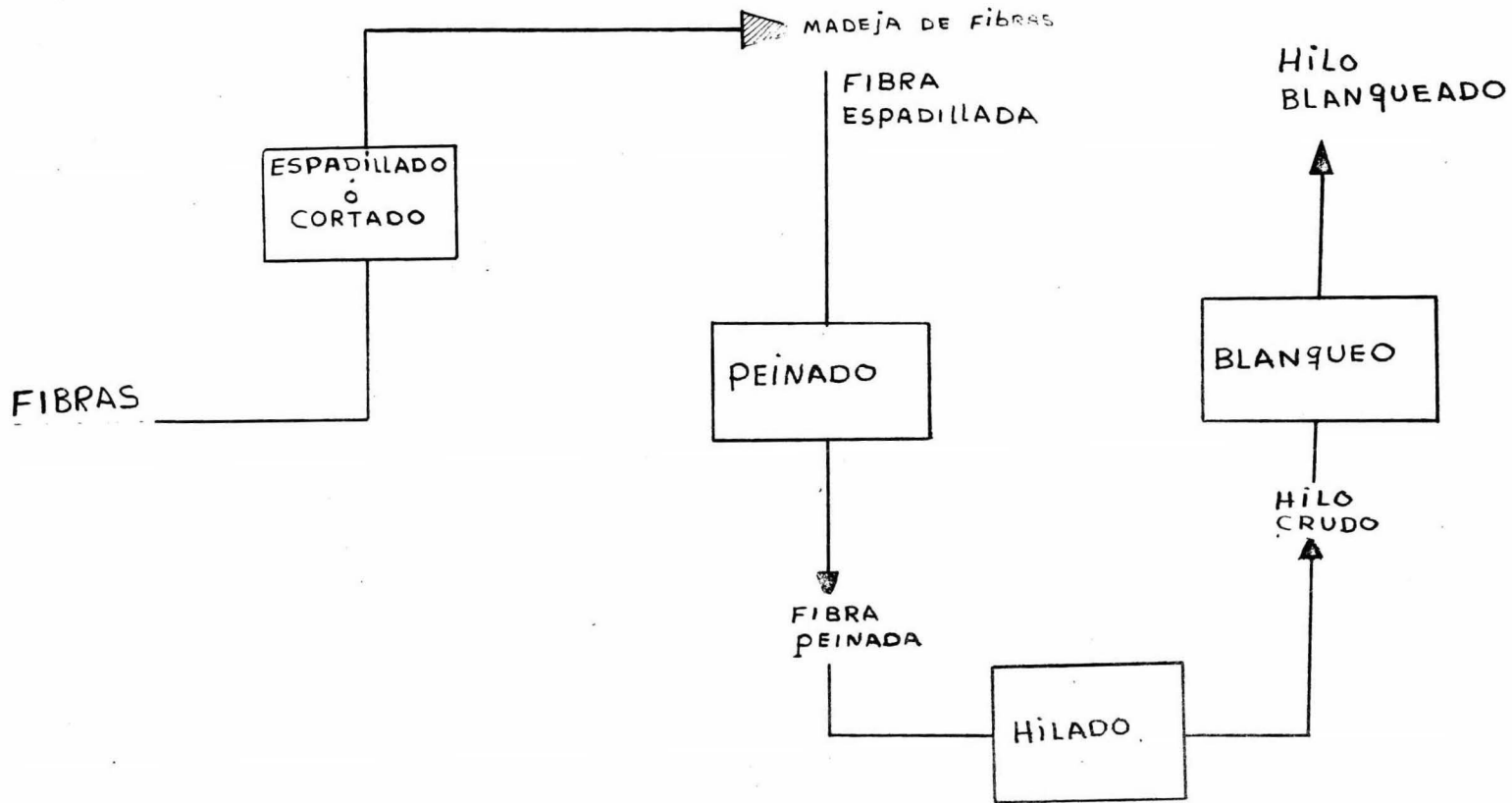


DIAGRAMA DE PROCESAMIENTO DEL LINO

PROPIEDADES DE LA FIBRA DE LINO.- Estas fibras crecen en paquetes en el tallo de la planta. Estos paquetes están sellados por un material pectíneo.

Las fibras miden un promedio de 12 a 20 pulgadas dependiendo de la variedad del lino. Son de color gris y se tornan amarillentas cuando son introducidas en el agua.

El lino es una de las fibras más fuertes; las telas del lino se adelgazan antes de que les aparezcan hoyos. El lino es dos veces más fuerte que el algodón este tiene un lustre parecido a la seda debido a la cera encontrada en la fibra - la cual alcanza hasta un 2.3%. Si esta cera es removida por solventes o productos químicos la fibra se torna quebradiza y aspera. Esta es una de las fibras menos elásticas; las telas de lino se humedecen rápidamente, pero éstas también se secan rápidamente. El lino es más resistente al ataque de los insectos y microorganismos que el algodón.

PROPIEDADES QUIMICAS.- El lino contiene carbón, hidrógeno y oxígeno. Contiene aproximadamente un 70% de celulosa y tiene un mayor contenido de cera que las -- otras fibras. Es menos resistente a los álcalis y al blanqueo que el algodón, los li-- nos finos se blanquean exponiendo la tela mojada al sol.



RAYON.- Este es un ejemplo de una fibra de celulosa regenerada.

El rayón fue la primer fibra hecha por el hombre, el primero en idear la forma de hacerla fue Robert Hooke en 1665, y por 300 años los científicos trataron de darle una aplicación práctica a su idea. En 1926 se descubrió que el lustre podía ser controlado adicionando sustancias a la solución de hilado.

Existen dos tipos de rayón (seda artificial), viscosa y cupramonio, los cuales son fabricados a partir de celulosa regenerada y sus diferencias son debidas a los diferentes productos químicos usados en hacer la solución de celulosa.

La materia prima usada para la viscosa usualmente es pulpa de madera, esta es alimentada como hojas de celulosa purificada. Estas hojas se colocan de dos en dos prensadas y empapadas con sosa caustica durante un periodo de 30 a 60 minutos. Estas son entonces exprimidas por una apisonadora hidráulica para remover el exceso de líquidos, son desprendidas de la prensa y desmenuzadas. La máquina desmenuzadora rompe la pulpa en pequeñas migajas o pedazos. Estas migajas de celulosa alcalinizada son reposadas de uno a tres días.

Después del reposo las migajas son tratadas con disulfuro de carbón, el cual produce en las migajas un cambio de color que va de blanco a color naranja. Al adquirir el color naranja pueden ser disueltas rápidamente. Este proceso es llamado "Proceso de Xantación"; las migajas son ahora tratadas con una solución diluida de sosa cáustica, la cual las convierte a un líquido conocido con el nombre de solución viscosa.

El lustre del rayón es controlado en este punto por la adición de un agente deslustrante, usualmente es dióxido de titanio. El color puede también ser --

adicionado a la solución de hilado al mismo tiempo.

La solución viscosa es guardada por cuatro o cinco días después de - los cuales es filtrada por remover las burbujas de aire y partículas insolubles, para - luego ser bombeada a través de los hiladores en un baño ácido. El ácido sulfúrico - causa que el xantato de celulosa se coagule; formando así la celulosa o rayón rege- nerado.

El hilador o espinerete es un pequeño dedal hecho de platino o algún otro metal precioso, el cual contiene un gran número de pequeños orificios, cuyo diá- metro varía entre 0.002 y 0.005 pulgadas. Cada orificio en el espinerete forma un- filamento.

PROPIEDADES FISICAS.- Los filamentos de rayón son rectos, pero a menudo son ri- zados para ser más fácil la operación de torcido y para dar cuerpo o volúmen a las - telas el tamaño de cada filamento está determinado por el tamaño del orificio del es- pirenete, la presión de bombeo y la cantidad de estiramiento o alargamiento en el - baño ácido.

PROPIEDADES QUIMICAS.- La viscosa tiene buena afinidad para los colores. Se - colorea más fácilmente que el algodón puesto que este es un 100% celulosa. Si no se deslustra su firmeza puede ser superior al algodón. La viscosa deslustrada absorbe más luz que la viscosa brillante y consecuentemente palidece más rápido. La viscosa deslustrada también pierde resistencia. Aun la viscosa deslustrada no tiene un brillo muy opaco y el color en tales fibras es parecido al del acetato o el nylon.

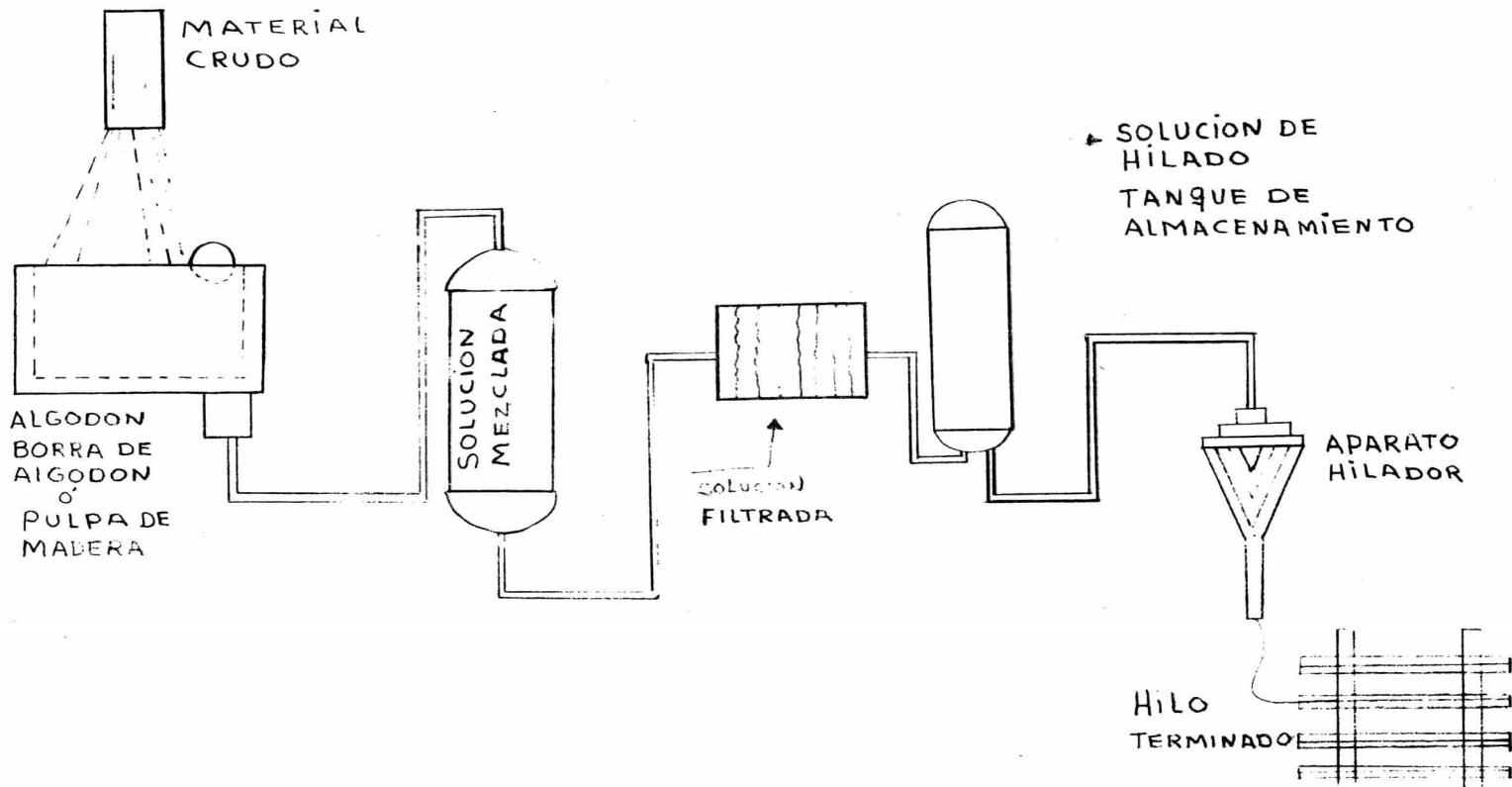
Como todas las fibras de celulosa la viscosa es dañada por ácidos y el moho y es regularmente atacada por los álcalis.

PROCESO DE CUPRAMONIO.- Este es hecho en los Estados Unidos solamente por una compañía THE AMERICAN BEMBERG CORPORATION, Y por lo tanto es llamado Bemberg. Aproximadamente el 5% del rayón producido es Bemberg.

PRODUCCION.- Hasta hace poco solamente el algodón era usado para hacer el rayón tipo bemberg debido a que este tiene un alto porcentaje de alfa-celulosa. En la actualidad la pulpa de madera purificada se usa con frecuencia.

El algodón o la pulpa de madera son disueltos en el reactivo de - - Schweitzer's, (sulfato de cobre amoniacal), a baja temperatura. La solución es filtrada y puesta a reposar; después de lo cual se bombea a través de los hiladores o espíneretes. El proceso de hilado y alargamiento es usado exclusivamente por Bemberg. En este proceso un hilador con agujeros regularmente grandes es acomodado dentro de un cilindro de vidrio el cual contiene un embudo.

# DIAGRAMA PARA LA PRODUCCION DE RAYON. CUPRAMONIO



FIBRAS PROTEINICAS.- Las fibras proteínicas usadas más comunmente son la lana y la seda.

- La vicara y el caslem son fibras proteínicas hechas por el hombre.
- Propiedades comunes a todas las fibras proteínicas:
  - a).- Densidad media.
  - b).- Débiles cuando se humedecen.
  - c).- Elásticas.
  - d).- Malas conductoras de la electricidad.
  - e).- Higroscópicas.
  - f).- Son dañadas por agentes oxidantes.
  - g).- Son debilitadas por los álcalis.
  - h).- Son dañadas por el calor seco.
  - i).- No soportan la combustión.
  - j).- Identificación; éstas fibras no se queman rápidamente, estas se auto extinguen y tienen olor a cabello quemado.

Las fibras proteínicas están formadas de carbón, hidrógeno, oxígeno, y nitrógeno. Estas son químicamente más reactivas que las fibras celulósicas, ya que tienen grupos reactivos positivos y negativos.

La lana contiene azufre además de los elementos mencionados anteriormente y éste le da algunas propiedades diferentes.

Estas fibras son construidas a partir de proteínas, las cuales son grandes moléculas compuestas de muchos aminoácidos. Estos son las unidades básicas y - ellas se combinan en forma de cadenas de polipeptidos. Un aminoácido contiene un

grupo carboxilo y un grupo amino; siendo así que el grupo carboxilo confiera sus propiedades ácidas, y el grupo amino sus propiedades básicas. Un aminoácido es por es te doble reactivo propiedad, la cual es tomada por la proteína; además de carbón, - oxígeno e hidrógeno, las proteínas contienen nitrógeno algunas de ellas también contienen azufre y trazas de otros elementos.

Las cadenas de polipeptidos de las fibras proteínicas son construidas - o formadas a partir de diferentes aminoácidos. Cada fibra proteínica tiene por esto - ciertas características químicas de si propias, a parte de propiedades comunes a todas las proteínas.

La proteína de las fibras de cabello es la keratina, esta está formada a partir de 16 diferentes aminoácidos uno de los cuales la cistina contiene azufre.

La proteína de la fibra de lana es la fibroína, al polipeptido está - compuesto de 12 aminoácidos los cuales sin embargo, no están ramificados como en la keratina, o sea las cadenas están alineadas.

El alto polímero de la fibra de caslem es caseína el cual es un constituyente de la leche. Esta es una proteína globular (forma globular), la cual tiene - que ser transformada en el curso de la manufactura de la fibra a una molécula de ca dena larga.

Transformaciones similares tienen lugar en las proteínas a partir de las cuales las otras fibras proteínicas son regeneradas. De estas el polímero grande de - la fibra de soya es glicina, de la fibra de cacahuete arachín y de la fibra de maíz -

SEDA.- La seda a menudo es referida como la reina de las fibras, su historia data desde el año 2640 antes de cristo, su país de origen fue la China, después Corea, - Japón y en el siglo 12 de esta era apareció en Europa siendo Italia el principal productor.

Durante la segunda guerra mundial el gobierno acaparó la seda en el país y toda la fibra existente fué usada por las fuerzas armadas. Después de la segunda guerra mundial las fábricas adaptaron su maquinaria para hilar y tejer las fibras hechas por el hombre y así de esta forma otras fibras empezaron a reemplazar a la seda.

PROPIEDADES DE LA SEDA.- La seda tiene una aceptable combinación de propiedades tales como: suavidad, brillo suave, elasticidad, flexibilidad, tenacidad y adaptabilidad a la temperatura, propiedades todas juntas que no se encuentran en ninguna de las nuevas fibras.

ESTRUCTURA FISICA Y APARIENCIA.- La seda es el único hilamento natural; es una fibra sólida pero a diferencia de las fibras hechas por el hombre, no tiene un tamaño uniforme. Los filamentos tienen de 200 a 1,500 metros de largos, y en su sección transversal son como triángulos con esquinas redondeadas; la seda es poco conductora de la corriente eléctrica; y ésta produce electricidad estática.

La seda no es dañada por los insectos, es menos sensible a los álcalis que la lana; sin embargo deben ser usados jabones suaves para no disminuir el lustre, el cloro y el sol causan que la seda se vuelva amarillenta. El planchado a altas temperaturas causa el mismo problema.

LANA.- Los mayores productores de la lana se localizan en el hemisferio sur los cuales en orden de importancia son: Australia, Nueva Zelanda, Sud-Africa y Uruguay. En el hemisferio norte, los Estados Unidos, Gran Bretaña, España, Francia e Italia, son los mayores productores; Australia produce la cuarta parte de la producción mundial. Sin embargo los Estados Unidos son los más grandes consumidores y el mayor productor de fibras de lana.

RASURADO.- Los borregos son rasurados una o dos veces al año. La lana esquilada es aquella que se arranca en lugar de rasurarla; los paquetes de lana esquilada son clasificados antes de ser empacados, pero generalmente esto se hace en la fábrica.

PROPIEDADES FISICAS.- La fibra está compuesta de dos o tres capas: la cutícula, la cual es la parte más exterior, la corteza y la médula las fibras de lana oscilan entre una y media a catorce pulgadas de longitud y tienen un espesor de diez a setenta micras.

ESTRUCTURA MOLECULAR.- La lana es una proteína llamada Keratina, como todas las proteínas es una estructura química complicada formada de varios aminoácidos los cuales son unidos en forma de cadenas de polipeptidos.

PROPIEDADES QUIMICAS.- La lana es una sustancia anfotérica. Esto significa que reacciona con los ácidos y con las bases. La lana es regularmente estable con los ácidos, pero es dañada con los álcalis; una solución al 5% de sosa caústica destruye completamente la lana.



El teñido en tina, no se usa universalmente en el presente, debido a que este se aplica con una solución alcalina. El peróxido de hidrógeno que se usa en el blanqueo es alcalino y debe ser usado cuidadosamente a temperaturas moderadas. Muy poca lana se blanquea hasta un color blanco, la mayoría de esta se usa en color crema, o bien coloreada sin blanquearla primero.

FIBRAS TERMOPLASTICAS.- Estas fibras son sensibles al calor, pero varían en el grado de sensibilidad; a temperaturas superiores que las marcadas en la siguiente tabla, las fibras se reblandecen y deforman bajo presión.

FIBRA	TEMP. DE PLANCHADO °F	TEMP. DE FUSION °F
Nylon		
Dacrón	275	480
X-51		
Orlon		
Acrilán	250	450
Acetato		
Dynel	200	250

Propiedades comunes de las fibras termoplásticas:

- a).- Buena resistencia.
- b).- La resistencia de la fibra húmeda, es comparable a la fibra seca
- c).- La elasticidad y elongación son buenas.
- d).- Baja absorción de humedad.
- e).- Sensibles al calor.
- f).- Alta resistencia al moho, a los insectos a la tierra, etc.

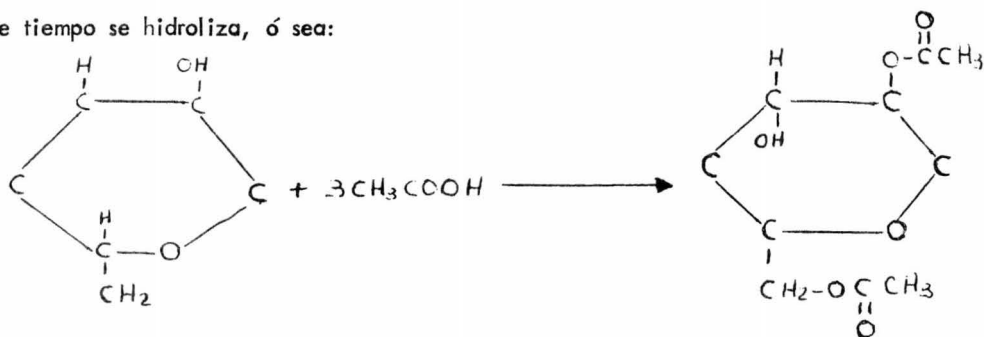
Como ejemplos de fibras termoplásticas damos los siguientes ejemplos:

ACETATO.- El acetato fue la primera fibra termoplástica y la segunda fibra hecha por el hombre producida comercialmente. El proceso de fabricación del acetato de celulosa fue conocido desde 1865, pero este no fue útil hasta después de la primera -

guerra mundial, en que el acetato fue usado para la producción de fibras textiles.

PRODUCCION.- El acetato es un ester de celulosa producido por el tratamiento de la celulosa purificada con ácido acético. La celulosa es cambiada química y físicamente por el siguiente procedimiento.

La celulosa purificada es mezclada con ácido acético glacial, ácido acético y ácido sulfúrico on un periodo de cinco a ocho horas hasta que una solución clara de una viscosidad deseada se obtiene. La celulosa cambia a triacetato de celulosa. La solución entonces se deja reposar de diez a veinticuatro horas y durante este tiempo se hidroliza, ó sea:



La solución es reposada de diez a veinticuatro horas para hacer el acetato de celulosa, soluble en acetona. Se le agrega agua y el acetato de celulosa precipita, el cual se seca y entonces varias hornadas de laminillas son juntadas. Las laminillas son disueltas en acetona y entonces hiladas en una columna de aire caliente.

El calor, ó bien agentes deslustrantes pueden ser adicionados a la solución de hilado antes del proceso de hilación.

PROPIEDADES QUIMICAS.- El acetato es un ester de celulosa, compuesto de carbon, hidrógeno y oxígeno, contine grupos químicamente reactivos como son el hidroxilo y - varios grupos acetil. Las bases fuertes no deberán ser usadas en el acetato debido a que causan un cambio químico en la fibra. El acetato es más resistente a los ácidos que la celulosa pura.

AGENTES OXIDANTES.- Estos rara vez son usados en el acetato puesto que éste es muy blanco; si es necesario el blanqueo una solución moderada de peróxido de hidrógeno ó una solución muy débil de cloro serán usados. El acetato es resistente al -- moho y a los insectos.

NYLON.- El nylon fué la primera fibra hecha por el hombre sintetizada totalmente a partir de productos químicos. En 1929, la compañía Dupont comenzó su programa de investigación bajo la dirección del doctor W.H. Carothers.

MANUFACTURA.- La solución de nylon (seis moléculas de ácido adípico y seis moléculas de hexameten diamina) es calentada en una auto clave. El calentamiento - causa que las moléculas se junten para formar polímeros lineales. El nylon derretido es bombeado a través de un espinereite o hilador.

Las fibras de nylon emergen del espinereite y al ponerse en contacto - con el aire se solidifican y son entonces juntadas para formar el hilo. Después de - esto, el hilo es estirado por un sistema de redillos. Un cambio interesante se lleva - a cabo durante el estiramiento, esto es las moléculas se ordenan en una forma parale - la, el diámetro de la fibra se reduce y además el hilo se hace más lustroso.

PROPIEDADES QUIMICAS.- El nylon contiene carbón, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, el nylon es resistente a la mayoría de los productos químicos pero es dañado por oxidantes fuertes y por ácidos concentrados; el ácido clorhídrico, y el ácido sulfúrico son una concentración tan baja como un 3% dañará el nylon.

DACRON.- (Fibra poliéster).- Químicamente el dacrón y el acetato de celulosa son esteres y por esta razón tienen propiedades similares de coloración. Sin embargo, ellos son diferentes en otras propiedades. El dacrón es polimerizado a altas temperaturas al vacío para luego ser hilado.

#### FIBRAS ACRILICAS

Orlon

Acrilan

X-51

Dinel

#### FIBRAS VINILICAS

Saran

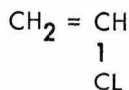
Vinyon H

Teflón

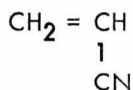
Las fibras acrílicas son fibras vinílicas puesto que el acrilonitrilo a partir del cual están formadas es llamado también cianuro de vinilo.

En la actualidad la mayor producción está encaminada hacia estas fibras, puesto que ellas tienen una buena combinación de propiedades para la fabricación de telas.

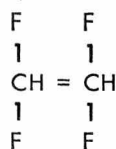
Las moléculas de vinilo se polimerizan rápidamente en cadenas largas y pueden ser variadas, ejemplos:



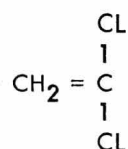
CLORURO DE VINILO



CIANURO DE VINILO O ACRILO NITRILLO



TETRA FLUOR ETILENO



CLORURO DE VINILIDENO

Estas sustancias pueden ser usadas solas, ó bien, dos de ellas pueden ser polimerizadas juntas para formar un copolímero. Dinel por ejemplo está hecho de cloruro de vinilo y cianuro de vinilo.

ORLON.- El orlon fue la primera fibra de acrílo nitrilo puesta en el mercado, su investigación comenzó en 1938; sin embargo, el proceso de hilado por fusión usado en el nylon no fué posible hacerlo en el orlon; y fue hasta el año de 1944, cuando se encontró un solvente satisfactorio, que es la dimetil formamida después de lo cual ya fue posible hacer el hilado de orlon.

PRODUCCION O MANUFACTURA.- El óxido de etileno y el ácido hidrocianico o cianhídrico reaccionan para formar acrílo nitrilo, el cual espolimerizado puesto en solución y bombeado a través de un espinerete para hacer la fibra de orlon. Puede ser usado un proceso húmedo ó seco para el hilado, la fibra es alargada o estirada para orientar las moléculas y darle mayor resistencia.

ACRILAN.- La primera fibra de acrílan fue introducida al mercado en 1952, 12 años después de haber iniciado su investigación. Este está formado principalmente por acrílo nitrilo además de otros productos químicos que la hacen más susceptible de colorearse.

MANUFACTURA.- El acrílico nitrilo y otros productos químicos son polimerizados para formar una resina la cual es disuelta por un solvente y entonces formado el filamento.

PROPIEDADES QUÍMICAS.- Estas fibras tienen buena resistencia química excepto a los álcalis, puesto que el blanqueo se hace en solución alcalina, la resistencia a dañarse con el blanqueo es solo regular y así como otras fibras acrílicas excepto el di-nel ocurre un amarillamiento.

El acrílico tiene buena aceptación por los colorantes convencionales, y puede ser coloreado en un equipo convencional parecido al de la lana.

FIBRAS MINERALES.- Las fibras minerales son materiales inorgánicos los cuales son usados principalmente en la fabricación de telas contra el fuego además de que estas fibras tienen un uso más amplio en la industria. La fibra de vidrio y el asbesto son las fibras más comúnmente usadas.

El asbesto es una fibra natural el cual aparece en forma de venas en las rocas. Existen tres minerales clasificados como asbestos, pero la variedad más importante comercialmente es la serpentina (silicato de magnesio) Canadiense. Otros depósitos se encuentran en Rusia, Arizona y África. La fibra se obtiene sacando piedras de las minas, de donde la fibra es separada cuidadosamente de la roca machacada.

PROPIEDADES.- Las fibras de asbesto tienen una longitud que oscila en  $3/8$  y  $3/4$  de pulgada. La estructura física de las fibras las hace muy difíciles de hilar. Para usos textiles de 5 a 20% de algodón es mezclado con asbesto.

FIBRA DE VINILO.- En 1938, fueron producidas las primeras fibras de vidrio comercialmente el material crudo de la fibra de vidrio es arena, sílice y piedra caliza; - estos son combinados con otros materiales seleccionados, fundidos refinados y transformados en pequeñas bolitas de 5 pulgadas. Cada bolita tendrá una longitud de filamento de 97 millas.

Las pequeñas bolitas son inspeccionadas para quitar impurezas y entonces son refundidas en pequeños hornos eléctricos a 2400°F, para hacer los filamentos cada horno tiene alrededor de 200 pequeños orificios en la base de la cámara de fundición.

La fibra de vidrio tiene amplio uso industrial por ejemplo, se usa como aislante del ruido, como protección contra el fuego, para controlar la temperatura, etc. Las excelentes propiedades aislantes de la fibra de vidrio son aprovechadas en la fabricación de ropa y casas, a menudo la fibra de vidrio se usa como artículos de decoración en cortinas y tapicería.

PROPIEDADES.- La fibra de vidrio es una de las pocas fibras que está a prueba de: fuego, ácidos, luz, putrefacción, insectos, absorción de la humedad, dilatación, absorción de olores, etc. Sus desventajas son poca flexibilidad y resistencia a la abrasión, también poco elongación cuando se dilata.



CONSTRUCCION DEL HILO.- Un hilo es un conjunto de fibras torcidas juntas, por un proceso llamado hilado. Las operaciones básicas del hilado son las mismas utilizadas, desde cuando fueron contruidos los primeros hilos.

Existen dos métodos de hilado: a).- Hilado mecánico utilizado para las fibras cortas. b).- Hilado químico para filamentos.

HILADO MECANICO.- Hay tres métodos de hilado mecánico en uso:

- a).- Hilado convencional
- b).- Hilado directo de filamentos
- c).- Convertidor pacífico.

HILADO CONVENCIONAL.- Los cinco sistemas del hilado convencional: Algodón, lana, french, bradford y americano, difieren en el número de operaciones y en el costo, la longitud de las fibras usadas y las características de los hilos producidos, puesto que el sistema algodón es representativo de los demás, lo discutiremos a continuación.

ABERTURA.- Esta operación no se refiere a la acción de abertura de los paquetes, sino al mullido de las fibras las cuales han sido empaquetadas fuertemente. Diferentes capas de fibras de varios bultos se alimentan a un abridor ó quebrador al mismo tiempo. Este es el primer paso en la operación de mezclado, el cual continúa durante todo el proceso. Las fibras emergen del abridor en forma de una masa mullida, que es de 10 a 15 veces más voluminosa que la que estaba en el paquete. Las fibras son entonces enviadas entubadas al almacén, donde se acondicionan hasta que éstas alcanzan un mayor contenido de humedad del que tenían en el paquete.

En el cardado las láminas de algodón pasan entre dos cilindros cubiertos con una tela de lana, la cual es una tela pesada empotrada con hilos metálicos. Las fibras se arreglan más ó menos paralelamente; no hay separación de fibras largas o cortas. Las fibras emergen del cardador como hojas ó películas delgadas las cuales pasan entre dos rodillos formados en cuerdas delgadas llamadas torzales.

PEINADO.- En este proceso se remueven las fibras cortas, y el resto se coloca en una posición más ó menos paralela. Aproximadamente la cuarta parte de las fibras se desechan y se utilizan para otro propósito. Las fibras que permanecen son uniformes en longitud. Solamente las fibras largas de buena calidad son peinadas, éste es un proceso costoso y por lo tanto aumenta considerablemente el costo de la tela.

En la operación de estirado varios torzales se alimentan a los rodillos de estirado, al mismo tiempo. Esto es una continuación del mezclado, el cual comienza en el proceso de abertura. El bastidor de estirado consiste de 4 conjuntos de rodillos, cada uno de los cuales gira a una velocidad diferente. La diferencia de velocidad causa la elongación del torzal y decrece su diámetro.

HILADURA DE MECHAS.- (La primera torción que se le dá a un hilo de algodón) es una operación similar a la anterior, ya que los rodillos reducen el tamaño, sin embargo, la máquina torcedora produce un ligero torcido al girar sobre una bobina ó canilla.

ANILLO DE HILADO.- Es una operación simultánea y continúa de torcido y devanado. Las mechas pasan entre rodillos los cuales, una vez más sacan las fibras para formar la hebra.

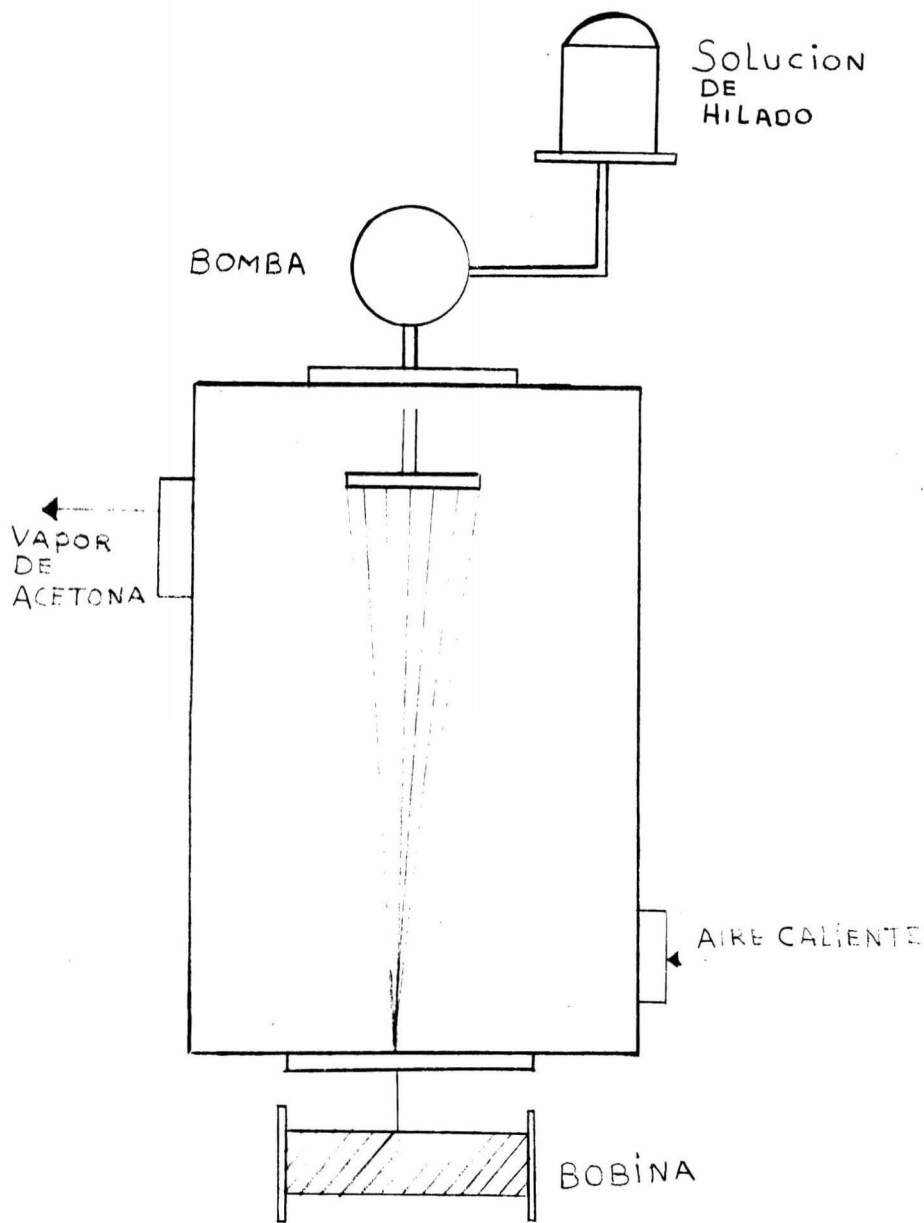
**BOBINADO.**- Es la operación final en la cual el hilo es movido de bobinas a los conos.

**HILADO QUIMICO.**- A excepción de la seda, todos los demás filamentos son producidos por hilado químico, el cual incluye desde el proceso de extrucción de las fibras hasta colocar el hilo en los conos, el número de orificios en el espinere, determina el número de filamentos en el hilo.

**MODIFICACION DEL HILADO QUIMICO.**- Dos procesos han sido desarrollados para modificar los filamentos, este es para darles características y propiedades similares a las hebras. El proceso de texturizado y el proceso de alargamiento para hilos de nylon.

#### PROCESO DE HILADO

HILADO HUMEDO	HILADO POR DISOLUCION	HILADO POR FUSION
Rayón	Acetato	Nylon
Vicara	Orlon	Dacron
Dynel		Saran
Acrilan		
X-51		
HILADO HUMEDO EN UN BAÑO DE ACIDO	HILADO EN AIRE CALIENTE	HILADO EN AIRE
ESTIRADO Y SECADO	SOLVENTE EVAPORADO Y ESTIRAMIENTO DE LA FIBRA	INDUCIDO EN AGUA



HILACION DEL ACETATO

HILADO DE LA LANA.- Este es un proceso mucho más complicado que el hilado - del algodón o del lino. La mayor dificultad es llevar las fibras rizadas bien alineadas. Se requiere un peinado y cardado mucho mayor, pero este depende también del tipo de lana que se utilice para la formación del hilo.

Las fibras de lana sufren una limpieza a base de productos químicos antes de ser llevadas a los molinos. Es esencial que toda la materia vegetal sea removida y este es ejecutado en un proceso llamado de carbonización. La lana se moja con ácido clorhídrico y entonces se calienta. Puesto que la lana es resistente a los ácidos no se le produce un daño apreciable, pero las fibras vegetales se queman y se transforman en carbón, el cual se separa y se desecha.

TEJIDO.- Este es un proceso del cual no se hablará en el presente trabajo, por no pertenecer al tema de esta tesis.

LIMPIADO.- El limpiado consiste en: quemar, desengomar y lavar las fibras.

El quemado incrementa el lustre y tersura de las telas de fibras cortas, este se hace pasando la tela sobre una flama de gas o un plato al rojo vivo y sumergida entonces en un baño de agua. El quemado, no es necesario en telas de filamentos.

DESGOMADO.- Es el proceso de remover la gema, cola ó almidón de el hilo torcido. Una substancia que se usa para desgomar es el ácido sulfúrico, ó bien una enzima que a menudo se coloca en la caja de apagado usada para el quemado, esta enzima solubiliza el almidón el cual es entonces removido completamente en el lavado.

BLANQUEO.- Los principales implicados en el blanqueo son los mismos si el blanqueo es hecho sobre la tela terminada, o sobre las fibras.

Las fibras naturales no son de un color blanco debido a la pectina, cera, pigmentos, grasas y otras impurezas, puesto que estas impurezas son fácilmente removidas del algodón la mayoría de los algodones grises son blanqueados. La lana es muy difícil de blanquear sin dañarla y el blanqueo es a veces emitido puesto que la lana tiene buena afinidad por los colorantes aún sin ser blanqueada.

El blanqueo en las fibras manufacturadas no es importante puesto que muchas de ellas son blancas naturalmente. Aquellas que no son blancas se usan frecuentemente con su color natural debido a la dificultad para su blanqueo hasta un color blanco puro, y los colores oscuros cubren el color natural. El color del dynel - había sido crema dorado hasta que recientemente un nuevo color más cercano al blanco se desarrolló.

El blanqueo también se usa para quitar el colorante de las telas, las cuales han sido mal teñidas ó bien necesitan ser reteñidas.

CARACTERISTICAS DE LOS BLANQUEADORES.- La mayoría de los blanqueadores - son agentes oxidantes. Esto significa que el blanqueo actual es hecho por el oxígeno activo. Unos pocos blanqueadores son agentes reductores, estos se usan casi siempre para quitar el color de las telas teñidas.

Los blanqueadores pueden ser ácidos o alcalinos. Estos son generalmente inestables, especialmente en la presencia de humedad.

Cualquier blanqueador siempre causará algún daño; puesto que el daño ocurre más rápidamente a altas temperaturas y concentraciones, estos factores serán

cuidadosamente controlados.

No es conveniente usar el mismo tipo de blanqueador para todas las fibras, ya que éstas varían en su reacción química y por lo tanto se deben escoger - específicamente.

CLASES DE BLANQUEADORES:

a) Blanqueadores de cloro, los cuales son principalmente de 2 clases:

1.- Hipoclorito de sodio.

2.- Hipoclorito de calcio, éste es un poderoso blanqueador que debe ser almacenado en recipientes de vidrio para prevenir su descomposición por reacción con el dióxido de carbono del aire.

CLORO.- Es un eficiente blanqueador para las fibras de celulosa, pero no deberán ser usados en soluciones concentradas y a altas temperaturas. El blanqueo se realiza por medio del ácido hipocloroso liberado durante el proceso de blanqueo.

Los blanqueadores de cloro son eficientes agentes bactericidas y como tal deben ser usados para esterilizar telas.

Los blanqueadores de peróxido son comunes para la celulosa y las fibras proteínicas. El peróxido de hidrógeno es un agente oxidante. Una solución al 3% es relativamente estable a temperatura ambiente y su uso es seguro. El peróxido blanqueará mejor a una temperatura de 180 a 200°F en una solución alcalina.

El proceso continuo de blanqueo con peróxido es un proceso económico y de resultados buenos y uniformes. Este requiere solamente de aproximadamente - de dos horas y media para el blanqueo.

PERBORATO DE SODIO.- Este es un poderoso blanqueador el cual se convierte en peróxido de hidrógeno, cuando se combina con el agua. Este es un blanqueador seguro para uso doméstico y para toda clase de fibras. Resultados satisfactorios han sido obtenidos con las fibras termoplásticas con el uso del proceso de blanqueo en frío.

BLANQUEADORES ACIDOS.- Estos son el ácido oxálico y el permanganato de potasio, los cuales tienen un uso limitado. El ácido cítrico y el jugo de limón son también del grupo de los blanqueadores ácidos.

BLANQUEADORES REDUCTORES.- Estos son buenos para quitar el color de las telas coloreadas.

MERCERIZACION.- La mercerización es la acción de una solución alcalina sobre un hilo a una tela. La sosa cáustica o el hidróxido de potasio pueden ser usadas para este fin. Siendo la sosa cáustica la más eficiente y más barata.

La mercerización es un proceso continuo en el cual el hilo o la tela bajo tensión pasa a través de una serie de cajas con rollos de guía y rollos exprimidores entre las cajas, para luego ser lavadas y neutralizadas; proceso que se realiza con una solución diluida de ácido sulfúrico.

La mercerización no causa un cambio químico en las fibras de algodón, pero hay un reareglo físico de las moléculas. Cuando las fibras de algodón son mercerizadas se tornan de una forma cilíndrica, siendo esta la responsable del incremento en el lustre.



## COLOR

CLASES DE COLOR.- Existen dos clases de color:

- a).- Colorantes
- b).- Pigmentos

## DIFERENCIAS ENTRE ESTAS DOS CLASES DE COLOR

## COLORANTES

- 1.- Substancias solubles
- 2.- Penetran dentro de la fibra y son fijadas por acción química, calor u otros tratamientos.

## PIGMENTOS

- 1.- Insolubles
- 2.- Se sostienen mecánicamente - sobre la superficie.

Los pigmentos son partículas de color insolubles las cuales se sostienen sobre la superficie de la tela por medio de un agente de liga. Su aplicación es bastante simple y económica. Cualquier color puede ser usado sobre cualquier fibra puesto que los pigmentos son sostenidos mecánicamente. Los pigmentos también son mezclados con la solución de hilado en las fibras hechas por el hombre. Los colores fluorescentes son pigmentos que se avivan cuando son expuestos a la luz ultravioleta.

Los colorantes son pequeñas partículas solubles en agua a alguna otra substancia factor necesario para penetrar en la fibra. Las fibras termoplásticas son difíciles de colorear debido a su baja absorbencia.

APLICACION DE COLOR.- Los colores se fijan en las fibras de varias maneras. Algunos son absorbidos directamente por la fibra; algunos requieren de un mordante el cual tiene afinidad por el colorante y por la fibra; algunos son desarrollados dentro de la fibra por medio de un tratamiento químico.

METODOS PROPUESTOS PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS  
RESIDUALES PRODUCIDAS POR LA INDUSTRIA TEXTIL .

Las aguas residuales producidas por la industria textil, generalmente están compuestas por las siguientes sustancias:

- a).- Almidón
- b).- Dextrinas
- c).- Gomas
- d).- Glucosa
- e).- Ceras
- f).- Pectinas
- g).- Alcoholes
- h).- Acidos grasos
- i).- Acido acético
- j).- Jabones
- k).- Detergentes
- l).- Hidroxido de sodio
- m).- Carbonatos
- n).- Sulfitos
- o).- Sulfatos
- p).- Cloruros
- q).- Colorantes y pigmentos
- r).- Carboximetil celulosa
- s).- Gelatina

- t).- Fenoles
- u).- Acido benzoico
- v).- Peróxidos
- w).- Blanqueadores (cloro)
- x).- Cromo.

Las sustancias anteriormente enumeradas, producen un afluyente cuyas características son:

- a).- pH entre 8.0 y 11.0
- b).- Turbidez coloidal gris (dependiendo del tinte usado)
- c).- Sólidos totales, 1,600 ppm.
- d).- BOD, 200 a 600 ppm.
- e).- Alcalinidad, 300 a 900 ppm
- f).- Sólidos suspendidos, 30 a 50 ppm.
- g).- Contenido de cromo, 1 a 3 ppm.

1. Los desechos textiles pueden ser tratados en varias formas, pero la me jo r combinación de métodos será aquella que se adapte a las condiciones específicas - de cada planta en particular, ésto es tomado en cuenta las características particulares de su afluyente residual, tales como toxicidad, concentración y volumen de flujo, grado de tratamiento necesario, localización de la planta, topografía del terreno, características del cuerpo receptor y disposiciones gubernamentales.

2. Las operaciones que mejor se adaptan para el tratamiento de los desechos textiles son:

- a).- Segregación de desechos.
- b).- Igualación.
- c).- Neutralización.
- d).- Coagulación química.
- e).- Tratamientos biológicos, tales como filtración por escurrimiento, — lodos activados ó aereación extendida.

SEGREGACION DE DESECHOS.- La segregación de desechos reduce la concentración y la dificultad de tratamiento del desecho final de una planta. El desecho se compone generalmente de dos partes: una, fuertemente contaminante y pequeña en volúmen y otra, más débil y con un volúmen aproximadamente igual al desecho original sin segregar. La parte que contiene la mayoría de los contaminantes puede ser entonces tratada con métodos específicos de acuerdo al problema que ésta presente.

Muchos desechos coloridos pueden ser más eficientes y económicamente tratados en soluciones concentradas.

IGUALACION DE DESECHOS.- En las plantas que suministran muchos productos de desecho en sus aguas residuales como es el caso de una planta textil, generalmente se deben igualar los desechos para facilitar las operaciones de tratamiento subsecuentes.

La igualación consiste en una retención de desechos en un depósito, - de modo que el afluente descargado sea regularmente uniforme en sus características - tales como: pH, color, turbidez, alcalinidad y BOD. Un efecto secundario pero significante es el de bajar la concentración del afluente contaminante; operación que se

lleva a cabo por medio de reacciones químicas, físicas y biológicas las cuales ocurren durante la retención de desechos en los depósitos de igualación.

En los depósitos de mezclado es muy conveniente inyectar aire ya -- que esto nos proporciona:

- 1.- Un mezclado más uniforme.
- 2.- Oxidación química de compuestos reducidos.
- 3.- Una ligera oxidación biológica.
- 4.- Agitación para prevenir el asentamiento de sólidos suspendidos.

El tamaño y forma de los depósitos puede variar dependiendo de la - cantidad de desechos y la forma de su descarga. La mayoría de los depósitos de igualación son rectangulares o cuadrados, aunque recientemente se ha encontrado que depósitos triangulares producen una satisfactoria distribución de flujo.

Se recomienda que la capacidad del tanque de igualación sea suficiente para retener el desecho suministrado durante un ciclo de operaciones.

El simple almacenamiento del desecho no es suficiente para igualarlo - ya que cada volúmen unitario de desecho descargado debe ser mezclado adecuadamente con otro volúmen unitario de desecho previamente descargado. Esta mezcla puede llevarse a cabo de varias maneras, pero las que resultan más eficientes tomando en cuenta las características de los desechos textiles son:

- a).- Agitación mecánica.
- b).- Aereación.
- c).- Una combinación de las dos anteriores.

AGITACION MECANICA.- La agitación mecánica se recomienda cuando el espacio disponible es limitado, cuando existen rápidas fluctuaciones en las características de los desechos y cuando se persigue mayor facilidad en el tratamiento subsecuente.

Este tipo de equipo puede ser utilizado para dilución, oxidación, reducción ó cualquier otra función en la que se requiera que los compuestos descargados reaccionen con aquellos otros compuestos descargados con anterioridad para producir un efecto deseado.

AEREACION DE DEPOSITOS DE IGUALACION.- Este método es el más eficiente de los métodos de mezclado, pero también el más caro. Para realizar la aereación se requiere de aproximadamente un pie cúbico de aire por cada galón de desecho. La aereación facilita el mezclado y la igualación de los desechos, evita o disminuye la acumulación de materia depositada en el fondo del tanque, y proporciona a su vez una oxidación química preliminar.

NEUTRALIZACION.- La neutralización de desechos puede llevarse a cabo de varias formas, tales como:

- 1.- Mezcla de desechos de manera que el efecto sea de un pH cercano al neutral.
- 2.- El paso de desechos ácidos a través de camas de piedra caliza.
- 3.- Adicionar cantidades proporcionales de soluciones concentradas de sosa cáustica ( $\text{Na OH}$ ) o carbonato de sodio ( $\text{Na}_2 \text{CO}_3$ ) a los desechos ácidos.
- 4.- Suministrar los gases de un quemador a través de los desechos alcalinos.

- 5.- Adicionar  $\text{CO}_2$  comprimido a desechos alcalinos.
- 6.- Producción de  $\text{CO}_2$  en desechos alcalinos.
- 7.- Adicionar ácido sulfúrico a los desechos alcalinos.

Para el caso que nos ocupa, o sea la industria textil el responsable - del tratamiento de cada planta en particular deberá seleccionar el método de neutralización más conveniente, tomando en cuenta que el costo total varía ampliamente dependiendo del equipo necesario. El volúmen y la cantidad de ácido o alcali que será neutralizado son factores determinantes que influirán en la desición del método a usar.

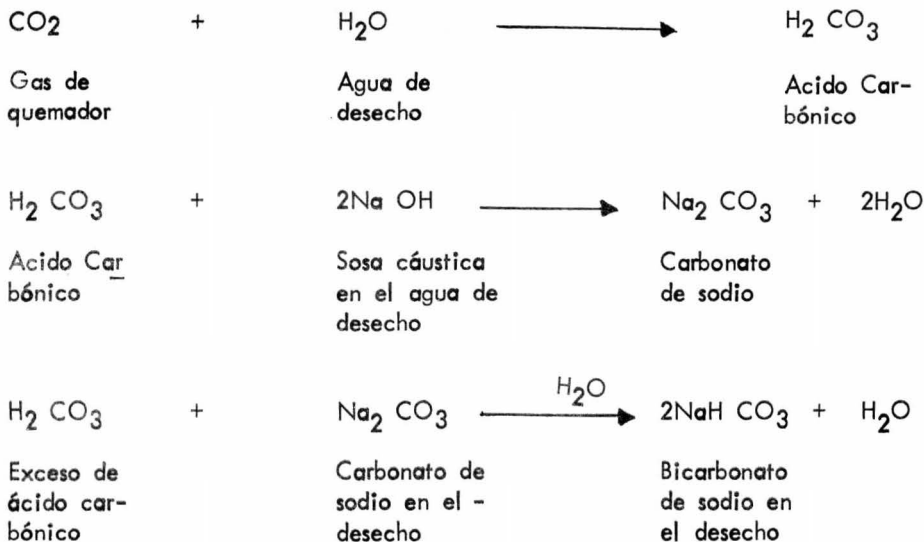
#### METODOS DE NEUTRALIZACION PROPUESTOS PARA EL TRATAMIENTO DE DESECHOS TEXTILES

MEZCLA DE DESECHOS.- La mezcla de desechos puede ser realizada dentro de una planta ó bien entre dos industrias vecinas. Los desechos ácidos y alcalinos pueden ser producidos individualmente dentro de la planta, y con una mezcla apropiada podemos llegar a la neutralización.

En el caso de que una planta produzca un desecho alcalino y éste pueda ser bombeado hacia un área conveniente y adyacente a otra planta cuya descarga sea de desechos ácidos, en esta forma un sistema económico de neutralización será el resultado para cada planta.

USO DEL GAS DE QUEMADOR.- El flujo de los gases generados de la combustión a través de desechos alcalinos como es el caso de la industria textil, es un método nuevo y económico para la neutralización de sus aguas de desecho.

Los gases contienen aproximadamente un 14% de  $\text{CO}_2$ , el cual disuelto en el agua de desecho formará ácido carbónico (ácido débil), el cual reaccionará con los desechos cáusticos para neutralizarlos. La reacción se lleva a cabo en la siguiente forma:



El equipo necesario para llevar a cabo la neutralización consiste de: un ventilador colocado en el cañón de la chimenea, tubería para llevar los gases desde la chimenea hasta el sitio de tratamiento del desecho, un filtro para remover las partículas de azufre y carbón sin quemar de los gases y un esparcidor para dispersar los gases en el agua de desecho.

REMOCION DEL COLOR.- La remoción de la materia demandante de oxígeno y la turbidez producida por sólidos coloidales presentes en las aguas de desecho, es un tratamiento intermedio ya que los coloides son partículas de un tamaño intermedio entre sólidos suspendidos y sólidos disueltos. El método más común y práctico para remover



estos sólidos es por medio de la coagulación química. Este es un proceso de desestabilización de los coloides agregándolos, o uniéndolos para facilitar la sedimentación.

Los productos químicos más comunmente usados son: aluminio - - -  $\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Fe SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , Sulfato férrico  $\text{Fe}_2 (\text{SO}_4)_3$ , Cloruro férrico  $\text{Fe CL}_3$  y una mezcla de sulfato y cloruro férrico. El sulfato de aluminio es más efectivo para coagular desechos carbohidratados, mientras que los sulfatos de fierro son más efectivos cuando esté presente una cantidad considerable de proteínas en el desecho. El uso de polímeros orgánicos, los cuales tienen la facilidad de actuar como iones con carga positiva o negativa ha sido incrementado recientemente. Pequeñas dosis y la eliminación de problemas de almacenaje son ventajas apreciables en la utilización de los polímeros.

## REMOCION DE SOLIDOS ORGANICOS DISUELTOS

La remoción de materia orgánica disuelta en el agua de desecho, es uno de los problemas más importantes y desgraciadamente también uno de los más difíciles. Estos sólidos son oxidados rápidamente por microorganismos existentes en la corriente receptora, resultando una pérdida de oxígeno disuelto. Existe cierta dificultad para su remoción debido a que el tiempo de retención requerido para llevar a cabo un tratamiento biológico es bastante grande, así como lo elaborado y a menudo costoso equipo requerido por otros métodos. En general los métodos biológicos son más efectivos para esta fase de tratamiento de desechos. Los microorganismos son bastante temperamentales y sensitivos a los cambios en las condiciones de su medio ambiente, tales como: temperatura, pH, nivel de concentración de oxígeno mezclado, elementos ó compuestos tóxicos y carácter y cantidad de materia orgánica. Por lo tanto será responsabilidad del ingeniero o encargado del tratamiento proveer las condiciones optimas para la proliferación de las especies biológicas deseadas.

Existen muchas variedades de tratamiento biológico cada una de ellas adaptables a ciertos tipos de aguas de desecho y condiciones locales del medio ambiente tales como: temperatura y tipo de suelo. Entre estos métodos, el tratamiento de desechos por medio del proceso de lodos activados y lodos activados modificados son los que adoptaremos en el presente trabajo para el tratamiento de desechos textiles.

TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS DE DESECHOS

METODO DE TRATAMIENTO	MODO DE OPERACION	GRADO DE TRATAMIENTO	REQUERIMIENTOS DE TERRENO	EQUIPO	OBSERVACIONES
Lagunas	Descarga continua ó discontinua; anaerobica	Intermedio	10-60 días de retención		
* Lagunas Aereadas	Mezclado continuo y completo	Alto en verano; Menor en invierno.	8-16 Acres mgd con 6-12 pies de profundidad	Aereadores de superficie flotantes ó bien montados en pilastras.	Separación de sólidos en la laguna; desague periódico y remoción de lodos.
Lodo activado	Mezclado completo; recirculación de lodos	90% de remoción de sólidos orgánicos.	Depósitos de tierra o de concreto; profundidad 10-15 ft $75000-350000 \text{ ft}^3$ mgd	Aereadores mecánicos ó sistema de aereación por difusión; - Clarificador para separación de lodos y recirculación	
Filtros por goteo	Aplicación continua o intermitente puede emplearse recirculación del efluente.	Intermedio o alto dependiendo de la carga.	$225-1500 \text{ ft}^2$ mgd	Filtro de rocas de 3-8 ft de profundidad con empaque plástico 20-40 ft de profundidad.	

Irrigación por pulverización (spray)

Aplicación intermitente del desecho

Completo;

40-300  
gpm acre

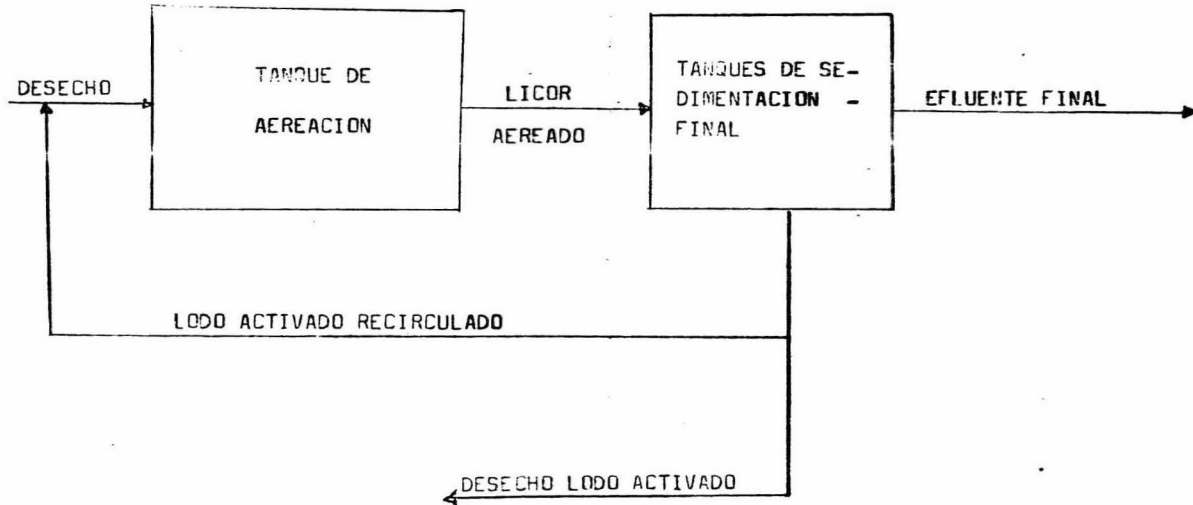
Tubería de aluminio para irrigación y orificios de pulverización; equipo móvil para recolección.

Se requiere separación de sólidos y un contenido de sal limitado en el desecho.

---

\* El período de retención varía de unos días a 2 semanas dependiendo de la remoción y eficiencia de BOD deseadas.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE Lodos Activados



## LODOS ACTIVADOS

El proceso de lodos activados se recomienda para el tratamiento de - aguas residuales proveniente de la industria textil, debido a su gran capacidad para reducir la BOD de la materia orgánica presente en gran cantidad en estos desechos.

Requerimientos básicos:

- 1.- Lodo activado debe tener un número adecuado de microorganismos.
- 2.- El oxígeno disuelto debe estar presente en una concentración suficiente en todas las porciones del tanque de aereación.
- 3.- El lodo activado debe separarse del desecho tratado en el tanque de sedimentación final.

TANQUE DE AERACION.- El tanque de aereación es la parte principal del proceso, ya que en éste se adiciona el oxígeno necesario al sistema para satisfacer los requerimientos de los organismos presentes en el lodo activado, además de mantener disperso dicho lodo en el líquido aereado. Para proporcionar el oxígeno necesario así como para mantener el lodo disperso se utilizan: aire comprimido o agitación mecánica. La capacidad del tanque debe ser suficiente para proporcionar un tiempo de retención suficiente.

TAMAÑO.- No existe un tamaño o período de retención teórico preciso para los - tanques de aereación. Si la velocidad de introducción de oxígeno disuelto es lenta - el período de retención debe ser relativamente alto. Consecuentemente si el oxígeno se introduce a alta velocidad el período de retención en los tanques puede ser bajo.

Así, es posible que en una situación se requiera un período de retención de 12 horas y en otra con un grado de tratamiento similar se requiera solamente 3 horas. En ambos casos la velocidad de solución del oxígeno es el factor determinante. Generalmente se usan tanques de un tamaño suficiente para retener un flujo de 6 horas.

El desecho aerado se drena y se sedimenta continuamente y una porción de los lodos biológicamente activados son recirculados al efluente. Este tratamiento es muy eficiente y remueve más del 95% de la BOD, resultando un efluente claro y estable.

Existen variaciones al método de lodos activados, entre los que destacan en el tratamiento de desechos textiles la oxidación total, la aereación extendida y la aereación prolongada; Estas variaciones al método de lodos activados se usan extensivamente en el tratamiento de desechos textiles debido a su simplicidad y bajos costos de construcción y operación. El proceso incluye una aereación de 12-72 horas hasta que la materia orgánica orgánica está casi ó totalmente oxidada antes de ser descargada a la corriente receptora. Una laguna de oxidación es ventajosa si el período de retención es menor de un día. La operación de igualación no es necesaria con períodos de retención de 1-3 días. El método de aereación es opcional, y la agitación mecánica o la difusión de aire se usan ventajosamente para obtener mayor eficacia y economía.

Estos métodos de lodos activados modificados seguidos por una laguna de oxidación pueden ser usados para obtener cualquier grado de tratamiento deseado y a un costo relativamente bajo.

LAGUNAS DE OXIDACION.- El tratamiento por medio de lagunas de oxidación es quizá el método más barato para reducir la contaminación producida por los desechos textiles, si tenemos terreno disponible. Los desechos fluyen a través de una laguna - poco profunda usualmente al rededor de 1.20m. de profundidad para desechos sin color y de .90 cm. de profundidad para desechos coloridos con un tiempo de retención de 30 días y una carga de BOD de aproximadamente 50 lb/acre-día.

Las cargas de BOD pueden variar en más de un 90% si el desecho ha sido pretratado biológicamente. Oxígeno del aire ó bien a partir de la producción - de éste por medio de algas alimenta los microorganismos activos que estabilizan la materia orgánica. Se recomienda hacer una recirculación para prevenir condiciones anaerobias. La economía del tratamiento por medio de éste método consiste en los bajos costos de construcción y mantenimiento, debido a la simplicidad de sus operaciones. Las desventajas son: la escases y carestía de la tierra y el problema para el control - de insectos.

#### FACTORES DE DISEÑO PARA LAGUNAS DE ESTABILIZACION

	AEROBICAS	AEREADAS
Profundidad en ft	0.6-1.0	6-15
Días de retención	2-6	2-10
$\frac{\text{Cargas de BOD en lb}}{\text{(acre) (día)}}$	100-200	
% de BOD removidas	80-95	55-90
Concentración de al- gas en mg/lit	100	ninguna



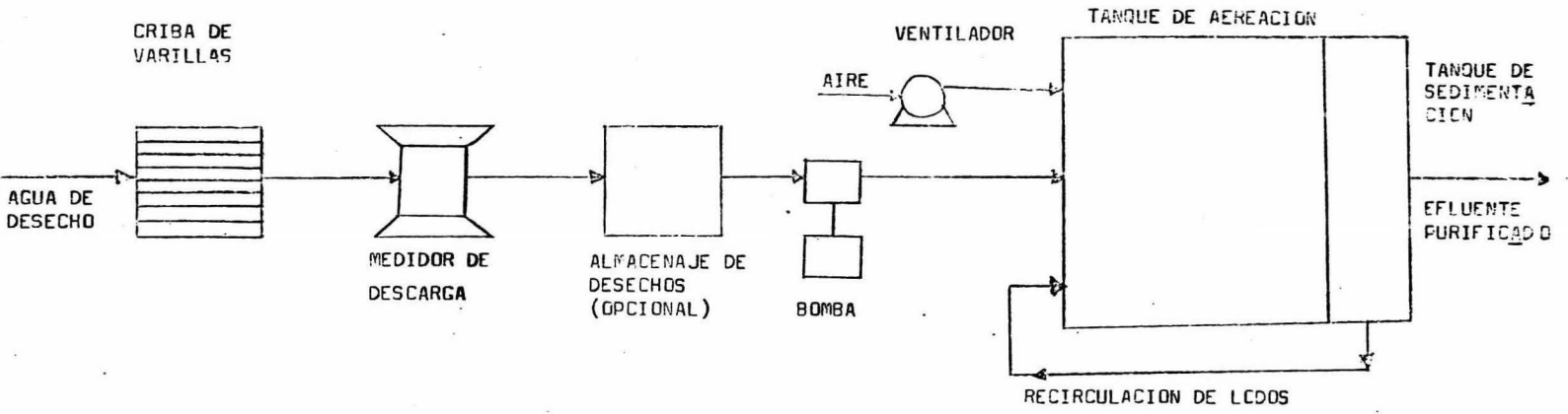


DIAGRAMA PARA EL PROCESO DE BIO AERACION PROLONGADA

## DIGESTION Y CARACTERÍSTICAS DEL LODO

Los métodos para el tratamiento, aprovechamiento y disposición de lodos son:

- 1.- Digestión.
- 2.- Condicionamiento:
  - a).- Coagulación química.
  - b).- Lavado de los minerales pulverizados.
- 3.- Eliminación de agua.
- 4.- Secado por medio de calentamiento o incineración.
- 5.- Disposición de lodos.

Objetivos del Tratamiento de Lodos:

- 1.- Destruir o controlar eficientemente gérmenes y agentes productores de enfermedades e infecciones.
- 2.- Descomponer la materia orgánica y reducirla a compuestos orgánicos e inorgánicos inertes.
- 3.- Reducir el volumen de material que será manejado.
- 4.- Utilización de productos obtenidos para minimizar el costo total de operación.

TEORIA Y DESCRIPCION DE LA DIGESTION DE LODOS.- Esta se lleva a cabo en ausencia de oxígeno libre por medio de organismos anaeróbicos. Los organismos descomponen las moléculas complejas para obtener oxígeno y alimentos necesarios para su crecimiento.

Se pueden distinguir tres estados en la digestión de lodos: 1.- Las bacterias atacan los sólidos solubles tales como los azúcares. Esta reacción produce ácidos orgánicos, sulfuro de hidrógeno, carbonatos y bioxido de carbono. Hay una alta producción de gas principalmente bioxido de carbono. El pH puede ser rebajado de 6,8 a 5,1 ó menos. Esto es conocido con el nombre de fermentación ácida. Este estado es seguido por una regresión ácida producida por los microorganismos que son favorecidos por un medio ácido. En este estado los ácidos orgánicos y compuestos nitrogenados son atacados a una menor velocidad, el pH se incrementa de 5.1 a 6.8. La producción de gas decrece y esto produce principalmente CO<sub>2</sub> y metano.

En el tercer estado de digestión los materiales nitrogenados más resistentes tales como proteínas y aminoácidos son atacados produciéndose una mayor gasificación. El contenido de ácidos volátiles se reduce a menos de 500 mg/l. El pH se estabiliza en un rango de 6.8-7.4. Se produce una gran cantidad de metano y gas altamente inflamable, los cuales se usan como combustible. Los sólidos que permanecen todavía son relativamente estables y pueden ser dispuestos sin crear condiciones objeccionables. Estos sólidos tienen algún valor en la agricultura.

PRODUCCION DE GAS.- En un digestor de capacidad adecuada se produce alrededor de 12. ft<sup>3</sup> de gas por cada libra de materia volátil destruida.

El contenido del gas es aproximadamente un 70% de metano y un 30% de CO<sub>2</sub>. Un contenido superior a 35% de CO<sub>2</sub> nos indica que el proceso no se lleva a cabo de una manera correcta.

DIGESTOR.- El digestor es simplemente un tanque equipado con conexiones para la

introducción de lodos, tubería para drenar el lodo digerido y tubería para extraer la tracción líquida, equipo para adicionarle calor y un colector de gas colocado en el domo del tanque. El tanque se debe aislar para prevenir una excesiva pérdida de calor.

El calentamiento del tanque puede llevarse a cabo de varias formas:

- 1.- Por medio de serpentinas de agua caliente dentro del tanque.
- 2.- Por medio de una recirculación de lodos a través de un cam  
biador de calor externo.
- 3.- Contacto directo de gases calientes con el lodo.
- 4.- Inyección de vapor.

#### ACONDICIONAMIENTO DEL LODO

Existen tres métodos de acondicionamiento del lodo: a).- Espesamien  
to, b).- Coagulación química. c).- Lavado con agua de los minerales pulveriza-  
dos.

El propósito del espesamiento es reducir el exceso de agua del lodo e incrementar la uniformidad de los sólidos.

Los lodos con exceso de humedad se pueden concentrar por medio de un reasantamiento. Esta es la forma más simple de espesamiento.

AGITACION MECANICA.- El espesamiento puede ser mejorado por agitación mecánica combinada con separación por gravedad.

El lavado se lleva a cabo mezclando el lodo con agua, usando agitación mecánica o por difusión de aire. La mezcla se sedimenta y el líquido se regre-

sa al primer tanque de sedimentación. De esta forma se reduce la alcalinidad hasta en un 80%.

**ELIMINACION DE AGUA.**- Para llevar a cabo la eliminación del agua se usan camas drenadas construídas de arena y grava, donde la mayor parte del líquido se drena en menos de un día. Después de este tiempo la evaporación juega un papel importante en el proceso. Como el líquido continúa filtrándose a través de la arena además existe evaporación, el lodo se agrieta acelerando así la evaporación en virtud de haberse incrementado la superficie del lodo expuesta al aire.

Las camas generalmente consisten de una capa de grava del tamaño uniforme de un espesor aproximadamente de .30 cm. sobre la cual se coloca una capa de arena de aproximadamente .20 cm.

**FILTROS DE VACIO.**- Estos filtros se usan más frecuentemente para reducir la humedad de los lodos no digeridos. También se usan para reducir la humedad de lodos digeridos preparados para incineración, ó bien antes de usarlos para relleno.

Cuando el espacio es limitado los filtros de vacío se usan aún en plantas pequeñas donde los olores deben ser controlados completamente.

**CENTRIFUGACION.**- Este es un método utilizado para eliminar la humedad hasta un punto donde el contenido total de sólidos es de un 65-70%.

#### SECADO POR CALENTAMIENTO O INCINERACION DE LODOS

Los principales propósitos para efectuar el secado por calentamiento son:

- 1.- Reducir la humedad de modo que su volúmen se reduzca a un mínimo.
- 2.- Mantener las propiedades fertilizantes.
- 3.- Mantener y mejorar sus propiedades de acondicionamiento de tierra.
- 4.- Destruir organismos capaces de producir enfermedades.
- 5.- Reducir posibles olores.

Los propósitos para efectuar la incineración son:

- 1.- Destruir toda la materia orgánica, destruir todos los organismos y reducir el volúmen al mínimo.
- 2.- Controlar por combustión todos los gases liberados por los lodos.
- 3.- Producir un material el cual pueda ser dispuesto por medios rápidos y económicos.

#### COLECCION Y UTILIZACION DEL GAS GENERADO EN LA DIGESTION

El gas producido por la digestión de lodos y mezclado con aire en proporciones adecuadas tiene varios usos; este se usa para calentar digestores y edificios, para impulsar motores de gas y sirve como combustible auxiliar para los incineradores.

El gas contiene aproximadamente  $2/3$  de metano y  $1/3$  de  $CO_2$  con trazas de otros gases. El valor del calor generado por la combustión de este gas varía con los procedimientos de operación, pero generalmente cae dentro de un rango de  $600-700$  BTU/ft<sup>3</sup> bajo condiciones estándar.

CONTRIBUCION DE DESCARGAS CONTAMINANTES PRODUCIDAS POR VARIOS  
PROCESOS TEXTILES

DEPARTAMENTO	PROCESO	lb de B.O.D./1000 lb DE TELA	% TOTAL
Estregado	Primer lavado	53	35
	Segundo lavado	53	16
	Lavado continuo	8	1
	promedio	42	15
	Subtotal (Estregado)	47	32
Teñido		0.5-32	15-30
Grabado	Desechos de color	12	7
	Lavado después del grabado con jabón	17-30	17-30
	Lavado después del grabado con detergente	7	7
	Sub-total (Grabado)		15-35
Blanqueo	Blanqueo con Hipoclorito	8	3
	Blanqueo con peróxido	3	1
Mercerización		6	1
Total		125-250	

Aproximadamente de 800 a 1000 lb de impurezas son descargadas en el -  
agua de desecho por cada 1000 lb de algodón procesado.

DESCARGAS DE B O D Y CONCENTRACIONES PRODUCIDAS A PARTIR  
DEL PROCESAMIENTO DE VARIAS FIBRAS

FIBRA	GAL/10001b	B O D % O W F	PROMEDIO BOD, ppm
Rayón	5,000	5.0-0.8	1,200-1,800
Acetato	9,000	4.0-6.0	500- 800
Nylon	15,000	3.5-5.5	300- 500
Dacrón			
o-fenilfenol	12,000	15.0-25.0	1,500-2,500
Monoclorobenceno	12,000	3.0-5.0	300- 500
Acido Benzoico	12,000	60.0-80.0	6,000-8,000
Acido Salicilico	12,000	50.0-70.0	5,000-7,000
Fenilmetil carbinol	12,000	40.0-60.0	4,000-6,000
Algodón	70,000	12.5-25.0	220- 600
Lana	70,000	40.0-60.0	700-1,200



CONTRIBUCION DE BOD DE LOS PROCESOS QUIMICOS USADOS EN EL ACABADO  
DE LAS FIBRAS SINTETICAS

FIBRA	PROCESO QUIMICO	B O D		
		% O W C	% O W F	% TOTAL
Acetato	Limpiado y teñido			
	Lubricante-		1.5	44.0
	Aceite sulfonado al 2%	52	1.0	31
	Detergente sintético -- al 1%	5	0.1	2
	Ester alifático al 2%	41	0.8	24
	Ablandador 2%	0	0	0
	TOTAL		3.4	
Nylon	Limpiado			
	Lubricante-		1.5	29
	Jabones al 1%	150	1.5	29
	Ester al 1%	55	0.6	11
	Colorante			
	Aceites sulfonados 2-4%	56	1.7	32
TOTAL		5.2		
Dacrón	Limpiado			
	Lubricante		1.5	9
	Detergente sintético no ionico al 1%	5	0.1	0
	Colorante			
	Acido acético 4% (84%)	58	2.3	13
	o-fenilfenol 10%	138	13.8	78
	Otros posibles			
	p-fenilfenol al 6%			
	Acido benzoico al 40%	165	(66.0)	(94)
	Acido salicilico	141	(56.4)	(94)
Fenilmetil carbinol al 30%	150	(45.0)	(92)	
TOTAL		17.7		

Rayon	Limpiado y teñido			
	Lubricante		1.5	50
	Detergente sintético 3%	14	0.4	14
	Aceite soluble al 2%	53	1.1	36
	Sal común 10-30%	0	0	0
	TOTAL		3.0	
Orlon	Limpiado			
	Lubricante		1.5	12
	Jabón al 2%	150	3.0	24
	Detergente sintético		0.5	000
	Acido fórmico 3%	20	0.6	5
	Segundo teñido			
	Agente humidificante 1%	14	0.1	1
	Compuestos fenólicos 3%	200	6.0	48
	Sulfato de cobre 3%			
	Hidroxi sulfato de amonio 2%	4	0.1	1
	Limpiado			
	Detergente sintético 2%	0	0	0
	Aceite de pino	108	1.1	8
	TOTAL		12.4	

---

DESCARGAS CONTAMINANTES ESTIMADAS A PARTIR DEL PROCESAMIENTO DE VARIAS FIBRAS

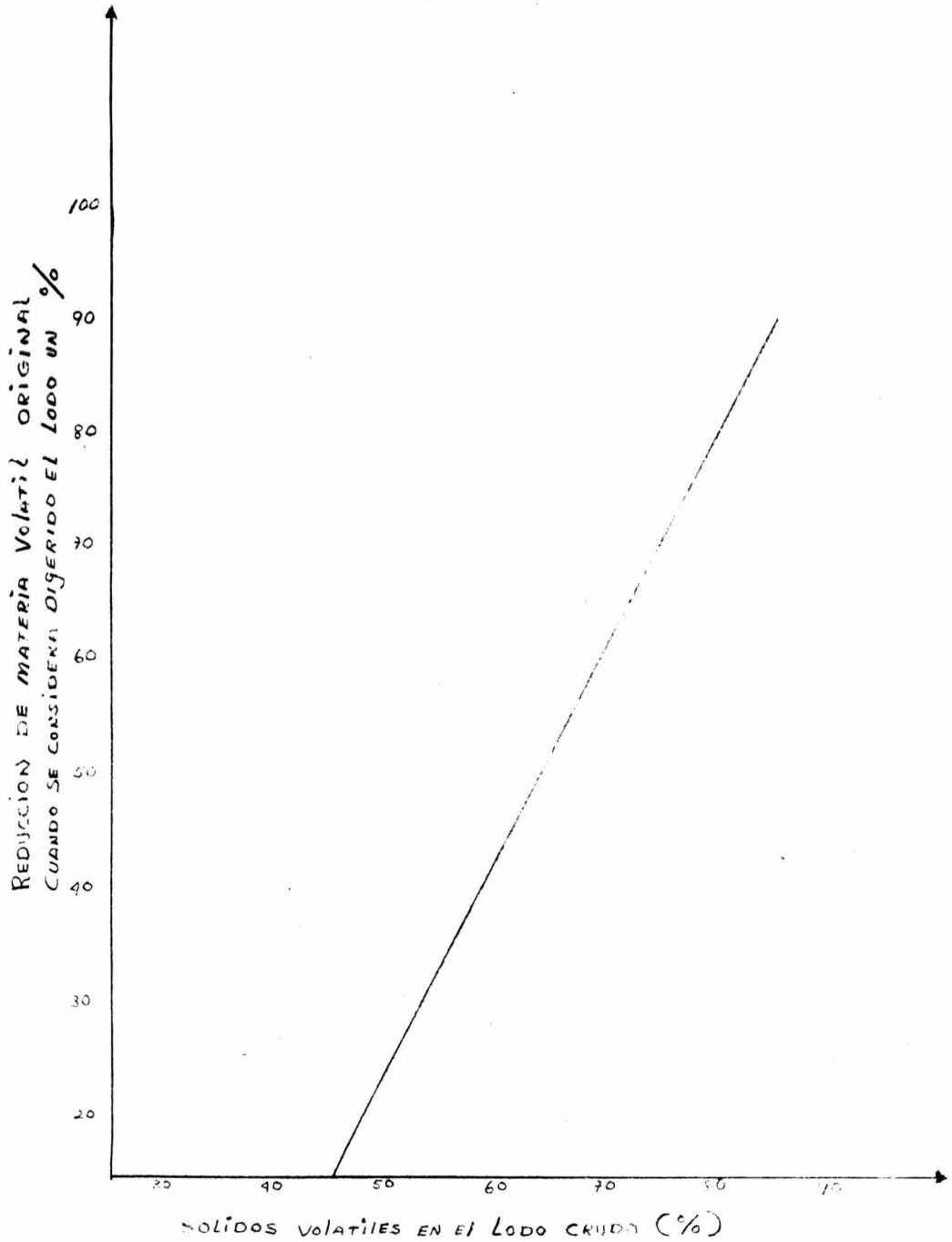
FIBRA	IMPUREZAS NATURALES		LIMPIADO	COLORANTES, EMULSIFICAN- TES, ETC.	ACBADOS ESPECIA- LES	TOTAL
Algodón	3-5	0.5-10.0	0.5-6.0	0.2-8.0	0.2-8.0	4.4-37.0
Lana grasienta	20.0-30.0	0.2-9.0	1.5-15.0	0.5-10.0	0.2-8.0	21.9-72.0
Lana limpiada	1.0-2.0	0.2-9.0	1.0-15.0	0.5-10.0	0.2-8.0	2.9-44.0
Rayón	0	0.5-6.0	0.5-5.0	0.2-5.0	0.2-8.0	1.4-24.0
Acetato	0	0.5-6.0	0.5-5.0	0.2-5.0	0.2-8.0	1.4-24.0
Orlon	0	0.5-6.0	0.5-5.0	0.5-10.0	0.2-8.0	1.7-29.0
Nylon	0	0.5-6.0	0.5-5.0	0.2-5.0	0.2-8.0	1.4-24.0
Dacron	0	0.5-6.0	0.5-5.0	3.0-60.0	0.2-8.0	4.2-78.0

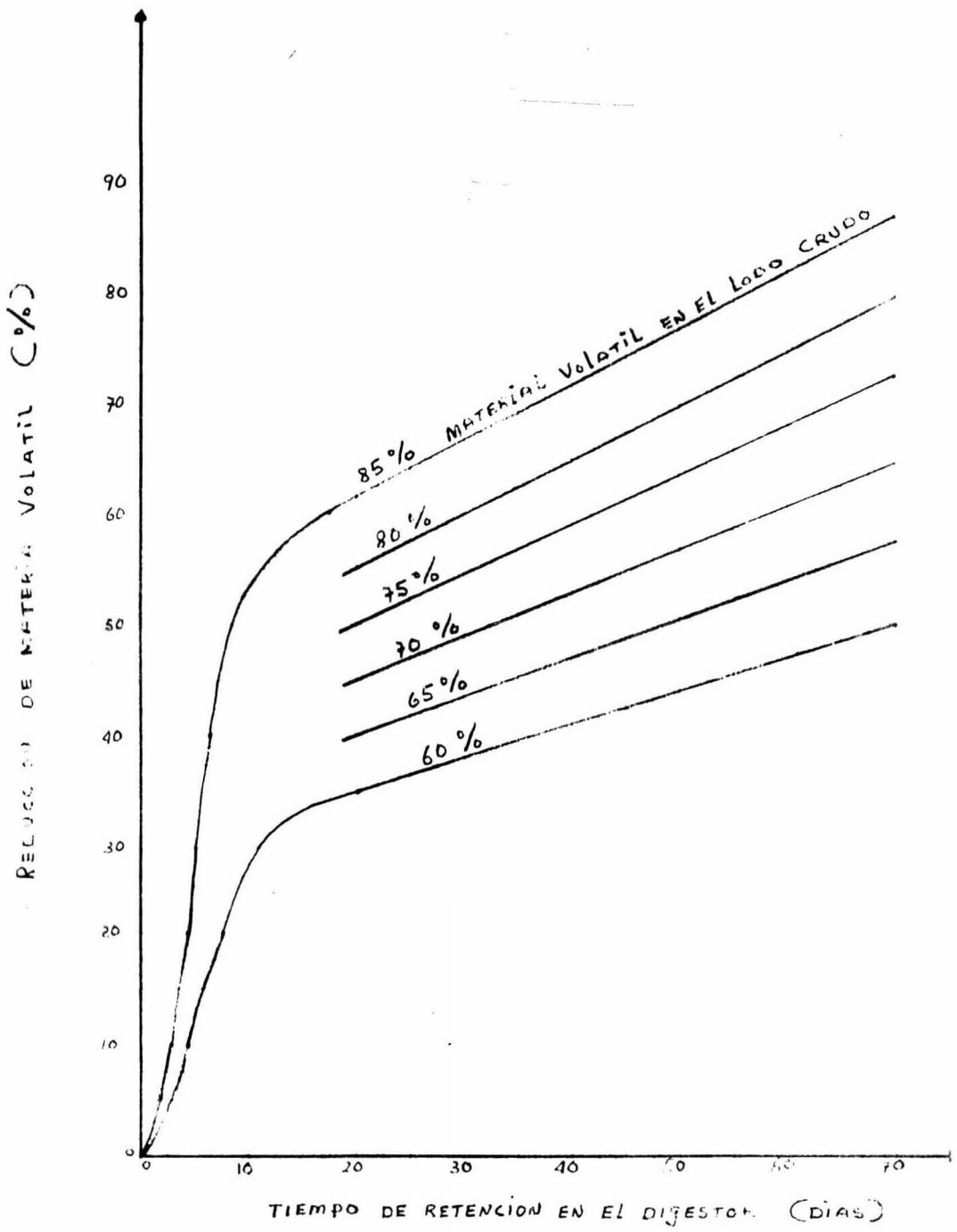
Todos los resultados dados en esta tabla están en por ciento de O W F.

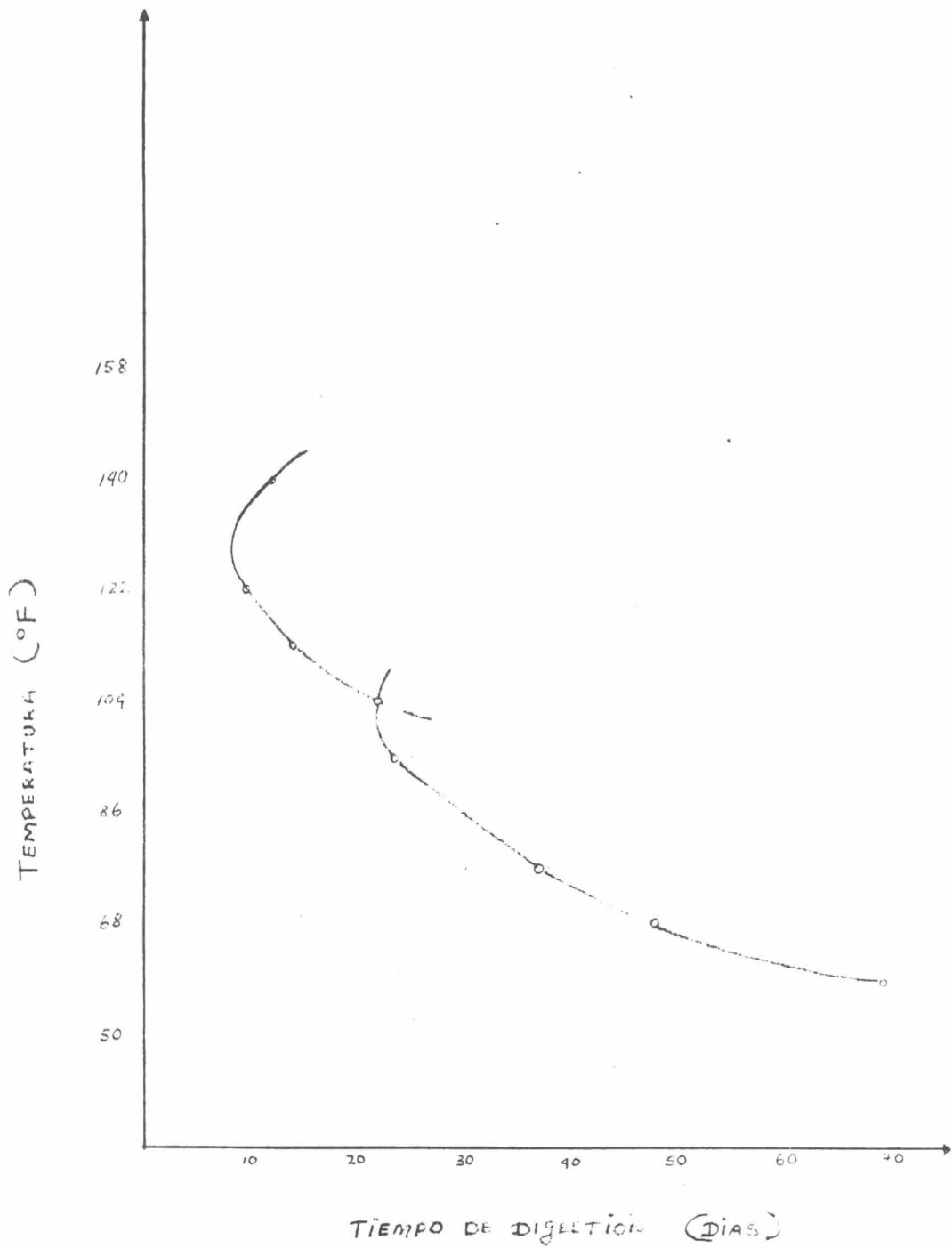
REDUCCIONES DE B O D A TRAVES DE LA COAGULACION QUIMICA DE  
CIERTOS DESECHOS

DESECHO QUIMICO	REDUCCION DE B O D %
Jabón *	90
Fenol	0
Glucosa	0
Almidón	57
Gelatina *	65
Liga *	33
Aceite mineral emulsificado	80
Aceite sulfonado	82
Aceite vegetal sulfonado	44
Aceite de coco *	92
Orto-fenilfenol	0
Acido salicílico	17
Acido benzoico	8
Acido acético	8
Acido oxálico	86
Acetato de sodio	0
Emulsión aluminio-cera	85

Los desechos marcados con \* requieren solamente 3 libras de aluminio como coagulante por cada 1000 galones: el jabón, requiere de 5 libras; la gelatina de 18 libras; la liga de 5 libras y el aceite de coco de 10 libras.







Con el fin de adquirir un criterio para la selección y aplicación de los métodos de tratamiento anteriormente descritos, a continuación, se proponen métodos de muestreo y análisis para llegar al conocimiento de las condiciones específicas que guarda el agua de desecho de una planta textil en particular.



CONTAMINANTES MAXIMOS PERMISIBLES DE ACUERDO AL REGLAMENTO PARA  
LA PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS EN LA  
REPUBLICA MEXICANA

I.- SOLIDOS SEDIMENTABLES	1.0 ml/l
II.- GRASAS Y ACEITES	70.0 mg/l
III.- MATERIA FLOTANTE	Ninguna que pueda ser rete- nida por malla de 3 mm. de claro libre cuadrado.
IV.- TEMPERATURA	35°C
V.- POTENCIAL HIDROGENO pH	4.5 - 10.0

RECOMENDACIONES PARA EL MUESTREO DE LAS AGUAS RESIDUALES.

DEFINICIONES.

Canal abierto.- Es cualquier conducto en el cual fluye el agua presentando una su-  
perficie libre.

DESCARGA.- Es el conjunto de aguas residuales que se vierten o disponen en algún  
cuerpo receptor.

MUESTRA SIMPLE.- Es aquella muestra individual tomada en un corto período y de  
forma tal que el tiempo empleado en su extracción sea el transcurrido para completar  
el volúmen necesario.

MUESTRA COMPUESTA.- Es la que resulta del mezclado de varias muestras simples.

## RECIPIENTES PARA LAS MUESTRAS

MATERIAL DE LOS RECIPIENTES.- Los recipientes para las muestras deben ser de materiales químicamente inertes al contenido de las aguas residuales.- Se recomiendan recipientes de polietileno ó vidrio.

Para la determinación de grasas y aceites, los recipientes deben ser de vidrio, de boca ancha con aforo a un litro.

TAPONES O CIERRES.- Los tapones deben proporcionar un cierre hermético en los recipientes y se recomienda que sean de un material afín al del recipiente.

PREPARACION DE LOS RECIPIENTES.- Se recomienda que los recipientes tengan una capacidad mínima de dos litros.

## ETIQUETAS PARA LAS MUESTRAS

Se deben tomar las precauciones necesarias para que en cualquier momento sea posible identificar las muestras. Se permite el empleo de etiquetas pegadas o colgadas, ó bien, numerar los frascos anotándose la información en una hoja de registro. Estas etiquetas deben contener como mínimo la siguiente información:

Identificación de la descarga.

Número de muestra.

Fecha y hora de muestreo

Punto de muestreo.

Nombre y firma del muestrero.

Se debe llevar una hoja de registro con la información que permita identificar el origen de la muestra y todos los datos que en un momento dado permitan duplicar el muestreo.

#### EQUIPO DE RECOLECCION DE MUESTRAS

**TOMAS DE MUESTREO.**- Se recomienda se instalen estas tomas en conductos a presión o en conductos que no permitan el fácil acceso para muestrear a cielo abierto - con el objeto de caracterizar debidamente las aguas residuales.

Las tomas deben tener un diámetro adecuado para muestrear correctamente las aguas residuales en función de los materiales que puedan contener, deben ser de la menor longitud posible y procurar situarlas de tal manera que las muestras sean representativas de la descarga.

**VALVULAS Y ACCESORIOS.**- Cada toma de muestreo debe tener una válvula de cierre que permita el paso libre de las aguas residuales y de los materiales que puedan contener y proporcionar el cierre hermético de la toma. La válvula y los accesorios necesarios para su instalación deben ser de materiales similares a los de las tomas y/o los conductos en que éstas se instalen.

**RECIPIENTE MUESTREADOR.**- Deben ser de material inerte al contenido de las aguas residuales. Se recomiendan las cubetas de polietileno de 5 a 15 litros de capacidad.

#### CIERRE DE LOS RECIPIENTES DE MUESTREO

Los tapones o cierres de los recipientes para las muestras deben fijarse en su lugar con alambre, cinta ó cordón para prevenir su remoción durante el transporte.

## VOLUMEN DE LA MUESTRA

Los volúmenes requeridos de muestra para las determinaciones de grasas y aceites y materia flotante son de 1 litro y de 2-5 litros respectivamente. Para el resto de las determinaciones se recomienda un volumen mínimo de dos litros.

Se recomienda que las muestras sean compuestas, de tal forma que representen el promedio de las variaciones en los contaminantes durante un ciclo de operación. El procedimiento para la obtención de dichas muestras es el siguiente:

Las muestras compuestas se obtienen mezclando muestras simples de volúmenes proporcionales al gasto o flujo de descarga medido en el sitio y momento del muestreo.

El intervalo de tiempo entre la toma de cada muestra simple para integrar la muestra compuesta, debe ser el suficiente para determinar la variabilidad -- de los contaminantes del agua residual.

Las muestras compuestas se deben tomar de tal manera que cubran las variaciones de las descargas durante 24 horas como mínimo.

## MUESTREADORES AUTOMATICOS

Se permite su empleo siempre y cuando se operen de acuerdo con las instrucciones del fabricante, dándoles el correcto y adecuado mantenimiento y se tenga cuidado de obtener muestras representativas de las aguas residuales.

## PROCEDIMIENTO

Cualquiera que sea el método de muestreo específico que se aplique -

a cada caso, debe cumplir los siguientes requisitos:

Las muestras deben ser representativas de las condiciones que existen en el punto y hora del muestreo y tener el volúmen suficiente para efectuar en ellas las determinaciones correspondientes.

Las muestras deben representar lo mejor posible las características del efluente total que se descarga por el conducto que se muestrea.

#### MUESTREO EN TOMAS

Se deja escurrir un volúmen aproximadamente igual a 10 veces el volúmen del agua residual que se va a muestrear y a continuación se llena el recipiente de muestreo ayudándose con un embudo.

#### MUESTREO EN DESCARGAS LIBRES

Cuando las aguas residuales descarguen libremente en forma de chorro, debe emplearse el siguiente procedimiento.

La cubeta se debe enjuagar repetidas veces antes de efectuar el muestreo.

Se introduce la cubeta en el chorro para obtener la muestra. De ser posible, se toma directamente la muestra en el recipiente designado para ello.

#### MUESTREO EN CANALES

Se recomienda tomar las muestras al centro del canal, de preferencia en lugares donde el flujo sea turbulento a fin de asegurar un buen mezclado.

El recipiente muestreador se debe enjuagar repetidas veces con el agua

por muestrear antes de efectuar el muestreo.

El recipiente muestreador, atado con una cuerda o sostenido con la mano de preferencia enguantada, se introduce en el agua residual completamente y hasta el fondo y se jala verticalmente hacia afuera.

La muestra se transfiere totalmente al recipiente con la ayuda de un embudo.

La muestra para la determinación de materia flotante se obtiene siguiendo el procedimiento anterior, pero sustituyendo el recipiente muestreador por un recipiente de boca no menor de 7 cm. de diámetro aforado a un volumen que se encuentre entre 2 y 5 litros.

#### DETERMINACION DE GRASAS Y ACEITES

##### APARATOS Y EQUIPO.

Aparato de extracción Soxhlet.

Fuente de vacío.

Embudo Buchner de 12 cm. de diámetro.

Manto eléctrico de calentamiento.

Material común de laboratorio.

##### MATERIALES Y REACTIVOS.

Papel filtro whatman No. 40 de 11 cm. de diámetro.

Discos de tela de muselina de 11 cm. de diámetro.

Suspensión filtro ayuda, tierra de diatomeas-silice; 10 g/l de agua destilada.

Acido clorhídrico concentrado, hexano normal con punto de ebullición de 69°C ó -

triclorotrifluoretano de punto de ebullición de 47,5°C.

#### PREPARACION DEL ESPECIMEN

Se colecta la muestra de agua residual en un matraz de boca ancha aforado a un litro. Se agrega aproximadamente 10 ml. del HCl hasta obtener un pH de 1.0.

#### PROCEDIMIENTO.

Se prepara un filtro con el disco de tela de muselina sobreponiéndole el disco de papel filtro, se coloca en el embudo Buchner, se moja la tela y el papel, y se presiona hacia abajo el contorno de este último.

Con ayuda del vacío, se pasan 100 ml. de la suspensión del filtro - ayuda a través del filtro preparado. Se lava con un litro de agua destilada. Se aplica el vacío hasta que no pase más agua a través del filtro.

Se hace pasar la muestra acidificada a través del filtro preparado. Se aplica el vacío hasta que toda el agua haya sido filtrada.

Con una pinza se traslada a un vidrio de reloj el papel filtro y el material adherido al disco de tela. Se limpian las caras y el fondo del recipiente colector, el agitador y el embudo Buchner con pedazos de papel filtro remojado en el solvente que se va a usar, teniendo cuidado de trasladar todas las capas de grasa formadas, y de recojer todo el material sólido. Se agregan los pedazos de papel filtro al vidrio de reloj. Se enrolla el papel filtro y los pedazos del mismo y se colocan en un dedal de extracción de papel. Se limpia bien el vidrio de reloj con papel filtro remojado en el solvente y se coloca éste y cualquier otro resto de material en el dedal.

Se seca el dedal con el papel filtro en una estufa de aire caliente a 103°C durante 30 minutos. Se llena el dedal con perlitas de vidrio. Se pasa el frasco de extracción y se extrae en el aparato Soxhlet usando hexano o triclorotrifluorretano a una velocidad de 20 ciclos por hora, durante 4 horas.

Se destila el solvente del frasco extractor en un baño de agua a 85°C, ó en el manto ajustado para una destilación lenta, se seca el frasco colocándolo en un baño de vapor y se extrae el aire a través del frasco aplicando vacío por un tiempo de 15 minutos.

Se enfría el frasco en un desecador durante un período de 30 minutos y se pesa.

#### CALCULOS.

La cantidad de grasas y aceite se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$G_t = \frac{1000 p}{v}$$

En dónde:

$G_t$  = Contenido de grasa total en miligramos/litro

$p$  = Incremento en el peso del matraz, en miligramos.

$v$  = Volúmen de la muestra en mililitros.

#### OBSERVACIONES.

Cuando no se puedan hacer inmediatamente las determinaciones, las muestras deben preservarse agregando un mililitro de ácido sulfúrico por cada 80 g. de muestra.



Las muestras no deben preservarse con cloroformo o benzoato de sodio cuando se vayan a hacer determinaciones de grasas.

Es preferible usar el triclorotrifluoretano en virtud de que no es inflamable. Cualquiera que sea el solvente usado, éste no debe dejar residuo al evaporarse.

#### DETERMINACION DEL pH

El método para la determinación del pH se basa en el hecho de que al poner en contacto dos soluciones de diferente concentración de iones hidrógeno, se establece una fuerza electromotriz. Si una de las soluciones tiene una concentración de iones conocida (pH), por medio de la fuerza electromotriz producida, se puede conocer el pH de la otra solución (solución problema), ya que esa fuerza electromotriz es proporcional al pH de la solución problema.

VALOR DEL pH.- Es la acidez/alcalinidad del agua expresada en términos de la relación entre la fuerza electromotriz (E) en volts, entre un electrodo de vidrio y una de referencia cuando se sumergen en agua, y la fuerza electromotriz (Es) en volts, entre los mismos electrodos cuando se sumergen en una solución reguladora de referencia. La relación se calcula como sigue:

$$\text{Valor del pH} = \text{pH}_s + (E - E_s) F / 2.3026 RK$$

En donde:

F = El Faraday

R = La constante de los gases.

K = La temperatura termodinámica (temperatura centígrada + 273.16).

pH<sub>s</sub> = El valor del pH asignado de la solución reguladora de referencia.

## APARATOS Y EQUIPO

MEDIDOR DEL pH.- El medidor de pH debe ser capaz de medir el pH del agua -- dentro del intervalo de 0-14 por medio del empleo de un electrodo de vidrio y otro -- de referencia.

El medidor de pH debe calibrarse con una solución reguladora patrón -- cuyo pH se encuentre cerca de aquel que desea medir, y comprobarse usando cuando -- menos otras dos soluciones de pH diferente, una menor y otra mayor de aquella en que se hizo la calibración la diferencia entre cualquiera de las tres lecturas y el pH propio de la solución patrón, no debe exceder de 0.1 unidades de pH.

## PREPARACION DE SOLUCIONES PATRON PARA LA CALIBRACION

Los reactivos deben ser de grado analítico, cuando se hable de agua, se entiende agua destilada.

Las cantidades de productos indicados en la siguiente tabla deben prepararse tan pronto como se necesiten disolviendo el material en agua a 25°C y diluyendo la solución hasta 1000 ml. Se usa agua destilada con una conductividad específica de 2 micromhos a 25°C y un pH de 5.6 a 6.0.

Para la preparación de soluciones de Bórax y fosfatos se hierve y enfría el agua ya mencionada, con objeto de eliminarle el CO<sub>2</sub> y obtener un pH de -- 6.7 a 7.3. El fosfato ácido potásico y el fosfato monosódico se deben secar en una estufa a 110-130°C durante dos horas.

## PREPARACION DE SOLUCIONES PATRON

SOLUCION PATRON (Modalidad)	pH a 25°C	MASA DE REACTIVO NECESARIA POR -- 1000 ml. DE SOLU- CION ACUOSA A 25°C, EN GRAMOS
PATRONES PRIMARIOS		
Tartrato ácido de potasio (Saturada a 25°C) ( $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ )	3.557	6.4
0.05 Citrato monopotásico ( $\text{KH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ )	3.776	11.41
0.05 Ftalato ácido de potasio ( $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ )	4.008	10.12
0.025 Fosfato monopotásico ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) *	6.865	3.388 + 3.533
0.025 Fósforo monosódico ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ )		
0.008695 Fósforo monopotásico ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) *	7.413	1.179 + 4.302
0.03043 Fósforo monosódico ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ )		
0.01 Tetraborato de sodio decahidratado (Bórax) ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )	9.180	3.80
0.025 Bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) *	10.012	2.092 + 2.640
PATRONES SECUNDARIOS		
0.05 Dioxalato monopotásico dihidrato ( $\text{KH}_3\text{C}_4\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )	1.679	12.61
Hidróxido de calcio (saturado a 25°C) ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )	12.454	1.5

## PROCEDIMIENTO

Una vez ajustado y comprobado el aparato siguiendo el procedimiento indicado en el manual del mismo, se retira el recipiente con la solución patrón y se lavan los electrodos con agua destilada, quitando el exceso con un material adecuado de acuerdo a las instrucciones del fabricante del aparato y evitando friccionar la superficie de los electrodos.

A continuación se efectúa la determinación del pH en la muestra a una temperatura de 25°C, de acuerdo con las instrucciones del manual del aparato.

Se permiten las determinaciones a otras temperaturas siempre y cuando el medidor de pH esté equipado con los mecanismos compensadores adecuados.

El resultado se lee directamente en la carátula del aparato.

## OBSERVACIONES

El dioxalato monopotásico dihidratado y otras sales no se deben calentar a temperaturas mayores de 60°C.

Cuando la muestra de agua tenga una concentración alta de iones -- sodio (pH arriba de diez) se debe tener cuidado, ya que los electrodos ordinarios de vidrio pueden producir lecturas erróneas, por lo cual el aparato debe estar provisto de un diagrama de corrección de sodio, ó bien, se pueden utilizar electrodos especiales.

## DETERMINACION DE SOLIDOS SEDIMENTABLES

Este método se basa en la propiedad que tienen los cuerpos, de asentarse en niveles progresivos de acuerdo a sus diferentes densidades.

SEDIMENTACION.- Es la operación por medio de la cual, las partículas sólidas -- suspendidas en un líquido, se asientan debido a la fuerza de la gravedad.

#### APARATOS Y EQUIPO

Cono de sedimentación (Imhoff) aforado a un litro. La división mínima de la escala del cono, debe representar no más de 0.1 ml.

#### PROCEDIMIENTO

Se mezcla cuidadosamente la muestra no filtrada a fin de asegurar - una distribución pareja de los sólidos a través de todo el cuerpo del líquido teniéndose especial cuidado en desalojar a las partículas del ángulo formado entre el lado y la base del recipiente muestreador.

Se llena el cono de sedimentación con la muestra hasta el aforo y - se deja asentar durante un tiempo de 45 minutos. Una vez transcurrido este tiempo, se revuelve ligeramente el líquido cercano a las paredes del recipiente y se deja reposar durante un lapso de tiempo de 45 minutos.

El volumen de materia sedimentable se lee directamente en el cono y se informa como ml/l.

#### DETERMINACION DE MATERIA FLOTANTE

La materia flotante es aquel material que flota libremente en la su-- perficie del líquido y que queda retenido en una malla de 3 mm. de abertura.

#### APARATOS Y EQUIPO

Malla de material químicamente inerte que se adapte al embudo de -

filtración y con abertura de 3 mm.

Recipiente de boca no menor de 7 cm. de diámetro, aforado a un - volúmen que se encuentre entre dos y cinco litros.

#### PREPARACION DEL ESPECIMEN

Usando el recipiente, se toma la muestra simple, directamente de las descargas.

En caso de que la descarga sea inaccesible, se permite la toma de - la muestra en el punto accesible del conducto más próximo a dicha descarga siempre y cuando éste no obstaculice la libre salida del material flotante de la misma.

Se deja sedimentar la muestra durante 15 minutos.

#### PROCEDIMIENTO

Se vierten aproximadamente las dos terceras partes superiores de la - muestra a través de la malla, teniéndose cuidado de que la materia flotante que so-- bre nada, quede retenida en dicha malla.

Se permite el empleo de una cucharilla para arrastrar hacia la malla toda aquella materia flotante que todavía quedara sobre la superficie de la muestra - que se está vertiendo o aquella adherida a las paredes del recipiente.

Inmediatamente después de filtrada la muestra se procede al examen - de la malla.

La ausencia de material retenido en la malla observando a simple vis ta, se considera como ninguna materia flotante retenida en la malla.

## DETERMINACION DE LA TEMPERATURA

AMPLITUD DE GAMA.- Es la diferencia algebraica entre los límites de medición.

### APARATOS Y EQUIPO

Termómetros industriales de vidrio.

### TERMOPOZOS

Los termopozos pueden ser de plata alemana, acero al níquel para - temperaturas ordinarias, o cualquier otro material que cumpla con los requisitos de -- conductividad de los anteriores.

Deben conducir el calor radialmente en la extremidad tan bien como sea posible y, axialmente tan mal como sea posible para prevenir transferencia de ca - lor a partir del cuerpo caliente.

Deben tener paredes tan delgadas como lo permitan las características de resistencia mecánica.

Deben fijarse al tubo que conduce el agua tan finamente como sea - posible y la profundidad de su inserción debe ser compatible con las condiciones del flujo.

La base del termopozo no debe sobresalir más allá de la pared del - tubo a fin de evitarse el flujo de calor a través de dicha base; y en ciertos casos, - la pared del tubo debe aislarse alrededor de la sección de medición.

Se permite el empleo de sustancias de relleno de la mejor conducti- vidad posible en los termopozos, siempre y cuando se empaquen adecuadamente y no

y no se evaporen o quemen a la temperatura de medición, ni formen depósitos o incrustaciones.

No se permite el empleo de mercurio metálico como relleno en aquellas posiciones donde sus vapores tóxicos puedan acumularse.

## PROCEDIMIENTOS

En el caso de inmersión directa del elemento termométrico en el agua, se sumerge el elemento sensible del instrumento medidor de temperatura en la corriente de agua hasta la profundidad en donde se obtenga la máxima temperatura, a fin de asegurarse la máxima transferencia de calor del agua al elemento termométrico.

En el caso de que se sea posible la inmersión directa, se permite el empleo del termopozo, el cual se inserta en la pared del tubo usándose el instrumento medidor de temperatura.

Se espera un período de tiempo suficiente, a efecto de obtenerse lecturas constantes.

Las determinaciones de temperatura deben hacerse en las descargas.

En tuberías curvas, se recomienda la inserción del vástago del termómetro en posición a lo largo del eje del tubo y de frente a la corriente aguas arriba. En tuberías de pequeño diámetro, esta posición es obligatoria.

En aquellos casos en que el fluido no se encuentre bien mezclado, se debe usar un dispositivo que produzca turbulencia aguas arriba del punto de medición.



## INTERPRETACION DE RESULTADOS

Las lecturas se obtienen directamente de la escala del aparato medidor de temperatura, y se informan en grados centígrados con aproximación de  $0.1^{\circ}\text{C}$ .

## OBSERVACIONES

En caso de que no sea posible la determinación de la temperatura en la forma como se indica anteriormente, ésta se puede determinar en el punto accesible del conducto más próximo a la descarga.

## DISMINUCION DEL CONSUMO DE AGUA Y TRATAMIENTO FINAL DE LAS AGUAS RESIDUALES PRODUCIDAS POR LA INDUSTRIA TEXTIL

La disminución del consumo de agua en la industria textil, es un problema debe de tomarse muy en cuenta, ya que esta industria es una de las mayores - consumidoras de este elemento. Geográficamente nuestro país está situado a la altura de los grandes desiertos de la tierra y por esta razón debe tenerse mucho cuidado con nuestras provisiones de agua. Además del hecho geográfico México es un país - en el que aproximadamente el 70% de su industria y población se localiza a una altura de 1000 metros sobre el nivel del mar, existiendo solamente el 15% de nuestras reservas de agua a esta altura. Por lo cual se considera de suma importancia implantar métodos para la recuperación y rehuso del agua dentro de una planta textil.

Para llevar a cabo una disminución en el consumo del agua, se recomienda la construcción de una canalización separada esto es: las aguas de enfriamiento y la última o penúltima agua de enjuague pueden usarse otra vez con base en tratamientos sencillos dentro de la planta. Las aguas de enjuague y lavado muy contaminadas se deben conducir a una cisterna de compensación para ajustar el pH, y a base de un producto de floculación se puede obtener una purificación primaria del agua; para pasar de ahí a un depósito de clarificación biológica. La dimensión de la cisterna de compensación dependerá de la cantidad de las aguas de desecho producidas.

En el caso de que las aguas fuertemente contaminadas se traten conjuntamente con las aguas municipales o bien en combinación con aguas de desecho - producidas por otras industrias cercanas a nuestra fábrica, se obtiene un beneficio --

conjunto, ya que de esta forma no es necesario la adición de nutrientes tales como: fósforo y nitrógeno necesarios para la proliferación de las bacterias que se utilizan en los procesos de purificación biológica ó bien puede eliminarse la adición de álcalis o ácidos necesarios para la neutralización de las aguas ya que se procurará llegar a un equilibrio en las descargas para alcanzar el pH deseado.

#### METODO PARA OBTENER LAS MEJORES CONDICIONES DE COAGULACION.

En la actualidad para poder determinar las mejores condiciones de coagulación se utiliza el sistema empírico de la prueba de vaso en el que por medio de distintas adiciones se va a encontrar la coagulación más correcta.

Existen seis tipos diferentes de agentes químicos que pueden ser necesarios para la coagulación. En algunos casos con solo uno de ellos es suficiente, pero en otros puede ser necesario la aplicación hasta de los seis tipos diferentes de agentes químicos.

#### AGENTES QUIMICOS:

- 1.- Coagulante: Sulfato de Aluminio, Sulfato Férrico.
- 2.- Alkali: Hidróxido de Calcio. Carbonato de Sodio.
- 3.- Clorinado: Cloro, Dioxido de cloro.
- 4.- Auxiliar de coagulación: Sílice activada, Hidroxietil Celulosa.
- 5.- Agente de Carga: Arcilla, Calcita.
- 6.- Absorbente: Carbón activado en polvo.

## SELECCION DE COAGULANTES:

- a) Alumbre: es el coagulante más comúnmente usado, se distingue - por reducir la turbiedad y el color y así como también disminuye la dureza cuando se le hace acompañar de cal o carbonato de sodio. Trabaja correctamente como clarificador a un pH entre 5.5 y 8.0. Como suavizador de 9.0 a 10.5.
- b) Sulfato Férrico: por lo general este es un coagulante superior al alumbre sobre todo para aguas turbias. Desafortunadamente se ha comprobado que aún el sulfato férrico es mejor que el sulfato de aluminio, no se debe utilizar para coagular aguas crudas que se emplean para procesos textiles ya que provoca una destrucción de las fibras celulocicas.
- c) Aluminato de Sodio: Este coagulante se usa más frecuentemente - como suavizador de dureza y al ser alcalino puede utilizarse --- acompañado de cal o sosa. Tiene la inconveniencia de tener un precio más elevado.
- d) Alumbre y Aluminato de Sodio: Esta mezcla es usada aprovechando la alcalinidad del aluminato, permitiendo con ello tener un - ajuste más regular de pH.

Limitaciones: Anunciado el problema que nos puede presentar el a-  
plicar coagulantes a base de fierro, en los que respecta a los de aluminio si está --  
comprobado que directamente no destruye las fibras en la oxidación, en cambio si no  
se tiene un buen control en pH de calderas, logra producir serias incrustaciones en  
los tubos en forma de analcita.

Con base en la reducción de la cantidad de aguas residuales en función de canalizaciones separadas, se reduce el tamaño de todo el equipo de purificación, además de obtener una mayor eficiencia en la clarificación al encontrarse más concentradas las aguas de desecho.

El agua usada pero poco contaminada se colecta en una cisterna suficientemente dimensionada y se usa sin ningún otro tratamiento para los primeros baños de enjuagado o lavado, ó bien durante un tratamiento adecuado estas aguas poco contaminadas pueden ser utilizadas en cualquier parte del proceso resultando de esta manera un ahorro muy considerable de agua. Esto último es muy recomendable en lugares donde hay escases de agua ó bien cuando el costo de la misma es elevado.

Las aguas fuertemente contaminadas se dirigen por la otra canalización a una cisterna de compensación donde según las variaciones de las aguas contaminadas se ajusta el pH. Las adiciones de ácido o de álcalis a la cisterna de compensación puede hacerse automáticamente por medio de un potenciómetro y bombas dosificadoras reguladas electrónicamente.

Desde este depósito se pueden adicionar productos sedimentadores ó floculantes con los cuales se obtiene la presipitación ó la flotación de las impurezas. En el caso de fábricas pequeñas la eliminación de estos desechos se puede hacer por medio del servicio de limpia normal, mientras que las fábricas grandes pueden secar y quemar este desecho y así ganar energía, la cual puede aprovecharse en la misma planta.

Si las condiciones del agua después de sedimentar o flocular las impurezas requiere de un tratamiento biológico, se adoptará un sistema biológico por medio de lodos activados.

DIAGRAMAS DE FLUJO PARA EL TRATAMIENTO Y DISMINUCION DEL  
CONSUMO DE AGUA EN PLANTAS DE PROCESOS TEXTILES

1.- Lana, seda y poliamidas

2.- Lavado

Ingredientes: NaOH, jabón o tensoactivos.

3.- Contaminantes: grasas, ceras, sustancias orgánicas, sales minerales emulsionadas.

4.- Centrifugación.

5.- Recuperación de lanolina.

6.- Blanqueo.

Ingredientes: Peróxido de hidrógeno.

7.- Recuperación de baños.

8.- Contaminantes: residuo de  $H_2O_2$  y agentes secuestrantes.

9.- Blanqueo por reducciones.

Ingredientes: Hidrosulfito de sodio, blanqueador óptico.

10.- Contaminantes: exceso de hidrosulfito y blanqueador óptico.

11.- Penúltimo y último enjuague.

12.- Tratamiento antiencogible

Ingredientes: cloro, ácido mono persulfúrico.

12'.- Contaminantes: (aguas peligrosas) cloro activo, bisulfito de sodio pH bajo.

13.- Agua de enjuague

14.- Teñido en greña.

15.- Contaminantes: ácido sulfúrico, ácido fórmico, ácido acético, sulfato de sodio, auxiliares tensoactivos, colorante no agotado, iones y cromo.

- 16.- Teñido en hilo (gastos de agua mayores en los enjuagues).
- 17.- Contaminantes: carga contaminante modesta, con los mismos contaminantes del teñido en greña.
- 18.- Teñido en piezas (necesita mucha agua).
- 19.- Contaminantes: agentes tensoactivos.
- 20.- Acabado.
- 21.- Contaminantes: suavisantes, impermeabilizantes, antipliegues.
- 22.- Aguas de enfriamiento.
- 23.- Cisterna de igualación de aguas fuertemente contaminadas.
- 24.- Cisterna de igualación de aguas poco contaminadas.
- 25.- Tanque de coagulación y sedimentación.
- 25'.- Coagulante (sulfato férrico).
- 26.- Lodos (estos lodos no tienen utilización posterior).
- 27.- Tanque de neutralización.
- 27'.- Potenciómetro.
- 27''.- NaOH
- 27'''.- HCl o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- 28.- Tanque de aereación
- 28'.- Adición de lodos activados.
- 29.- Recirculación de lodos.
- 30.- Eliminación de lodos orgánicos.
- 31.- Efluente final.
- 32.- Reactivador.

- 33.- Alumbre
- 34.- Cal.
- 35.- Cloro.
- 36.- Lodos.
- 37.- Tanque de reposo.
- 38.- Filtros de arena.
- 39.- NaCl
- 40.- Ablandador zeolitas.
- 41.- Tanque de distribución.

- NOTAS:
- a) Blanqueador óptico.- Estos blanqueadores son sustancias cancerígenas, por lo cual debe agregarse sulfato de sodio a los baños que contienen este tipo de blanqueador, en medio reductor ya que de esta forma se mejora mucho o se agota completamente el blanqueador óptico.
  - b) Cuando la planta biológica trabaja exclusivamente con aguas de tintería se le debe agregar cargas nutritivas tales como: urea y fosfato biamónico.
  - c) Cuando la planta biológica trabaja exclusivamente con aguas de tintería se le debe agregar cargas nutritivas tales como: urea y fosfato biamónico.
  - d) Cuando en el agua de descarga no se encuentran sustancias tóxicas se puede efectuar primero la descontaminación biológica y después la química, con el consiguiente ahorro del tanque de neutralización.



## DIAGRAMA NUMERO II

## ALGODON

- 1.- Descruce.  
Ingredientes: NaOH y carbonato de sodio.
- 2.- Contaminantes: baños residuales muy contaminados por álcali, grasas, ceras y sustancias orgánicas solubilizadas por el tratamiento.
- 3.- Blanqueo.  
Ingredientes: hipocloritos o cloritos.
- 4.- Contaminantes: residuo de oxidantes, estabilizador de pH, imbibentes, etc.
- 5.- Mercerizado.  
Ingredientes: hidróxido de sodio.
- 5'.- Contaminantes: sosa cáustica y auxiliares con acción imbibente.
- 6.- Depósito del agua de enjuague.
- 6'.- Aguas de enjuague.
- 6''.- Hidróxido de sodio recirculado.
- 7.- Recuperación de sosa
- 7''.- Sosa recuperada.
- 8.- Tintura (tintura continua) gastos de agua limitados.
- 9.- Aguas poco contaminadas, generalmente enjuagues.
- 10.- Colorantes directos.
- 11.- Contaminantes: colorantes, sal.
- 12.- Tintura al sulfuro.
- 13.- Contaminantes: residuos de colorantes, sulfuro de sodio y sal.

- 14.- Tintura indanthren.
- 15.- Contaminantes: colorantes, hidrosulfito y álcali.
- 16.- Tintura diazo.
- 17.- Residuo de naftol, sal, pigmentos, tensoactivos, enjuagues (estos necesitan de mucha agua).
- 18.- Colorantes reactivos.
- 19.- Sosa y sal.
- 20.- Cisterna de igualación.
- 21.- Coagulante (sulfato férrico).
- 22.- Tanque de coagulación y sedimentación.
- 23.- NaOH
- 24.- Potenciometro.
- 23'.- HCl ó  $H_2SO_4$
- 25.- Tanque de neutralización.
- 26.- Adición de lodos activados.
- 27.- Tanque de aereación.
- 28.- Recirculación de lodos.
- 29.- Eliminación de lodos orgánicos.
- 30.- Eliminación de lodos inorgánicos.
- 31.- Efluente final.

NOTA.- En este caso no trataremos las aguas poco contaminadas ya que se generan relativamente en poca cantidad, esto es debido a la aplicación de tintura en continua, además de que la gran mayoría de las aguas están fuertemen-

te contaminadas, por lo que requieren de un tratamiento cuidadoso por con  
tener compuestos altamente tóxicos para la fauna y la flora acuática.

## DIAGRAMA NUMERO III

## POLIESTER

- 1.- Lavado  
Ingredientes: jabón y detergentes.
- 2.- Teñido a la contínua.
- 3.- Teñido a presión ordinaria, utilizando carriers.
- 4.- Teñido bajo presión (mejor agotamiento de los colorantes).
- 5.- Contaminantes: aceites antiestáticos.
- 6.- Se utiliza poca agua y poco contaminada.
- 7.- Contaminantes: carriers no biodegradables y tóxicos.
- 8.- Reducción en el gasto de agua.
- 9.- Cisterna de igualación de las aguas contaminadas.
- 10.- Cisterna de igualación de aguas poco contaminadas.
- 11.- Válvula.
- 12.- Se sigue el mismo procedimiento utilizado para aguas poco contaminadas descrito anteriormente.
- 13.- Mezclado de aguas contaminadas y poco contaminadas.
- 14.- Se sigue el mismo procedimiento descrito anteriormente para aguas contaminadas.

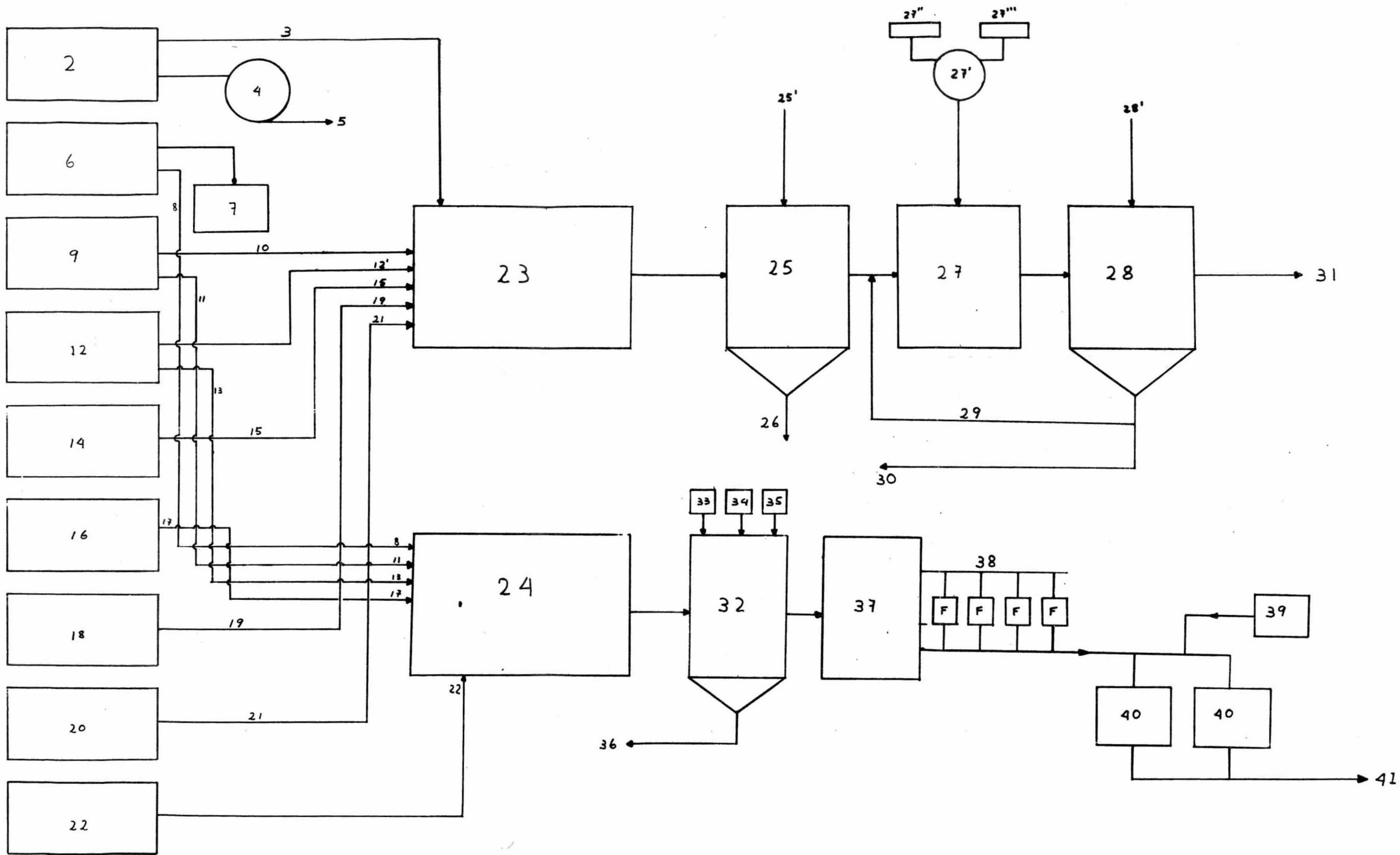
NOTA: Debido a que el agua poco contaminada se produce en una cantidad reducida, el tratamiento y reutilización de estas, se recomienda solamente en el caso de que exista escases de agua.

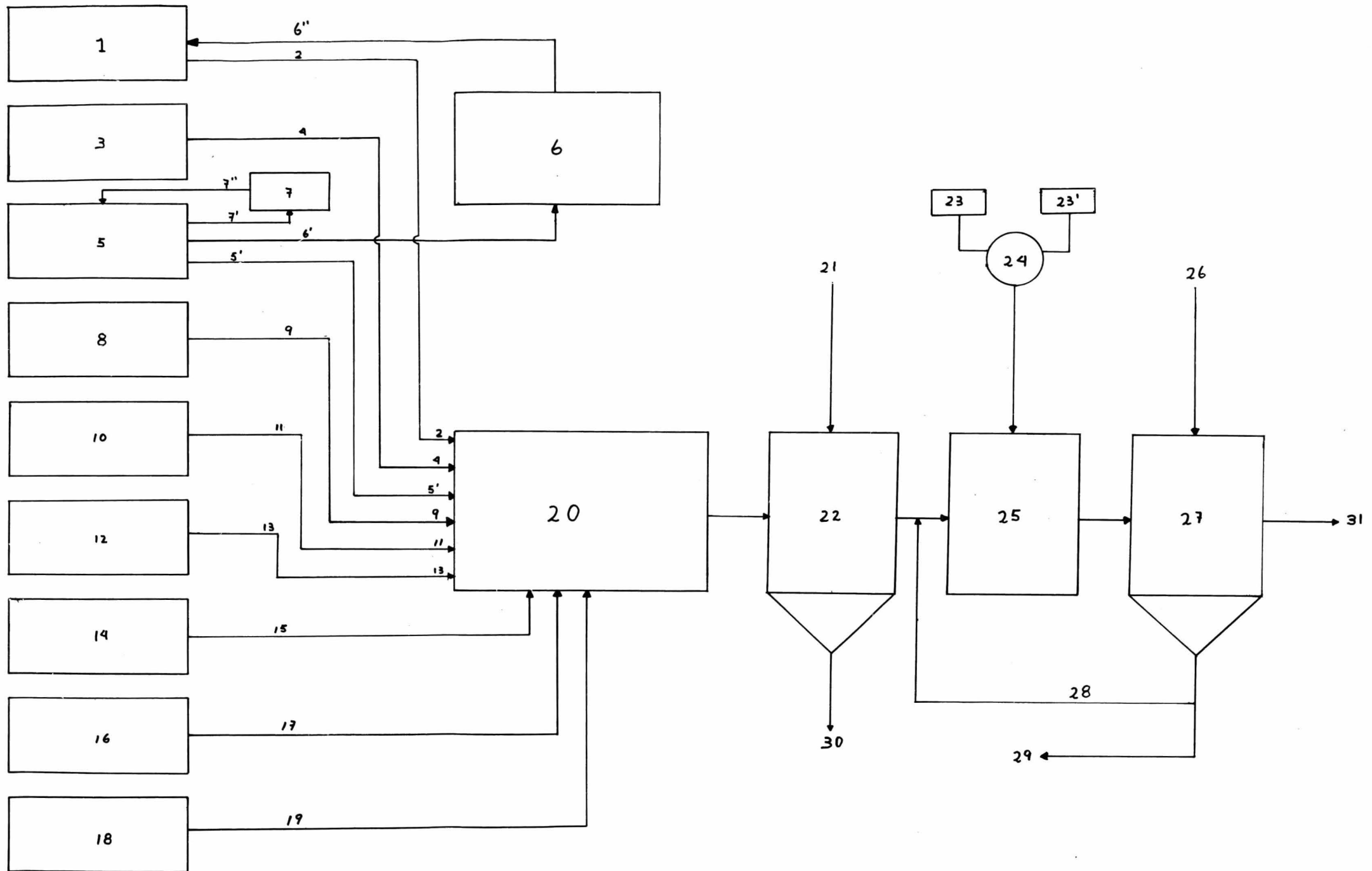
## DIAGRAMA NUMERO IV

## ACRILICAS

- 1.- Lavado.  
Ingredientes: jabón y detergente.
- 2.- Blanqueo  
Ingredientes: Clorito de sodio.
- 3.- Blanqueo.  
Ingredientes: Blanqueador óptico.
- 4.- Teñido  
Ingredientes: Colorantes catiónicos.
- 5.- Contaminantes: retardantes, suavizantes; gasto de agua elevado.
- 6.- Residuo de clorito de sodio.
- 7.- Residuo de blanqueador óptico.
- 8.- Contaminantes: residuos de colorante catiónico, que limita la descontaminación por vía biológica.
- 9.- Cisterna de igualación.
- 10.- Se sigue el mismo proceso de descontaminación como el efectuado en los casos anteriores excepto la descontaminación biológica.

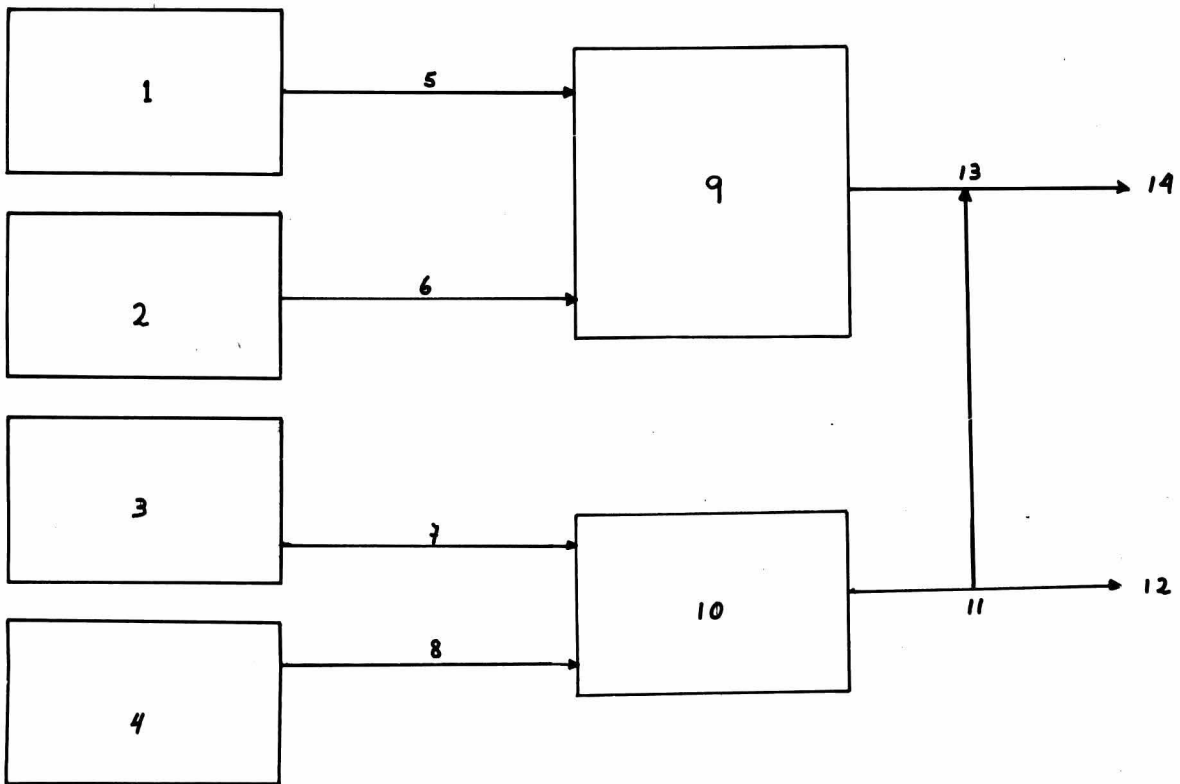
NOTA: No se recomienda la reutilización del agua de enjuague debido a la presencia de retardantes y suavizantes en cantidades variables, los cuales pueden causar problemas en otros procesos.





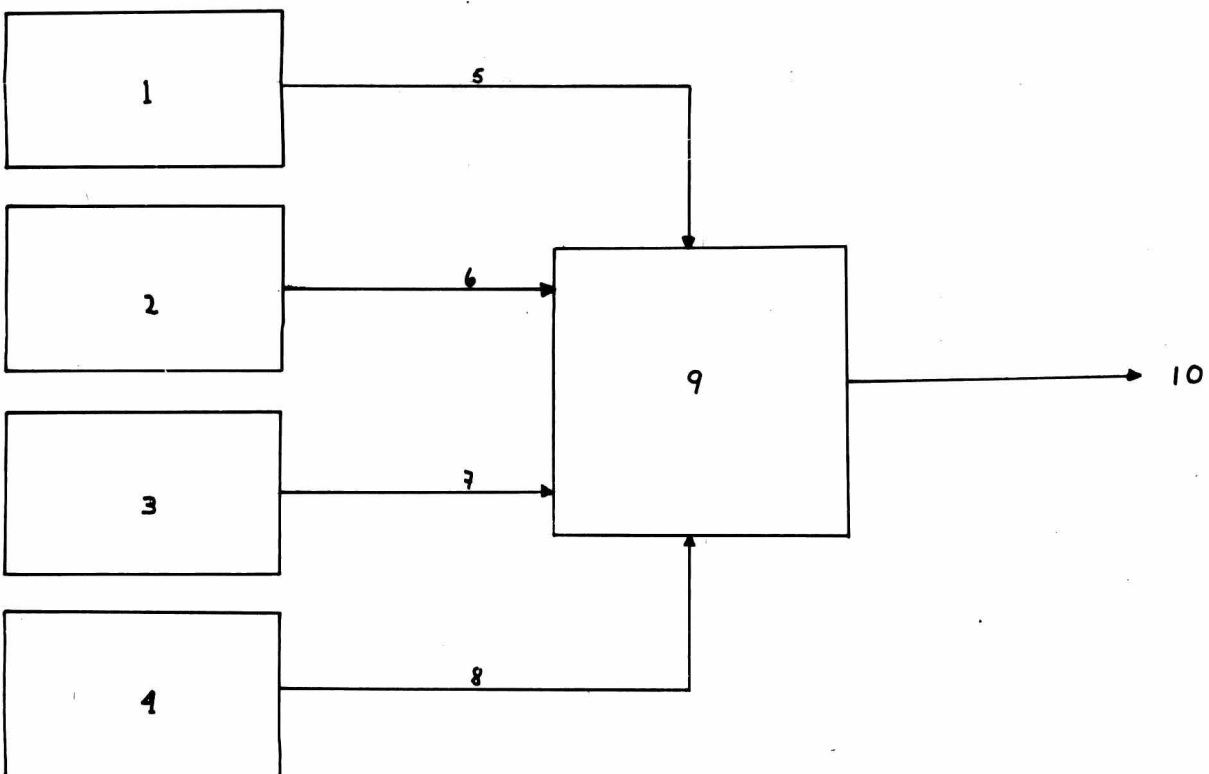
III

---



IV

---





## CAPITULO 8.- CONTAMINACION DEL AIRE.

El procesamiento de las fibras de algodón consiste fundamentalmente - de dos pases: tejido y acabado.

El tejido agrupa la mayor parte de los procesos secos en donde:

- 1.- Los desechos y la materia extraña se remueven manual ó mecánicamente de las fibras.
- 2.- Las fibras son agrupadas, alineadas, estiradas y enrolladas.
- 3.- El hilo se hace pasar a través de una solución de almidón y después se seca hasta que tiene la tersura y resistencia requeridas - para resistir la abrasión y la fricción que se genera en la operación de tejido.
- 4.- La fibra se fortalece y se convierte en tela.

Los problemas de contaminación que resultan de este procesamiento -- son preponderantemente de polvo, el cual se genera en las operaciones mecánicas realizadas a gran velocidad.

Los colectores de polvo de tipo al vacío son muy adecuados para mantener el área de trabajo libre de polvo.

La pelusa finamente dividida está presente en el aire en gran cantidad en la vecindad de varias operaciones asociadas con el hilado y tejido de la tela. - Las fábricas más modernas tienen túneles de aire construidos bajo el piso de modo - que se efectúe un flujo de aire hacia abajo alrededor de las máquinas las cuales producen los volúmenes más grandes de desechos en forma de pelusa.

La pelusa y el polvo son recojidos por el sistema de vacío. Un sistema automático de vacío que limpia frecuentemente los sistemas es muy usado en conjunto con el sistema colocado bajo el piso. El polvo y la pelusa suspendidos son conducidos por el aire en movimiento a través de ductos hacia un filtro colocado en un punto central para así ser removidos.

Los filtros automáticos de tipo seco se usan con bastante frecuencia. Estos filtros tienen forma de ventana, y el papel el cual es su medio filtrante se mueve a una velocidad regulada dependiendo de la contaminación del aire. Cuando la caída de presión excede el punto de calibración el motor moverá el medio filtrante para colocar un papel nuevo, el cual reducirá la caída de presión.

Un filtro típico consta de una sección de superficie filtrante de aproximadamente cuatro pies de ancho por quince pies de alto, y está construido de acero galvanizado y provisto de una mampara flexible también de acero inoxidable para soportar el rollo de papel filtro; una ó dos secciones se pueden usar, dependiendo del volúmen de aire que se maneje.

Se recomienda una velocidad de aire de trescientos a seiscientos pies por minuto para que se realice un filtrado aceptable. Alrededor de cinco a ocho libras de desecho por cien libras de algodón procesadas se pueden recuperar por medio del sistema al vacío. Este algodón recuperado es vendible pero a un precio más bajo.

La contaminación atmosférica que se produce en el procesamiento de la lana se realiza en el proceso de carbonizado; el cual es necesario para remover residuos de materia vegetal de impurezas de la lana, para lo cual se usa un tratamiento y remoción mecánica del polvo.

La tela se impregna con ácido sulfúrico al 4-6% para luego ser secada a 212-220°F, durante el secado el agua se evapora y el ácido se vuelve más concentrado, quemando toda la materia orgánica presente. La tela se pasa a través de unos rodillos donde la materia quemada se muele y entonces se transporta a una máquina para despolvarla. Después de esto la tela se sumerge en agua y se pasa a través de un baño de carbonato de sodio al 2.5% para la neutralización del ácido, se lava nuevamente y se seca.

Este proceso genera partículas de carbón muy finas las cuales aparecen como smog, así como humos y olores, estos humos probablemente incluyen óxidos de azufre residual así como productos orgánicos en descomposición, los cuales son generalmente muy corrosivos.

Debido a la corrosión se usa el acero inoxidable y el plástico en los sistemas de recolección los cuales generalmente dejan escapar los humos a la atmósfera.

En el futuro una remoción más eficiente del carbón (smog) puede ser requerida, así como una reducción de los óxidos de azufre o en su defecto se deberán utilizar otros carbonizantes químicos.

La severidad del problema de contaminación dependerá de la localización, topografía así como de las condiciones meteorológicas.

Los olores que emanan de las operaciones de teñido y acabado están usualmente confinados a la vecindad inmediata de la planta y normalmente no causan quejas, sin embargo los olores de ácido acético, formaldehído, ácidos, colorantes y otros compuestos orgánicos pueden existir en concentraciones más altas que las tolera

das y requieren de control.

La tolerancia al olor del ácido acético y formaldehído en el aire como ejemplos son de 1 p.p.m.

El campo para el control del olor es complicado debido a los siguientes factores:

- 1.- Los olores pueden variar ampliamente.
- 2.- La naturaleza del olor puede variar con la dilución.
- 3.- La percepción del olor cambia con la humedad y temperatura.
- 4.- El umbral del olor varía de individuo a individuo.
- 5.- En el presente no existe ningún otro instrumento que el olfato humano capaz de medir los olores.
- 6.- El sentido del olfato se fatiga con una prolongada exposición al olor.

Si debido a las condiciones topográficas y metereológicas existe un problema de olor, los métodos de control incluyen el enmascaramiento con otros productos químicos, combustión (catalítica o térmica) estregado ó limpiado con agua u otros líquidos (con ó sin aditivos químicos) y adsorción con carbón activado u otros materiales.

## CONCLUSIONES

- I.- Por lo visto en los capítulos anteriores, el principal problema de contaminación está en las aguas residuales producidas en los distintos procesos de manufactura de las fibras y telas.
  
- II.- Las características principales de las descargas de aguas residuales son las siguientes:
  - a).- Alto contenido de materia orgánica.
  - b).- Toxicidad debida a la presencia de fungicidas, cromatos, cloro, peróxido de hidrógeno, fenoles, cobre, etc.
  - c).- Deficiencia de nutrientes (fósforo y nitrógeno) para un tratamiento biológico.
  - d).- pH inadecuado.
  - e).- Sobre cargas instantáneas.
  - f).- Alto contenido de detergentes sintéticos.
  - g).- Presencia de fibras flotantes, finamente divididas las cuales presentan diversos problemas, como taponamiento de tubos filtros, etc.
  - h).- Presencia de colorantes de difícil remoción.
  
- III.- La carga contaminante proveniente de una planta textil puede ser reducida - mediante la aplicación de un buen programa de fabricación.
  
- IV.- Mediante el conocimiento de las descargas específicas y por medio de pruebas de tratabilidad realizadas a nivel de planta piloto, se podrá recomendar el -

sistema de tratamiento más adecuado de acuerdo con la eficiencia y economía que se pretenda.

- V.- Siendo la industria textil una de las que en gran proporción contaminan el agua, tiene necesidad de conocer procedimientos analíticos para definir la contaminación, causa que la origina y diseñar sistemas que la reduzcan.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Rene Dubois  
Una Sola Tierra.  
Fondo de Cultura Económica.
- 2.- Donella H. Meadows  
Dennis L. Meadows  
Jorgen Randers  
William W. Behrens 111  
Los Limites del Crecimiento  
Fondo de Cultura Económica.
- 3.- E. Kornreich  
Introduction to Fibres and Fabrics their Manufacture and Properties  
Publishing Company Inc.
- 4.- Norma Hollen  
Jane Saddler  
Textiles  
The Macmillan Company
- 5.- Herbert F. Lund  
Industrial Pollution Control Hanbook  
McGraw-Hill Book Company
- 6.- Nelson L. Nemerow  
Liquid Waste of Industry  
Theories, Practices and Treatment  
Addison-Wesley Publishing Company
- 7.- The Cost Clean Water  
Industrial Waste Profile No. 4 Vol. III  
Textile Wil, Products.  
F W P C A 1967
- 8.- Industrial Wastewater Control  
Fred Gurnham
- 9.- Industrial Water Pollution Control  
Mc Graw-Hill Book Company  
W. Wesley Eckenfelder, Jr.

- 10.- Operation of Waste Water  
Treatment Plant  
D.M. Pierce  
Ap. Troempe Vice-Chairman
- 11.- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater  
American Public Health Association.
- 12.- Normas Oficiales de Muestreo y Análisis de Laboratorio para  
Aguas Residuales.  
Publicado por la Secretaría de Recursos Hidráulicos.