

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y MANUFACTURERA



**“ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA TEXTIL
ALGODONERA”.**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE :

INGENIERO QUÍMICO

**POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACION DE
CONOCIMIENTOS**

PRESENTADO POR :

MARIA LUZ CACERES CHUMPITAZ

LIMA - PERU

2002

A mis padres Doris y César por su apoyo incondicional y permanente.

A mis hermanos César, Alberto y Antonio por alentarme en todo momento.

A mis hijos queridos Jesús y Andrés por brindarme su sonrisa cada instante de mi vida.

A mi esposo César.

A todos mis familiares por creer en mi.

*A mis profesores y amigos Eugenia, Marina, Renan,
Arquímedes , Emerson , por su apoyo incondicional
durante mi desarrollo Profesional.*

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTE
DE LA INDUSTRIA TEXTIL ALGODONERA.**

INDICE

	Página
INTRODUCCIÓN.	9
CAPITULO I.	10
DESCRIPCION DEL PROCESO.	10
1.1. Etapas del Proceso en la Tejeduria.	12
1.1.1. El Urdido.	12
1.1.2. Engomado.	12
1.1.3. Teñido de urdimbres.	12
1.1.4. El engomado.	12
1.1.5. La tejeduria.	13
1.1.6. El Gaseado o chamuscado.	13
1.1.7. El Desengomado o desencolado.	13
1.1.8. Descrudado.	14
1.1.9. El Mercerizado.	15
1.1.10. El Blanqueo.	15
1.1.11. La Tintura.	16
1.1.12. El Secado.	16
1.1.13. Estampado.	19
1.1.13.1. Estampado por rodillos (E, Rouleau).	19
1.1.13.2. Estampado a la lionesa o en la malla.	19
1.1.14. Los Acabados.	19
1.2. Materia Prima e insumos empleados.	22
1.2.1. Productos químicos básicos.	22
1.2.2. Surfactantes.	22
1.2.3. Colorantes y blanqueadores ópticos.	23
1.2.4. Agentes de teñido.	23

1.2.5.	Agentes de impresión.	23
1.2.6.	Agentes de pretratamiento.	23
1.3.	Reconocimiento e identificación de la materia prima.	23
1.3.1.	El algodón	23
1.3.2.	Productos químicos utilizados en la etapa de descolado o desengomado.	24
1.3.2.1.	Productos empleados para la eliminación de los almidones.	25
1.3.2.2.	Productos empleados en la eliminación de las gomas acrílicas.	25
1.3.2.3.	Productos empleados en la eliminación de alcoholes polyvinílicos.	26
1.3.3.	Productos químicos utilizados en la etapa de descrude.	26
1.3.4.	Productos químicos utilizados en la etapa de blanqueo.	27
1.3.5.	Productos químicos utilizados durante la etapa de mercerizado.	27
1.3.6.	Productos químicos utilizados durante la etapa de teñido.	27
a)	Los colorantes directos sustantivos.	27
b)	Los colorantes tina.	28
c)	Los colorantes al sulfuro.	28
d)	Colorantes en base naftol.	28
e)	Colorantes reactivos.	28
1.3.7.	Productos químicos utilizados durante la etapa de suavizado.	29
CAPITULO II.	.....	30
LEGISLACION AMBIENTAL	.....	30
2.1.	Aspectos Generales.	30
2.2.	Normas de Control Ambiental para los efluentes líquidos en el Perú	30
CAPITULO III.	.....	33
CARACTERIZACIÓN DE LOS EFLUENTES TEXTILES.	.....	33
3.1	Características de los efluentes por etapas.	35

3.1.1.	Teñido de hilado.	35
3.1.2.	Engomado.	35
3.1.3.	Desengomado y lavado.	35
3.1.4.	Descrude.	35
3.1.5.	Mercerizado.	36
3.1.6.	Blanqueo.	36
3.1.7.	Teñido del algodón.	37
3.1.8.	Estampado.	40
3.1.9.	Acabados.	40
3.1.10.	Niveles de polución que generan los productos y agentes químicos utilizados en la Industria Textil.	40
3.2.	Caracterización global de los efluentes textiles.	42
CAPITULO IV.	.....	44
TRATAMIENTO DE EFLUENTES.	.....	44
4.1. Alternativas de tratamientos.	.....	44
4.1.1.	Tratamiento Físico Químico.	45
4.1.1.1.	Etapas del Tratamiento Físico Químico.	45
a.	Rejas.	45
b.	Equalización.	45
c.	Enfriamiento.	49
d.	Neutralización.	49
e.	Floculación y Sedimentación.	51
4.1.2.	Tratamiento Biológico.	51
4.1.2.1.	Aspectos Generales.	51
4.1.2.2.	Etapas del Tratamiento Biológico.	52
4.1.2.3.	Tipos de Tratamiento Biológico.	52
4.1.2.3.1.	Lodos Activados.	54
4.1.2.3.2.	Lagunas aireadas.	55

CAPITULO V.	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	56
BIBLIOGRAFÍA.	59

APENDICES

INTRODUCCIÓN

En el mundo , se consume una variedad de fibras textiles, de las cuales el 50% son fibras naturales, y de estas el 43 a 44 % son las de algodón.

En el Perú, la Industria textil está comprendida dentro del sector de la Industria Manufacturera, y es considerada de gran importancia por la calidad de la materia prima que utiliza y que le permite ingresar exitosamente al mercado nacional y al mercado extranjero. En los últimos años el crecimiento del sector textil algodónero , en lo que respecta a exportaciones, ha sido muy relevante , constituyéndose como un sector muy importante como fuente de trabajo.

Las Tecnologías que se aplican en la Industria Textil generan un impacto negativo importante sobre el medio ambiente, principalmente sobre cuerpos de agua, debido al alto consumo de agua en sus procesos y a los numerosos insumos químicos que se utilizan. Del total de agua que consume una planta textil, el 80% es agua para los procesos y que luego de finalizados son descargados al sistema de alcantarillado ó a cuerpos de agua directamente ó con tratamiento.

El presente Informe tiene como objetivo dar a conocer las etapas del proceso textil del algodón (procesos húmedos), los tipos de sustancias que se utilizan como insumos de este proceso, las características del agua residual que se genera y los tratamientos de los efluentes líquidos que se aplican comúnmente

CAPITULO I

DESCRIPCION DEL PROCESO

La transformación de las fibras del Algodón en artículos textiles comprende las siguientes etapas (*Ver figura 1.1*).

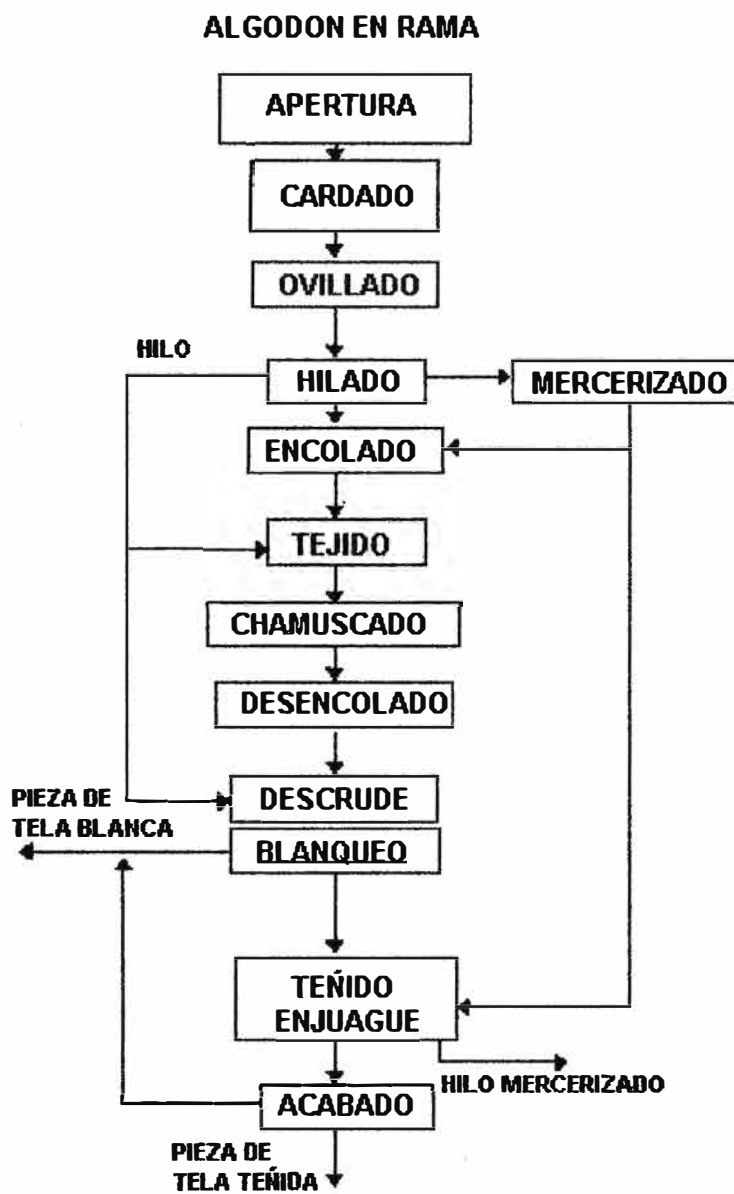
- 1) Fibras de algodón con diferentes características.
- 2) La hilatura en sus diferentes variantes.
- 3) La tejeduría en sus diferentes variantes.
- 4) Los acabados textiles :
 - a) Gaseado
 - b) Desencolado
 - c) Descrudado
 - d) Mercerizado: Opcional
 - e) Blanqueo: Opcional
 - f) Tintura
 - g) Estampado, etc.
- 5) Las Confecciones : ahora se tiñen o estampan sobre prendas.

Las tres primeras etapas son esencialmente operaciones en seco, sin mayor intervención ó uso del agua, con la excepción del encolado de las urdimbres, en el caso de tejidos planos.

En la etapa de los acabados se utiliza fundamentalmente el agua: como agua de proceso, y por lo tanto con diferentes niveles de polución, por cuanto el agua es utilizada como solvente de colorantes, y todos los agentes ó auxiliares químicos utilizados.

Figura 1.1

Proceso de la industria algodonera



1.1. Etapas del Proceso en la tejeduría.

1.1.1. El Urdido.

Los hilos básicamente en bobinas cruzadas pasan a la forma de plegadores de urdimbre que tienen la forma de carretes gigantes, para luego ser encolados ó engomados a fin de mejorarles la resistencia a la rotura por tensión, y también a la abrasión.

Las urdimbres son los hilos del tejido plano que van dispuestos a todo lo largo del tejido, y son cientos, y miles de hilos de urdimbre.

1.1.2. Engomado.

Por regla general, los hilos de urdimbre son encolados en crudo, sin teñir, pero también es frecuente engomar hilos de urdimbre previamente teñido en distintas formas, y con distintos colorantes.

1.1.3. Teñido de Urdimbre.

Se tiñe casi siempre en la forma de plegadores de urdimbre ó carretes gigantes, en autoclaves verticales u horizontales especiales, en baño acuoso de tintura, a diferentes temperaturas, que dependen del tipo de colorante a utilizar, otras veces se tiñen directamente en la misma máquina engomadora.

Dependiendo del tipo de tintura ó de los colorantes a utilizar, así como de los agentes químicos, esta etapa es un punto que produce contaminación ó polución del agua que se utiliza.

1.1.4. El Engomado.

Los hilos de Urdimbre son encolados al pasar por un baño acuoso que contiene el agente encolante, y los auxiliares de dicho encolado. Los agentes encolantes son muy variables, pero casi siempre es el almidón puro o en diferentes grados de transformación, como dextrinas, etc.

Y se puede utilizar como encolante, el almidón solo ó en mezclas diferentes con otros agentes encolantes no almidones, como son ciertos polímeros solubles como el CMC (carboximetilcelulosa), alcohol polyvinílico, poliacrilatos, etc.

El engomado es también un punto de generación de contaminación del agua utilizada pero de segundo o tercer orden.

1.1.5. La tejeduría

Los hilos de Urdimbre, y los de trama se entrelazan según un diseño especial, para transformarse en tela. Es una operación en seco. No hay contaminación del agua.

1.1.6. El Gaseado o chamuscado.

Para eliminar todas las fibras sueltas que están en la superficie del tejido, y que dan mal aspecto a la superficie del tejido, se elimina por combustión ó quemado de tales fibras ó pelusa, esto se logra al pasar la tela por una llama ó fuego, en máquinas especiales con un estricto control para no quemar el tejido mismo. El cual es luego recibido en un baño de agua fría, para enfriar la tela ya gaseada.

1.1.7. El Desengomado o desencolado .

Una vez que se ha obtenido el tejido, se hace necesario eliminar completamente el agente encolante, y todos los agentes acompañantes del mismo, para facilitar los procesos posteriores del tejido, como son: el descruce, blanqueo, tintura. A este proceso se denomina el desencolado, y consiste en eliminar el encolante mediante un proceso de solubilización del mismo en baño acuoso, y por lo general es el almidón, que es insoluble en el agua, el que necesita un agente desencolante específico, y un proceso de desencolado en particular. Todos los otros encolantes a base de polímeros no almidones son solubles en el agua, y el desencolado en este caso se reduce a un intenso lavado del tejido en baño acuoso que contiene un jabón ó detergente, y temperatura apropiada.. Pero cuando el encolante es a base del almidón, entonces surgen distintos métodos de desencolado.

Existen así varios procedimientos de desencolado como son:

- a) Desencolado en medio ácido
- b) Desencolado en medio alcalino
- c) Desencolado en agentes oxidantes.
- d) Desencolado enzimático, etc.

El procedimiento de descolado más utilizado a la fecha es el enzimático, y como se sabe las enzimas son catalizadores biológicos o biocatalizadores que pueden incrementar la velocidad de las reacciones bioquímicas hasta factores que van desde 10^6 a 10^{12} veces, y se trata de enzimas catalizadoras específicas para desdoblar sustratos diferentes. Una enzima es por lo general una molécula grande de proteína compleja, formada por cerca de 200 a 250 aminoácidos. Las enzimas son producidas por microorganismos como las bacterias, hongos, levaduras ó fermentos, algas, protozoarios, y virus, y las enzimas específicas para el algodón son de origen bacteriano: α amilasa y las β amilasa y también α amilasas de origen fungicidas. Cada tipo de enzima necesita de condiciones especiales del medio acuoso para actuar como efectivos catalizadores, es decir, condiciones de pH, temperatura, tiempo, agentes promotores, etc.

El descolado enzimático para eliminar el almidón, requiere por lo tanto el uso de las α y β amilasas en cantidades, y en condiciones específicas del baño acuoso descolante, para luego terminar el proceso con un enérgico lavado del textil para eliminar todo tipo de residuo del encolante que se utilizó, entendiéndose que el descolado enzimático es únicamente para el caso que el encolante sea a base de almidones.

1.1.8. El descrudado.

Es un proceso especial para la eliminación de todas las impurezas que acompañan a la fibra del algodón desde la planta misma: como son las péctinas, grasas, ceras, sustancias ó desperdicios vegetales, como hojas secas, tallos, etc.

Y también sustancias minerales diferentes, todo lo cual significa un 8 a 9 % sobre el peso total de la fibras, y se elimina mediante la acción de un baño alcalino (a base de NaOH) con un agente tensoactivo ó detergente especial, y a ebullición prolongada durante un tiempo apropiado, mejor en procesos por encima de los 100 grados centígrados. Se trata de eliminar tales impurezas mediante procesos de hidrólisis ó solubilización de tales impurezas, que incluye la saponificación de las grasas, etc.

Quedando de esta manera el textil después del descrudado libre de todas esas impurezas, y unicamente conteniendo los pigmentos coloreados, y característicos que le dan el color cremoso típico del algodón crudo, el cual se eliminará con el proceso de blanqueo químico.

1.1.9. El mercerizado.

No todos los textiles de algodón se mercerizan, pero en el caso de textiles especiales se mercerizan en hilos, tejidos planos, tejido de punto, etc.

Este es un proceso de hinchamiento de las fibras del algodón de tipo irreversible, que se traduce en artículos textiles con brillo, lustre, mayor hidrofiliidad, mayor reactividad, mayor resistencia mecánica a la rotura, por tensión, a la abrasión, etc. Se trata de un proceso de ennoblecimiento del textil para mejorarle todas sus características ó propiedades de uso. El mercerizado se efectúa tradicionalmente tratando el textil en los baños o lejías mercerizantes que consisten en soluciones acuosas de NaOH (que es el agente hinchante) a concentraciones elevadas de 31 a 35 °Be o 24 a 28 %, a temperaturas del orden de los 15-18—20° C, por tiempos cortos de 35 –50 a 60 segundos, aplicando tensión al textil para que aparezca el brillo, para luego lavar el textil ya mercerizado, hasta pH neutro ó adecuado para el posterior blanqueo, en baño alcalino ó ácido según el agente blanqueante.

1.1.10. El Blanqueo.

Permite eliminar las sustancias o pigmentos coloreados caraterísticos del algodón, y se trata de pigmentos relacionados con aquellos que dan el color a la flor del algodón como la flavina, que dan el color característico cremoso al textil, y por ello el blanqueo permite llegar a un color blanco normal del tejido de algodón , es decir el blanco de la celulosa pura.

Hay muchos tipos de agentes de blanqueo para el algodón, en el pasado se utilizaron los agentes reductores de blanqueo, pero esto está discontinuado, y unicamente se utilizan los agentes oxidantes de blanqueo como son:

- a) Los hipocloritos alcalinos como el de sodio.
- b) Los peróxidos como el peróxido de hidrógeno en especial.
- c) El clorito de sodio.

Los dos primeros se utilizan en procesos de baño acuoso alcalino con un grado del pH muy controlado, y específico, pero en el caso del clorito de sodio, este trabaja en medio ácido, pH: 5.5 aproximadamente.

El que más se utiliza a la fecha, y a nivel mundial es el blanqueo con peróxido de hidrógeno, en baños alcalinos, y a temperaturas diferentes, como a 60- 80 C, a 100° C, ó también > 100° C, ó a presión, y también se adapta este agente blanqueante a procesos continuos ó por partidas ó lotes según las necesidades (*Ver Figura 1.2*).

1.1.11. La Tintura

La tintura de los textiles de algodón solos ó en mezclas con otras fibras, se lleva a cabo en una amplia variedad de procedimientos que dependen del tipo de textil del que se trate, es decir como fibra suelta, hilos, tejidos, prendas de vestir, etc. Y también en procedimientos por lotes ó por partidas a la continua para el caso de tejido preferentemente.

Se trata de procesos, y procedimientos muy variados, según el tipo de colorante a utilizar, con lo cual varía también los agentes químicos, y auxiliares de tintura a utilizar. Habiendo además los procedimientos de tintura a temperatura por debajo de 100° C ó en proceso de tintura HT (alta temperatura) (*Ver figura 1.3*).

1.1.12. El Secado

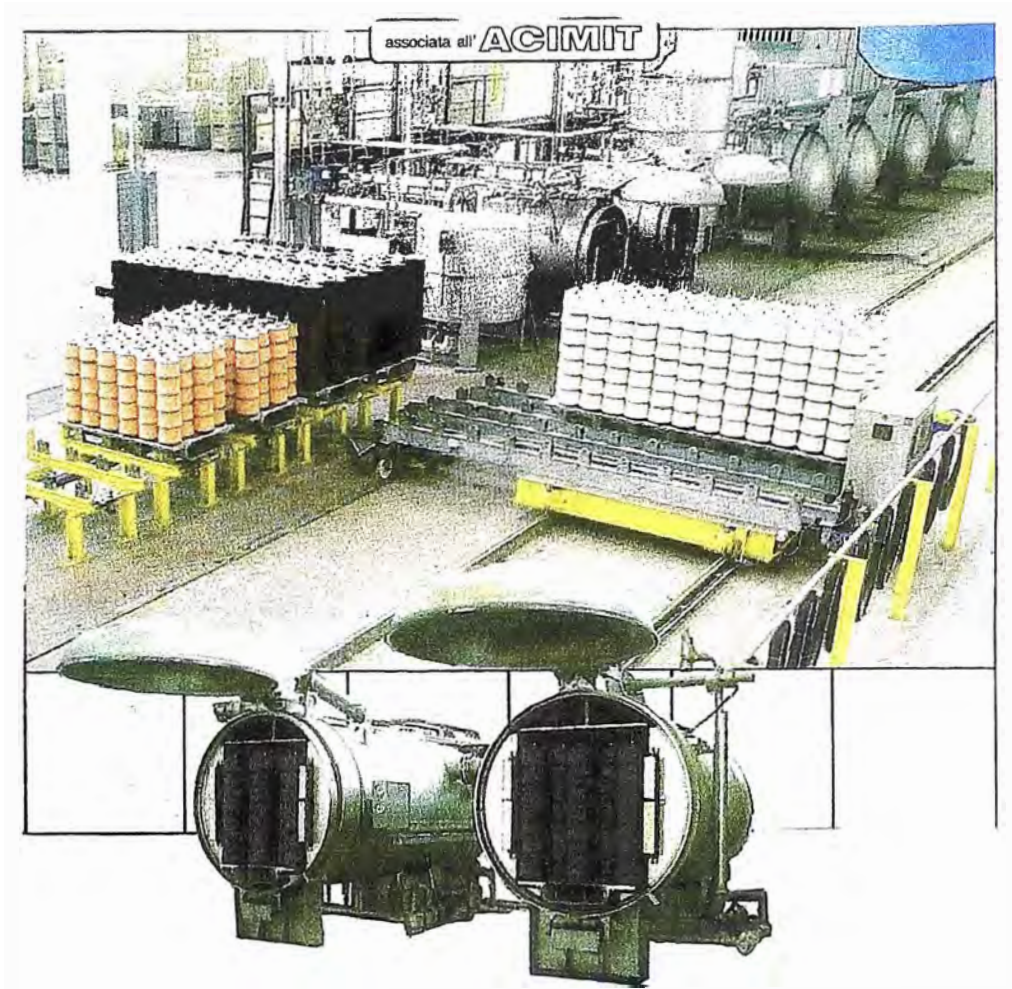
Esta es una operación básica en todo proceso textil, que se lleva a cabo mediante diferentes tipos de uso de transmisión de calor, es decir que hay equipos de secado que operan bajo los principios de transmisión de calor por conducción (contacto), por convección (aire caliente), y por radiación (secadores RF), que utilizan la radio frecuencia como agente de secado. Además hay secadores del tipo híbrido que utilizan simultáneamente la radio frecuencia, y por convección (aire caliente). Los secadores se construyen de acuerdo al criterio previamente mencionado, y también

Figura 1.2.
Tren de Blanqueo de Tejidos.



treno de lavado y blanqueo de tejidos

Figura 1.3.
Máquina de Tintura de Hilados en Bobinas.



según el estado del material textil a secar: fibras, hilos, tejidos, prendas de vestir, etc.

1.1.13. Estampado.

Aplicación local del colorante que resulta en diseños por composición de la forma, y el color. En contraposición al teñido, en el estampado se usan soluciones o dispersiones espesadas, de esta manera, se evita que la partícula de colorante migre, reteniéndose el color en la superficie de estampación. De acuerdo con el diseño se usan pastas de algodón, dextrina ó goma, se realiza principalmente por dos procedimientos:

1.1.13.1. Estampado por rodillos (E. Rouleau).

Método de trabajo continuo que mediante rodillos gravados en hueco transmite por contacto la pasta de estampación al tejido de acuerdo al diseño.

1.1.13.2. Estampado a la lionesa o en la malla.

Difiere del método por rodillos en que la pasta de impresión es transferida al textil a través de las aberturas en las mallas especialmente diseñadas. El proceso puede ser manual, semiautomático ó completamente automático. El estampado puede ser en cuadros, planos ó rotativo, mientras que el manual, y el semiautomático son procesados en cuadros planos unicamente. Después de estampar, y secar, el género debe someterse a un proceso de fijación de colorante, y del tipo de fibra. La relación de baño promedio es de 1 : 8, el baño circula por medio de una bomba, variando el sentido de la circulación del baño.

1.1.14. Los Acabados

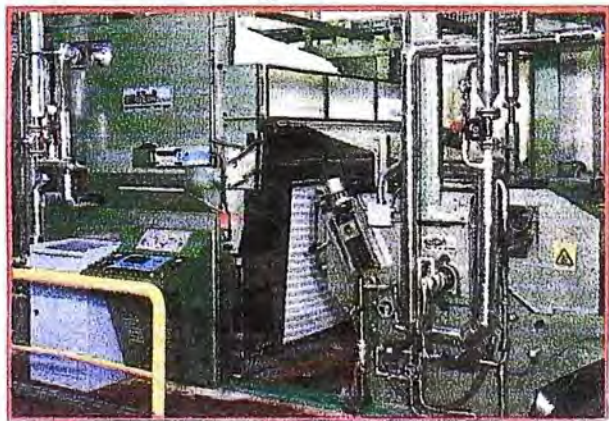
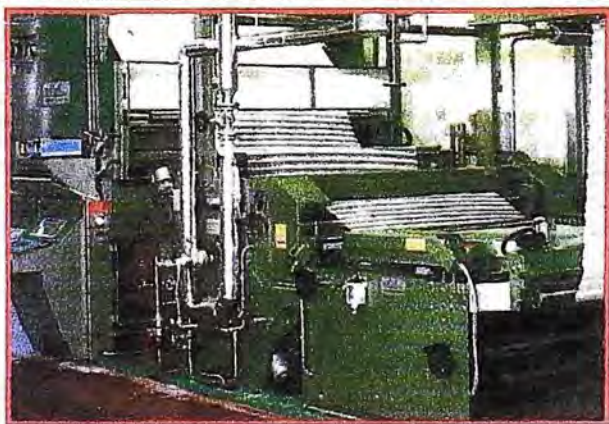
La etapa de los acabados implica también una gran variedad de procedimientos tecnológicos, y uso de agentes químicos específico, según el tipo de acabado que se quiera impartir al textil. Generalmente, un acabado textil está encaminado a mejorar ó a impartir determinado tipo de comportamiento que debe tener el textil frente a los diferentes agentes de uso: Así, hay acabados para mejorar la recuperación a las arrugas de los textiles, para estabilizarlos dimensionalmente (inencogible), indeformables,

fácil planchado, fácil lavado, inflamabilidad, con retardantes a la llama, antimoho, etc.

Todos los cuales implican el uso de agentes químicos (monómero) formadores de resina interna en la fibra, para convertirlos en acabados durables, lavables y de buen efecto.

Así como también el uso de catalizadores ácidos ó alcalinos, agentes tensoactivos como suavizantes, también el uso de agentes siliconados en todas sus variantes, etc. (*Ver Figura 1.4*).

Figura 1.4.
Máquina de Acabado.
Sanforizadora



1.2. Materia Prima e insumos empleados.

En general, la industria textil utiliza una gran variedad de fibras, trataremos específicamente el algodón, y la gran variedad de insumos químicos que suelen aplicársele durante todos los procesos húmedos a que es sometido hasta convertirse en tela teñida. El algodón puede contener inicialmente residuos químicos como pesticidas, y preservantes.

Cuadro N° 1.1
Productos químicos, y auxiliares empleados

Acidos/álcalis	Detergentes/jabones/auxiliares*
Blanqueadores, y auxiliares	Acabados*
Suavizantes	Colorantes a la tina*
Colorantes al azufre*	Colorantes naftol*
Colorantes básicos*	Colorantes directos*
Colorantes reactivos*	Colorantes dispersos*
Aceleradores de Colorantes*	Ácidos metalizados
Colorantes pigmentos*	Aceites lubricantes
Auxiliares de Colorantes *	

Fuente: EPS (1982).

*** Pueden contener sustancias tóxicas.**

Los productos químicos pueden ser divididos en los siguientes subgrupos:

1.2.1. Productos químicos básicos.

Alcalis, sales, hipoclorito, peróxido, agentes óxido-reductores, y solventes orgánicos.

1.2.2. Surfactantes.

Agentes tensoactivos catiónicos, aniónicos, y no iónicos.

1.2.3. Colorantes y blanqueadores ópticos.

Que incluyen colorantes reactivos, sulfurosos, directos, dispersos, ácidos, azoicos, y tina, pigmentos, y colorantes básicos.

1.2.4. Agentes de teñido.

Compuestos aromáticos clorados, agentes acomplejantes, agentes de pretratamiento de teñido (incluyendo productos de condensación de ácidos aromáticos sulfónicos), agentes equalizantes, y retardantes (surfactantes para detener el efecto de los colorantes) (*Ver Apéndice 1*).

1.2.5. Agentes de impresión.

Espesadores (derivados de celulosa, y alginatos), agentes de enlace (polímeros).

1.2.6. Agentes de pretratamiento.

Suavizantes, y agentes antiestáticos (surfactantes), agentes retardantes de llama (compuestos bromados, y organofosforados), apresto, repelente de agua, aceite, y suciedad (fluorocarbonos, siliconas, y parafinas), agentes antiarrugas, y antiencogido (polímeros entrelazados con resinas), agentes laminadores (poliuretano, poliéster e isocianatos) (*Ver Apéndice 1*).

Aditivos químicos: almidón enzimas, y agentes acomplejantes.

1.3. Reconocimiento e identificación de la materia prima

1.3.1. El algodón.

El algodón natural está constituido por:

Celulosa	93,5%
Ceras, y Aceites	0,6%
Proteínas, y Pigmentos: %Nx6,25	1,3%
Otras sustancias	1,9%
Cenizas	1,2%
Azucares	0,3%
Pectinas	1,2%
Total	100%

Estos porcentajes varían mucho con los tipos de algodones.

La celulosa es blanca, y absorbente lo que facilita la recepción de colorantes, y productos auxiliares como: suavizantes, y lubricantes.

Las grasas, y ceras son ésteres de alto peso molecular, y alto punto de derretimiento, resultado de la protección nata del algodón, estas deben ser removidas para evitar la natural repulsión por el agua, vehículo transportador de colorantes, y auxiliares hacia el algodón.

Las proteínas, y pigmentos son los rezagos de la alimentación que recibió la fibra durante su crecimiento, y es de color amarillo crema que de no eliminarse influiría en el color final de la prenda.

Los compuestos minerales son sales solubles e insolubles provenientes de la nutrición de la planta que se necesita sacar de la fibra para que no influya con los colorantes, y auxiliares afectando su permanencia (solidez).

Además, los hilos de la urdimbre, y sólo en el caso de telas, han sido reforzados para que puedan soportar mejor las demandas mecánicas del telar con una goma superficial a base de almidón, y otros polímeros orgánicos que van a dificultar la accesibilidad del agua a la fibra.

El algodón puede contener residuos de pesticidas, y preservantes

1.3.2. Productos químicos utilizados en la etapa de desengomado ó desengomado.

Se deberá remover primero lo situado más al exterior; la goma superficial de protección de la urdimbre. Su eliminación se lleva a cabo durante el desengomado.

Para saber como remover, debemos conocer que es lo que está presente.

El siguiente *Cuadro N° 1.2* agrupa a las gomas comúnmente utilizadas en nuestro medio, y su solubilidad en agua.

Cuadro N° 1.2
Productos de Encolado

GOMA	COMENTARIOS
Almidón	Insoluble en H ₂ O
Almidones hidrolisados	Insoluble hasta difícilmente solubles en H ₂ O
Almidones oxidados	Insolubles hasta difícilmente solubles en H ₂ O
Almidones esterificados	Difícil hasta fácilmente solubles en H ₂ O.
Acrílicos	Solubles en H ₂ O
Alcoholes polivinílicos	Difícilmente solubles en H ₂ O
Poliésteres	Insolubles hasta fácilmente solubles en H ₂ O

1.3.2.1. Productos empleados para la eliminación de los almidones.

La familia de los almidones (hidrolisados, oxidados, y esterificados) continua siendo la base de las formulaciones de engomado. Su solubilización enzimática es aún la más difundida; las enzimas están definidas como catalizadores bioquímicos de acción específica: la ruptura del enlace alfa 1,4 glucósico del polímero de almidón.

La digestión del almidón por la enzima está regida por dos reglas de juego.

1. El aumento de la temperatura acelera el proceso hasta la temperatura crítica de cada enzima, a la cual comienza su desactivación (Malta 60°C, Pancreática 50°C, y Bacterial 85°C).
2. pHs altos inactivan, y prolongan el tiempo de reacción; pHs bajos la destruyen (Malta 4.7 , Pancreática 7.2 , y Bacterial 6.5).

1.3.2.2. Productos empleados en la eliminación de las gomas acrílicas.

Los acrílicos: Su solubilidad (pks) es afectada por la temperatura de lavado, y el pH del medio. Se deberá lavar con agua caliente, y en presencia de carbonato de sodio.

1.3.2.3. Productos empleados en la eliminación de alcoholes polivinílicos.

Aumentan su solubilidad en presencia de un oxidante, en función de la temperatura, y del pH de la solución de lavado conforme se puede ver en el *cuadro N° 1.3.*

Cuadro N° 1.3

Formulación para la eliminación de alcohol polivinílico en la etapa de desencolado

Formulación de lavado	Temperatura de lavado	% de PV [OH]_n removido
0.1% Detergente 0.5% NaOH 0.8% H ₂ O ₂	90°	90

1.3.3. Productos químicos utilizados en la etapa de descruce.

Las grasas, y ceras naturales que le confieren al algodón repelencia al agua son eliminadas durante el descruce.

Existen tres maneras básicas de desmontar las grasas, y ceras naturales del algodón:

1. Por saponificación con una alcali.
2. Por solubilización con un solvente.
3. Por emulsificación con un detergente.

Las tres maneras son aplicables independiente ó conjuntamente; su costo determinará la elección.

Las grasas resultan de la combinación entre un ácido orgánico de alto peso molecular (ácidos grasos) con la glicerina: las ceras resultan de la combinación de dos alcoholes orgánicos de alto peso molecular. Al ser tratados con un alcali sobre su temperatura de derretimiento, la

combinación se rompe en productos más simples, y por consiguiente, más fáciles de emulsionar ó inclusive solubilizar en agua. Esta ruptura, hidrólisis para los químicos, ha sido conocida desde mucho tiempo atrás; al extremo que aún se le conoce con el nombre de latín original: saponificación, que significa fabricar jabones.

Los detergentes son productos tensoactivos que poseen en su constitución molecular, una cadena parafínica de carácter lipofílico, y otra con afinidad por el agua, un radical polar hidrofílico.

1.3.4. Productos químicos utilizados en la etapa de blanqueo.

La elección podrá ser efectuada, luego de conocer los siguientes puntos:

1. La lejía es el agente de blanqueo químico más barato que existe.
2. La lejía requiere de un tratamiento anticloro, el agua oxigenada no.
3. El agua oxigenada puede llevar a cabo un blanqueo, y un descrude al mismo tiempo.
4. El agua oxigenada brinda blancos más duraderos porque no existen oportunidades a formarse cloraminas que son de color crema.

1.3.5. Productos químicos utilizados durante la etapa de mercerizado

El mercerizado: con este nombre se conoce a un tratamiento con soda cáustica concentrada (28° Be-300g /litro) descubierto por John Mercer en 1850 , y que produce los siguientes cambios en una fibra de algodón:

1. Un hinchamiento lateral acompañado de un encogimiento longitudinal.
2. Bajo tensión aumenta el lustre.

1.3.6. Productos químicos utilizados durante la etapa de teñido

a) **Los colorantes directos sustantivos:** son sustancias neutras que tienen gran afinidad con el algodón y la celulosa en general. Debido a su alta solubilidad es necesario utilizar sales (cloruros ó sulfatos) para obtener un agotamiento óptimo. El efluente procedente de estas tinturas no es muy contaminante, pero presenta un alto grado de coloración.

- b) **Los colorantes tina:** son insolubles en agua, por ello se utilizan agentes reductores fuertes, tales como el hidrosulfito en remedio alcalino, que los transforman en la correspondiente forma leuco, y en esa forma se absorbe sobre la tela. Luego se efectúan la oxidación sobre la tela, al aire, con perboratos o con H_2O_2 . Posteriormente se debe eliminar el exceso de álcali con lavados en caliente. Cada uno de estos pasos está seguido de un enjuague en caliente. Generalmente estos colorantes provocan efluentes con altos valores DQO.
- c) **Los colorantes al sulfuro:** como su nombre lo indica, contienen compuestos sulfurados en su estructura, y se aplican en la fibra en estado reducido disuelto en sulfuro de sodio para luego oxidarse, los enjuagues son alcalinos, altamente coloreados, y tóxicos, y constituyen uno de los efluentes más contaminantes. Ha surgido una línea de colorantes llamados “sulfuros ecológicos” que utilizan otro tipo de reductores, y requieren una menor cantidad de sulfuro de sodio para su disolución. Existe una tendencia mundial a no usar los colorantes al sulfuro.
- d) **Colorantes en base naftol:** azoicos insolubles. El tejido se impregna primeramente con un agente de desarrollo como el naftol; se exprime, y eventualmente se seca en forma suave, y luego se trata con una base diazotada o su correspondiente sal soluble para que se produzca el desarrollo (o copulación) del color en la fibra. Luego de la copulación se enjuaga jabonando enérgicamente, y a ebullición.
- e) **Colorantes reactivos:** son los únicos colorantes que se unen a la fibra químicamente. Para ello inicialmente se disuelve el colorante, y luego se agota con grandes cantidades de sal para lograr el desplazamiento del colorante hacia la fibra en el menor tiempo posible, evitando la hidrólisis del mismo en el agua que compite con la subida del colorante a la fibra. Inmediatamente se fija en medio alcalino (carbonato, hidróxido o silicato de sodio) entre 50 °C y 80 °C. Los

enjuagues comprenden lavados jabonosos a ebullición y un aclarado final con agua.

1.3.7. Productos químicos utilizados durante la etapa de suavizado.

Durante la etapa del suavizado: las grasas naturales del algodón, que inicialmente le confirieron lubricación, protección, y también la indeseada repelencia al agua son restauradas en este proceso para darle un mejor tacto ó ayudarla a asimilar un ennoblecimiento final, como por ejemplo uno de estabilidad dimensional.

Estas grasas o suavizantes pueden ser de muchos tipos químicos, que por facilidad didáctica los clasificaremos en:

1. No iónicos sin carga eléctrica.
2. Iónicos con carga eléctrica; estos últimos puede a su vez ser subdivididos en:
 - a) Aniónicos cuando poseen una carga negativa que le da bastante solubilidad en agua, y la consecuente facilidad de lavado.
 - b) Catiónicos cuando poseen una carga positiva que les confiere afinidad por la fibra, y por consiguiente, son difíciles de remover con un lavado.

CAPITULO II

LEGISLACIÓN AMBIENTAL

2.1. Aspectos Generales

La legislación actual, y los lineamientos de la Gestión Ambiental establecen que las Empresas tienen la responsabilidad moral, legal, y económica de afrontar el tratamiento de sus aguas residuales, y asimismo deben incluir en sus costos variables los costos operativos del tratamiento.

En cada país, el gobierno establece una política ambiental orientada a reducir los efectos negativos que las unidades productivas causan sobre el medio ambiente, y la salud pública

2.2. Normas de Control Ambiental para los efluentes líquidos en el Perú

Las principales normas ambientales, relacionadas con la descarga de efluentes líquidos industriales, que se han dado en el Perú son

- a. Ley de Aguas (D.L. N° 17752),(*Ver Apéndice 2*).
- b. Reglamento de Desagües Industriales (D.S. N° 28/60 ASPL).
- c. Niveles máximos permisibles de Emisión de efluentes líquidos para las actividades Minero-metalúrgicas (R.M. N° 011-96-EM/VMM).
- d. Niveles máximos permisibles para efluentes líquidos para las actividades de Hidrocarburos (R.M. N° 030- 96-EM/DGAA).
- e. Niveles máximos permisibles de Emisión de efluentes líquidos para las Actividades eléctricas (R.D. 008-97-EM/DGAA)

A la fecha no existe una norma que establezca los límites permisibles para los efluentes de la industria textil. En el caso de que las plantas industriales, que no sean del sector Energía (Minería, Metalurgia e Hidrocarburos), incluyendo las plantas textiles, y que descarguen al sistema de alcantarillado, se aplicarán los límites permisibles de contaminantes establecido por el D.S. N° 28/60 SAPL. Por lo tanto, los efluentes textiles deben descargarse con valores en sus parámetros contaminantes menores a los establecidos en el *cuadro N° 2.1*.

Para las plantas textiles que descargan sus aguas residuales a los cuerpos de agua no es aplicable el D.S. N° 28/60 SAPL, sin embargo para el diseño de las plantas de tratamiento es necesario establecer límites más exigentes, y se tomarán en cuenta los "parámetros" (más no el valor de los parámetros) de la Ley de Aguas.

Es importante notar que los límites establecidos en la Ley de aguas son indicadores de calidad del cuerpo de agua, más no del agua residual al descargar.

CUADRO N° 2.1

LIMITES PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN UN RESIDUO INDUSTRIAL

(Reglamento de Desagüe Industriales, Decreto Supremo N° 28/60 ASPL)

PARAMETRO CONTROLADO	LIMITE PERMISIBLE
Temperatura	35°C
Grasa	0,1 g/l
Punto de ignición de Sustancias inflamables.	90°C
Concentración de sustancias Inflamables	1,0 g/l
pH	$\geq 5,0 \leq 8,5$
DBO	1 000 mg/l
Sólidos suspendidos sedimentables	8,5 ml/L-h
Gasolinas, solventes industriales, alquitranes, material bituminoso, y viscoso.	0,0 mg/l
Aceites volátiles, minerales o insolubles	0,0 mg/l
Cianuros, fenoles, arseniatos.	0,0 mg/l
Metales pesados	0,0 mg/l

CAPITULO III

CARACTERIZACIÓN DE LOS EFLUENTES TEXTILES.

Los efluentes textiles en general se caracterizan por ser coloreados, de temperaturas elevadas, pH básico y DBO alto (originado por las tintas, auxiliares, y productos de acabado),(Ver cuadro N° 3.1). Contienen, numerosas sustancias, tal como se ha mencionado en el capítulo anterior.

Cuadro N° 3.1.
Proceso del algodón - Parámetros de contaminación

	DBO	SS (1)	Grasas	Detergentes	pH	Fenol	Ceras	Sales	Color
Mercerizado		*			*		*		
Desencolado Descrude Blanqueo	*	*	*	*	*				
Tintura Enjuague	*			*	*	*		*	*
Acabado	*			*		*			

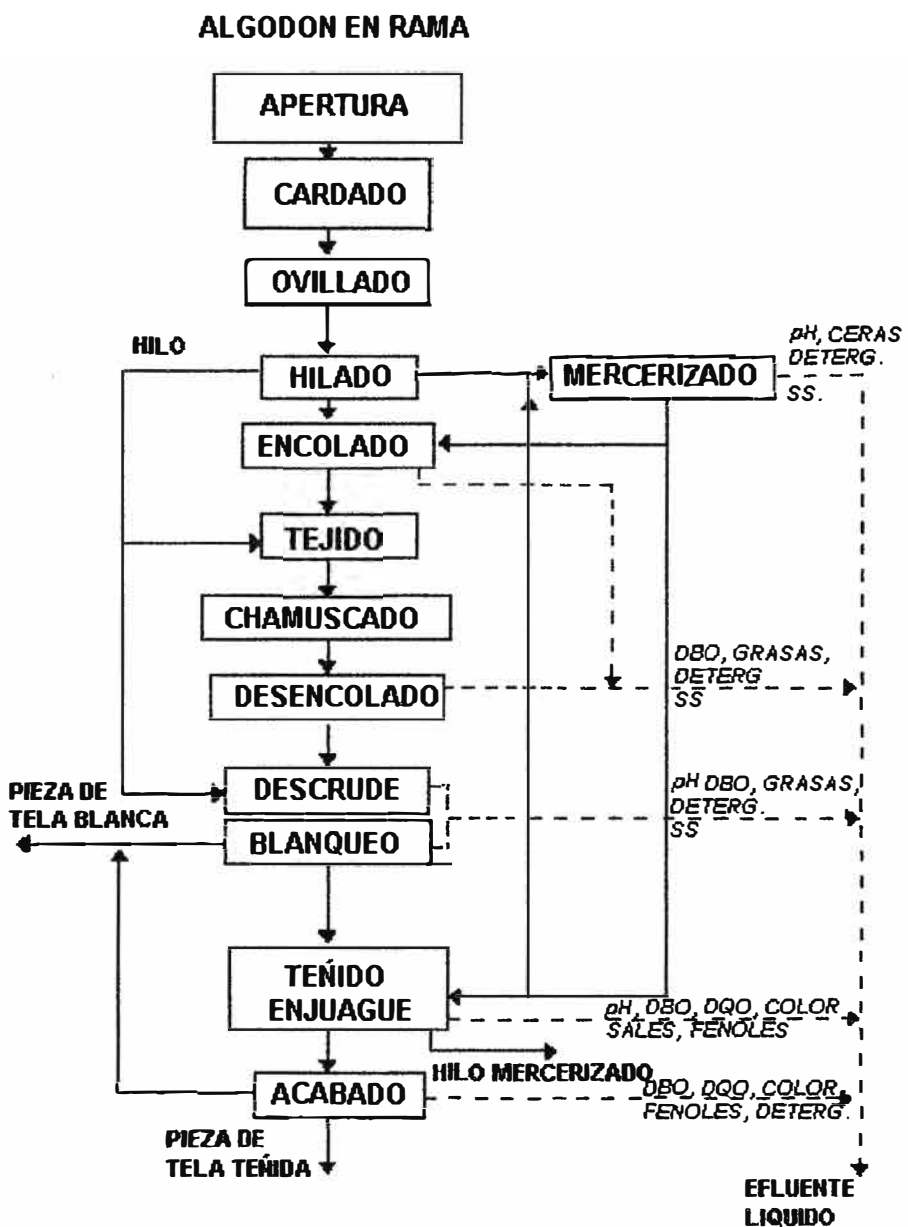
(1) SS: Sólidos sedimentables

Actualizado el 07/Nov/97.

Las etapas en las que se generan mayor volumen de efluentes son: lavado, teñido, y blanqueo. Es importante notar que los efluentes de las etapas de engomado, y desengomado son los que aportan aproximadamente el 50% de DBO total del proceso.

En la (figura 3.1) presentamos el diagrama de bloques del proceso, indicando los puntos de generación de efluentes, y sus parámetros más relevantes.

Figura 3.1
Proceso de la industria algodonera
Caracterización de efluentes – Parámetros más relevantes



3.1. Características de los efluentes por etapas.

3.1.1. Teñido de hilado

Desechos intermitentes de color fuerte que contienen soda cáustica agotada, detergentes, y jabones. La composición de estos efluentes es similar a la del teñido de tejidos que se indicará posteriormente.

3.1.2. Engomado.

Los desechos están constituidos por las aguas de lavado de los paneles donde se preparan las soluciones de los productos, y las descargas de las engomadoras. Sus efluentes son altamente concentrados, tienen DBO elevada a corto plazo, en el caso de los almidones, ó a largo plazo , en el caso de gomas sintéticas.

3.1.3. Desengomado y lavado.

Dependen de la goma usada, y el método de desengomado aplicado, (*Ver cuadro N° 3.2*).

Cuadro N° 3.2

Características de los efluentes de desengomado y lavado

Desencolado enzimático de algodón. Agente encolante: almidón 10%

PARAMETROS	VALORES
DBO	1000-6000 mg/L
Sólidos totales	6000-20000 mg/L
pH	6 - 7 unidades
Cantidad de H ₂ O	5000 l a 20000 L / ton de producto

Fuente: Fernández, G. (1981); Crespi, M. (1995).

Actualizado el 07/Nov/97

3.1.4. Descrude.

Efluentes fuertemente alcalinos.

3.1.5. Mercerizado.

Se producen desechos con alto pH, dicho pH depende del grado de recuperación del hidróxido de sodio (*Ver cuadro N° 3.3*).

Cuadro N° 3.3

Características de los efluentes de mercerizado (algodón)

PARAMETROS	VALORES
DBO	500 - 800 mg/L
Sólidos totales	8000 - 18000 mg/L
pH	11 a 14
Cantidad de agua	7,000l a 10000L/ Ton de producto

Baño conteniendo 2 a 6 % de soda cáustica

Fuente: Fernández, G. (1981); Crespi, M. (1995).

Actualizado el 07/Nov/97

3.1.6. Blanqueo

Generalmente presenta sólidos disueltos, pH básicos, y porcentaje de DBO (*Ver cuadro N° 3.4*).

Cuadro N° 3.4

Características de los efluentes de blanqueo del Algodón

Fibras	PARAMETROS			
	DBO (mg/L)	Sólidos totales (mg/L)	pH	Uso de agua (L/1000 kg del producto)
Algodón	100-1700	800-15,000	8-12	2,500-12,500

Fuente: EPS, (1982)

Actualizado el 07/Nov/97

3.1.7. Teñido del algodón

En el teñido del algodón se utilizan baños que se caracterizan por tener alto contenido de DBO5, sólidos totales, pH altamente alcalino, y gran proporción de agua (*Ver cuadro N° 3.5*).

Cuadro N° 3.5

Características de los efluentes de teñido algodonero

PARAMETROS	VALORES
Color	5 -50
pH	6.9 - 10.7
RTE (mg/L)*	1565 - 10570
DBO (mg/L)	52 – 240
DQO (mg/L)	84- 663
Fenoles (mg/L)	0.03 – 0.056

Fuente: Fernández, G. (1981); Crespi, M. (1995).

RTE *Residuo total por evaporación

Actualizado el 07/Nov/97.

Es importante notar que los colorantes contienen pequeñas cantidades de metales. (*Ver Cuadro N° 3.6*).

Cuadro N° 3.6
Porcentaje del contenido de metales de determinados colorantes (ppm)

Clase de Colorantes						
Metal	Acido	Básico	Directo	Disperso	Reactivo a la fibra	De tina
Arsénico	< 1	< 1	< 1	< 1	1,4	< 1
Cadmio	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Cromo	9	2,5	3,0	3,0	24	83
Cobalto	3,2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Cobre	79	33	35	45	71	110
Plomo	37	6	28	37	52	6
Mercurio	< 1	0,5	0,5	< 1	0,5	-1,0
Zinc	< 13	32	8	3	4	4

Actualizado el 05/May/97.

Los procesos de tintura en baños acuosos , están aún considerados como puntos de contaminación del agua utilizada, en un mayor grado que todos los otros procesos húmedos previamente mencionados. Así tenemos que, según los especialistas que han evaluado el grado y niveles de contaminación del agua, que generan los diversos tipos de tintura del algodón, pueden ser considerados dentro de una escala arbitraria de 1 para el mínimo grado de contaminación, y de 5 para el de máxima contaminación. Los procesos de tintura, y los auxiliares involucrados generan los niveles de polución mostrados en el *Cuadro N° 3.7*.

Cuadro N° 3.7

Niveles de Polución que provocan los procesos de tintura, y los auxiliares involucrados.

FIBRA	CLASE DE COLORANTE	TIPO Y NIVELES DE POLUCIDAD
Algodón	Colorantes Directos	(1) Sales inorgánicas (3) Colorantes no fijados > 5 a 30% (5) Sales de Cobre (5) Agentes catiónicos de fijación.
	Colorantes Reactivos	(1) Sales y Alcalis (3) Colorantes no fijados: 10-40%
	Colorantes Tina	(1) Alcalis y agentes oxidantes (2) Agentes Reductores
	Colorantes Sulfuros	(1) Alcalis y agentes oxidantes (2) Agentes Reductores (3) Colorantes no fijados: 20 a 40%

Sin embargo las nuevas tecnologías textiles de tintura en especial, han revertido grandemente este perfil ecológico de los procesos de tintura tradicionales, utilizando, y diseñando nuevos colorantes, nuevos agentes auxiliares, nuevos métodos de tintura, etc, que han permitido llevar los modernos procedimientos de tintura a niveles tolerables de polución, y en

vías de llegar a constituir procesos limpios desde el punto de vista ecológico.

3.1.8. Estampado.

Desechos de colorantes, y en algunos casos, soda cáustica, y goma.

3.1.9. Acabados.

Todos los acabados de este tipo se aplican al textil por vía húmeda con el concurso del agua , en equipos especiales, y en procesos muchas veces patentados , con tecnología propia que garantizan tanto la efectividad o calidad del acabado como el perfil ecológico del mismo. Sin embargo acá en Perú también los especialistas han evaluado cada tipo de acabado por su impacto que puedan generar tanto al medio acuoso como también al ambiente atmosférico.

3.1.10. Niveles de Polución que generan los productos y agentes químicos utilizados en la industria textil.

Al respecto se muestra el *Cuadro N° 3.8*, donde se observa el grado de polución de los productos químicos, y agentes utilizados en la industria textil. Los especialistas consideran dentro de una escala arbitraria lo siguiente:

- (1) Para el de menor polución.
- (5) Para el de máxima polución

Cuadro N° 3.8.

Niveles de Polución que generan los productos y agentes químicos utilizados en la industria textil.

TIPO DE PRODUCTOS QUIMICOS	DIFICULTAD DE TRATAMIENTO	GRADO DE POLUCION
<ul style="list-style-type: none"> • Alcalis. • Acidos Minerales. • Sales Naturales. • Agentes Oxidantes. 	Relativamente Inocuos Polutantes Inorgánicos	1
<ul style="list-style-type: none"> • Aprestos a base de almidones. • Aceites Vegetales, grasas, ceras. • Surfactantes Biodegradables. • Acidos Orgánicos. • Agentes Reductores. 	Fácilmente Biodegradables.	2
<ul style="list-style-type: none"> • Colorantes y agentes Fluorescentes (blanqueadores ópticos). • Fibras y polímeros. • Impurezas Varias. • Encolantes de poliacrilato. • Polímeros sintéticos para el acabado. • Siliconas. 	Polímeros y Colorantes difícilmente Biodegradables.	3
<ul style="list-style-type: none"> • Grasas de lana. • Aprestos a base de "PVA". • Eteres y Esteres de Almidón. • Aceites Minerales. • Surfactantes resistentes a la Biodegradación. • Suavizantes aniónicos y no Iónicos. 	Difícil de Biodegradarse moderado: "BOD"	4
<ul style="list-style-type: none"> • Formaldehido y metales pesados. • Reactantes clorados y "carriers". • Retardantes y suavizantes Catiónicos. • Biocidas. • Agentes Secuestrantes. • Sales de metales pesados. 	Inapropiadas para la Biodegradación	5

3.2. Caracterización global de los efluentes Textiles.

En la Industria Textil mayormente los efluentes líquidos de cada etapa se descargan a canaletas, y luego se recolectan en una sola línea .

Este efluente resultante es de un volumen, y grado de contaminación que es función de la tecnología instalada, y del volumen de producción.

Un informe del CEPIS del año 1997 presentó índices globales relacionados con el volumen, y parámetros contaminantes más relevantes de estos efluentes (*Ver Cuadro N° 3.9*).

Cuadro N° 3.9

Caracterización Global de los Efluentes Textiles

ITEM	VALOR Kg/ tonelada de producto
Agua Residual	317 m ³
DBO5	15.5
S.Suspensión	70
STD	205
PH	8-11
*Temperatura	Variable (máximo 40° C)

Como se observa en este Cuadro, el volumen total de agua residual que se genera en la Industria Textil es alto, comparativamente con otros sectores industriales.

En el siguiente *cuadro N° 3.10*, se presenta la caracterización de una planta textil de Lima realizada en el año 2000.

Cuadro N° 3.10**Caracterización de los Efluentes de una Planta Textil de la ciudad de Lima**

Parámetro	Valor
Temperatura, °C	37,6
PH	9,6
Sólidos Suspendidos, mg/L	560
Sólidos Sedimentables, mL/L-h	215
Aceites y grasas, mg/L	10
DBO5, mg/L	330

En el siguiente *Cuadro N° 3.11*, presentamos otro caso de caracterización en muestras tomadas en la poza de homogenización de una planta que produce 10 TM de tejidos de algodón por día, en 1997.

Cuadro N° 3.11**Caracterización de los Efluentes de una Planta de tejidos de algodón.****Producción diaria : 10 toneladas**

Parámetro	Primer Día	Segundo Día
Temperatura, °C	31	33
PH	9,8	10,0
STD, mg/L	5900	6000
Sólidos Suspendidos, mg/L	1900	2000
Sólidos Sedimentables, mL/L-h	120	40
Aceites y grasas, mg/L	67	47
DBO5, mg/L	195	200
DQO, mg/L	2200	1910

La variación de la magnitud de los parámetros indicados está en función del plan de producción diario .En toda planta, cada día se programan una serie de lotes de teñido de variados colores, y por ende los baños presentan composiciones distintas, y condiciones de pH, y temperatura también distintas.

CAPITULO IV

TRATAMIENTO DE EFLUENTES

Cuando ya no es posible utilizar las técnicas de minimización de residuos en origen, se recurre a los tratamientos al final de la línea productiva.

4.1. Alternativas de Tratamientos.

Los sistemas de tratamiento de efluentes permiten disminuir el nivel de contaminantes fuera del proceso, y antes de descargar los líquidos al sistema municipal de alcantarillado ó a algún curso de agua.

El tipo de sistema a utilizar dependerá del caudal, y de los siguientes criterios de selección :

- a) Costos de inversión.
- b) Facilidad de operación.
- c) Costos de operación, y mantenimiento.
- d) Eficiencia de remoción.
- e) Espacio disponible
- f) Requerimiento de mano de obra
- g) Cumplir con los límites exigidos por la normatividad.

Actualmente, las alternativas comunes para el tratamiento de las Aguas Residuales Textiles, son de dos tipos:

- Tratamiento Físico Químico
- Tratamiento Biológico

4.1.1. Tratamiento Físico Químico.

4.1.1.1. Etapas del tratamiento Físico Químico.

En la *Figura 4.1.* se presenta las etapas de un típico tratamiento Físico Químico de los efluentes de una planta textil de tejidos de algodón.

En el *cuadro N° 4.1.* se resumen los objetivos de cada etapa, y a continuación se describen con mayor detalle.

a) Rejas.

En los procesos de tratamiento de agua residual, las rejas se utilizan para proteger bombas , válvulas, conducciones, y otros elementos contra los posibles daños, y obturaciones provocados por la presencia de trapos, y de objetos de gran tamaño.

La función que desempeñan las rejas se conoce con el nombre de desbaste, y el material separado en esta operación recibe el nombre de basuras ó residuos de desbaste. Las rejas pueden ser de limpieza manual ó automática (*Ver Figura 4.2*).

También se puede hacer uso de Tamices luego de una etapa de rejas gruesas. Sin embargo no es frecuente por colmatarse rápidamente.

b) Equalización.

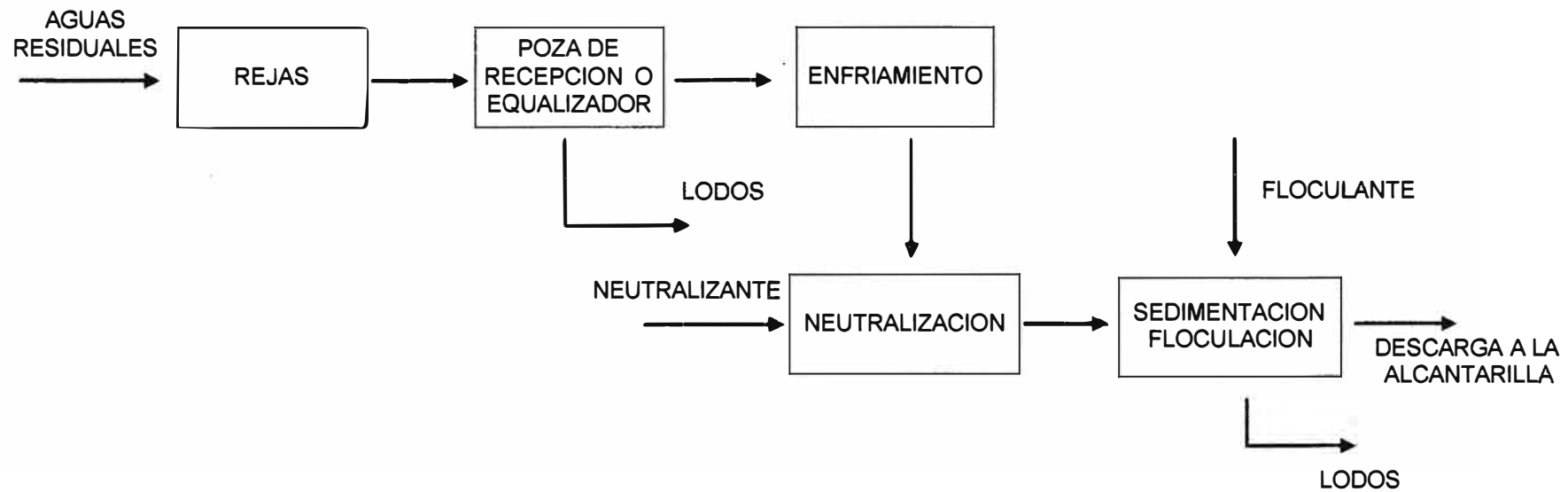
La Equalización, algunas veces denominada homogenización, consiste, simplemente en amortiguar las fuertes variaciones de caudal del proceso textil, con el objeto de conseguir un caudal constante ó casi constante.

Las principales ventajas que produce la homogenización de los caudales son las siguientes

- (1) Mejora del tratamiento posterior ya que eliminan ó reducen las cargas del choque, se diluyen las sustancias, y se consigue estabilizar el pH, y reducir la temperatura.
- (2) Mejora de la calidad del efluente, y el rendimiento de los tanques de sedimentación al trabajar con cargas de sólidos constantes.
- (3) En el tratamiento químico, el amortiguamiento de las cargas aplicadas mejora el control de la dosificación de los reactivos, y la fiabilidad del proceso.

FIGURA N° 4.1.
ALTERNATIVA N° 1

**TRATAMIENTO FISICO QUIMICO DE AGUAS RESIDUALES EN LA
INDUSTRIA TEXTIL ALGODONERA**



CUADRO N° 4.1

**SECUENCIA DE ETAPAS EN EL TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO DE
LAS AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA TEXTIL PERUANA**

ETAPA	OBJETIVO	EQUIPOS
REJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de los sólidos suspendidos 	
HOMOGENIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Mezclar los baños y los enjuagues para diluirlos y homogenizarlos. • Reducir parcialmente la temperatura de la mezcla. 	TANQUES o POZAS
ENFRIAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la temperatura a un valor menor que 35°C. 	INTERCAMBIADOR DE CALOR o POZAS
NEUTRALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir el pH a menos de 8,5. 	TANQUE o POZA + DOSIFICADOR DE NEUTRALIZANTE + MEDIDOR Y CONTROLADOR DEL pH
SEDIMENTACION	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de sólidos suspendidos (los sol. Sed. menor que 8,5 ml/L-h) 	TANQUE o POZA

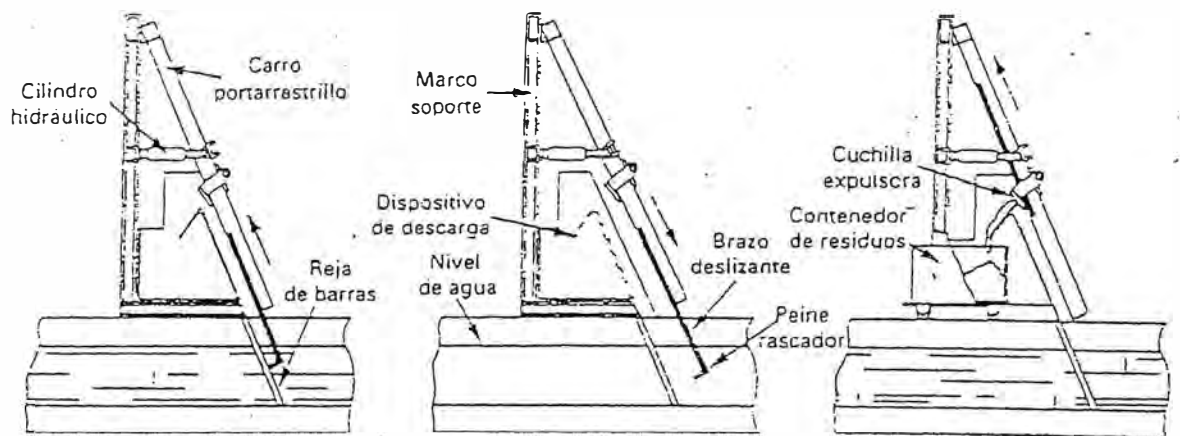


Figura 4.2.

Vista de Rejas autolimpiantes empleadas en el tratamiento de aguas residuales

(4) A parte de la mejora de la mayoría de las operaciones, y procesos de tratamiento, la homogenización del caudal es una opción alternativa para incrementar el rendimiento de las plantas de tratamiento que se encuentran sobrecargadas.

El Equalizador es un tanque, generalmente de concreto armado, cuya capacidad es función de los caudales de descarga de la planta.

c) Enfriamiento.

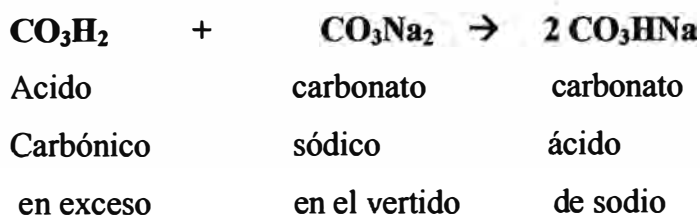
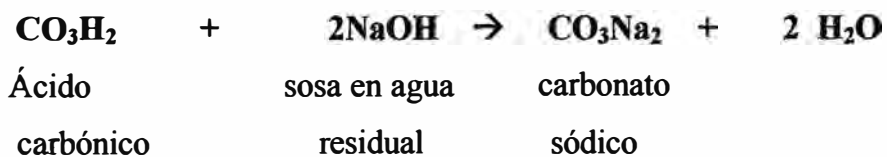
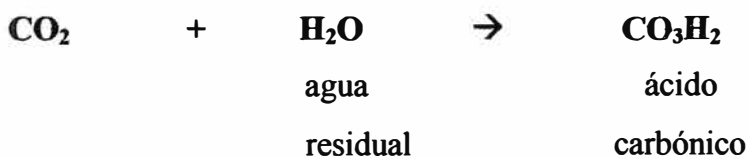
Se utilizan torres de enfriamiento de bandejas ó las convencionales, usando aire como medio de enfriamiento.

d) Neutralización.

Los efluentes textiles son alcalinos, y no deben descargarse sin tratamiento.

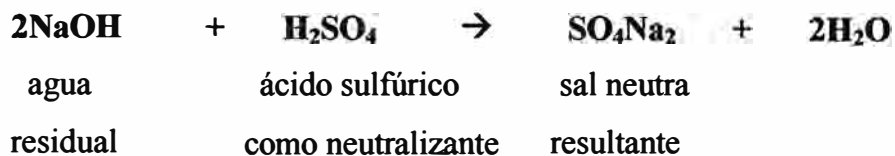
Para neutralizar estos, se utilizan las sustancias siguientes:

(1). Tratamiento con CO₂.

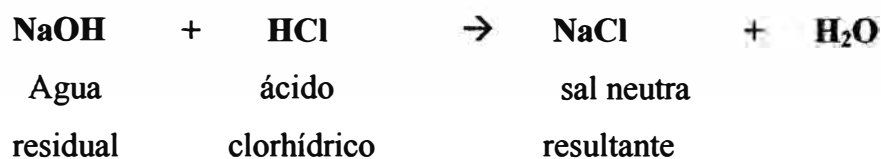


(2) Tratamiento con ácido sulfúrico.

La reacción de neutralización procede según:

**(3) Tratamiento con ácido clorhídrico**

La reacción de neutralización procede según :

**(4) Otros productos Comerciales**

El SUDFLOCK es una solución ácida de sulfato de aluminio de pH 1-2 que se utiliza como agente neutralizante, y que adicionalmente por las propiedades coagulantes del sulfato de aluminio permite reducir el contenido de sólidos (*Ver información Técnica en el Apéndice 3*).

En el caso de la Industria Textil algodónera , el uso del SUDFLOCK es una opción ventajosa respecto a los otros ácidos comerciales típicos, como son el ácido clorhídrico, y el ácido sulfúrico, por los siguientes motivos:

- Mejor manejo.
 - Menor corrosividad.
 - Mínimo desprendimiento de vapores.
- Mejor control de la neutralización.
 - Se facilita la homogenización.
 - Se producen menos picos en la medición del pH del agua residual tratada.

* No es un producto controlado.

No requiere autorizaciones especiales.

e) Floculación y Sedimentación

La Sedimentación, y Floculación permiten reducir la DBO5, la DQO, los sólidos suspendidos, y ligeramente reducen el color en efluentes textiles.

El tratamiento consiste primero en agregar al efluentes agentes coagulantes –floculantes, tales como sulfato de aluminio, cloruro ó sulfato férrico, ayudados con polielectrolitos, en determinadas condiciones de agitación, y pH.

De esta forma se consigue que, la materia en suspensión, y coloides presentes en el efluente , se agrupen o formen "flocs" , de mayor volumen y peso, que en la siguiente etapa de sedimentación, se separan, arrastrando consigo parte del color, y materia orgánica por adsorción.

Un tratamiento Físico Químico bien diseñado, y operado adecuadamente puede permitir lograr una reducción del 60% de la DBO5, 90% de los sólidos suspendidos, y 50 % de los sólidos disueltos, pero posiblemente tenga costos operativos altos debido al consumo de productos químicos. Se produce una cantidad considerable de lodos que luego debe espesarse y deshidratarse para su disposición final.

4.1.2 Tratamiento Biológico.

4.1.2.1. Aspectos generales.

Las descargas textiles deben ser examinadas cuidadosamente, ya que existe una amplia gama de elementos químicos que pueden afectar la eficiencia de operación de las plantas de tratamiento biológico, y su funcionamiento, inclusive si están presentes en bajas concentraciones.

Las plantas de tratamiento biológico requieren de flujos homogéneos, tanto en volumen como en composición, requiriéndose el uso de tanques de igualación. Los compuestos químicos que provoquen efectos adversos

deberán ser controlados, y los que no puedan degradarse completamente, se deben mantener en niveles que no afecten el cuerpo receptor.

Algunos compuestos químicos son tolerados por las bacterias encargadas de realizar el proceso aeróbico, en cambio las encargadas de oxidar el amoníaco a nitritos y nitratos se inhiben, y otras pueden reducir su eficiencia.

Los surfactantes generalmente ocasionan fallas en los digestores, y modifican la absorción del oxígeno del aire, afectando económicamente al tratamiento. En sistemas de aereación por difusión esto representa una reducción de 20 % en la eficiencia de transferencia de oxígeno. Otros problemas fácilmente evidenciables son la formación de espumas en la planta, y la presencia de grasas, que dificultan el mantenimiento.

4.1.2.2. Etapas del Tratamiento Biológico.

En la *figura 4.2.* se presenta las etapas de un típico tratamiento Biológico de los efluentes de una planta textil de tejidos de algodón.

Aquí el tratamiento requiere de 7 etapas que son

- a) Rejas.
- b) Equalización.
- c) Enfriamiento.
- d) Neutralización.
- e) Tratamiento Biológico.
- f) Sedimentación.
- g) Tratamiento de Lodos.

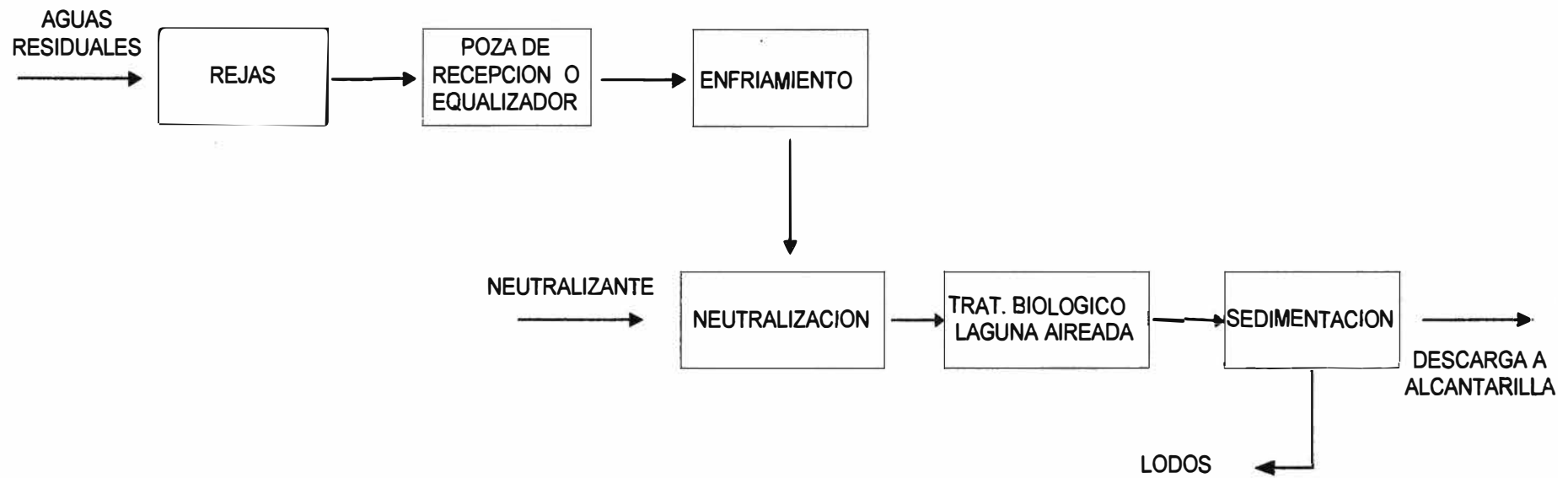
Las primeras cuatro etapas indicadas anteriormente son iguales a las descritas en el tratamiento físico químico , por lo tanto sólo explicaré el tratamiento biológico que se aplica a los efluentes textiles.

4.1.2.3. Tipos de tratamiento Biológico.

Como se indicó anteriormente, es necesario hacer un examen minucioso de la calidad del agua residual textil antes de iniciar un proyecto de Tratamiento Biológico, considerando las numerosas sustancias que están presentes. En algunos casos, para hacer viable el proceso biológico se

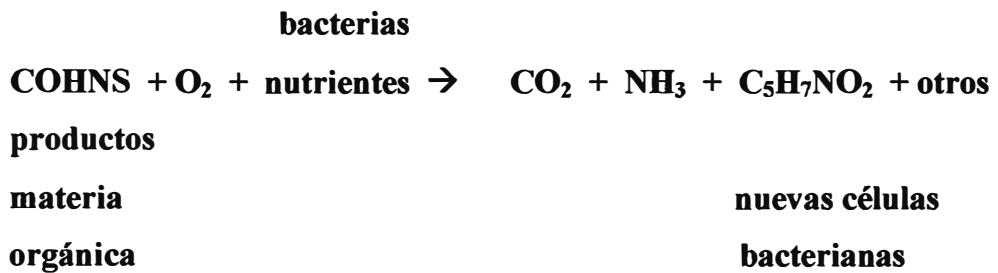
FIGURA N° 4.2.
ALTERNATIVA N° 2

PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO

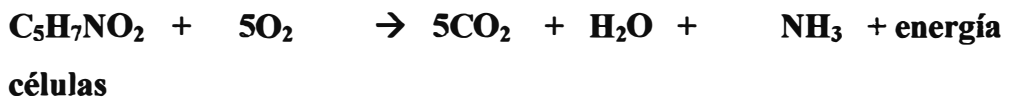


mezcla, el agua residual textil con el agua residual doméstica de la planta, que aportará nutrientes (P,N), y materia orgánica suficiente para un desarrollo satisfactorio de los microorganismos.

Durante el proceso aeróbico ocurren las siguientes reacciones:



Respiración Endógena



El ambiente aeróbico en el reactor se consigue mediante el uso de difusores o aireadores mecánicos. Al cabo de un periodo determinado la mezcla de las células (nuevas con las viejas) se conduce hasta un tanque de sedimentación para su separación del agua residual tratada. Una parte de las células sedimentadas se recircula para mantener en el reactor la concentración de células deseada, la otra parte se purga del sistema.

De los tipos de tratamiento existentes, los más usados son los procesos biológicos aeróbicos siguientes:

- (1) Lodos activados
- (2) Lagunas aireadas

4.1.2.3.1.Lodos activados

En este proceso se mezcla el agua residual con una suspensión de microorganismos ó lodo activado. Esta mezcla es aireada un cierto tiempo

mediante aire comprimido ó por aireadores de turbina en una cámara de aireación. Luego, es transferida a un decantador secundario donde sedimentan los lodos, parte de los cuales recirculan a la cámara, y el líquido ó efluente tratado sale del sedimentador por rebose

Para cámaras con aereación prolongada (1 a 5 días de tiempo de retención), se remueve el 95 % de DBO5, y en el caso de aereación convencional (tiempo de retención de 6 a 12 horas) se logra remover hasta el 90 % de DBO5.

4.1.2.3.2.Lagunas aireadas

El uso de lagunas es una alternativa que debe ser estudiada cuando la planta dispone de un gran área. La laguna con aireación mecánica es la de mayor factibilidad de aplicación ya que se requiere menor área comparativamente con la laguna natural. En este caso el tiempo de retención suele ser de 3 a 18 días, y la disminución de la DBO5 es del 50% al 90% .

Los tratamientos físico químicos y Biológicos convencionales no logran reducir el color, y determinadas sustancias que no hacen viable el reuso del agua, de ahí que los nuevos tratamientos están orientados a lograr reducir determinados parámetros con lo cual se logra darle un nuevo uso al agua tratada ó retornarla a una de las etapas del proceso.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Realizado el estudio del proceso, los productos químicos involucrados, y las características de los efluentes, se concluye que cada etapa genera un grado de polución diferente, que los parámetros analizados alcanzan valores por encima del límite permitido según el reglamento de desagüe industrial, Decreto Supremo N° 28/60 ASPL.

Por lo tanto, los efluentes de las plantas textiles producen un efecto negativo sobre el medio ambiente y la salud pública.

2. Dado que la mayoría de las empresas textiles de Lima, evacuan sus aguas residuales al alcantarillado, es necesario realizar primeramente un Plan de Minimización de Residuos.

Dicho plan debe ser considerado como una estrategia gerencial, con el objeto de reducir el volumen de agua utilizado, y la carga contaminante que lleva.

Este plan debe comprender tres actividades en la minimización del Residuos, según Bast Stone, Smith & Wilson. Son:

- Reducción en la fuente
- Reciclaje o reuso, y
- Tratamiento

3. Un plan de Minimización debe comprender:

1. Optimización del proceso productivo.
2. Sustitución de los insumos altamente tóxicos por otros menos tóxicos.
3. Dosificación apropiada de insumos.
4. Recuperación de insumos, y caudales.

5. Reducción de pérdidas por accidentes, y derrames
 6. Mejoramiento en los procedimientos de limpieza.
 7. Uso de fuentes alternas de abastecimiento de agua.
 8. Tratamiento, y disposición de residuos.
 9. Realización de programas de auditoria interna.
4. Es importante recalcar que durante el proceso el consumo de agua es alto en las etapas de teñido y acabado, luego es recomendable un cambio en la tecnología, esto implica la adquisición de equipos que trabajen con bajas relaciones de baño, y utilizar nuevos agentes auxiliares, además de nuevos colorantes ya existentes en el mercado.
5. La etapa de desencolado, genera gran cantidad de residuo, este residuo, el almidón es biodegradable, por lo tanto cuando llega al cuerpo de agua éste es Biodegradado por los microorganismos aeróbicos (consumen oxígeno) presentes en el medio acuoso, y esto ocurre en un lapso de 24 horas, tal demanda de oxígeno puede causar un déficit de este elemento en el agua, produciendo un serio problema para la flora y la fauna acuática, si es que el oxígeno no es repuesto prontamente en el agua.
- La medida ecológica a tomar en este caso apunta hacia el uso de otros polímeros encolantes, como el CMC, soluble no-almidón.
- Un kilogramo de CMC consume la cuarta parte de su peso en oxígeno y lo requiere en el curso de 30 días aproximadamente, por lo tanto el CMC tiene un mejor perfil ecológico que el almidón.
6. En el presente informe se presentan dos alternativas de tratamiento de efluentes de plantas textiles.
- Estos podrán ser aplicados en el caso que las estrategias de Minimización de residuos no permitan alcanzar los límites permisibles para los parámetros estudiados.
7. En primera instancia presento un diagrama para el Proceso Físico Químico, el cual permite que los parámetros, pH, y temperatura, alcancen valores dentro

del límite permitido, a la vez que puede reducir en un 60% el valor del parámetro DBO_5 , y en un 90% el valor del parámetro sólidos suspendidos .

Sin embargo es importante establecer que los costos son muy altas debido al consumo de productos químicos (neutralizantes, floculantes).

8. En la segunda alternativa se propone un tratamiento biológico. Este requiere previamente del tratamiento físico químico, el cual garantizará reducir la cantidad de sustancias químicas que podrían inhibir, ó reducir la eficiencia de los microorganismos que realizan la función de biodegradación de materia Orgánica.
9. Antes de aplicar un tratamiento biológico es necesario realizar pruebas de laboratorio, mediante las cuales los microorganismos deberán ser expuestos al medio (agua residual) para que se aclimaten, y de esta manera, determinar las condiciones apropiadas al momento de aplicar el tratamiento en el dispositivo aeróbico de la planta.

BIBLIOGRAFÍA.

- **BATSTONE, R.; SMITH, J.E. Jr.; WILSON, D.** Eds. 1989. The safe disposal of hazardous wastes; the special needs and problems of developing countries. Washington, D.C. The World Bank. Technical Paper, 93. Volumen 1, capítulo 4.
- **CEPIS (CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE).** 1992. REPINDEX: Evaluación del impacto ambiental, Nø 43/44. Lima, CEPIS.
- **CEPIS (CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE).** 1992. Base de datos: Inventario de residuos industriales. Lima, CEPIS.
- **CRESPI, M.** 1994. Revista de Química Textil, No. 117. Abril-Junio, 1994.
- **CRESPI, M.** 1995. Procesos productivos en la industria textil. Seminario de Gestión Ambiental para la Industria Textil. CIT-INTI, julio de 1995, Buenos Aires, Argentina.
- **FERNANDEZ, G.** 1981. Características y tratamiento de los desagües industriales textiles. Buenos Aires, Instituto de Tecnología Industrial. 20 p.
- **FERNANDEZ, G. FREY, G.** 1995. Taller sobre minimización de residuos y producción más limpia en América Latina y el Caribe. México, D.F.
- **GARDINER K. D.; BORNE B. J.** 1978. Textile waste waters; treatment and environmental effects. Stevenage, Water Research Centre.

- **HOFFMAN, F.** 1995 Textiles panamericanos, 3a. edición
- **PORTER, ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.** 1973, Environmental Protection Technology Service. R2-73-058.

APENDICE 1



ESPERIENZE RICERCHE CHIMICHE APPLICATE
PRODOTTI CHIMICI S.P.A.
BERGAMO - ITALIA

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:
INTEXCOLOR S.A.

BERFIX D.

Fijador para colorantes directos, directos luz, media-lana, en teñidos y estampados.

ASPECTO	Líquido transparente.
CARGA IONICA	Catiónico.
pH	4 - 5.
SOLUBILIDAD	Totalmente diluible en agua y en toda proporción.
COMPATIBILIDAD	Con productos no iónicos y catiónicos. Con resinas urea - formaldehído y reactantes, con suavizantes, impermeabilizantes y emulsiones de polietileno siempre y cuando no tengan carga aniónica.
RESISTENCIA	Optima a los ácidos y al agua dura y hasta más o menos un PH = 10 en campo alcalino.
NOTA	Se usa en Algodón, Rayón Viscosa y sus mezclas, con Lana y fibras sintéticas, sobre hilado y en teñido o estampado. Mejora las solideces: - Al agua y agua de mar. - Al lavado alcalino y al jabonado. - Al sudor. - Al frote y planchado en húmedo. Evita el maculado de efectos blancos sobre tejidos en hilos de color o estampados. Debido a su carga iónica, puede ser usado solo después del enjuague y luego de eliminar eventuales tensoactivos aniónicos.



ESPERIENZE RICERCHE CHIMICHE APPLICATE
PRODOTTI CHIMICI S.P.A.
BERGAMO - ITALIA

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:
INTEXCOLOR S.A.

Se aconseja agregar el producto previamente diluido en agua.

De ser posible se aconseja utilizarlo en baño débilmente acidulado por ácido acético que además de impedir la descarga de colorante en la fase de fijación aumenta la sustentividad del BERFIX D con un consiguiente aumento de rendimiento.

MODALIDADES Y DOSIS DE EMPLEO

El BERFIX D. puede ser usado ya sea por agotamiento como por foulard, así como en el lavado a lo ancho.

1) Hilados teñidos con Directos-Directos Luz; 1 a 2 % de BERFIX D. 30 - 40°C por 20'. La dosis máxima se recomienda en el caso de colores oscuros.

2) Tejidos teñidos:

a) En jigger o barca: de 1 a 2% a 30 - 40°C.

b) En foulard: de 10-15 gr/lt. a temperatura ambiente y con 70% de pick-up.

3) Tejidos estampados con Directos y Directos Luz:

De 1.5 a 3 gr/lt. de BERFIX D., a temperatura ambiente por 15' en barca luego del vaporizado y lavado.

Todos estos tratatamientos deberán hacerse sobre material lavado y como último proceso húmedo antes del secado. Para mejorar la sustentividad, añadir Acido Acético hasta PH-4.5-5.

PRECAUCIONES PARA EL EMPLEO Y ALMACENAJE

Se recomienda mantenerlo entre +5 y 40°C.



ESPERIENZE RICERCHE CHIMICHE APPLICATE
PRODOTTI CHIMICI S.P.A.
BERGAMO - ITALIA

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:
INTEXCOLOR S.A.

UGUAL 8/2L

Igualante - retardante para la tintura de colorantes a la tina y sustantivos. Apropiado en el estampado para el efecto de medio tono, con estampados a la tina y en su lavado. Se recomienda ya sea para celulosa como para rayón y mezclas.

ASPECTO	Líquido claro amarillo ambar.
CARGA IONICA	No iónico.
pH	8 ± 1.
SOLUBILIDAD	Rapidamente soluble en agua, aún fría, dando lugar a soluciones muy claras. Las soluciones madre deben prepararse con agua blanda.
COMPATIBILIDAD	Compatible con tensoactivos de cualquier carga iónica.
RESISTENCIA	Resiste a los ácidos, álcalis y electrolitos a las normales dosis de empleo.
PODER ESPUMOGENO	Prácticamente no espumógeno.
NOTA	El UGUAL 8/2L es un igualante, penetrante y retardante particularmente indicado en la tintura con colorantes Directos y a la Tina de fibras celulósicas, celulosa regenerada (rayón) y sus mezclas. Como es sabido, sin auxiliares apropiado, los colorantes a la Tina suben tan velozmente al sustrato que agotan en un tiempo muy breve provocando su fijación en zonas de rápido acceso con la consiguiente absorción irregular y desigualación.



ESPERIENZE RICERCHE CHIMICHE APPLICATE
PRODOTTI CHIMICI S.P.A.
BERGAMO - ITALIA

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:
INTEXCOLOR S.A.

La afinidad del UGUAL 8/2L para los colorantes, aún siendo de una atracción limitada, permite agotar los baños manteniendo tinturas uniformes, gracias a su poder solvente en relación a los colorantes a los cuales favorece sensiblemente la migración y la penetración.

Es apropiado también para la descarga y en la igualación de tinturas defectuosas.

Se distingue de los productos normales también por las siguientes características:

- Ninguna interferencia en el agotamiento o en el matizado.
- Fuerte difusión y migración de los colorantes, lo que facilita la acción igualante aún en el caso de artículos muy cerrados.
- Mínima o nula retención de colorante en el baño, independientemente de su concentración.
- No es tensoactivo (no produce espuma) por tanto evita la producción de manchas debido a la oxidación de los colorantes a la Tina, además de un perfecto funcionamiento de las bombas con uniforme distribución y penetración del colorante sin deformación de las bobinas.
- Posibilidad de empleo en todo tipo de máquina de tintura, y en todas las formas (floca, hilado, tejido, ya sean crudos que descrudados).
- Posibilidad de eliminación de barrado causado por la irregularidad de tensión o diferentes torsiones del hilo.
- En el estampado favorece los efectos del medio tono, sobre todo con colorantes a la Tina.



ESPERIENZE RICERCHE CHIMICHE APPLICATE
PRODOTTI CHIMICI S.P.A.
BERGAMO - ITALIA

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:
INTEXCOLOR S.A.

- Buena retención del colorante a baja temperatura y su gradual desprendimiento con el incremento de la misma.

MODALIDADES Y DOSIS DE EMPLEO

a.- Colorantes A LA TINA:

Normalmente se usan las siguientes concentraciones relativas al peso de mercadería:

Tinturas claras : 1.5 - 4%
Tinturas medias : 1 - 3%
Tinturas oscuras: 0.5 - 2%

NOTA

Para artículos con afinidad mayor (fibras polinósicas, rayón viscosa, algodón mercerizado), se aconseja aumentar la cantidad de UGUAL 8/2L: un 10 - 15%.

En tinturas de tina madre el UGUAL 8/2L va añadido al baño concentrado, mientras en un baño largo se añade al baño de tintura como último producto.

En el caso de tintura por semipigmentación es preferible tratar el material en frío con sólo UGUAL 8/2L por 10', luego añadir el colorante, soda caústica, hidrosulfito, empezando a subir la temperatura después de otros 10' de circulación.

b.- Colorantes directos:

Aconsejamos concentraciones variables: de 0.7 a 2 g/l en máquinas con relación de baño hasta 1:20.

Sobre algodón mercerizado, como para floca de rayón es una buena norma aumentar estas cantidades entre 20 - 25%.



ESPERIENZE RICERCHE CHIMICHE APPLICATE
PRODOTTI CHIMICI S.P.A.
BERGAMO - ITALIA

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:
INTEXCOLOR S.A.

El producto es apropiado para la tintura en barca ya que, no produciendo espuma, no deja flotar el material.

c.- Estampado:

De 50 a 100 gr. por kgr. de pasta de estampación.

d.- Tinturas mal igualadas y descargá:

En tina ciega de 2 - 6% de UGUAL 8/2L, favorece notablemente la igualación, sobre todo si es posible subir 10 - 20°C encima de la temperatura normal de tintura y aumentar la circulación del baño. Gracias a su afinidad por los colorantes es también apropiado para las descargas de teñidos oscuros.



ESPERIENZE RICERCHE CHIMICHE APPLICATE
PRODOTTI CHIMICI S.P.A.
BERGAMO - ITALIA

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:
INTEXCOLOR S.A.

SECUESTRANTE E

Secuestrante de iones alcalinoterreos con una ligera acción detergente.

ASPECTO Polvo cristalino blanco.

pH SOLUCION AL 10% 10.5 - 11.5

SOLUBILIDAD La solubilidad en agua a temperatura ambiente es de alrededor del 17%. Esta solubilidad mejora con el incremento de la temperatura.

PODER SECUESTRANTE A pH 11, mínimo 219 mg. CaCO₃ /g.

EMPLEO Reduce la dureza del agua prácticamente a cero. Su aplicación estará condicionada a la cantidad de iones de calcio o magnesio a secuestrar en relación estequiométrica. Deberá tenerse en cuenta también el pH y la temperatura. Una relación indicativa podría ser:

Por cada litro de agua con una dureza de 10° franceses (5.6° alemanes) se necesitará alrededor de 0.4 gr. de SECUESTRANTE E para anular la dureza.



ESPERIENZE RICERCHE CHIMICHE APPLICATE
PRODOTTI CHIMICI S.P.A.
BERGAMO - ITALIA

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:
INTEXCOLOR S.A.

SOFTENOL 724

Suavizante universal particularmentè adecuado para fibras
celulósicas. No altera los blancos.

ASPECTO	Emulsión líquida cremosa.
CARGA IONICA	Anfótero.
pH EMULSION AL 10%	Débilmente ácido.
COMPATIBILIDAD	Es compatible con tensoactivos catiónicos y no iónicos. La posibilidad de empleo con productos aniónicos deberá verificarse previamente.
RESISTENCIA	Resiste a pH ácido y a moderadas concentraciones de álcalis y electrolitos.
SOLUBILIDAD	El producto es perfectamente soluble en Agua sin requerir ningún añadido.
MODALIDADES Y DOSIS DE EMPLEO	Por agotamiento se aconseja aplicarlo a 40°C. por 10 - 20' minutos con pH 5,5 por Acido Acético. Dosis recomendada sobre algodón de 1 - 3%.
INSTRUCCIONES PARA EL EMPLEO Y ALMACENAJE	Ninguna en particular siempre y cuando se mantenga en lugares protegidos del calor o del frio muy intenso.



ESPERIENZE RICERCHE CHIMICHE APPLICATE
PRODOTTI CHIMICI S.P.A.
BERGAMO - ITALIA

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:
INTEXCOLOR S.A.

ANTIQUIEBRE IS

Producto que evita la formación de quebraduras en los procesos de tintura.

ASPECTO	Líquido cremoso blanquecino.
CARGA IONICA	No iónico.
pH EMULSION 10%	± 7 .
SOLUBILIDAD	Fácilmente diluible en agua, de preferencia caliente, eventuales emulsiones madres deben ser enfriadas si no se emplean inmediatamente.
RESISTENCIA	Resiste a los ácidos, álcalis y electrolitos a las usuales dosis de empleo.
COMPATIBILIDAD	Es compatible con tensoactivos de cualquier carga iónica.
MODALIDAD Y DOSIS DE EMPLEO	El ANTIQUIEBRE IS aplicado a los baños de tintura impide la formación de quebraduras debido al amontonamiento o plegamiento del material en los procesos con baja relación de baño y con materiales sensibles a este fenómeno. No influye en los tonos ni provoca amarillamiento del blanco. Se recomiendan dosis de empleo de entre 1 y 2 g/l. para relaciones de baño inferiores a 1:15 y entre 0,5 y 1 g/l. para relaciones de baño superiores.
PRECAUCIONES PARA EL EMPLEO Y EL ALMACENAJE	Ninguna en particular.

APENDICE 2

MODIFICAN REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE AGUAS

DECRETO SUPREMO N° 007-83-SA

CONSIDERANDO:

Que entre las acciones del campo, de la Salud, lo referente a la preservación de las aguas, son de primordial, importancia para impedir la propagación de enfermedades:

Que para tal día, es necesario modificar aspectos técnicos, y los criterios económicos para la fijación de tasas, y sanciones el Reglamento de Títulos I, II y III de la ley general de Aguas, Decreto Ley 17752, aprobado por Decreto Supremo N° 261-69-AP, y Decreto Supremo N° 41-70-A.

DECRETA:

Artículo 1°.- Modifíquese los Artículos 81° y 82° del Reglamento de los Títulos I, II y III de la Ley General de Aguas, aprobado por D. S. N° 261-69-AP con los siguientes textos:

Artículo 81°.- Para los efectos de la aplicación del presente Reglamento, la calidad de los cuerpos de agua en general ya sea terrestre ó marítima del país se clasificarán respecto a sus usos de la siguiente manera:

- I. Aguas de Abastecimiento doméstico con simple desinfección.
- II. Aguas de abastecimientos domésticos con tratamientos equivalente a procesos combinados de mezcla, y aprobados por Ministerio de Salud.
- III. Aguas para riego de vegetales de consumo crudo, y bebida de animales.
- IV. Aguas de zonas recreativas de contacto primario (baños similares).
- V. Aguas de zonas de pesca de mariscos bivalvos.
- VI. Aguas de zonas de Preservación de Fauna. Acuática, y Pesca Recreativa o Comercial.

Artículo 82°.- Para los efectos de Protección de las aguas, correspondientes a los diferentes usos, regirán los siguientes valores límites:

I. LIMITES BACTERIOLÓGICOS *

**(VALORES EN N. M. P./100MIL)
USOS**

	I	II	III	IV	V	VI
Coliformes Totales	8.8	20,000	5,000	5,000	1,000	20,000
Coliformes Fecales	0	4,000	1,000	1,000	200	4,000

* Extendidos como valor máximo en 80% de 5 ó más muestras mensuales

II. LIMITES DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)

**(5 DIAS, 20°C Y DE OXIGENO DISUELTO O.D.)
VALORES EN MG/L
USOS**

	I	II	III	IV	V	VI
B.D.O.	5	5	15	10	10	10
O.D.	3	3	3	3	5	4

**III. LÍMITES DE SUSTANCIAS POTENCIALMENTE PELIGROSAS
VALORES EN MG/3
USOS (2)**

	I	II	III	V	VI
PARÁMETRO					
Selenio	10	10	50	5	10
Mercurio	2	2	10	0.1	0.2
PCB	1	1	1+	2	2
Esteres Estalatos	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cadmio	10	10	50	0.2	4
Cromo	50	50	1,000	50	50
Níquel	2	2	1+	2	**
Cobre	1,000	1,000	500	10	*
Plomo	50	50	100	10	30
Zinc	5,000	5,000	25,000	20	**
Cianuros (CN)	200	200	1+	5	5
Fenoles	0.5	0.5	1+	1	100
Sulfuros	1	1	1+	2	2
Arsénico	100	100	200	10	50
Nitratos (N)	10	10	100	N.A.	N.A.

NOTAS:

* .- Pruebas de 96 horas LC50 multiplicadas por 0.1

** .- Pruebas de 96 horas multiplicadas por 0.02

LC50 .- Dosis letal para provocar 50% de muertes ó inmovilización de la especie del BIO ENSAYO

1- .- Valores a ser determinados. En caso de sospechar su presencia se aplicará los valores de la columna V provisionalmente.

(2) .- Para el uso de aguas IV no es aplicable.

N.A. .- Valor no aplicable.

PESTICIDAS.- Para cada uso se aplicará como límite los criterios de calidad de aguas establecidas por el Environmental Protection Agency de los Estados Unidos de Norteamérica.

**IV. LÍMITES DE SUSTANCIAS O PARÁMETROS
POTENCIALMENTE PERJUDICIALES
(VALORES EN MG/1)
(APLICABLES en los Usos I, II, III, IV, V)**

PARÁMETRO		I y II	III	IV
M. E.H.	(1)	1.5	0.5	0.2
S.A.A.M.	(2)	0.5	1.0	0.5
C.A.E.	(3)	1.5	5.0	5.0
C.C.E	(4)	0.3	1.0	1.0

- (1).- Material Extractable en Hexano. (Grasa principalmente)
- (2).- Sustancias activas de azul de Metileno
- (2).- Sustancias ac.
- (1).- Material Extractable en Hexano. (Grasa principalmente)
- (2).- Sustancias activas de azul de Metileno. (Detergente Principalmente)
- (3).- Extracto de Columna de carbón activo por Cloroformo. (según Método de Flujo Lento)

APENDICE 3

INFORMACIONES TÉCNICA

SÜDFLOCH - LM

MATERIALES NEUTRALIZANTES Y COAGULANTE PARA AGUAS RESIDUALES

ANÁLISIS PROMEDIO

Al ³⁺	aprox.	20 g/L
Fe ³⁺	aprox.	1,2 g/L
Mg ²⁺	aprox.	0,6 g/L
Ca ²⁺	aprox.	0,5 g/L
Sílice coloidal	aprox.	0,2 g/L
Densidad (20°C)		1,13 – 1,15 g/L
Control de sólidos		<0,2 %
PH		< 1
Formación de espuma		Ninguna

ARCILLAS ACTIVADAS ANDINAS S.A.
Calle Nueve N° 296 – Urb. Ind. Oquendo – Callao
Telf.: (511)577-0031 / Faxes (511) 577-0167 / 577-0726
E-Mail : aaasa@dhl.com.pe