

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



**“PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE UNA
EMPRESA TEXTIL DEL SECTOR TAPICERO
TIPO TERCIOPELO”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS

PRESENTADO POR:

HAYDE MARIA ROBLES HUACCAN

LIMA – PERÚ

2010

*A mis padres
Por su apoyo en este triunfo, que sea para
ellos el mejor reconocimiento de su esfuerzo.*

*“No hay vida sin agua. El agua es un tesoro
Indispensable para toda actividad humana”
Carta Europea del Agua, Estrasburgo (1968).*

RESUMEN

El presente Informe se realizó con el fin de proponer tratamientos para los efluentes en los procesos de teñido en las plantas textiles, específicamente para los tejidos de terciopelo, ya que en la actualidad diversas industrias textiles presentan elevado potencial contaminante debido a que sus procesos productivos generan grandes volúmenes de efluentes.

Se presenta alternativas para la disminución de la carga contaminante antes de tratamiento como cambios de procesos, recuperación de subproductos, sustituciones químicas de productos, modificación en el equipo.

Luego de reducida la carga contaminante se realizara el tratamiento del efluente, con el fin de cumplir con las normativas exigidas para su vertido.

Para llevar a cabo éste objetivo se realizó la caracterización de los parámetros de pH, temperatura, color, DBO, DQO, y SST del efluente de la planta de tintorería de este tipo de empresa textil. La propuesta para su tratamiento considera separación física de sólidos, homogenización de caudales, procesos de tratamiento físico y químico (sedimentación, coagulación), procesos de tratamiento biológico (lodos activados, filtros biológicos).

Para el desarrollo del tema nos basándose en aspectos tecnológicos y de ingeniería relacionado con el tratamiento de efluentes para plantas industriales.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION	7
II. OBJETIVO	9
2.1 Objetivo General	9
2.2 Objetivos Específicos	9
III. MARCO TEORICO	10
3.1 Descripción del sector textil de tejido plano (terciopelo)	10
3.2 Descripción de Materia Prima e Insumos	11
3.3 Descripción General de los Procesos	19
3.4 Desarrollo del Proceso Productivo	20
3.5 Proceso de Teñido	21
3.5.1 Bobinado y Preparación	21
3.5.2 Previo	22
3.5.2.1 Lavado	22
3.5.2.2 Descrude	22
3.5.2.3 Blanqueo	23
3.5.3 Teñido	23
3.5.3.1 Teñido Reactivo	23
3.5.3.2 Teñido Disperso	25
3.5.4 Centrifugado	26
3.5.5 Secado	27
3.6 Características del vertido	28
3.7 Diagrama de Contaminantes Generados por los Efluentes del Proceso Productivo	31
3.8 Parámetros a Controlar	32
3.8.1 Temperatura	32
3.8.2 Color	32

3.8.3	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	32
3.8.4	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	33
3.8.5	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	34
3.8.6	Sólidos y Líquidos Flotantes	34
3.8.7	pH	35
IV.	PROGRAMA DE MUESTREO Y ANALISIS FISICOQUIMICO	37
4.1	Plan de Muestreo	37
4.1.1	Metodología de Toma de Muestras	37
4.2	Análisis Físicoquímico	38
4.2.1	Datos del Muestreo	38
V.	ALTERNATIVAS PARA LA DISMINUCION DE LA CARGA TOTAL DE MATERIA CONTINAMINANTE	40
5.1	Cambios en el proceso	40
5.2	Modificación en el equipo industrial	41
5.3	Segregación de vertidos	41
5.4	Mezcla de vertidos	41
5.5	Recuperación de subproductos	42
5.6	Relación entre vertidos y caudal	42
5.7	Panorama de la sustitución química	42
VI.	PROPUESTAS DE TRATAMIENTO DEL EFLUENTE	44
6.1	Plan de Tratamiento	44
6.1.1	Estándares para la Descarga de Efluentes Tratados	44
6.1.2	Procesos Unitarios de Tratamiento	45
6.1.3	Homogenización de Caudales	46
6.1.4	Pretratamiento	47
6.1.5	Proceso de Tratamiento Físico y Químico	48
6.1.5.1	Sedimentación	48
6.1.5.2	Coagulación Floculación	49

6.1.5.2.1	Productos Químicos Coagulantes y Floculantes	50
6.1.5.2.2	Flotación por Aire Disuelto	51
6.1.6	Tratamiento Químico	52
6.1.7	Proceso de Tratamiento Biológico	52
6.1.7.1	Tratamiento de Lodos Activados	53
6.1.7.2	Filtro Biológico	55
6.1.8	Tratamiento por electrocoagulación	56
VII.	LEGISLACION AMBIENTAL DEL SECTOR.	58
7.1	Legislación Sobre Aguas Residuales (Perú)	58
7.1.1	Reglamento de Desagües Industriales	58
7.1.2	Reglamentación de Protección Ambiental de la Industria Manufacturera	59
7.2	Legislación Internacional y del Banco Mundial	60
7.2.1	Marco Legal de México Norma Oficial Mexicana	60
7.2.2	Banco Mundial	61
7.3	Comparación de la Legislación Internacional y la Legislación Peruana	63
VIII.	CONCLUSIONES	64
IX.	RECOMENDACIONES	65
X.	BIBLIOGRAFIA	66
XI.	ANEXO 01	68
XII.	ANEXO 02	86
XIII.	ANEXO 03	88
XIV.	ANEXO 04	93
XV.	ANEXO 05	94

I. INTRODUCCION

El sector Textil Peruano cuenta con una larga tradición y es reconocida por la calidad de sus fibras naturales, así como por el diseño de sus tejidos. El contar con algodón de fibras extra largas ha sido una ventaja que se ha utilizado para ingresar a mercados exigentes y conocedores, así mismo, el Perú es considerado uno de los motores del desarrollo textil y uno de los mayores generadores de empleo en este campo.

El sector textil que hoy se expande en los mercados nacionales e internacionales es cada vez más competitivo y se ve obligado a optimizar sus procesos para mantenerse al ritmo que impone el modelo económico nacional y extranjero presentando opciones de mejoras con procesos amigables con el medio ambiente y rentabilidad para la empresa.

La industria textil se ha caracterizado por ser una de las actividades más contaminantes, atmosféricas, sólidos y líquidos (altos consumos de agua). Además utiliza el 15% del agua que consume la industria a nivel mundial, convirtiéndose en uno de los mayores consumidores del agua total disponible y en una de las industrias que aporta mayor carga contaminante vertiéndola como desecho. ^[1] El agua es un agente universal de limpieza y por ello es utilizado para muchas operaciones textiles de lavado, pues es el vehículo principal para la aplicación a los procesos químico textiles de los productos que ayudan o producen su limpieza, cambio de coloración o modificación de sus propiedades; además es indispensable para la generación de vapor, fuente de energía para el calentamiento de las soluciones y para el secado.

Esta industria se enfrenta a varios problemas en relación al agua; obtención de agua en suficiente cantidad y calidad para efectuar los procesos textiles, suministro del agua adecuada para las calderas, prevención de la corrosión de contenedores y tuberías, optimización de su empleo por razones de escasez y coste, y purificación de sus vertidos.

Los tres primeros aspectos están íntimamente relacionados con la calidad de agua; los dos últimos están conectados con aspectos económicos y medio ambiente, los cuales adquieren cada día más relevancia. Al problema económico de las propias instalaciones de depuración hay que añadir el de la propia agua como recurso.

El agua está considerada hoy día un bien escaso, de ahí la tendencia ascendente de su coste. Ambos factores, escasez y elevado coste, repercuten en la necesidad de depurar no sólo para cumplir con las directrices legislativas sino para recuperar y reutilizar la mayor parte de agua en los procesos productivos.^[1]

II. OBJETIVO

2.1. Objetivo General

En la industrias actual se esta optando por el tratamiento de sus vertidos tanto como parte del proceso productivo, como por el cumplimiento de legislaciones exigidas y el compromiso con el entorno ambiental. Están también las exigencias del mercado global.

El tratamiento de los efluentes en la industria de los procesos húmedos de textiles, tiene como objetivo el transformar estas emisiones cuyos valores se encuentren fuera de los valores permisibles por la legislación vigente, en emisiones que tengan valores aceptados para las mismas. Para su tratamiento se caracterizan estas aguas residuales, de lo cual se establecen los procesos que se tenga que realizar a fin de lograr cumplir con la legislación exigida. La Industria Textil Peruana actualmente no cuenta con ninguna reglamentación específica, solo se hace uso de la Reglamentación de Desagües Industriales Decreto Ley N° 28-60-SAPL.

2.2. Objetivos Específicos

- El presente informe realizara una descripción de los efluentes de una empresa textil del sector tapicería, del tipo terciopelo en particular de la planta de tintorería, la cual produce hilos teñidos en bobina de viscosa (80% de la producción), algodón, chenilla y poliéster en un menor porcentaje.
- Se planteará alternativas para la disminución de la carga total del material contaminante vertido de la tintorería antes del tratamiento y el tratamiento de los efluentes. Se tomará como referencia a la Reglamentación de Desagües Industriales Decreto Ley Nro 28-60-SAPL.
- Al ser este tipo de empresa no desarrollada en el país, pretende este informe mostrar los vertidos que emite y su impacto con el medio ambiente.

III. MARCO TEORICO

3.1 Descripción del sector textil de tejido plano (terciopelo)

El tejido de terciopelo es un tipo de tela de aspecto peculiar, la suave profundidad del color que exhibe y la diversidad en la disposición del diseño hace que sea un producto muy apreciado a nivel de exportación. Actualmente en el país se tiene pocas empresas que desarrollen este tipo de producto, en el exterior se tiene bien desarrollada la diversidad de los terciopelos, así como el uso de diferentes materiales y acabados. En Europa, USA y Asia el mercado del producto es amplio además de un desarrollo en diseño, con ferias internacionales y nuevas tecnologías de maquinarias, materiales y auxiliares.

El terciopelo es un tipo de tela velluda en la cual los hilos se distribuyen muy uniformemente, con un pelo corto y denso, dándole una suave sensación muy distintiva. El terciopelo se puede hacer de cualquier fibra. Se teje en un telar especial que hila dos pedazos de terciopelo al mismo tiempo. Los dos pedazos entonces se separan y las dos longitudes de tela se colocan en rodillos de posicionamiento separados por el aspecto de la disposición.

Para la elaboración de esta tela por su diseño y presentación, el color y brillo destacan a primera vista, ya que está elaborado en un alto porcentaje de viscosa. La cual da una peculiar presentación además del acabado que se le da como cardado, peinado para dar el aspecto característico de los terciopelos. [2]

Además de su uso como tapicería de muebles, son una opción en muchos vehículos de lujo usados en los asientos de terciopelo.

Es también ampliamente utilizado en la fabricación de cortinas en teatros; en la década pasada, el terciopelo se ha utilizado para las cubiertas de la almohadilla y las cubiertas del colchón. El terciopelo orgánico del algodón, el terciopelo orgánico del cáñamo, y el terciopelo de bambú orgánico son las telas relativamente nuevas que son ampliamente utilizadas.

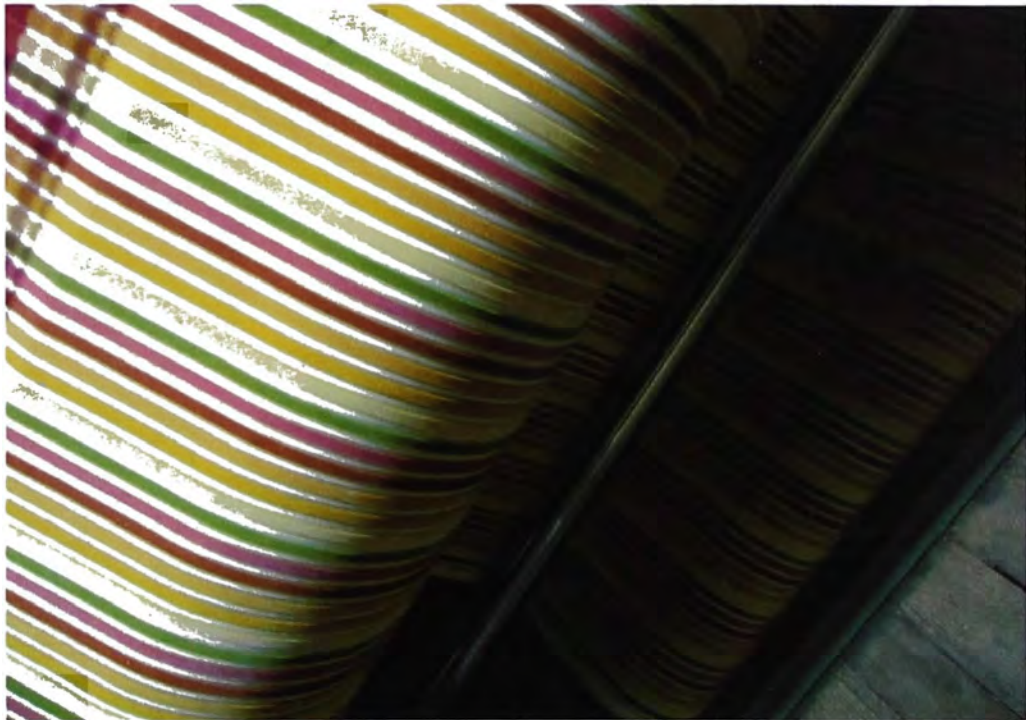


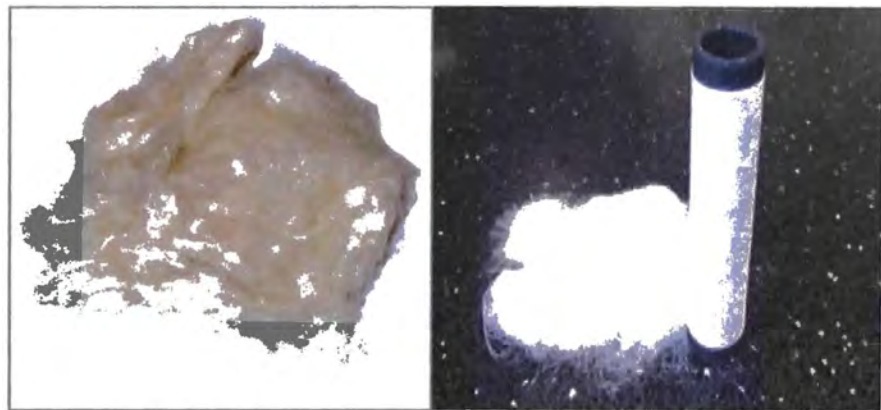
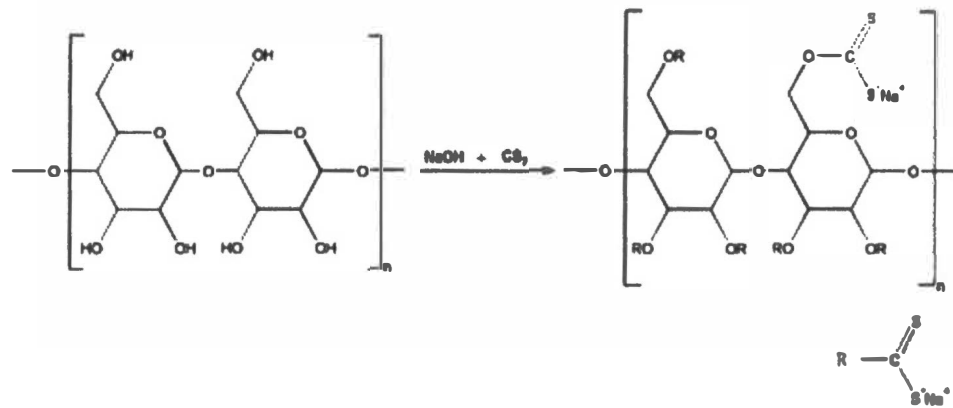
Fig. N° 3.1 Tela de terciopelo de composición viscosa. Diseño Canoga Multicolor.

3.2 Descripción de Materia Prima e Insumos

A continuación se describen los materiales usados en el proceso de teñido para la elaboración de la tela de terciopelo:

3.2.1 Viscosa

La viscosa es una fibra sintética cuya materia prima, pulpa de madera o pelusa de algodón se somete a un cambio físico. Desde el punto de vista químico, las fibras son de origen vegetal debido a su alto contenido de celulosa. Las fibras sintéticas están formadas principalmente por compuestos químicos puros, y no tienen impurezas naturales. Por esta razón, solo es preciso un lavado muy ligero para preparar el hilo para el teñido.^[3] La siguiente reacción muestra la transformación de la celulosa tratada con álcali y disulfuro de carbono la misma que forma la viscosa.



(a)

(b)

Fig. N° 3.2. (a) Fibra de Viscosa; (b) Viscosa rayón (30/1 Ne) hilada y enconada

3.2.2 Algodón

El algodón es la fibra natural más importante; la fibra de algodón esta constituida por células que vistas al microscopio en el sentido de su longitud presenta torciones irregulares en forma de tubos achatados en toda su longitud.

El algodón tiene diversos colores esto se debe a las materias coloreadas contenidas en sus paredes celulares; como impurezas más frecuentes podemos mencionar: semillas, restos de cáscaras, pedazos de hojas, tierra y polvo. La fibra de algodón es el que tiene mayor porcentaje de celulosa en el grupo de las fibras vegetales.

Los principales componentes del agua residual de proceso de teñido, son las impurezas naturales que se encuentran en las fibras naturales y los químicos con que se tratan las fibras, al procesarlas. ^[3]

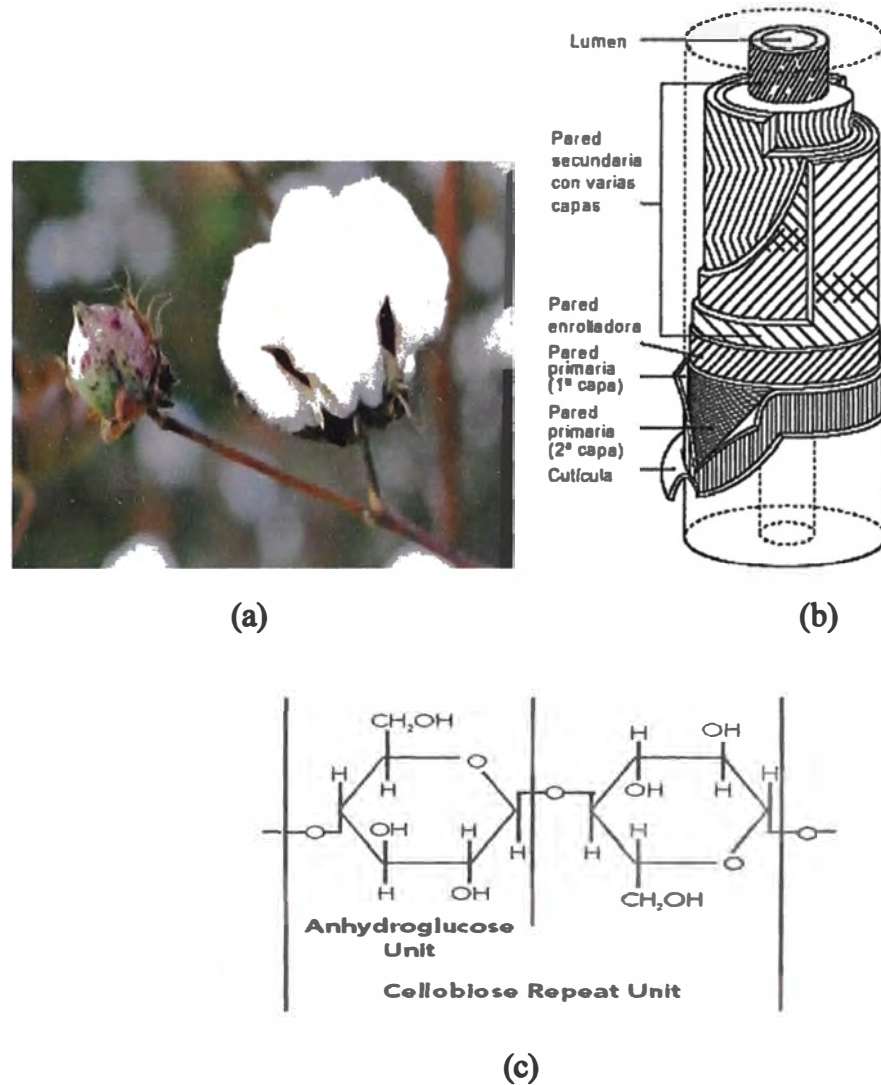
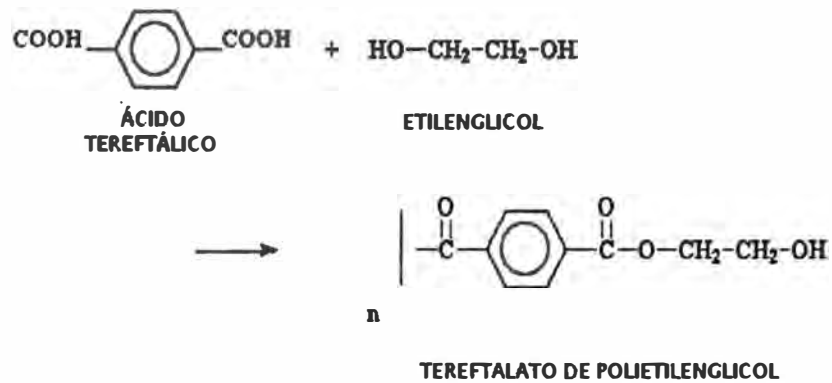


Fig. N° 3.3 (a) Flor de algodón al momento de la cosecha. (b) Estructura de la fibra de algodón. (c) Estructura química de la celulosa.

3.2.3 Poliéster

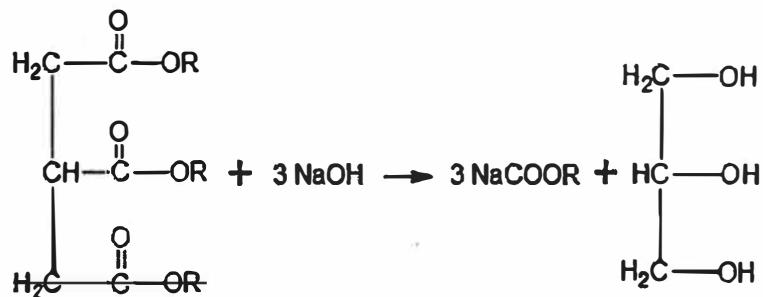
La fibra de poliéster se compone de macromoléculas lineales caracterizada por funciones éster múltiples. La producción de la fibra de poliéster está basada en la condensación de un ácido dicarboxílico y de un dialcohol (glicol). Toda la contaminación producida en el tratamiento de estas fibras tiene su origen en los diversos productos

químicos para el lavado y el teñido que se utiliza en su proceso. [3] Por polimerización se obtiene la fibra de poliéster, como se indica a continuación. [4]



3.2.4 Detergente

Sustancia que hace disminuir la tensión superficial del agua específicamente es un agente tensoactivo que se concentra en la superficie de separación entre el agua y la grasa contenida en la fibra textil, ejerciendo una acción emulsionante. Su uso son para humectación, detergente, dispersión o emulsificación en los procesos de lavado, descruce, blanqueo y teñido. [5] La siguiente es la Reacción de Saponificación.



ÁCIDOS GRASOS + SOLUCIÓN ALCALINA = JABÓN + GLICERINA

3.2.5 Secuestrante

Los secuestrantes y dispersantes de complejos orgánicos son, producto para la extracción y desmineralización de las impurezas contenidas en las fibras textiles naturales.

Propiedades:

- Formador de complejos metálicos, incluso iones metálicos pesados.
- Estabilizante de la dureza del agua.
- Efecto dispersante.

El secuestrante es adicionado directamente a los baños de tratamiento. En el blanqueo con peróxido favorece la eliminación de compuestos metálicos, de calcio y de otras sustancias contaminantes por simple lavado. En muchos procesos industriales, la presencia de iones metálicos extraños causa problemas debido a que pueden tener efectos adversos en la calidad del producto. Los iones metálicos pueden perjudicar en la industria textil en el blanqueo y teñido, al formarse sales metálicas poco solubles. [5]

3.2.6 Colorantes

Los colorantes reactivos contienen grupos reactivos los cuales se combinan químicamente con la celulosa formando enlaces covalentes.

Los colorantes reactivos contienen grupos que reaccionan con los grupos hidroxilos presentes en la celulosa. Los colorantes que reaccionan con la fibra, se dice que repara a la fibra y el que reacciona con el agua se dice que hidroliza a la fibra. Debido a la unión química que se lleva a cabo entre la fibra y el colorante, su solidez resulta excepcional.

La tintura de las fibras celulósicas con los colorantes reactivos tiene lugar en tres etapas diferentes:

1. Absorción del colorante por la fibra en medio neutro con adición de electrolito, seguida de una absorción en medio alcalino que es simultánea con la reacción.
2. Reacción del colorante con el medio alcalino, con los grupos hidroxilo de la celulosa y del agua.
3. Eliminación del colorante hidrolizado y por lo tanto no fijado covalentemente a la fibra celulósica.

Aunque la estructura de los colorantes es de naturaleza orgánica, su degradación es lenta y difícil puesto que los organismos presentes en la naturaleza no poseen mecanismos adecuados para realizar su descomposición rápida y esto genera que se acumulen en el ecosistema generando fuentes de contaminación.

3.2.7 Agente Humectante

El pre-requisito fundamental para un adecuado teñido es una completa humectación de la fibra textil. Siendo un producto humectante y detergente con un buen poder de suspensión de la suciedad, se emplea para la pre-humectación en el descruce. A causa del fuerte poder de humectación los baños de tratamiento penetran la materia de una manera rápida e intensa, en los procesos de tratamiento las suciedades del algodón son bien dispersadas.

Cuando una gota de líquido se coloca sobre una superficie plana, la forma de la gota dependerá de su naturaleza y de las fuerzas existentes entre las dos fases. Si hay repulsión, el líquido tendrá la tendencia a formar un glóbulo, con un ángulo de contacto elevado entre su superficie y la tangente de su curvatura lo que resulta que el sólido no se humecta; por el contrario si la adhesión entre la gota de líquido y el sólido es favorable, el ángulo de contacto resultará pequeño, la gota se extiende, y se dice que el sólido es mojado por el líquido. ^[5]

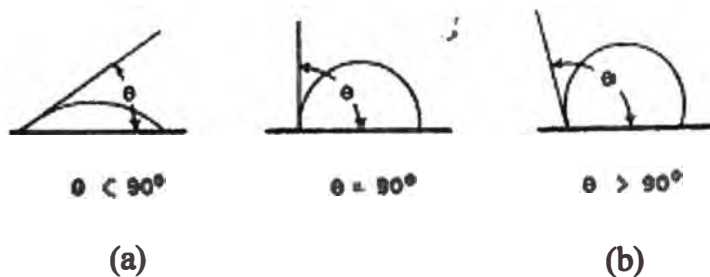


Fig. N° 3.4. Ángulos de contacto entre un líquido (agua) y un sólido (fibra de algodón) (a) Mayor humectación (b) Menor humectación

3.2.8 Jabón

Posteriormente a la tintura reactiva se realiza un baño de jabonado para retirar el colorante no fijado a la superficie del material, este residuo de colorante se mantiene en el baño de jabonado el cual se desagua. Después de haber eliminado ampliamente la sal, álcalis y partes de hidrolisato mediante procesos de enjuagues fríos y calientes con el proceso de jabonado se elimina casi todo el hidrosilato. [5]

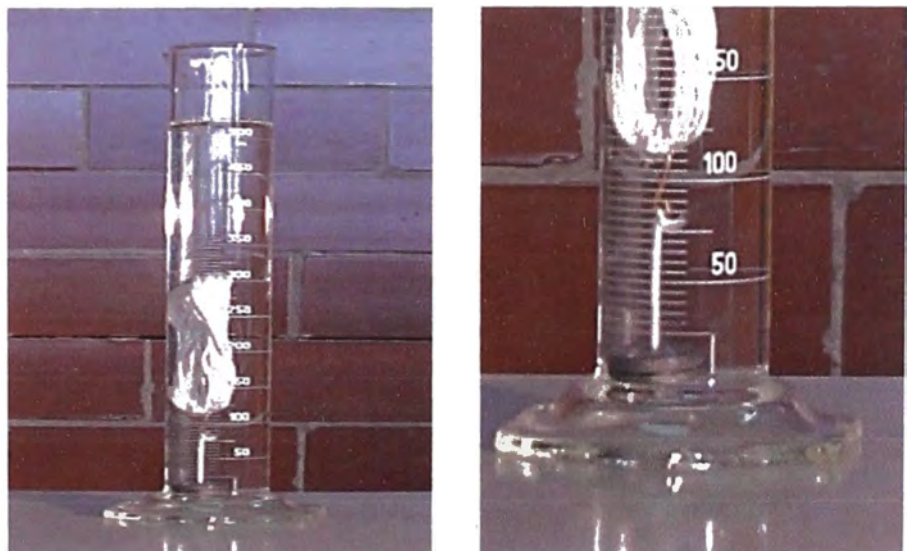


Fig. N° 3.5. Prueba de Humectación de Algodón (método de Draves- Clarkson ver Anexo 04)

3.2.9 Suavizante

Los suavizantes usados pertenecen a los agentes tensoactivos del tipo catiónicos y, son aplicados normalmente en forma de emulsión. Los suavizantes textiles se adhieren al hilo, proporcionando al tejido suavidad, volumen, esponjosidad y otorgan propiedades antiestáticas. Ayuda al tejido a que disminuya la fricción del material con las cuchillas de corte, para el tejido de terciopelo.^[6] (ver Anexo 03)

3.2.10 Auxiliares de Teñido Disperso

Los auxiliares son empleados en los procesos de teñido por agotamiento de fibras sintéticas, para incrementar la velocidad de absorción del color disperso hacia la fibra, proporcionando más rapidez de difusión dentro de la fibra y mejorando el rendimiento del colorante. Sin embargo; la presencia de aceleradores en el teñido ocasiona ciertos problemas, debido a que la gran mayoría son tóxicos, elevando la demanda química de oxígeno (DQO) en el agua residual.^[7]

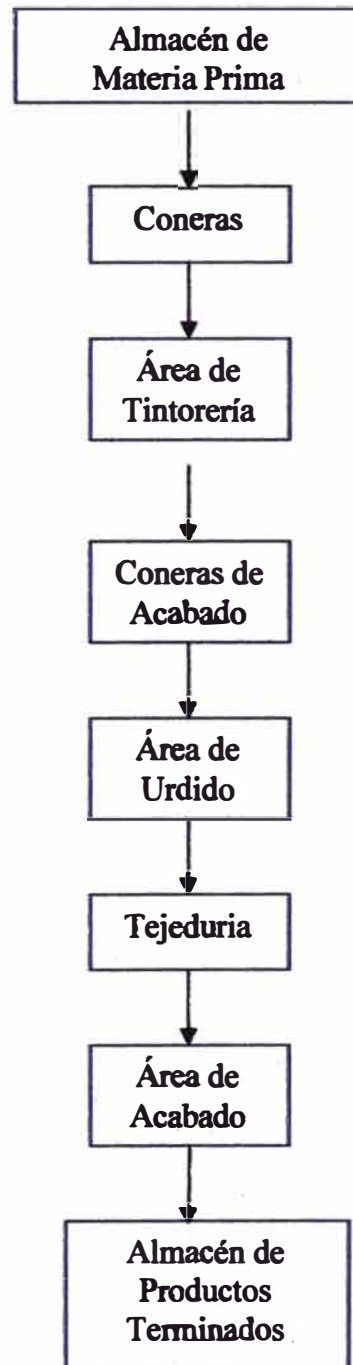


Fig. N° 3.6. Auxiliares de teñido disperso y colorantes dispersos

3.3 Descripción General de los Procesos

El siguiente diagrama de flujo muestra las principales etapas del proceso productivo general.

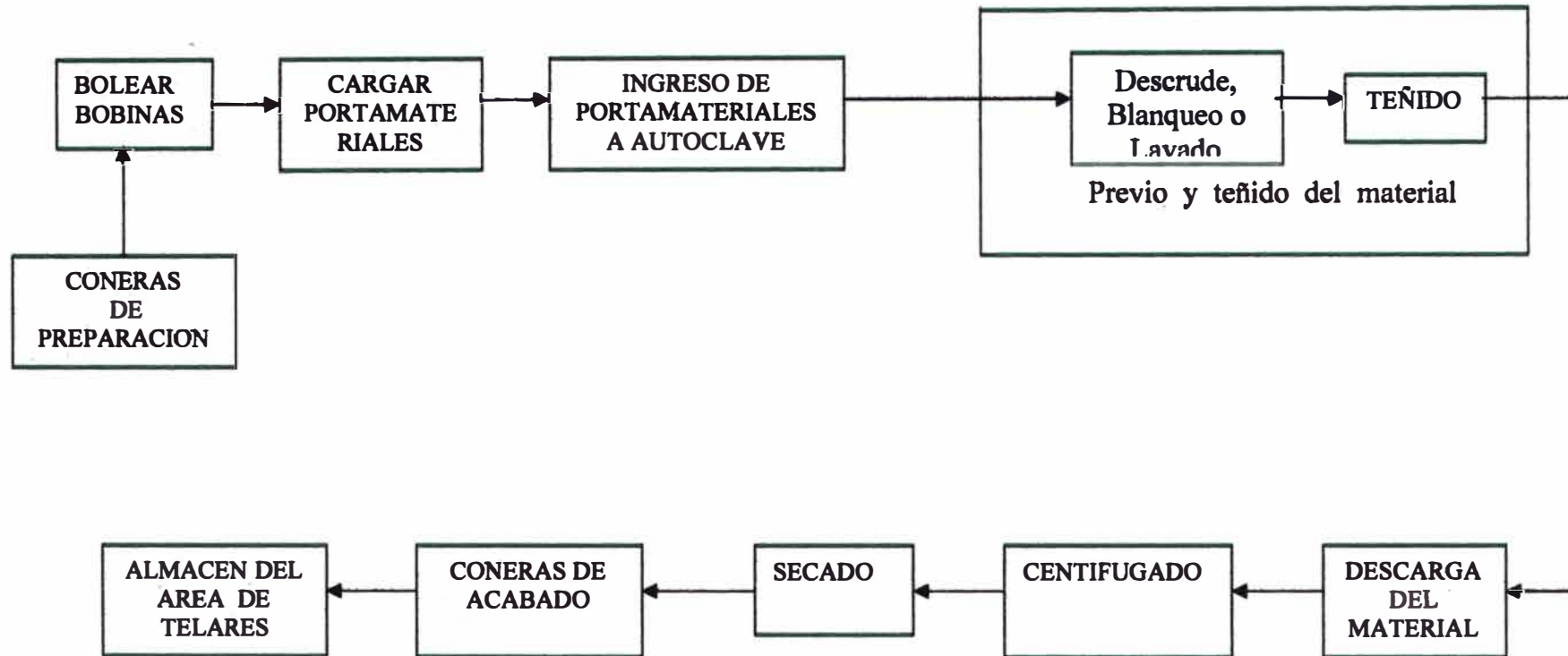
DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL DE LA EMPRESA *



* Empresa Textil de Tapicería tipo Terciopelo

3.4 Desarrollo del Proceso Productivo

El siguiente diagrama de flujo muestra el proceso del área de tintorería de la empresa*.



* Empresa Textil de Tapicería tipo Terciopelo

3.5 Proceso de Teñido

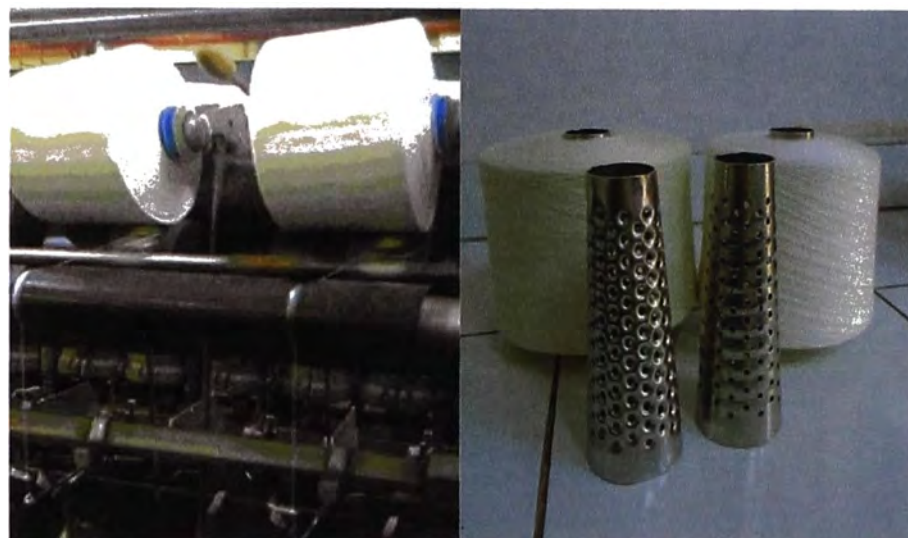
El proceso de teñido, es la cualidad que se le da a la materia sea en hilo o tela para cambiar su apariencia, por exigencias de la moda y diseño.



Fig. N° 3.6. Planta de Tintorería. Se muestran las maquinas de autoclave para teñido de hilo en bobina.

3.5.1 Bobinado y Preparación

El bobinado consiste en pasar el hilado que se encuentran en conos de cartón a bobinas de metal de tubo perforado de forma cónica o cilíndrica, este proceso se realiza en las coneras. Las bobinas preparadas son colocada en el portamateriales de la autoclave de teñido. La preparación de las bobinas para su teñido, consiste en eliminar los ángulos rectos de las mismas con el fin que el teñido sea uniforme en todo su área. Este proceso tiene como residuos contaminantes pelusas, residuos de hilo.



(a)

(b)

Fig. N° 3.7. (a) Conera de preparación de hilo viscosa en bobina para teñido (b) Bobinas de hilo preparadas para teñido.

3.5.2 Previo

El previo consiste en un proceso de lavado para la viscosa, antes del teñido del algodón se realizara descruce o blanqueo dependerá del color a teñir; colores claros blanqueo, colores medios y oscuros descruce.

3.5.2.1 Lavado

Se realizara el lavado del hilo de viscosa en bobinas. Para ello se usa un detergente el cual limpia los restos de grasa que contiene el hilo, después de su producción.

3.5.2.2 Descruce

El proceso de descruce sirve para eliminar los aceites, ceras y otras impurezas. Esto se logra generalmente mediante la emulsificación de los aceites sintéticos y ceras o mediante la saponificación de las impurezas de origen natural (triglicéridos). Las bobinas de hilado se someten a un

tratamiento con soluciones de soda cáustica y detergentes en máquinas a presión, que eliminan completamente las impurezas naturales del algodón (ceras, pectinas, etc.). Tras el enjuague en la misma máquina, las bobinas con el material se tiñen. En los procesos típicos, los residuos del descrude contribuyen en gran medida, pero en menos del 50%, a las cargas de DBO en las corrientes residuales. [8]

3.5.2.3 Blanqueo

Tiene por objeto la eliminación de las impurezas de tipo leñoso y coloreado que permanecen en la fibra. Se persigue asimismo, la obtención de hidrofiliidad en la fibra y un tono blanco suficiente para llevar a cabo una buena tintura o estampación. Los baños contienen agentes blanqueantes como cloro o peróxido de hidrógeno y tensioactivos en medio alcalino.

La DBO en las operaciones continuas de blanqueo es bastante baja, menos del 5% de DBO total de una planta textil. Además, muchas fibras sintéticas y mezclas requieren de muy poco o ningún blanqueo en comparación con los tejidos y hebras de puro algodón. En este sentido, en la actual práctica comercial la DBO derivada de las operaciones de blanqueo no constituye un factor crítico en la producción global de DBO. Sin embargo, algunas veces se usan agentes humectantes y otros auxiliares que pueden contribuir a la carga de DBO y a la toxicidad. [8]

3.5.3 Teñido

El proceso de teñido se realiza dos tipos, en su mayor porcentaje reactivo y un menor porcentaje teñido disperso.

3.5.3.1 Teñido Reactivo.

Se calienta el baño a 45°C y se agregan los humectantes, dispersantes y secuestrante. Se ajusta el pH con ácido acético

(pH=5,5-6,5) y se deja circular por cinco minutos. Se dosifican los colorantes durante 15 minutos y se sube la temperatura gradualmente con una gradiente de 1°C por minuto hasta llegar a los 50°C. Se deja circular el baño por cinco minutos y luego se dosifica la sal durante 15 minutos. Se eleva la temperatura a razón de 1°C por minuto hasta 60°C para colorantes fríos y hasta 80°C para colorantes calientes. Luego se dosifica el carbonato gradualmente durante 15 minutos. Terminada la dosificación del carbonato se mantiene la misma temperatura por 45 minutos. Antes de desechar el baño se saca una muestra para comprobar el tono del hilo. Se hace un enjuague en frío y con el nuevo baño se agrega ácido acético para bajar el pH (proceso de neutralización). Se retiran del hilo con enjuagues y jabonadas los colorantes hidrolizados (colorantes que químicamente no reacciono con la celulosa). El grado de contaminación y volumen del vertido depende de varios factores:

- **Tipo de baño:** baños con una relación (volumen hilo /volumen baño) baja generan mayores cantidades de vertidos.
- **Grado de fijación del colorante:** según la familia química a la que pertenecen, la unión será más o menos fuerte, quedando en el baño un mayor contenido de colorante y contaminación en el segundo caso.
- **Tipo de colorante:** Dentro de la gama de colorantes solubles existen los de tipo ácido, básico, directo, mordentable, premetalizado y reactivo, cada uno con aplicaciones concretas y sus aditivos específicos.(Ver Anexo 02)

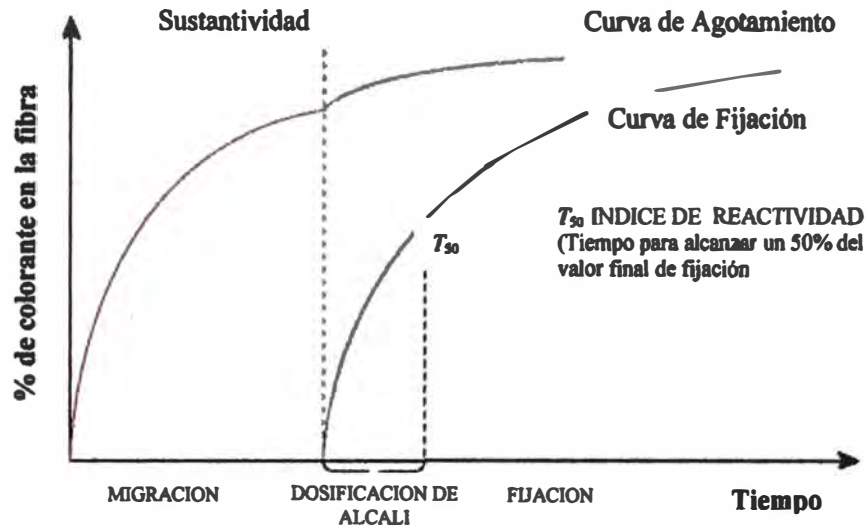


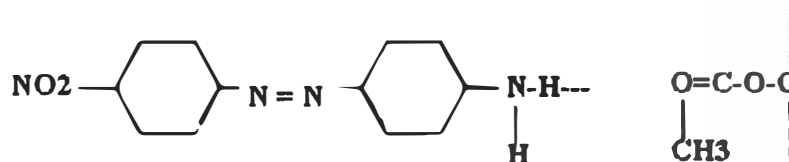
Fig. N°3.8. Curva de Teñido Reactivo (% de colorante en la fibra vs. tiempo)

3.5.3.2 Teñido Disperso

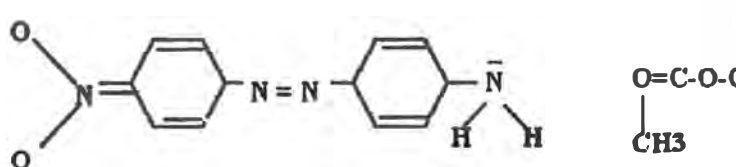
El mecanismo de tintura consiste en que el pigmento forma una solución sólida en la fibra. El punto de vista que actualmente se acepta es que el colorante es transferido a la fibra a partir de un agregado en suspensión, que en el momento de la tintura, pasa a la forma molecular. Los pigmentos son solubles en agua en una proporción extremadamente pequeña, pero en este estado son altamente substantivos. Los agregados no disueltos, en suspensión, sirven como reserva para mantener la solución saturada. Excepto algunas excepciones, los tiempos de semitintura e igualación, a 85°C, son mayores con los compuestos menos solubles. El efecto de los auxiliares tensoactivos hace que la fase acuosa sea más atractiva y que se reduzca el porcentaje de agotamiento en el equilibrio. [8]

Aquí hay motivos para creer que tienen lugar enlaces de hidrógeno entre los grupos amino primarios y los grupos acetilo, y que las fuerzas de Van der Waals contribuyen

también a la retención del colorante. A continuación se tiene el mecanismo de reacción de los colorantes dispersos. ^[9]



Y que es posible que también juegue un mecanismo de acción bipolar:



La limpieza reductiva se ingresa el material en una solución de 3 g/lit de hidrosulfito de sodio y 2 g/lit de soda cáustica a 80°C de temperatura por tiempo de 20 minutos. El suavizado del poliéster teñido, le proporciona suavidad y propiedades antiestáticas, se somete al hilado en baño nuevo y de preferencia en agua blanda a un proceso de suavizado a pH 5,5 y 45°C, con productos generalmente cationicos derivados de ácidos grasos, en cantidades de 1 a 1.5 % del peso del materia. ^[10]

3.5.4 Centrifugado

Luego del teñido las bobinas de hilo son centrifugadas para retirar la mayor cantidad de agua para su posterior secado, en este proceso se retira la humedad hasta un 80%, la etapa de este proceso toma un tiempo de 15 min. El agua residual contiene materia orgánica, químicos, colorantes remanentes, suavizantes, ceras, grasas y humectantes.



Fig. N° 3.9. Centrifuga para bobinas de hilo viscosa, algodón, chenilla, poliéster y madeja.

3.5.5 Secado

En esta etapa del proceso se extrae el resto de humedad del material. El aire ingresa por un serpentín la cual es calentada por el vapor, el aire caliente ingresa a una tobera la cual lleva el aire hacia el interior de la secadora y este en contacto con el material (viscosa, algodón, chenilla) seca el hilo por un tiempo programado, luego de este tiempo se realiza una prueba de humedad para su retiro del secado. Esta sección tiene una contaminación ambiental, por aire caliente y ruidos.



Fig. N° 3.10. Secadora convencional de portamateriales de dos árboles, para bobina de hilo.

3.6 Características de los vertidos

Atendiendo a los procesos que se han comentado, la contaminación que es aportada a los efluentes se puede clasificar de acuerdo a su origen, eliminación de productos naturales, procedentes de impurezas presentes en las fibras de origen natural.

- Eliminación de productos incorporados de forma provisional en cualquiera de las etapas del proceso.
- Los colorantes y productos auxiliares, que no se han incorporado de forma definitiva a la materia textil, en los procesos de tintura.
- La limpieza de maquinaria, elementos auxiliares sobrante.

En este sector la tendencia actual es la de centralizar los diferentes efluentes a una única instalación de tratamiento. De modo general el

sector genera caudales muy elevados de vertido altamente contaminados, con las siguientes características:

- Alto contenido en materia orgánica, más elevado incluso si existen circuitos internos de reciclaje de agua.
- Bajo nivel de biodegradabilidad, debido a la naturaleza sintética de muchos de los componentes, tanto los de peso molecular elevado como los colorantes.
- pH normalmente alcalino. Elevado nivel de color, ocasionado por las importantes cantidades de colorantes sin fijar.
- Generalmente no contienen productos tóxicos. Son deficitarias en nutrientes.
- Salinidad elevada, por la adición de grandes cantidades de sales en los baños de tintura. Además temperatura elevada, debida a las elevadas temperaturas de algunas reacciones durante el proceso. ^[11]

Tabla 3.1 Características Cualitativas de Residuos Líquidos. ^[12]

Proceso	DBO	SS	Grasas	Detergente	pH	Ceras	Sólidos Totales
Descrude	*	*	*	*	*	*	*
Blanqueo	*				*		*
Tintura y Enjuague	*			*	*		*
Lavados Químicos	*			*	*		*

(*) Presencia alta del parametro.

Tabla 3.2 Valores utilizados de parámetros ambientales en los residuos líquidos antes del tratamiento en la industria textil. ^[12]

Proceso	Residuos Líquidos	pH	Temperatura °C
Descrude	Grasas saponificadas, detergente, soda caustica, tensoactivos, antiespumantes.	10-11	98
Blanqueo	Grasas saponificadas, detergente, peroxido, soda caustica, tensoactivos, antiespumantes.	10-11	98
Enjuague	Agua, ácido acético, estabilizadores de peroxido	7	35-45
Tañido	Agua, colorantes, secuestrantes, humectante, soda cáustica, sal industrial	10-11	60-80
Enjuague de Tañido	Agua, detergente, antiespumante.	7	98
Suavizado	Agua, ácido acético, suavizante cationico.	6-6,5	45

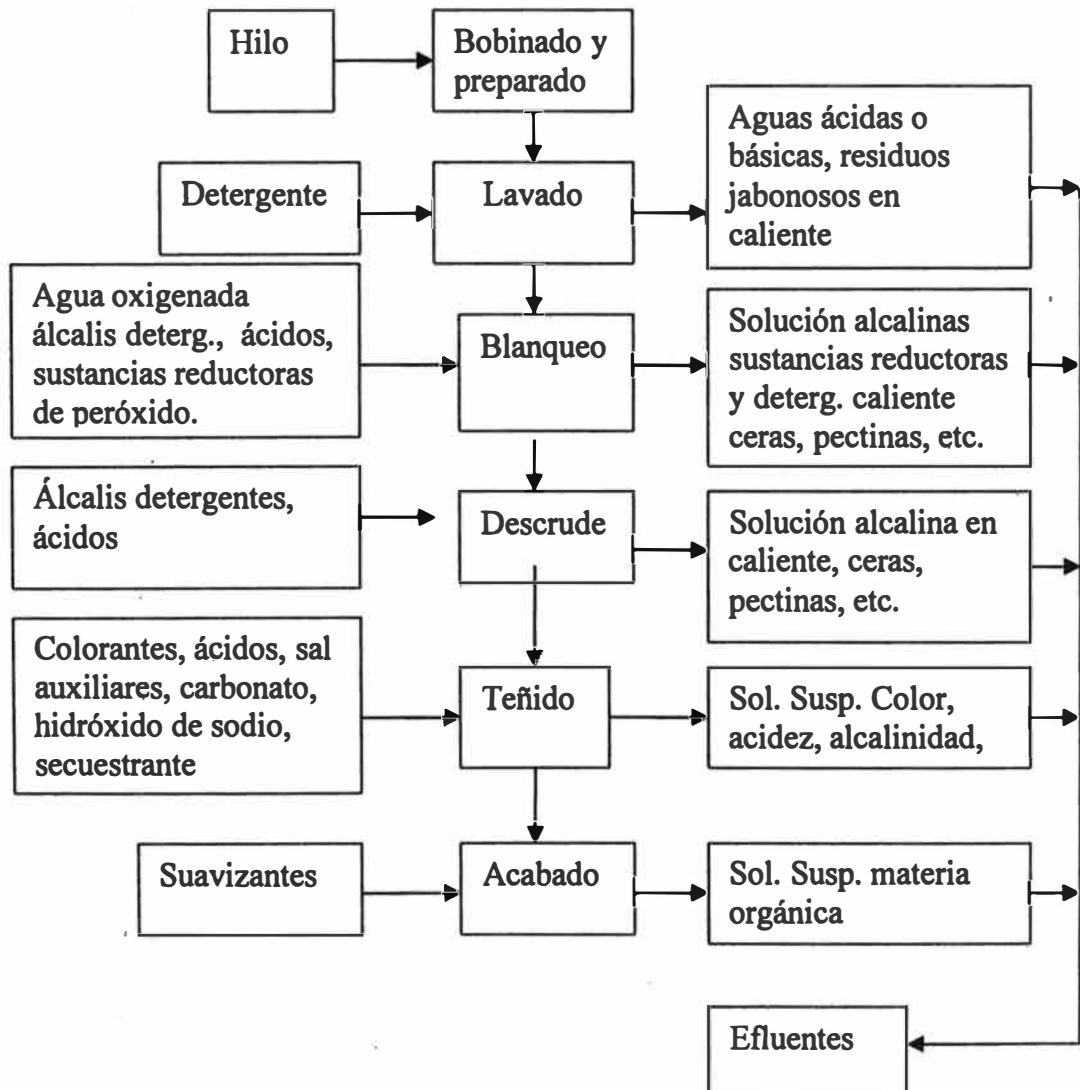


Fig. N° 3.11. Efluente líquido de la planta de tintorería.

3.7 Diagrama de Contaminantes Generados por los Efluentes del Proceso Productivo

Para explicar los efluentes generados durante el proceso productivo, se realizará una breve descripción de los procesos y operaciones que producen contaminantes.

DIAGRAMA DE FLUJO DE CONTAMINANTES



3.8 Parámetros a Controlar

Se detalla los parámetros a controlar en los efluentes del proceso de teñido.

3.8.1 Temperatura

Un incremento en la temperatura de la corriente de los cursos de agua en los ríos, producido por un vertido, tiene diferentes aspectos adversos. El agua caliente tiene una densidad menor que la fría lo que produce una estratificación que es causa que la mayor parte de los peces de los ríos o mares se retiren a la zona profunda de la corriente. Puesto que hay menos oxígeno disuelto en el agua caliente que en la fría, la vida acuática sufre y hay menos oxígeno para la degradación natural biológica de cualquier contaminación orgánica descargada en las aguas superficiales calientes. La acción bacterial se incrementa en altas temperaturas, lo que produce una acelerada disminución de los recursos de oxígeno en el agua. ^[13]

3.8.2 Color

Es un indicador de la contaminación. Los componentes presentes en las aguas residuales absorben una cierta longitud de onda de luz y reflejan las restantes. El color interfiere con la transmisión de la luz solar en la corriente y por lo tanto disminuye la acción fotosintética. ^[13] El color del efluente proviene principalmente de algunos componentes de la tintura reactiva, dispersos y la descarga de los descruces de algodón. La emisión de sustancias coloreadas en la forma de material particulado o disuelto en el agua afecta negativamente a los organismos vivos del curso receptor al disminuir la transparencia del agua.

3.8.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

La materia orgánica consume el oxígeno de los ríos, crea olores, aromas desagradables, y condiciones sépticas. Los peces y la mayor parte de la vida acuática se asfixian por falta de oxígeno y la

concentración de este combinada con otras condiciones determina en los ríos la vida o muerte de los peces. Se sabe que, el límite para la supervivencia de los peces es de 3 o 4 partes por millón de oxígeno disuelto. Sabemos que algunas especies de peces no pueden sobrevivir en aguas que contienen tres partes por millón de oxígeno disuelto, mientras que otras especies pueden no ser afectadas, ni siquiera levemente por la misma cantidad tan baja en el nivel de oxígeno.

En términos generales, consiste en medir cuánto oxígeno se consume en la descomposición del material orgánico disuelto en un litro del efluente durante un período de tiempo estándar de 5 días.^[13]

3.8.4 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Es un método aplicable en aguas continentales (ríos, lagos, acuíferos, etc.), aguas residuales o cualquier agua que contenga una cantidad apreciable de materia orgánica. No es aplicable para las aguas potables debido al valor tan bajo que se obtendría y, en este caso, se utiliza el método de oxidabilidad con permanganato potásico. El método mide la concentración de materia orgánica. Sin embargo, puede haber interferencias debido a que haya sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc.).

El procedimiento se basa en la oxidación de la materia utilizando dicromato de potásico como oxidante en presencia de ácido sulfúrico y iones de plata como catalizador. La disolución acuosa se calienta bajo reflujo durante 2h a 148°C. Luego se evalúa la cantidad del dicromato sin reaccionar titulando con una disolución de hierro (II). La demanda química de oxígeno se calcula a partir de la diferencia entre el dicromato añadido inicialmente y el dicromato encontrado tras la oxidación.

Basándose en el mismo principio se puede utilizar la espectroscopía ultravioleta-visible, mediante mediciones fotométricas del color producido por la reducción del dicromato a ion cromo 3 (Cr^{+3}) posterior a la digestión.^[13]



Fig. Nº 3.11. Juego para la medición del DQO.

3.8.5 Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Los sólidos en suspensión precipitan en el fondo o se depositan causando olores y la disminución del oxígeno en el agua. Estos sólidos también aumentan la turbiedad de las aguas. Los SST es uno de los indicadores de la calidad del agua, se caracteriza por ser los sólidos que son filtrables y están suspendidos en el medio. Los sólidos suspendidos son aquellas partículas no solubles que no son lo suficientemente pesadas para sedimentarse en el cuerpo de agua en que están presentes. Los principales sólidos suspendidos son pequeñas partículas de materia orgánica e inorgánica, microorganismos y plancton.^[14]

3.8.6 Sólidos y Líquidos Flotantes

Comprenden aceites, grasas y materiales que flotan en la superficie, dan al efluente un aspecto desagradable e impiden el paso de la luz a

través del agua, retardando el crecimiento de las plantas. Algunas objeciones especificadas a las grasas en las corrientes son:

- Interfieren la reaireacion natural.
- Son tóxicos a ciertas especies de peces y vida acuática.
- Destruyen la vegetación a lo largo de los causes con la consecuente erosión.
- Hacen que no se pueda utilizar el agua para alimentación de calderas o refrigeración.
- Causan dificultades en los tratamientos de aguas, produciendo una capa en los filtros de arena de una película muy fuerte.
- Crea una película desagradable en la superficie del agua.^[14]

3.8.7 pH

Es el grado de acidez de una sustancia, es decir la concentración de iones de H^+ en una solución acuosa, el pH también se expresa a menudo en términos de concentración de iones hidronio. El agua y todas las soluciones acuosas contiene concentración de H^+ , si no iones de OH^- . En el agua pura se cumple que la concentración de iones H^+ es igual a la concentración de iones OH^- , por eso se dice que el agua es neutra.

El valor del pH se puede medir de forma precisa mediante un potenciómetro, también conocido como pH-metro, un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ión hidrógeno. También se puede medir de forma aproximada el pH de una disolución empleando indicadores, ácidos o bases débiles que presentan diferente color según el pH.



(a)

(b)

Fig. N°3. 12. (a) Indicadores, Ácidos o Bases débiles. (b) Papel indicador

Generalmente el pH en una corriente no debe ser menor de 4,5 ni mayor de 9,5 si se pretende que los peces sobrevivan. Sin embargo, se puede encontrar valores de pH tan bajos como 2 y tan alto como 11 en la proximidad de vertidos industriales. [14]

IV PROGRAMA DE MUESTREO Y ANALISIS FISICOQUIMICO.

4.1 Plan de Muestreo

Indicaciones para la toma de muestra del efluente para el análisis fisicoquímico.

4.1.1 Metodología de Toma de Muestras

- Utilizar frascos de plástico o vidrio con tapa y limpios.
- Enjuagar el frasco tres veces con la muestra antes de depositarlo
- Al tomar la muestra llenar completamente el frasco e inmediatamente tapar.
- Mantener la muestra en contenedores a menos de 10°C (refrigerada, no congelar) no requiere de preservantes.
- El tiempo de recolección de la muestra hasta el inicio del análisis no debe exceder de 48h, por lo que se recomienda enviar las muestras de inmediato a laboratorio.
- El pH debe determinarse en el lugar de muestreo.
- Identificar el lugar, fecha y hora de muestreo, tipo de muestra persona encargada de tomar la muestra y otras observaciones adicionales.^[15]



Fig. N°4.1. Toma de muestra de efluente de la planta de tintorería.

Tabla 4.1 Características para la toma de muestras del efluente contaminante

Parámetro	Volumen Requerido(ml.)	Preservación	Tiempo Máx. de Preservación
pH	50	Refrigerada 4°C	2h
Turbiedad	50	Refrigerada 4°C	48h
Alcalinidad	125	Refrigerada 4°C	48h
Sólidos Totales	125	Refrigerada 4°C	7 días
Sólidos Disueltos	125	Refrigerada 4°C	7 días
Sólidos Suspendidos	250	Refrigerada 4°C	7 días
DQO	100	Refrigerada 4°C	7 días

4.2 Análisis Físicoquímico

A fin de medir los niveles de concentración de los principales parámetros físicos, químicos y biológicos, se determinara las características del agua residual generada en las operaciones de la planta de tintorería.

4.2.1 Datos del Muestra

El proceso de teñido se desarrolla durante 6 días a la semana 24 horas al día; las materias primas utilizadas en el proceso constan de hilo de viscosa, algodón, chenilla y poliéster. La producción se realiza en 6 autoclaves con capacidad de 100 a 3500 litros y una centrifuga. En cuanto a la generación de aguas residuales industriales. Se tiene un caudal promedio $7,8 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$, la planta con mayor volumen de aguas contaminadas resulta ser la tintorería seguida en menor volumen del laboratorio y los servicios

higiénicos, pero esta última desagua directamente a la línea de alcantarillado público.

Los distintos efluentes procedentes de las diferentes operaciones de proceso de la empresa textil convergen hacia una poza. El punto de muestreo del efluente líquido se efectúa en la poza del vertido de la planta. Los resultados del análisis es el siguiente:

Tabla 4.2 Análisis del Vertido Generado en la Empresa
Procedente de un muestreo de 66 h con tomas de 1 L cada
3 horas*

Parámetro	Resultados
Caudal, m ³ /h	7,80
pH	9,27
SST, mg/L	230,00
DQO, mgO ₂ /L	308,00
DBO ₅ , mgO ₂ /L	14,49
Aceites y grasas, mg/L	120,00
Temperatura, °C	32,00
Turbiedad, U.N.T.	11,50

*Información brindada por la Empresa.

Según la resolución ministerial N° 026- 2000 ITINCI / DM Protocoló de Monitoreo de Efluentes Líquidos y Emisiones Atmosféricas, los parámetros que se tiene que medir al agua de proceso son Temperatura, pH, aceites y grasas, sólidos suspendidos y DBO₅. (Ver Tabla 7.1).

Las aguas residuales del proceso de tintura es la única que trataremos antes de su descarga al alcantarillado. Sobre la base de los resultados (Tabla 4.2), se evaluara el tratamiento de los parámetros, considerando los Límites Máximos Permisibles del Reglamento de Desagües Industriales Decreto Ley N° 28-60-SAPL.

Para el pH el tratamiento que se sugiere es la de una poza de neutralización o la mezcla de líneas de desagüe.

V ALTERNATIVAS PARA LA DISMINUCION DE LA CARGA TOTAL DE MATERIA CONTAMINANTE

Cualquier acción para disminuir la carga total de materia contaminante en los vertidos industriales, antes del tratamiento representa un ahorro debido a la reducción de las necesidades en el tratamiento de estos vertidos. La reducción del poder contaminante es el segundo objetivo de una planta industrial. El poder de contaminación de los vertidos se puede reducir por:

- Cambios en el proceso.
- Modificación en el equipo industrial.
- Segregación de vertidos.
- Mezcla de vertidos.
- Recuperación de subproductos.
- Relación entre vertidos y caudal.
- Panorama de la sustitución química.

5.1 Cambios en el proceso

El control de la contaminación ya no puede ser considerado por la industria como un acto opcional, por el contrario, tiene que afrontarlo a fin de cumplir la normativa obligatoria y de esta manera preservar los recursos de agua, para todos los usuarios. Muchas industrias han resuelto los problemas de vertido por medio de cambios en el proceso.

Los cambios de insumos en los procesos por otros que dieran contaminantes con muy poco y no produzcan efectos tóxicos en los cursos de agua, si se presentara; es insistir en que los valores de DBO, DQO y otros le sean presentados junto con otra información esencial (p.e. Hojas de Registro de Seguridad del Material o MSDS - Material Safety Data Sheets) como parte de los procedimientos para la evaluación previa de los productos.^[16]

5.2 Modificación en el equipo industrial

Por medio de cambio en el equipo se puede lograr una reducción en el poder de contaminación de los vertidos, normalmente reduciendo las cantidades de contaminantes que entran en los mismos. A veces se puede hacer pequeños cambios en el equipo para reducir el vertido.

Algunos de los equipos más recientes de procesamiento textil permiten un menor uso de agua y compuestos químicos. Es de esperar que el equipo de procesamiento textil del futuro sea aún más eficiente en cuanto al consumo de agua, compuestos químicos y energía. ^[16]

5.3 Segregación de vertidos

La segregación de los vertidos reduce el poder contaminante y los problemas del tratamiento final de una planta industrial. Se producen así normalmente dos vertidos: uno concentrado y de pequeño volumen y otro débil con casi el mismo volumen que el vertido original, sin separar.

El vertido concentrado y de pequeño volumen puede ser tratado entonces con métodos específicos de su problema. La separación de ciertos vertidos es una gran ventaja en todas las industrias. Es peligroso, sin embargo, llegar a la conclusión general de que la separación de los vertidos peligrosos o fuertes es siempre conveniente. En ciertas ocasiones, la técnica contraria de una mezcla completa puede ser ventajosa. ^[16]

5.4 Mezcla de vertidos

Las plantas que tienen muchos productos, en procesos diversos, prefieren mezclar sus vertidos. Esto requiere tanques de mezcla de un cierto periodo que dependa del tiempo necesario para que se produzcan vertidos repetidos. Los efluentes de características constantes se tratan más fácilmente que los variables, en las plantas de tratamiento industrial.

Algunas veces la mezcla puede producir un efluente que no necesite mayor tratamiento. Como lo que tiene que aplicar a las plantas textiles de tintorería,

en donde los efluentes son depositados en pozas en un periodo de 24 horas en la cual se mezcla los residuos de las diferentes etapas del teñido las cuales tienen características alcalinas y básicas. ^[16]

5.5 Recuperación de subproductos

Este es el aspecto utópico de tratamiento de las aguas residuales, la única fase del problema que puede llevar a un beneficio económico. Todos los vertidos contienen subproductos, los materiales agotados en el proceso, en los que la industria puede cambiar los residuos en productos utilizables.

Aunque el problema de la disposición de los residuos persistente, normalmente se reduce considerablemente por la utilización de los mismos como subproductos. En el análisis final, las consideraciones económicas y cumplir con los requerimientos del control de la contaminación, juegan los papeles mas importantes en las decisiones relacionadas con el aprovechamiento de subproductos, como cuando se tenga que teñir varias partidas de un mismo color, los baños de tintura sería recuperados para las sucesivas partidas, previamente realizando un análisis al baño para la corrección del medio y auxiliares (teñidos dispersos). ^[16]

5.6 Relación entre vertidos y caudal

Por el vertido en proporción en el colector, una industria puede reducir la perturbación producida por su vertido total hasta el punto de que necesitará un mínimo de tratamiento final o causara el menor daño en la corriente o en la planta de tratamiento. Puede resultar menos costoso proporcionar un vertido pequeño concentrado en el caudal principal de acuerdo con el caudal de este, que iguala todos los vertidos industriales en la planta para reducir su poder contaminante. ^[16]

5.7 Panorama de la sustitución química

El objetivo de la sustitución química es reemplazar los compuestos químicos altamente contaminantes o con propiedades tóxicas por otros que tienen menor

impacto en la calidad del agua o que son más susceptibles al tratamiento de aguas residuales. Se han sugerido o desarrollado una serie de sustituciones de los compuestos químicos para la industria textil y se espera que esta área desempeñe un rol más importante en el futuro. El costo de sustituir compuestos tóxicos por otros menos peligrosos es usualmente mucho menor que el costo de eliminar los contaminantes de la descarga de una planta mediante el tratamiento efectuado al final del proceso de producción. Cualquier sustitución, sin embargo, debe efectuarse luego de una evaluación cuidadosa para garantizar que no se está sustituyendo un problema de contaminación con otro. ^[16]

VI PROPUESTA DE TRATAMIENTO DEL EFLUENTE DE PLANTA DE TINTORERIA

A continuación se describirá las propuestas de tratamiento aplicable a los efluentes de la planta de tintorería con las características mencionadas.

6.1 Plan de Tratamiento

La intensidad del tratamiento dependerá de las características del efluente y su implantación depende en gran medida del flujo y las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales. El flujo de aguas residuales determina el tamaño de una planta de tratamiento. Las tasas mínimas y máximas de flujo deben calcularse de la manera más precisa posible ya que afectan a los cálculos hidráulicos y la medición de canales y tuberías de distribución. Los flujos del diseño también deben incluir futuros incrementos previstos. Las características físicas importantes incluyen sólidos, temperatura, color y olor. Los sólidos en forma de residuos flotantes y capas de grasa y aceite indican residuos altamente contaminados.^[17]

6.1.1 Estándares para la Descarga de Efluentes Tratados

Los tratamientos de aguas residuales varían en cuanto a su efectividad para reducir la concentración de los parámetros de interés (por ejemplo, DBO, sólidos suspendidos totales) y los estándares para la descarga de efluentes de aguas residuales tratadas determinan si una combinación dada de procesos de tratamiento brinda un nivel aceptable de tratamiento. Antes de iniciar el diseño, se debe identificar los estándares aplicables para la descarga de efluentes. (Ver Tabla 7.1).

6.1.2 Procesos Unitarios de Tratamiento

El tratamiento del agua residual se dividirá en cuatro etapas principales:

1. El tratamiento preliminar puede incluir varios procesos unitarios para eliminar las características indeseables de las aguas residuales como restos de hilo. Los procesos incluyen el uso de tamices y cámaras de rejillas para remover partículas grandes, preaeración para el control de olores y remoción de grasa.
2. A continuación el efluente vertido debe tratarse en cámaras de sedimentación pero también pueden usarse diversos procesos auxiliares, tales como flotación, floculación y tamices de malla fina. Para la remoción de sólidos sedimentables (pelusas, restos de suavizante, etc.) antes del tratamiento biológico.
3. Una alternativa del tratamiento biológico, para la purificación de aguas residuales, es el uso de la descomposición de la materia orgánica suspendida y disuelta por la acción microbiana, pero también puede tratarse mediante tratamiento en estanques o lagunas, lodos activados o métodos de filtración biológica, como filtros biológicos rotatorios de disco.
4. Para remover el color del agua residual característico de los efluentes de tintorería. Se hace uso de métodos como coagulación química, adsorción con carbón activado y procesos avanzados de oxidación como H_2O_2/UV , O_3 , son efectivos para la remoción de una gran cantidad de contaminantes, la adición de reactivos y la producción de

lodos de difícil disposición, hace que los costos de este tipo de procedimientos sean elevados.

El tratamiento físico de las aguas residuales separa principalmente los sólidos de manera mecánica, como ocurre con los tamices o usa diferencias de densidad, como sucede en la sedimentación y flotación. ^[17]

6.1.3 Homogenización de Caudales

Los procesos de tratamiento preliminar son principalmente físicos, los tanques de compensación mezclan las aguas residuales afluentes para reducir la variación de la concentración de los componentes de las aguas residuales y también se usan para aguas residuales potencialmente tóxicas, a fin de:

1. Descargar el efluente a los procesos de tratamiento con una tasa uniforme y nivelar el efecto de flujo máximo y mínimo.
2. Mezclar volúmenes más pequeños de residuos concentrados con volúmenes más grandes y con menores concentraciones.
3. Controlar el pH para evitar fluctuaciones que pudieran alterar la efectividad de las unidades del sistema de tratamiento al mezclar residuos ácidos y alcalinos.

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

- Mejora del tratamiento biológico, ya que eliminan o reducen las cargas de choque, se diluyen las sustancias inhibidoras, y se consigue estabilizar el pH.

- Mejora de la calidad del efluente y del rendimiento de los tanques de sedimentación secundaria al trabajar con cargas de sólidos constantes.
- Reducción de las superficies necesarias para la filtración del efluente, mejora de los rendimientos de los filtros
- En el tratamiento químico, el amortiguamiento de las cargas aplicadas mejora el control de la dosificación de los reactivos y la fiabilidad del proceso.^[17]

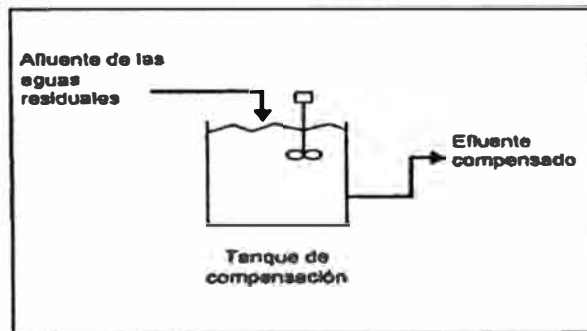


Fig. N° 6.1. Diseño de un sistema de compensación (mezcla de aguas residuales).

6.1.4 Pretratamiento

Esta etapa no afecta a la materia orgánica contenida en el agua residual. Se pretende con el pretratamiento la eliminación de materias gruesas, cuerpos gruesos y arenosos cuya presencia en el efluente perturbaría el tratamiento total y el funcionamiento eficiente de las máquinas, equipos e instalaciones de tratamiento. En el pretratamiento se efectúa un desbaste para la eliminación de las sustancias de tamaño excesivo y un tamizado para eliminar las partículas en suspensión (hilos, pelusas etc.).

6.1.5 Procesos de Tratamiento Físico y Químico

El tratamiento físico de las aguas residuales separa principalmente los sólidos de manera mecánica, como ocurre con los tamices o usa diferencias de densidad, como sucede en la sedimentación y flotación. La mayor parte del tratamiento químico de aguas residuales incluye el uso de productos químicos para remover componentes específicos de las aguas residuales.

6.1.5.1 Sedimentación

Los procesos de tratamiento primario también son básicamente físicos. Generalmente, la remoción de sólidos inertes y orgánicos fácilmente sedimentables se realiza a través de las cámaras de sedimentación, pero los tamices de malla fina también pueden usarse como auxiliares en las diversas etapas del tratamiento. Las cámaras de sedimentación a menudo están diseñadas para remover grasa y sólidos flotantes mediante el uso de deflectores y removedores de aceite y pueden incluir rastrillos mecánicos para la remoción de sólidos y lodos que se sedimentan en el fondo de la cámara. ^[17]

Las impurezas naturales pueden encontrarse en las aguas según tres estados de suspensión en función del diámetro. Éstos son:

- a) Suspensiones hasta diámetros de 10^{-4} cm.
- b) Coloides entre 10^{-4} y 10^{-6} cm.
- c) Soluciones para diámetros aún menores de 10^{-6} cm.

Estos tres estados de dispersión dan igual lugar a tres procedimientos distintos para eliminar las impurezas. El

primero destinado, eliminar las de diámetros mayores de 10^{-4} cm. constituye la sedimentación simple.

El segundo implica la aglutinación de los coloides para su remoción a fin de formar un "floc" que pueda sedimentar. Finalmente, el tercer proceso, que esencialmente consiste en transformar en insolubles los compuestos solubles, aglutinarlos para formar el "floc" y permitir así la sedimentación.

Tras este proceso hay sustancias que todavía podrían permanecer de forma estable en el agua por tiempo indefinido y por ello se lleva a cabo un proceso químico para convertir estas sustancias químicas en sedimentables. Se añade al agua residual un coagulante que hace que las partículas disueltas se agreguen unas a otras formando masas de dimensiones mayores, flóculos, que puedan separarse ya por sedimentación.

6.1.5.2 Coagulación Flocculación

Cuando el agua a tratar contiene partículas muy finas ó en estado coloidal, el empleo de la sedimentación simple resulta antieconómico ó imposible (permanencias mayores de 6 horas no son económicas). Así los tintes no fijado en el hilo y removidos por el agua en el efluente son partículas coloidales de gran volumen y poco peso con especiales propiedades superficiales y cargas eléctricas. Se caracterizan por su gran estabilidad, que impide que se junten, pudiendo mantenerse indefinidamente en el seno del líquido que los contiene. Esta estabilidad es debida a que la energía cinética que poseen es menor que la energía potencial resultante de la repulsión electrostática y fuerza de Van der Waals entre partículas. Ya

que, esto impide el choque de las partículas de tinte y que formen así masas mayores, llamados floculos, las partículas no se asientan.

La coagulación desestabiliza estos coloides, al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados. Esto se logra generalmente añadiendo coagulantes químicos y aplicando energía de mezclado. Las sustancias químicas cancelan las cargas eléctricas sobre la superficie del coloide, permitiendo que las partículas coloidales se aglomeren formando floculos. Estos floculos inicialmente pequeños, crean al juntarse aglomerados mayores de baja densidad que pueden ser separados por flotación con aire disuelto. El objetivo de este es aumentar la eliminación de sólidos suspendidos y la eliminación de DBO. Este proceso se usa para:

- Remover la turbiedad orgánica o inorgánica que no puede sedimentar con rapidez.
- Remoción de color y eliminación de bacterias, virus y organismos patógenos susceptibles de ser separados por coagulación.
- Eliminación de sustancias productoras de sabor y olor.^[17]

6.1.5.2. 1 Productos Químicos Coagulantes y Flocculantes

Los coagulantes metálicos más empleados en la clarificación del agua han sido las sales de aluminio y hierro. Son muy sensibles al pH y a la alcalinidad. Si el pH no está dentro del intervalo adecuado, la clarificación es pobre y pueden solubilizarse el hierro o el aluminio y generar problemas al usuario del agua. Alternativamente

se pueden usar polielectrolitos que son moléculas orgánicas solubles en el agua.

Estas moléculas reaccionan con el material coloidal en el agua, neutralizando la carga (coagulación) o enlazando partículas individuales (floculación) para formar un precipitado visible e insoluble, esto es un floculo. Dependiendo de su carga los polielectrolitos pueden ser no iónicos, aniónicos o cationicos. [17]

6.1.5.2.2. Flotación por Aire Disuelto

Un método alternativo es la flotación por aire disuelto esta basado en el hecho de que si generamos microburbujas de tamaño que fluctúan entre 10 a 100 micras de diámetro, estas se adhieren a los sólidos, aumentando la flotabilidad de las partículas haciendo que se eleven.



Fig. N° 6.1. Equipo para la depuración: Flotación por aire disuelto

6.1.6 Tratamiento Químico

Los métodos de tratamiento químico para el tratamiento convencional de aguas residuales pueden usarse en cada etapa del proceso de tratamiento, según convenga. Los métodos utilizados con mayor frecuencia son:

- Neutralización para mantener un pH óptimo en los procesos de tratamiento biológico.
- Reacciones de precipitación para la remoción de sólidos disueltos y fósforo.
- Oxidación (cloración, ozonización, radiación ultravioleta) para la desinfección y control de olores.

6.1.7 Procesos de Tratamiento Biológico

Los procesos de tratamiento biológico se usan principalmente para el tratamiento secundario y se valen de la acción microbiana para descomponer materia orgánica suspendida y disuelta en aguas residuales. La mayoría de los procesos de tratamiento biológico son aerobios, ya que el carbono brinda la fuente de energía para la respiración aerobia y tiene al dióxido de carbono y agua como sus principales subproductos. Generalmente, la descomposición anaerobia de la materia orgánica es mucho más lenta que la aerobia, pero puede ser una alternativa apropiada en algunas situaciones, en particular para los residuos con alta DBO. ^[17]

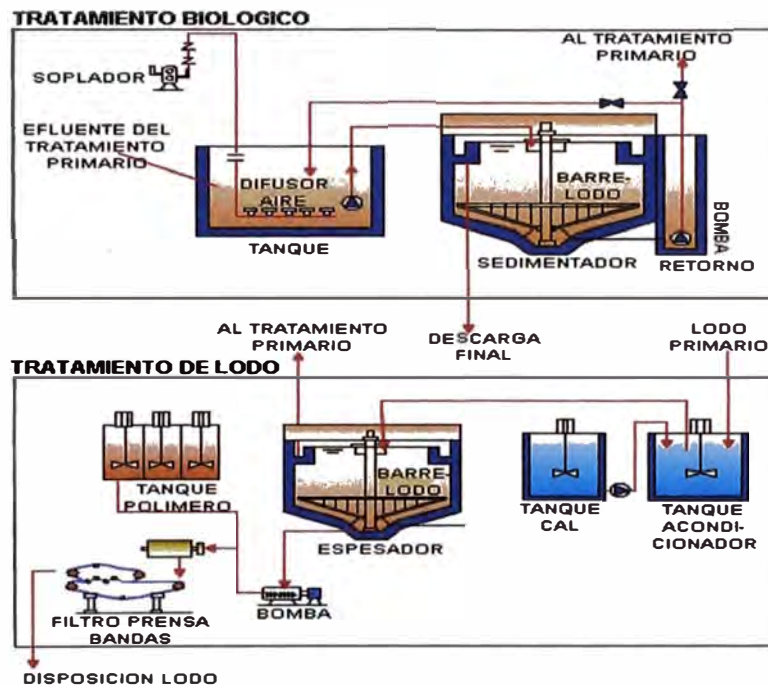


Fig. N° 6.3. Tratamiento Biológico y Tratamiento de Lodos Activados.

6.1.7.1 Tratamiento De Lodos Activados

Un proceso de lodo activado es un tratamiento biológico en el cual se agita y aérea una mezcla de agua de desecho y un lodo de microorganismos, y de la cual los sólidos se remueven y recirculan posteriormente al proceso de aireación, según se requiera. El pase de burbujas de aire a través de las aguas de desecho coagula los coloides y la grasa, satisface parte de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), y reduce un poco el nitrógeno amoniacal. La aireación también puede impedir que las aguas de desecho se vuelvan sépticas en uno de los tanques subsiguientes de sedimentación. Pero si las aguas de desecho se mezclan con lodo previamente aerado y luego se vuelve a aerar, como se hace con los métodos de tratamiento de aguas de desecho

utilizando lodo activado, la efectividad de la aireación se mejora mucho. La reducción de la DBO y sólidos en suspensión en el proceso convencional del lodo activado que incluye predecantación y sedimentación final, puede variar desde 80 a 95% y la reducción de las bacterias coliformes de 90 a 95%.

Entre las ventajas principales se encuentran:

- Menor producción de lodo de cualquier proceso de lodos activados.
- Capacidad para obtener un efluente de alta calidad.
- El sitio no requiere mucha preparación para la instalación de plantas compactas.
- Confiabilidad con la atención necesaria del operador.
- La nitrificación ocurre probablemente cuando las aguas residuales tienen temperaturas superiores a 15 °C.
- Requiere poco espacio y costo inicial relativamente bajo.

Las principales desventajas incluyen:

- Alto consumo y costo de energía.
- Operadores calificados y altos requisitos de operación y mantenimiento.
- Las altas variaciones de flujo puede reducir la efectividad de remoción de los sólidos suspendidos (SS) y DBO.
- Problemas potenciales de congelamiento en climas fríos.
- Potencial para la generación de lodos debido a la desnitrificación en el clarificador final durante los meses más cálidos, posibles ruidos del ventilador y olores provenientes del lodo.

- Las plantas compactas pueden requerir componentes o modificaciones adicionales para compensar las limitaciones específicas del efluente. ^[17]

6.1.7.2 Filtros Biológicos

Los filtros biológicos permiten una superficie expuesta a las aguas residuales y aire, donde puede desarrollarse una capa microbiana. El tratamiento ocurre en la delgada capa de microorganismos que se forma en la superficie y que adsorbe las partículas orgánicas y las degrada de manera aerobia. Los filtros biológicos se dividen en medios filtrantes fijos y reactores biológicos rotatorios. Ambos dependen de la capa microbiológica fija sobre los medios para que pueda darse el tratamiento. Los filtros percoladores son el tipo de medios filtrantes fijos usados con mayor frecuencia para el tratamiento convencional de aguas residuales. Las aguas residuales se distribuyen sobre el lecho, generalmente de roca o plástico y fluyen por los medios por la gravedad. Entre las principales ventajas de los filtros biológico comparados con los sistemas de lodos activados se encuentran:

- Son más simples, producen poco lodo.
- Los costo de operación y mantenimiento son bajos.
- Tienen mayor resistencia al impacto.

Las desventajas incluyen:

- Remueven menos DBO (menos de 85%, en comparación con 90% de los lodos activados).
- El costo inicial es mayor, requieren mayor espacio.

- Necesitan estar cubiertos en climas fríos y pueden producir olores.^[17]

6.1.8 Tratamiento por electrocoagulación

Otra alternativa de tratamiento es el proceso de electrocoagulación se basa en desestabilizar contaminantes suspendidos, emulsificados o disueltos en un medio acuoso, haciendo pasar una corriente eléctrica a través del mismo. La corriente eléctrica proporciona la fuerza electromotriz que provoca las reacciones químicas. Al provocar o forzar estas reacciones, los elementos contaminantes en el medio, se aproximan a su estado más estable. Generalmente, este estado estable produce partículas sólidas que son menos coloidales y menos emulsificadas (o solubles) que al estado de equilibrio.

Cuando esto ocurre, los contaminantes forman componentes hidrofóbicos que se precipitan y se pueden remover fácilmente por algún método de separación secundaria.

La Electrocoagulación utiliza corriente directa para hacer que los iones de sacrificio de los electrodos eliminen contaminantes indeseados, sea mediante reacción química y precipitación o provocando que los materiales coloidales se aglomeren y sean eliminados por flotación electrolítica. Estas aguas se convierten en agua clara, limpia, sin olor y lista para reutilizarse. En el proceso de Electrocoagulación, una corriente eléctrica es inducida en el agua a través de placas metálicas paralelas de materiales diversos que optimicen el proceso de remoción. Dos de los metales más utilizados son el fierro y el aluminio.

De acuerdo con la Ley de Faraday, los iones metálicos se liberan y dispersan en el medio líquido, estos iones metálicos tienden a formar óxidos metálicos que atraen electromecánicamente a los

contaminantes que han sido desestabilizados y estas partículas recientemente formadas, se precipitan y son eliminadas. ^[17]

El uso de la Electrocoagulación en una planta de tintorería trae beneficios económicos así como beneficios sociales. Económicamente, la capacidad de una tintorería se puede incrementar, al reciclar el agua producida por el enjuague. Las máquinas de teñido se pueden usar agua reciclada durante el proceso de lavado y enjuague primario, y usar agua limpia municipal para el enjuague final. La calidad del agua se asegura monitoreando la turbiedad y administrando un desinfectante por medio de un dispositivo electrónico automático. El agua se monitorea, electrocoagula, clarifica y almacena en un tanque de agua limpia con ozono. Un monitor de turbiedad y concentración de ozono mantiene la calidad del agua en forma automática y continua. El clarificador de vacío concentra los sólidos hasta un 20% en peso para que se puedan desechar. Esta solución reduce el costo derivado del tratamiento de las aguas de enjuague y lavado así como las posibles multas que una ciudad pudiese cobrar por verter contaminantes en el drenaje, ya que con esta opción no hay descarga de contaminantes al drenaje municipal. ^[17]

VII LEGISLACION AMBIENTAL DEL SECTOR

7.1 Legislación Sobre Agua Residuales. (Perú)

7.1.1 Reglamento de Desagües Industriales Decreto ley N° 28- 60-SAPL

Determina las obligaciones de todo establecimiento comercial e industrial ante SEDAPAL, respecto a los efluentes que se vierten en los colectores públicos el cual debe tener característica establecida en el reglamento.

Tabla 7.1 Límites Máximos de los Residuos Industriales Admisibles en las Redes.

Parámetros	Límites Permisibles
pH	5- 8.5
Demanda Biológica de Oxígeno, mg/L	1,000
Aceites y grasas, mg/L	100
Sólidos Suspendidos Totales, ml /l/h	8.5
Temperatura ,°C	< 35

Se establece también los residuos industriales no admisibles en las redes. Como son las aguas de lavado de pisos de talleres y fabricas, aguas sobrantes de construcción civil, no se acepta el ingreso al desagüe de residuos que contengan elevada concentración, sulfuros, sulfitos, sulfatos. El lanzamiento de materiales reactivos en condiciones y concentraciones superiores a los establecidos en los Reglamentos Internacionales en la Materia. Queda prohibido el ingreso a la red pública de iones metales pesados. ^[18]

7.1.2 Reglamentación de Protección Ambiental de la Industria

Manufacturera DECRETO SUPREMO N° 019- 1997- ITINCI. (Perú)

Determina los lineamientos de política ambiental, definiciones y de las obligaciones de los titulares de actividades de la industria manufacturera.

Como incorporar el principio de prevención en la gestión ambiental, privilegiando y promoviendo prácticas de prevención de la contaminación que reduzcan o eliminen la generación de elementos o sustancias contaminantes en la fuente generadora; que coadyuven a que la industria manufacturera realice cambios en los procesos de producción, operación, uso de energía y de materias primas en general, con el objeto de reducir prioritariamente la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes que ingresan al sistema o infraestructura de disposición de residuos o que se viertan o emitan al ambiente.

Cuando no sea posible la reducción o eliminación de elementos contaminantes en la fuente de origen, se promoverá y apoyará prácticas de reciclaje y reutilización de desechos como medio para reducir los niveles de acumulación de éstos. En caso no sea posible, se recurrirá a prácticas de tratamiento o control de la contaminación y adecuada disposición de desechos. También se puede realzar el Artículo 5, y Artículo 6 respecto a la responsabilidad y obligaciones del titular.

El titular de cualquier actividad de la industria manufacturera es responsable por las emisiones, vertimientos, descarga y disposición de desechos que se produzcan como resultado de los procesos efectuados en sus instalaciones, de los daños a la salud o seguridad a las personas, efectos adversos sobre los ecosistemas o sobre la cantidad o calidad de los recursos naturales y, en general, de los efectos o impactos resultantes de sus actividades. Son obligaciones

del titular de la industria manufacturera, sin perjuicio del cumplimiento de las normas ambientales:

- Poner en marcha y mantener programas de prevención de la contaminación, a fin de reducir o eliminar la generación de elementos o sustancias contaminantes en la fuente generadora, reduciendo y limitando su ingreso al sistema o infraestructura de disposición de residuos, así como su vertimiento o emisión al ambiente.

Evitar e impedir que, como resultado de las emisiones, vertimientos descarga y disposición de desechos, no se cumpla con los patrones ambientales, adoptándose para tal efecto las medidas de control de la contaminación que correspondan.

7.2 Legislación Internacional y del Banco Mundial sobre Aguas Residuales de Industrias

De acuerdo con el protocolo de monitoreo de efluentes líquidos y emisiones atmosféricas R.M. N° 026- 2000 ITINCI/DM y en tanto, no exista los LMP para el sector industrial manufacturero, se tomara como referencia un estándar internacional o de nivel internacional cuya selección deberá ser debidamente sustentada.

7.2.1 Marco Legal de México Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-030- ECO/1993

Establece los límites máximos permisibles de los contaminantes, en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de jabones y detergentes. El campo de aplicación de esta norma oficial mexicana es de uso obligatorio para los responsables de las descargas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de jabones y detergentes. ^[19]

Tabla 7.2 Límites Máximos Permisibles de los Contaminantes.

Parámetros	LMP(promedio diario)
pH	6 - 9
Sólidos Suspendidos Totales, mg/L	50
Aceites y grasas, mg/L	40
Sólidos Sedimentables, mg/L	1
DBO ₅ ,mg/L	130
DQO, mg/L	260

En el caso de que el agua de abastecimiento contenga algunos de los parámetros que se encuentran regulados en esta norma, o será imputable al responsable de la carga y este tendrá derecho a que la autoridad competente le fije, previa solicitud, condiciones particulares de descarga.

7.2.2 Banco Mundial

El Banco Mundial propone Límites Máximos para la prevención del medio ambiente, en base a la información de países en desarrollo.

Tabla 7.3. Límites Máximos Permisibles Generales del Medio Ambiente^[19]

Parámetros	Valores Límites
pH	6 - 9
Demanda Biológica de Oxígeno, mg / l	50
Demanda Química de Oxígeno, mg / l	250
Cloro total Residual, mg / l	0,2
Sólidos Suspendedos Totales, mg / l	50
Aceites y grasas, mg / l	10
Floururo, mg / l	20
Cromo, mg / l	0,5
Cobre, mg / l	0,5
Fenoles, mg / l	0,5
Sulfuros, mg / l	1,0
Incremento de temperatura, ° C	< 3
Amoniaco, mg / l	10
Cianuro Total, mg / l	1,0
Metales pesados, mg / l	10
Plomo, mg / l	0,1

7.3 Comparación de la Legislación Internacional y la Legislación Peruana

Se compara en la siguiente Tabla los límites permisibles de los parámetros potenciales de contaminación, en base a la Legislación Internacional y Peruana, con el fin de establecer los límites permisibles para la industria textil que se adecua a nuestra realidad socio-económica y política.

Tabla 7.4. Legislación Internacional y la Legislación Peruana.

Parámetros	México Detergentes Promedio diario	Perú Desagües Industriales	Banco Mundial
pH	6 - 9	5 - 8,5	6 - 9
Sólidos Suspendidos Total, mg/L	50,0	8,5	50,0
Aceites y grasas, mg/L	40,0		10,0
Sólidos Sedimentables, mg/L	1,0		
DQO, mg/L	260,0		250,0
DBO ₅ , mg/L	130,0	250,0	50,0
Fenoles, mg/L			0,5
Zinc, mg/L			2,0
Plomo, mg/L			0,1
Cianuro, mg/L			1,0
Sulfuros, mg/L			1,0
Temperatura, °C		< 35	+ 3 *

* Incremento de temperatura

En el cuadro se aprecia que el Banco Mundial propone límites permisibles que se encuentran entre la Legislación Mexicana y las Normas Peruanas.

VIII CONCLUSIONES

- El grado de tratamiento requerido para el efluente de la industrial textil depende fundamentalmente de los límites de los parámetros del vertido.
- El tratamiento del efluente en la primera etapa, dependerá de su destino del efluente así como su reutilización en la planta.
- Los vertidos líquidos de una industria textil poseen una fuerte variabilidad horaria en función a los procesos productivos, que se alternan con lavados, descruces, blanqueos, teñidos y enjuague (contienen cargas orgánicas significativas con presencia de pelusa, tintes, reactivos químicos disueltos, oscilaciones de pH y de temperatura).
- En general las altas temperatura elevan las tasas de reacción y solubilidad hasta el punto en que la temperatura se vuelva alta como para inhibir la actividad de la mayoría de microorganismos (aproximadamente 35°C).
- El efluente de la empresa tiene una alta contaminación en sólidos suspendidos y aceites y grasas; el pH también se tendrá que regular a la orden de la reglamentación nacional, y en la temperatura si cumple lo exigido por la reglamentación.
- El agua utilizada para el enfriamiento es de calidad y puede ser aprovechada en otras actividades. Se deberá estudiar la factibilidad física, de operación y económica de construir el sistema de colección, almacenamiento y distribución de estas aguas en la planta.
- Se debe eliminar los colorantes del proceso de teñido y tintorería mediante tratamientos de precipitación, floculación, absorción, oxidación o tratamiento biológico.

IX RECOMENDACIONES

- Reducir el poder contaminante de los vertidos con alternativas de disminución de la carga contaminante.
- Se recomienda el lavado de los utensilios con agua de menor calidad provenientes de enfriamiento o lavado de hilo blanqueado. Mejoramiento de los procedimientos de limpieza. Reutilizar las aguas de lavado final de tintorería, considerando principalmente el color y baja concentración de DBO, DQO y sólidos totales.
- Aprovechar las aguas de lavado de hilo blanqueadas (de naturaleza alcalina) para neutralizar los efluentes del lavado aciduladas.
- Las Hojas de Seguridad proveen información sobre el manejo y peligros potenciales de los productos. Las sales metálicas, los biocidas de los tratamientos antipolilla, antihongos y bactericida, las resinas con alto contenido de formaldehído, son productos que deben ser utilizados con cuidado, por los posibles efectos en el lugar de trabajo y en los efluentes.

X BIBLIOGRAFIA.

- [1] Pon Mercado, Gina Maria; Surichaqui Díaz, Julia Pág. 36, 44
 TESIS: TECNOLOGIA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES LIQUIDOS
 GENERADOS EN LA MANUFACTURA DE INSUMOS DE LA INDUSTRIA
 TEXTIL.
- [2] Maria Ángeles Gonzáles Mena.
 COLECCIÓN PEDAGOGICO TEXTIL DE LA UNIVERSIDAD
 COMPLUTENSE DE MADRID.
 Edición. 1994. Pág. 156- 180.
- [3] Federico Klages.
 TRATADO DE QUIMICA ORGANICA
 Edición 1 – 1961. Pág. 78
- [4] Steve Buchholz.
 TINTURA DE FIBRAS DE POLIESTER
 Editorial Martos 1976 Pág. 97
- [5] TEXTILES PANAMERICANOS
 Volumen 62- 2002.
- [6] Sylvia Hertes Povedano.
 ESTUDIOS COMPARATIVO DE SUAVIZANTES APLICADOS A LOS
 TEXTILES
 Revista de la Química Textil 117 1994.
- [7] TEXTILES PANAMERICANOS
 Volumen 56 – 1996.
- [8] M.R. Sander.
 QUIMICA APLICADA A LA INDUSTRIA TEXTIL Tomo II Blanqueo de
 Fibras Textiles.
 Editorial Manuel Marín 1930.
- [9] Pedro Bigorra.
 TENSOACTIVOS Y AUXILIARES EN PREPARACION Y TINTURA
 Editorial Mundo Pág. 211
- [10] J.L. Bueno, H. Sastrey.
 CONTAMINACIÓN E INGENIERÍA AMBIENTAL
 Edcion 3 1987
- [11] Departamento de Sanidad del Estado de New Cork.
 MANUAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

- [12] Andrés Aznar Carrasco.
TÉCNICA DE AGUAS: PROBLEMÁTICA Y TRATAMIENTO.
Año 2000, 3ª edición.
- [13] Miguel Rigola Lapeña
TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES: Aguas De Proceso y Residuales. Boixareu Editores.
- [14] Eduardo Ronzano y José Luís Dapena.
TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES.
Año 2008 (2ª Edición de 2002 reeditada).
- [15] Ing. G Salas Colotta.
TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO DE AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA TEXTIL Biblioteca de la U.N.M.S.M
- [16] Met Calf Hedí
TRATAMIENTO DE DEPURACION DE LAS AGUAS RESIDUALES
Editorial Labor.
- [17] Pedro López Figueroa
EL AGUA: Tecnología de su distribución y uso.
Edición 2 Año 2001.
- [18] REGLAMENTO DE DESAGUES INDUSTRIALES Decreto ley N° 28- 60-SAPL.
- [19] LEGISLACION INTERNACIONAL Y DEL BANCO MUNDIAL
Sobre Aguas Residuales de Industrias.

ANEXOS 01
REGLAMENTO DE DESAGÜES INDUSTRIALES
DECRETO LEY N° 28-60-SAPL

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA CONSIDERANDO:

Que habiendo comprobado la Superintendencia de Agua Potable de Lima efectos de destrucción en diversos tramos del alcantarillado público de ciudad de Lima y balnearios que se hacían más notorios en los colectores de desagües que sirven a las zonas industriales, se nombró por Resolución Ministerial una Comisión de Ingenieros especialistas de dichas Superintendencia de la Sub- Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Fomento y Obras Públicas y del Ministerio de Salud Pública, con la finalidad de estudiar el problema y formular una reglamentación al efecto;

Que el estudio realizado por la indicada Comisión señala como causa fundamentales que propenden a la destrucción la acción química, la elevada temperatura y la alta concentración de materia orgánica de los desagües industriales descargados sin ningún control en los colectores públicos desagües industriales, al ingresar al alcantarillado público;

Que la reducción de la vida útil de alcantarillado motiva por el recargo en volumen o en concentración orgánica en las redes, requiere para ser evitada de un programa de inspección permanente y de control y limpieza adecuada, cuyos gastos deben ser cubiertos por las industrias en proporción a las sobrecargas que causen, siendo preciso determinar previo estudio las tasas de retribución equitativas y proceder de inmediato a la ejecución de los análisis de los líquidos evacuados de las fábricas.

DECRETA:

- 1° Apruébase el Estudio de los Desagües Industriales de Lima Metropolitana, Formulado por la Comisión de Ingenieros: Don Edmundo V. Aspíllaga Navarro, Don Enrique Bielich V. y Don Alejandro Vences Aráoz.
- 2° Queda terminantemente prohibido descargar en el alcantarillado público residuos que puedan causar el deterioro de sus estructuras u originar obstrucciones, trayendo como consecuencia la elevación del costo normal de operación y mantenimiento.
- 3° Bajo ninguna circunstancia será permitido descargar en las redes públicas de desagüe los siguientes residuos:
 - a. Basura o restos de comidas.
 - b. Gasolina o solventes industriales.
 - c. Barros y arenas.
 - d. Alquitranes, materiales bituminosos y viscosos.
 - e. Pegamentos y cementos
 - f. Plumas huesos, trapos e hilachas.
 - g. Trozos de metal, vidrio, madera, cerámica y materiales similares capaces de producir atoros.
 - h. Gases peligrosos para la vida y la salud.
 - i. Productos residuales del petróleo
 - j. Aquellos que pueden ser tóxicos o convertirse en tales al mezclarse con los ácidos naturales del líquido cloacal, cianuros, fenoles arseniatos, etc.
 - k. Aquellos que sean corrosivos o incrustantes o que puedan convertirse en tales al reaccionar con los gases y ácidos naturales de los líquidos cloacales.
 - l. Aquellos que contengan en elevada concentración sulfatos y sulfitos.

- m. Aquellos que sean radioactivos en condiciones y concentraciones superiores a los establecidos por los Reglamentos internacionales.
- n. Aquella que contengan iones de metales pesados.

4° No se aceptará en ningún caso el ingreso directo las redes públicas de desagüe de:

- a. Las aguas de lavado de pisos de talleres y fábricas.
- b. Las aguas sobrantes de la construcción civil. c. Sustancias volátiles.
- d. Minerales precipitables o solubles.
- e. Los residuos de camales, caballerizas, establos y similares.

Al efecto los interesados deberán instalar los dispositivos necesarios para evitar ese ingreso directo, consistente en trampas, retenedor y otros.

5° Todo residuo industrial que ingrese a las redes públicas de desagüe deberá cumplir, sin excepción con las siguientes normas:

- a. Temperatura que no sobrepase de los 35° C.
- b. Los vapores deberán ser condensados para ingresar al desagüe.
- c. Los líquidos grasos que ingresen al colector, deberán tener una concentración menor de 0.1 gr./lt. en peso.
- d. Las sustancias inflamables que ingresen al desagüe deben tener un punto de ignición superior a los 90° C y concentración inferior a un gr./lt.
- e. El pH deberá estar comprendido entre 5 y 8.5. Las industrias que evacúen ácidos o minerales o sustancias fuertemente alcalinas, deberán tener tanques de suficiente capacidad donde sean neutralizados.
- f. La D.B.O. (Demanda Bioquímica de Oxígeno), no sobrepasará las 1000 p.p.m. g. Los sólidos sedimentables no tendrán concentración mayor a 8.5 ml/ 1/h (mililitros /litro /hora).

- 6° Los industriales deberán tomar las medidas necesarias para cumplir con los requisitos señalados en los Artículos 3°, 4° y 5°, debiendo presentar a la Superintendencia de Agua Potable de Lima, para su aprobación, los diseños a adoptar elaborados por profesional especializado, inscrito en el Registro Oficial de ingenieros del Ministerio de Fomento y Obras Públicas, para lo cual contarán con 120 días de plazo; dentro de los 120 días posteriores a la aprobación del proyecto la obra deberá quedar ejecutada.
- 7° Los industriales que infrinjan los Artículos 3°, 4° y 5° y que al vencimiento de los plazos indicados no hubiere cumplido con ejecutar las obras pagarán multas de SI. 1,000.00 a 10,000.00 quedando facultada la Superintendencia de Agua Potable de Lima, en caso de incumplimiento para suspender el servicio público de abastecimiento de agua potable y gestionar la clausura de industria renuente.
- 8° La Superintendencia del Agua Potable de Lima, procederá a efectuar los análisis de laboratorio y los estudios de descarga de los desagües de las fabricas de Lima, por cuenta de los industriales, quedando obligados a permitir el ingreso a sus locales al personal autorizado por la Superintendencia del Agua Potable de Lima, para la toma de muestras necesarias.
- 9° En la jurisdicción del Callao, será la Junta de Obras Públicas, la entidad encargada de la aplicación de las disposiciones del presente Decreto, con excepción del sector de influencia del inspector de la Av. Argentina hasta la Cámara de reunión, punto inicial del Emisor General de Desagües del Callao.
- 10° En las ciudades y pueblos de la República, la aplicación del presente Decreto estará a cargo de las Oficinas Departamentales de Obras Sanitarias, de las Administraciones de Servicios de agua potable y desagüe o de los Municipios respectivos, según sea entidad que opere el servicio de desagüe establecido en su jurisdicción.

- 11° Las industria quedan obligadas a instalar una cámara para la inspección, muestreo y verificación de los líquidos que evacuen y a pagar los gastos que los análisis y estudios de sus desagües originen.
- 12° Terminados los estudios a que se refiere el Artículo 8° y dentro de un plazo no mayor de un año, La Superintendencia del Agua Potable de Lima. Formulará la escala del aporte de los establecimientos industriales para la conservación de los colectores públicos de desagüe.

Dado en la Casa de Gobierno en Lima a los 29 días del mes de Noviembre de mil novecientos sesenta.

MANUEL PRADO

Vice Almirante Guillermo Tirado L., Ministro de Marina, Encargado de la Cartera de Fomento y Obras Públicas.

REGLAMENTO DE DESAGUES INDUSTRIALES

SECCION I

PROLOGO DEL REGLAMENTO

Propósito de la Reglamentación

Los reglamentos sobre desagüe que existen en diferentes países y aún dentro de un mismo país, son muy diversos en su criterio, planteamiento y medios de control, dependiendo de la consideración que ha primado en el seno de la Comisión que lo ha redactado. Hay reglamentaciones que están basadas en una interpretación rígida de normas y en ellos se señala con la mayor amplitud posible y en la forma más concreta, que éste problema plantea, cuáles son límites máximos que puede tener un líquido o residuo industrial para que pueda ser admitido en un colector público.

Generalmente la consideración que guía a estas Comisiones es la de conseguir una calidad de desagüe industrial y doméstico tal, que no sobrecargue indebidamente la operación normal de la planta de tratamiento de desagüe local.

Hay otras pocas reglamentaciones que tiene como supremo objetivo, conseguir que a los colectores sólo ingresen líquidos que por sus condiciones no planteen problemas físicos, químicos o biológicos que aceleren la destrucción de los materiales de que están formadas las redes de colectores domésticos y sobre todo industriales.

En los primeros, las consideraciones que principalmente guían su planteamiento son las que tiendan a conservar o prolongar hasta donde sea económicamente factible la frescura de los líquidos; las que tiendan a preparar a los líquidos para que no causen problemas en el flujo normal. Las que tienden a preparar los líquidos para que no constituyan problemas en el manejo o acorten los periodos de retención en los tanques de sedimentación y en los digestores de la planta de tratamiento. Las que tiendan a impedir que los líquidos estén sobrecargados de productos tóxicos que alteren las condiciones biológicas normal de los desagües. Las que tiendan a controlar el volumen de descarga, etc.

Para lograr satisfacer la primera exigencia, generalmente limitan la cantidad total de oxígeno que requieren los líquidos para su estabilización y esto lo hacen limitando la Demanda Bioquímica de Oxígeno admisible en los líquidos que pretenden ingresar a la red, obligando a pretratar los desagües industriales para reducir dicha demanda al límite tolerado o exigiendo en compensación una tarifa progresiva sobre la diferencia en D.B.O. que exista en promedio entre D.B.O. real de los líquidos industriales y la señalada en el reglamento, para hacer la acotación más justa, derivan fórmulas que tratan de generalizar en forma racional este aspecto. Para lograr no alterar el flujo normal de los desagües reglamentan las normas limitativas en lo que se refiere a sólidos, rápida y medianamente sedimentables, grasas y aceites.

Para cumplir con el tercer aspecto, limitan la concentración de productos y elementos venenosos que puedan ingresar al desagüe, así como aquellos que no puedan ingresar, no importa cuan pequeña sea su concentración.

En general, parece que cuanto más limitados son los medios de que dispone la autoridad para realizar investigaciones y determinaciones analíticas, más concreta

es la reglamentación a fin de facilitar la tarea, cuanto más medios tiene la autoridad, técnicos económicos, más general es la reglamentación.

En nuestro caso después de haber comparado las reglamentaciones de una serie de países, algunos de ellos de nuestra propia idiosincrasia, creemos que la Reglamentación debe carecer de términos vagos e indeterminados tanto como sea posible. Pues el pensamiento es el de entregar a la autoridad un incremento que sea justo y equitativo. Entendemos que nuestra Reglamentación: debe estar guiada por sobre todas las cosas a defender nuestras redes de colectores y nuestros cuerpos de agua receptores, ya que no tenemos actualmente, plantas de tratamiento, sin embargo no debemos dejar de lado la posibilidad de que en un futuro ciertas zonas de la ciudad por sus condiciones especiales tengan que drenar sus desagües a plantas de tratamiento.

Al revisar las normas de protección de las tuberías e instalaciones y los medios de control que existen, hemos notado que una gran parte de los problemas de corrosión se presentan cuando las tuberías no funcionan adecuadamente conservadas por que en casos se han depositado lodos, o causado obturaciones, cuando las capacidades de la red secundaria han sido sobrecargadas, las emisiones gaseosas se producen como consecuencia de la súbita liberación de la presión a que están sometidas y esto sucede en nuestro caso cuando las redes secundarias vacían sus descargas en las primarias.

El anteproyecto del reglamento que hemos elaborado se basa en el principio de que para controlar los intereses públicos en materia de desagües, es menester establecer una reglamentación que sea lo suficientemente concreta como para ser interpretada fielmente, que esta reglamentación sea llevada adelante por una Autoridad con capacidad técnica y amplio respaldo legal, que la industria que en gran parte es la causante de los problemas investigados, acepte su responsabilidad sobre la base de que es su derecho lanzar sus residuos industriales, pero con ciertas limitaciones en lo que refiere a la cantidad y calidad de los residuos y que es deber de todo aquel que utiliza un servicio público en forma más amplia, que el promedio de los usuarios, pagar la parte proporcional de ese exceso en forma justa

y ordenada a fin de contribuir honestamente a mantener un servicio, que es esencial no sólo para la salud pública en general, sino también para la industria en particular.

La idea básica que ha animado a la Comisión al prepararlo ha sido de conseguir que la autoridad que se encargue de aplicarlo, funciones amparado no sólo por el respaldo legal de un articulado claro y preciso, sino además por acción permanente de un Comité, conformado por técnicos estatales y representantes de la Industria que orientará y resolverá los problemas que surjan al aplicársele, dentro de los límites y del espíritu de la Reglamentación.

SECCION 2

Definición de Términos

En toda Reglamentación que pretende ser objetiva y práctica, es menester en primer lugar, definirle lo más claramente posible los términos, sobre todo técnico, que en ella se usan. Por lo tanto, en el presente Reglamento se entenderá por:

Artículo 201°.- Autoridad: La organización técnica del Estado a la que al promulgarse el presente Reglamento, se le encomienda su aplicación.

Artículo 202°.- Alcalinidad: La alcalinidad quiere decir el contenido de carbonato, bicarbonatos, hidróxidos y ocasionalmente boratos, silicatos y fosfatos, se expresa en p.p.m. en carbonato de calcio.

Artículo 203°.- Acidez: La acidez representa la cantidad de ácidos minerales y orgánicos y sales ácidas que se hidrolizan para producir hidrogeniones.

Artículo 204°.- Comité : La comisión permanente que conformada por tres delegados representantes de los Ministerios de Fomentó (Subdirección de obras Sanitarias), Servicio de Agua Potable de Lima (Sección Técnica de Alcantarillados), Salud Pública (División de Ingeniería Sanitaria) y dos representantes de la Sociedad Nacional de Industrias, se nominará con el fin de

resolver dentro de los límites y espíritu del presente Reglamento, los problemas que se plantean entre la Autoridad y la Industria.

Artículo 205°,- Carga Orgánica (C.O.): Para los fines de este Reglamento, se entenderá por tal, la cantidad de materia orgánica que en promedio descarga una persona por día, expresado en mgr /l se aceptará que es en nuestro medio 62,500.

Artículo 206°,- Colector Doméstico: Significa la tubería o alcantarilla construida para evacuar los líquidos domésticos.

Artículo 207°,- Colector Industrial: Significa la tubería o alcantarilla construida para evacuar los residuos industriales.

Artículo 208°,- Demanda Bioquímica de oxígeno (D.B.O,) : La cantidad de oxígeno expresado en partes por millón por peso, utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica, en condiciones standard de laboratorio, durante 5 días, a 20° C. de acuerdo con los procedimientos indicados en los Métodos Standard Norteamericanos.

Artículo 209,- Industrial: Por este término se entenderá a cualquier firma, empresa, agencia, compañía, etc. que esta conectada a la red pública de desagüe.

Artículo 210°,- Muestra Compuesta: Se entenderá por tal, aquella que está formada por los diferentes tipos de residuos que lanza la industria.

Artículo 211°,- Muestra Simple: Aquella que se tome de una sola y por lo tanto, solo representa las características en un momento dado.

Artículo 212°,- Población Equivalente (P.E.): Se usará este término como parámetro de medida de la concentración de materia orgánica que contiene un volumen determinado de residuos que lanza la industriales.

Artículo 213°.- pH. : Se entenderá por tal, algoritmo de base 10 de la recíproca de la concentración de iones de hidrógenos expresado en moles por litros.

Artículo 214°,- Residuo Industrial: Se entiende por tal, la descarga de cualquier sustancia sea gaseosa, líquida o sólida que sea lanzada al desagüe público o el que esté bajo la administración pública, por la Industria, el Comercio o en general

cualquier establecimiento y que resulte como consecuencia de un proceso de desarrollo o manufactura de cualquier naturaleza.

Artículo 215°.- Red Pública: Por éste término se entenderá al conjunto de tuberías primarias y secundarias, incluyendo las plantas de bombeo, interceptores y emisores que tiene por finalidad, recoger, conducir y lanzar los líquidos o residuos industriales.

Artículo 216°.- Sobre Tasa: Significa el gravamen adicional que pagará cualquier industria en general, cuando sus residuos pasen la concentración normal establecida.

Artículo 217°.- Sólidos Sedimentables: Son aquellos sólidos que pueden ser removidos. De un residuo líquido industrial, en un tiempo determinado, por la sola acción de fuerza de la gravedad.

Artículo 218°.- Sólidos Suspendidos: Son aquellos que sólo pueden ser removidos de un residuo líquido Industrial, por la acción de filtración o centrifugación, en el laboratorio.

Artículo 219°.- Tarifa: Significa el gravamen que paga la industria en general, por derecho de descarga de sus residuos industriales en los colectores públicos o administrados por entidades públicas.

SECCION 3

Límites Normales de los Desagües industriales

Para establecer una Reglamentación es menester comenzar por fijar cuáles son los límites normales de ciertas características básicas de los desagües en general y de los industriales en particular. Las investigaciones realizadas por el Comité, le permiten señalar como valores cercanos a nuestra realidad, los siguientes:

Artículo 301°.- Para los fines de esta Reglamentación, se aceptará como D.B.O. normal en los colectores domésticos: 250 p.p.m.

Artículo 302°.- Para los fines de esta Reglamentación, se aceptará como promedio normal del volumen de desagüe, la cantidad de 250 lt. de Cáp. / día.

Artículo 303°.- Para los fines de esta Reglamentación, se calculará la P.E. mediante la siguiente fórmula:

$$P.E. = \frac{\text{Volumen de desg. en lt/día} \times \text{D.B.O. en mgr/lt}}{62,500}$$

Artículo 304°.- Para los fines de esta Reglamentación, se aceptará como normal el líquido cloacal que no deposite más de 8.5 ml/lt/H. (mililitros / litro / hora) de sólidos sedimentables.

SECCION 4

Normas para Establecer las Sobrecargas

En todo conglomerado, la comunidad tiene derecho a estar conectada ya usar la red pública de desagüe. Es más este derecho es obligatorio. Pero nadie en la comunidad tiene derecho a sobrecargar en volumen o carga orgánica de la red pública de desagüe, pues existe una limitación natural y lógica a ese derecho que éste Reglamento fija y determina.

Artículo 401.- Para establecer el volumen de descarga de los Residuos Industriales por día, se adoptará uno de los dos procedimientos siguientes, según las posibilidades locales ya juicio de la Autoridad.

- a. La verificación real del caudal evacuado mediante procedimientos hidráulicos.
- b. Estimando como desagüe e190% del agua de consumo, que resulte como promedio aritmético durante un lapso de 7 días en las condiciones de observación y frecuencia que fije la Autoridad.

Artículo 402°.- Para que la Autoridad pueda verificar el gasto y demás características del flujo de los Residuos Industriales, podrá exigir de la industria que como complemento de sus instalaciones de desagüe, construya una cámara de inspección, muestreo y verificación de gasto, la que estará construida en la forma y modo y con las características que fijará la Autoridad.

Artículo 403°.- Ninguna industria puede lanzar a la red pública, sin pagar la tasa, un volumen de residuos industriales que supere la dotación de descarga de una

Población Equivalente P.E. de 2,000 personas, considerándose dotación de descarga por personas en 250 lt./'cap./día.

Artículo 404°.- Ninguna industria podrá lanzar el colector industrial en un momento dado, un caudal que supere en 300% el gasto promedio que resulte al aplicarle los procedimientos especificados en el Artículo 401. En caso de que las operaciones industriales así la obligarán, la Autoridad dispondrá que se instalen cámaras reguladoras del gasto de características apropiadas.

Artículo 405.- En determinados casos y a juicio de las Autoridades podrá disponer que la industria descargue sus residuos sólo durante la noche, obligándose a instalar tanques de almacenamiento de los residuos industriales de características apropiadas.

Artículo 406°.- Para la determinación de las características de los Residuos industriales, se seguirá el siguiente procedimiento:

- a. Industria recién instalada: a los 60 días de funcionamiento la Autoridad procede a tomar una muestra compuesta de los residuos con la frecuencia de una mensual por un lapso de seis meses. Se aceptará como característica los valores que resulten de promediar aritmética mente la D.B.O., sólidos sedimentables, pH, etc.
- b. En las industrias ya establecidas: Se seguirán las mismas pautas señaladas en el acápite a), con la diferencia de que en estos casos no existirá plazo previo para iniciar la investigación.
- c. Los gastos que demanden los análisis correspondientes serán cobrados por la Autoridad de acuerdo a la tarifa que se fije.

Artículo 407°.- La Autoridad de acuerdo con sus posibilidades, mantendrá un sistema periódico de muestras a fin de mantener actualmente las tarifas de sobretasa.

Artículo 408°.- La industria que por haber modificado su sistema de eliminación de residuos considere que ha disminuido apreciablemente el volumen o la concentración de materia orgánica que descarga o ambas, tendrá derecho a

solicitar de la Autoridad que se realice una nueva investigación de sus residuos y en este caso la Autoridad dispondrá los detalles, el número y la frecuencia de los muestreos correspondientes. Los gastos que originen estas investigaciones, correrán por cuenta del industrial.

SECCION 5

Límites Máximos de los Residuos Industriales Admisibles en las Redes.

Artículo 501°.- Ninguna industria podrá lanzar al colector industrial en forma directa, residuos cuya temperatura esté por encima de los 35° C, ni sobrantes de vapor. Los vapores deberán ser condensados para ingresar al desagüe.

Artículo 502°.- Ninguna sustancia grasa que ingrese al colector, deberá tener una concentración mayor de 0.1 gr. /lt. en peso.

Artículo 503°.- Ninguna sustancia inflamable que ingrese al desagüe podrá tener un punto de ignición que esté por debajo de los 90° C, y no podrá estar en concentración mayor de 1 gr/lt.

Artículo 504°.- No se permitirá el ingreso de residuos a los desagües públicos cuyo pH esté por debajo de 5 ó por encima de 8.5. La industrias que trabajan con ácidos minerales o sustancias fuertemente alcalinas, deberán obligatoriamente tener tanques de suficiente capacidad y en número adecuado, a juicio de la autoridad, donde serán neutralizados, mediante la mezcla de residuos ácidos y alcalinos o diluidos, hasta alcanzar los límites de pH establecido. La autoridad podrá solicitar a la industria que presente un estudio completo de la solución, el que deberá ser ejecutado por un profesional, especializado y se deberán introducir en él todos los dispositivos que la autoridad juzgue necesarios para la mayor eficiencia del sistema, fijándose un plazo para la ejecución de la obra.

Artículo 505°.- Queda prohibido el ingreso a la red pública, de residuos que tengan mas de 1,000 p.p.m., de D.B.O. bajo ninguna circunstancia los residuos industriales que con tratamiento o sin él, alcancen esa concentración de D.B.O., podrán ingresar a los colectores públicos o que estén bajo la administración pública.

Artículo 506°.- Queda prohibido el ingreso a las redes públicas de líquidos que depositen sedimentos en una concentración de más de 8.5 ml/L.H. (mililitros / litros / hora).

SECCIO N°6

Residuos Industriales no Admisibles en las Redes

Artículos 601°.- Queda prohibido el ingreso directo a las redes de desagüe de:

- a. Las aguas de lavado de pisos de talleres y fábricas.
- b. Las aguas sobrantes de la construcción civil.

La autoridad determinará los tipos de trampas y dispositivos que se emplearán en cada caso.

Artículo 602°.- Queda prohibido el ingreso de basuras o restos de comida.

Artículo 603°.- Queda prohibido el ingreso de los siguientes residuos:

- a. Gasolina y solventes industriales.
- b. Barros y arenas.
- c. Alquitranes, materiales bituminosos y viscosos.
- d. Pegamentos y cementos.
- e. Plumas, huesos, trapos é hilazas.
- f. Trozos de metal, vidrio, madera, cerámica y materiales similares capaces de atorar.
- g. Gases malolientes o peligrosos para la vida y la salud.
- h. Productos residuales del Petróleo.

Artículo 604°.- Queda prohibido descargar a las redes de desagüe, ni aceites volátil ni minerales o insolubles en forma directa, ellos deben pasar por trampas, retenedoras o dispositivos que los extraigan en la forma más completa que sea factible y en todo caso no podrán superar el limite establecido en el artículo 502.

Artículo 605°.- Queda prohibido el ingreso de residuos que puedan ser tóxicos convertirse en tales o mezclarse con los ácidos naturales del desagüe; cianuros, fenoles, arseniatos, etc.

Artículo 606°.- No se aceptará el ingreso al desagüe, de residuos corrosivos, incrustaciones o que puedan convertirse en tales al reaccionar con los gases y ácido naturales de los líquidos cloacales.

Artículo 607°.- No se aceptará el ingreso al desagüe, de residuos que contenga elevada concentración, sulfuros, sulfitos y sulfatos.

Artículo 608°.- Queda prohibido el lanzamiento de materiales radioactivos en condiciones y concentraciones superiores a los establecidos en los Reglamentos Internacionales en la Materia.

Artículo 609°.- Queda prohibido el ingreso, en forma directa a la red pública de residuos de camales, caballerizas, establos y similares.

La autoridad podrá exigir a los propietarios, que dentro de un plazo acordado, proceden a instalar los dispositivos necesarios, siendo requisito previo a su instalación la aprobación de la autoridad.

Artículo 610°.- Queda prohibido el ingreso a la red, pública de iones metales pesados.

SECCION 7

Disposiciones Generales

Artículo 701°.- No se permitirá por razones sanitarias, la descarga directa en los cuerpos de agua, de los desagües y residuos industriales. Sólo será permitida la descarga directa de las aguas de refrigeración o los sobrantes condensados del vapor.

Artículo 702°.- Todo desagüe o residuo industrial, para ser admitido en los cuerpos naturales de agua, deberá ser pretratado en la forma y modo y hasta el grado que se disponga por la autoridad de acuerdo con las normas correspondientes de Salud Pública.

Artículo 703°.- No se permitirá la construcción por la industria, de tanques sépticos, pozos negros, letrinas o cualquier otro sistema de disposición peligrosa o

inconveniente en las zonas urbanas, donde existan redes públicas de desagüe y sea posible técnicamente conectarse a ellas.

Artículo 704, - El sistema de colectores de desagüe y las estructuras de tratamiento y disposición final, deberán ser usados de una manera razonable de acuerdo a la capacidad y objeto para los que fueron diseñados.

Artículo 705°,- En general no será permitido el ingreso de residuos al desagüe, cuando traiga como consecuencia el deterioro de sus estructuras, la interferencia de su operación o funcionamiento una exagerada elevación en los costos de atención y mantenimiento.

Artículo 706°,- Queda prohibido interrumpir, usando medios artificiales, el flujo de los desagües que discurren en las cloacas, con el propósito de modificar, aunque fuese temporalmente, su curso natural o su “tirante” normal de régimen estable.

Artículo 707°,- Queda prohibido, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo precedente, el uso de líquidos residuales para emplearlos en preparación de materiales (mezclas, morteros, etc.) para trabajos de la industria de la construcción civil, en general.

Artículo 708°,- La Municipalidades no darán “Licencia de Construcción” sin previa presentación de los documentos que comprueben que el interesado ha cumplido con solicitar de la Superintendencia del Agua Potable de Lima la “contrata” de un servicio de agua potable. En caso que el terreno ya tuviera anteriormente este servicio, el interesado lo acreditará con el recibo de pago de la pensión de agua respectiva.

Artículo 709°.- Durante el período de trabajo de una construcción civil, y para proteger el alcantarillado de recibir residuos industriales pesados que por descuido pasan a las redes públicas, es obligación de los encargados de las obras C.C., tomar las disposiciones que la autoridad le indique.

SECCION 8

Plazos y Sobre Tasas

Es un hecho comprobado que una red sobrecargada en volumen o concentración de materias orgánicas o ambas, tiene una vida útil menor que la prevista.

Para evitarlo, la Autoridad Técnica de Alcantarillados, tiene que mantener un programa de inspección y limpieza adecuados, y ésto presupone un presupuesto. Es lógico que los fondos para ello, tiene que venir en mayor proporción de aquellas industrias que más sobrecargan las redes. y nadie debe ser gravado cuando produce el equivalente a los que cualquier centro cívico o institución descarga a la red. Este Reglamento fija ese límite en la cifra de 2,000 personas determinadas en la forma que está prevista en el Artículo 307.

Artículo 802°.- Las industrias que a la promulgación de la presente reglamentación, estén debidamente establecidas y en funcionamiento, tendrán un plazo improrrogable de seis meses a partir de la fecha en que la autoridad las notifique para normalizar sus residuos industriales ajustándolos a las cifras máximas establecidas.

Artículos 802°.- Las industrias que funcionen después de promulgada la presente Reglamentación, sólo gozarán de un plazo improrrogable de tres meses a partir de la fecha en que se haya terminado los estudios de las características de los Residuos Industriales de acuerdo con lo previsto en el artículo 406, inciso "a".

Artículo 803°.- Cuando la normalización de los residuos requiera, operaciones complejas y dispositivos de control cuya construcción demanda mayor tiempo, la industria podrá presentar una solicitud especial, explicando detalladamente las razones técnicas que obligan un mayor plazo y la autoridad con el voto aprobatorio del Comité, podrá concederlo.

Artículo 804°.- Las industrias que descarguen al Servicio Público de desagües, Residuos Industriales, cuyo volumen y concentración combinados, representen una población de 2,000 o más personas, medidas como P.E. (Población Equivalente), determinada de acuerdo con el artículo 403° de la presente

Reglamentación, pagarán una sobre tasa de SI. 40.00 por cada 2,000 personas o fracción adicionales, gravándose por éste concepto sólo hasta alcanzar una P.E. de 100,000 personas.

Artículo 805°.- La autoridad podrá en el futuro, determinar cual deberá ser el gravamen por sobrecarga, previo estudio justificativo. Este sólo entrará en vigor cuando haya sido favorablemente votado en dos sesiones de comité, celebradas con un intervalo no menor de 15 días entre ambas sesiones y será materia de una Resolución Suprema expedida por el Ramo de Fomento.

SECCION 9

Penas y Sanciones

Artículo 901°.- Las industrias que al vencimiento del plazo de notificación no hubieran cumplido con ejecutar las obras, y rebasen los límites máximos fijados para la calidad de los residuos o incumplan en alguna forma, las disposiciones del presente Reglamento, pagarán una multa, cuyo costo puede variar entre un mínimo de S/ 500.00 o máximo de S/. 10,000.00 sin perjuicio de cumplir dentro de un plazo acordado por la autoridad.

Artículo 902°.- Las industrias que al vencimiento del segundo plazo, no hubieran cumplido, gozarán de 30 días de gracia, adicional.

Artículo 903°.- Si vencidos los 30 días adicionales, la autoridad constata que la industria no ha cumplido, queda facultada la autoridad para suspender indefinidamente el servicio público de abastecimiento de agua potable.

Artículo 904°.- Si como consecuencia del incumplimiento de las notificaciones, se derivara un peligro para la salud pública, se amenazarán los cuerpos naturales de agua y los canales de riego y se atentará contra la integridad física de los colectores públicos, la autoridad podrá decretar, con el voto aprobatorio del comité, la clausura de la industria, la que para convertirse en definitiva deberá revestir la forma de Resolución Ministerial, expedida por el Ministerio de Salud Pública o por el Ministerio de Fomento, según los casos.

ANEXO 02

Colorante Reactivo

Estos colorantes tienen una buena solidez a la luz y al lavado, principalmente se usan para ser aplicados en algodón o en fibras celulósicas, pueden ser aplicados en lana, nylon y en algunos casos en piel.

Los Colorantes Reactivos se clasifican de acuerdo a sus propiedades en tres tipos:

- Monoclorotriazina (HE).
- Vinil Sulfónicos (VS).
- Bifuncionales.

Monoclorotriazina (HE):

Los Colorantes Reactivos tipo Monoclorotriazina que son aplicados por el método de agotamiento, se usan normalmente a temperaturas entre 80-85°C. Estos colorantes tienen la posibilidad de teñir todo tipo de celulosa, teniendo las siguientes ventajas:

- Excelente rendimiento de color.
- Excelente compatibilidad.
- Consistente nivel de repetición de tintura a tintura.

Amarillo 84	
Amarillo 105	
Azul 71	
Azul 160	
Azul 171	
Azul 198	
Naranja 84	
Rojo 120	
Rojo 141	
Verde 19-A	

Vinil Sulfónicos (VS):

Los Colorantes Reactivos tipo Vinil Sulfónicos que son aplicados por el método de agotamiento, se utilizan normalmente a temperaturas medias de 60°C. Estos

colorantes tienen la posibilidad de teñir todo tipo de celulosa, teniendo las siguientes ventajas:





- Excelente rendimiento de color.
- Excelente compatibilidad.
- Consistente nivel de repetición de tintura a tintura.

Amarillo 160	
Amarillo 176	
Azul 19	
Azul 21	
Naranja 16	
Negro 5	
Negro CL	
Rojo 239	

Bifuncionales:

Los Colorantes Reactivos tipos Bifuncionales que son aplicados por el método de agotamiento, pueden utilizarse a temperaturas entre 60-70°C. Estos colorantes tienen la posibilidad de teñir todo tipo de celulosa, teniendo las siguientes ventajas:

- Excelente rendimiento de color.
- Excelente compatibilidad.
- Consistente nivel de repetición de tintura a tintura.

Amarillo 145	
Naranja 122	
Rojo 195	
Azul 222	

ANEXO 03

Hoja Técnica. Productos Químicos y Auxiliares de Teñido Reactivo.

1.-TUBINGAL 4748

Carácter	Concentrado de suavizante fácilmente soluble
Estructura química	Producto de condensación de ácidos grasos
Aspecto	Escamas (flakes) de color beige claro
Carácter ionogeno	Débilmente cationico
Valor pH de una Solución al 10%	5,5 – 6,5
Estabilidades	Diluciones madre laboradas de TUBINGAL 4748 tienen estabilidad suficiente al agua dura, a ácidos y álcalis débiles así como electrolitos en las concentraciones habitualmente empleadas en fabrica.

Propiedades.

Este producto tiene las características siguientes:

- Tacto muy suave y voluminoso
- Aplicación en procedimiento por agotamiento y por foulardado
- Buen agotamiento de baño en procedimiento de agotamiento.

Instrucciones de dilución.

Soluciones madres de TUBINGAL 4748 pueden ser diluidas en cualquier proporción con agua caliente.

Campos de uso.

Soluciones de TUBINGAL 4748 son aplicadas como suavizante para todos los tipos de fibra. Se utiliza el producto con preferencia sobre géneros de punto y tejidos de fibras celulósicas y sus mezclas con fibras sintéticas.

Propuestas de formulación

Por agotamiento: 1,3 – 3,0% solución madre de TUBINGAL 4748
PH 5,5 con ácido acético
20min a 40 °C.

2.-COTOBLANC NSR

Carácter reactivas	Producto especial para el jabonado posterior de tinturas reactivas
Estructura química	Mezcla de compuestos orgánicos e inorgánicos
Aspecto	Polvo blanco
Carácter ionogeno	Aniónico
Valor pH de una Solución al 10%	10,0 – 10,5
Peso aparente	550 g/l.

Propiedades.

COTOBLANC NSR ha sido desarrollado especialmente para el jabonado solidó de tinturas reactivas, desaloja las partes de colorante no fijadas adheridas a las superficie y les mantiene en el baño de jabonado. De esta manera se previene eficazmente un remontado de partes de hidrolisato separadas

Instrucciones de dilución.

COTOBLANC NSR es disuelto esparciéndolo en agua caliente.

Campos de aplicación.

Después de haber eliminado ampliamente la sal, álcalis y partes de hidrolisato mediante procesos de enjuague frío y calientes se efectúa un tratamiento a temperatura de ebullición con COTOBLANC NSR. Debido a la alta temperatura de lavado de aprox. 98°C, la mecánica del lavado, el tiempo y por la adición de COTOBLANC NSR se elimina casi todo el hidrolisato.

Propuestas de formulación

Según tipo de maquina, calidad del genero y relación de baño recomendamos

0,2 – 0,5 g/l COTOBLANC NSR

A aprox. 98°C durante 10 – 20 min.

El pH optimo para el jabonado de tintura reactivas es entre pH 7,0 – 9,0

3.-SUBITOL LS - N

Carácter	Humectante rápido poco espumante con gran poder detergente
Estructura química	mezcla sinergetica de tensoactivos.
Aspecto	Pasta incolora, ligeramente turbia que fluye fácilmente
Carácter ionogeno	Aniónica
Valor pH de una Solución al 10%	7,5
Estabilidades	SUBITOL LS – N tiene buena estabilidad al agua dura, a productos de blanqueo oxidante y reductor y a altas cantidades de electrolitos así como a los ácidos a álcalis que se usan en la práctica.

Propiedades.

SUBITOL LS – N actúa en un ámbito de pH muy ácido (pH 2,0) hasta un ámbito muy alcalino (sosa cáustica hasta 11°Be). Debido a estas características SUBITOL LS – N tiene un amplio campo de aplicación, o sea puede aplicarse en el desencolado, el hervido, el blanqueo y la tintura. Su poder humectante y detergente es casi independiente del valor pH y de la temperatura.

Instrucciones de dilución.

SUBITOL LS – N se diluye fácilmente en agua fría y caliente.

Campos de aplicación.

Siendo un producto humectante y detergente con un buen poder de suspensión de la suciedad, se emplea para la pre-humectación, en baño de descudado alcalino y en procesos de tratamiento previo alcalino a la continua

Propuestas de formulación

Las cantidades de aplicación dependen del modo de tratamiento previo y de la materia.

Géneros crudo	en baño largo	1,0 – 2,0 g/l	SUBITOL LS – N
	en baño corto	2,0 – 3,0 g/l	SUBITOL LS – N
	en baño fulardado	2,0 – 6,0 g/l	SUBITOL LS – N

4.-MEROPAN XNR

Carácter	Agente oxidante débil para la industria textil
Estructura química	Nitrobenzolsulfonato-m-sódico
Aspecto	Granulado amarillento, el cual no levanta polvo
Carácter ionogeno	Aniónico
Valor pH de una Solución al 10%	9,0 – 11,0
Estabilidades	MEROPAN XNR es bien compatible con auxiliares aniónicos y no iónicos. Sustancias con efecto reductor causan una descomposición inmediata

Propiedades.

MEROPAN XNR impide efectos reductores no deseados durante las distintas etapas de ennoblecimiento en los procesos de tratamiento previo, de tintura y de estampación.

Instrucciones de dilución.

MEROPAN XNR es fácilmente soluble en agua caliente.

Campos de aplicación.

Siendo un débil oxidante el MEROPAN XNR es preferidamente aplicado siempre cuando hay que impedir la influencia de reductores.

Tintura reactiva.

En la tintura reactiva, especialmente en caso de colorantes para teñir en caliente, el MEROPAN XNR evita la deterioración por cocción de los colorantes.

Cuando una reducción es de esperar, teñidos defectuosos son evitados mediante la adición de 1,0 – 2,0 g/l MEROPAN XNR al principio del proceso de tintura.

5.-QUELATEX N

Secuestrante y dispersante de complejos orgánicos.

Producto para la extracción y desmineralización de las impurezas contenidas en las fibras naturales.

Propiedades:

- Formador de complejos metálicos
- Estabilizante de la dureza del agua
- Inhibidor de corrosión y calcificaciones
- Excelente efecto dispersante.

Características físicas y químicas:

Composición química	Fosfonato.
Carácter iónico	Aniónico.
Aspecto	Líquido transparente de color claro.
Solubilidad	Buena en agua fría.
pH en solución al 1%(20°C)	Neutro.
Estabilidad	Resistencia a ácidos, álcalis, electrolitos y al agua dura, así como a los baños de blanqueo con cloro y peróxido.
Función primordial	Su aplicación es principalmente en el tratamiento previo del algodón y sus mezclas.

ANEXO 04

MEDIDA DEL PODER DE HUMECTACION DE AGENTES TENSOACTIVOS EN FIBRAS TEXTILES

Este método de Draves-Clarkson es un sencillo método que se aplica a fibras textiles para conocer la concentración de tensoactivo deseable para tener una buena humectación sobre la fibra textil. La humectación está basada en tiempos de humectación los cuales no deben exceder de 10 minutos.

Se preparan volúmenes no menores de un litro de diferentes concentraciones del tensoactivo en cuestión, es deseable partir de una solución tipo.

El equipo utilizado consta de una probeta graduada de 500 mL de boca ancha, cilindro de plomo de 40 g de peso provisto de un gancho de cobre conectado por un hilo de fibra textil de 5 cm. de largo, cronómetro y varias madejas de la fibra textil de 5 gramos de peso.

Procedimiento:

Enganchar una madeja de hilo a la pesa de plomo y dejarla caer en 500 mL de la solución de tensoactivo puesta en la probeta.

Cronometrar el tiempo de humectación desde el momento en que la pesa llega al fondo de la probeta hasta que la madeja esté completamente humectada, es decir, el momento en que el hilo que une a la pesa con el gancho, se dobla completamente debido al peso de la madeja.

Con los diferentes datos obtenidos de tiempo de humectación vs. concentración se obtienen gráficas, donde se puede observar:

- a).- El poder humectante.
- b).-El efecto de la temperatura sobre la humectación.
- c).- Comportamiento de diferentes fibras textiles, tanto naturales como sintéticas.

ANEXO 05

GLOSARIO.

A

Algodón: Planta arbustiva de hojas alternas palmeadas y flores de color cremoso, que al madurar se transforman en una cápsula que contiene las semillas, envueltas en fibras blancas.

Agua: Es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida.

Antiespumantes: Las sustancias que impiden o reducen la formación de espuma.

B

Blanqueo: Tiene por objeto la eliminación de las impurezas de tipo leñoso y coloreadas que permanecen en la fibra. Se persigue asimismo, la obtención de hidrofiliidad en la fibra y un tono blanco suficiente para llevar a cabo una buena tintura.

Bobinado: Se define como el cambio de formato del hilado o filamento contenido en husos, canillas, conos, madejas, etc. a conos, quesos, plegadores, carretes, etc.

Biodegradabilidad: Es la ruptura molecular de un sustrato orgánico, resultante de la acción enzimático de microorganismos vivos que usan ese sustrato como alimento.

C

Cardado: Es un acabado superficial que se efectúa por acción mecánica, también conocido como cardado, frisado o garzado. Consiste en obtener una superficie pilosa o cardada, en tejidos planos, de punto o no tejidos.

Coagulación: Es la desestabilización de las partículas coloidales causadas por la adición de un reactivo químico llamado coagulante.

Contaminación Ambiental: Se denomina a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de

varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, para la seguridad o para el bienestar de la población.

Contaminantes degradables o no persistentes: Los contaminantes degradables o no persistentes se descomponen completamente o se reducen a niveles aceptables mediante procesos naturales físicos, químicos y biológicos.

Contaminantes no degradables: Son aquellos contaminantes que no se descomponen por procesos naturales.

Contaminación: Es cualquier sustancia o forma de energía que puede provocar algún daño o desequilibrio (irreversible o no) en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo.

D

Descrudado: Es la etapa donde se eliminan las impurezas naturales aceites, ceras y otras impurezas adheridas a las fibras acondicionándolas para las etapas de blanqueo y tintura. Se emplean disoluciones alcalinas con tensioactivos en caliente.

Demanda química de oxígeno (DQO): Es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medios químicos que hay en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en mg O₂/litro.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): Es la cantidad de oxígeno requerida para descomponer la materia orgánica de un efluente por acción bacteriana aeróbica, en un período de 5 días a 20 °C, en las condiciones especificadas en la norma de aplicación.

Desecho: Es todo material que se necesita eliminar. Es un producto de las actividades humanas al cual se le considera de valor igual a cero por el desechado. No necesariamente debe ser odorífica, repugnante e indeseable; eso depende del origen y composición de ésta.

F

Fibra sintética: Son aquellas que se obtienen por procesos químicos de polireacción a partir de sustancias de bajo peso molecular por vía puramente sintética, es decir, sin intervención de la naturaleza.

Floculación: Es la aglomeración de partículas desestabilizadas en microfloculos y después en los floculos más grandes que pueden ser depositados llamados floculo. La adición de otro reactivo llamado floculante o una ayuda del floculante pueden promover la formación del floculo.

H

Hilo: Nombre genérico de un conjunto de fibras que se tuercen juntas. Existen dos clases de hilos: hilos hilados hechos con fibras discontinuas y cortas e hilos elaborados con filamentos continuos.

Hidrosilato: Restos de colorantes que químicamente no reaccionaron con la celulosa después del teñido sobre el hilo.

L

Legislaciones: Un cuerpo de leyes que regulan una determinada materia o al conjunto de leyes de un país.

Lodo: Producto final del proceso de tratamiento de aguas residuales. Los sólidos depositados por las aguas negras, o desechos industriales, crudos o tratados, acumulados por sedimentación en tanques y que contienen más o menos agua para formar una masa semilíquida.

M

Medio Ambiente: Entorno que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o la sociedad en su vida. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras.

P

Poliéster: Es un polímero de un éster que se obtiene por condensación de diácidos orgánicos con polialcoholes. Se utiliza en la industria de los plásticos para la fabricación de pinturas, barnices, fibras textiles.

Procesos químicos: Es un conjunto de operaciones químicas y/o físicas ordenadas a la transformación de unas materias iniciales en productos finales diferentes.

R

Rentabilidad: Hace referencia a que el proyecto de inversión de una empresa pueda generar suficientes beneficios para recuperar lo invertido y la tasa deseada por el inversionista.

S

Sólidos Sedimentables: Sólidos suspendidos que se asientan en el agua, aguas negras, u otro líquido en reposo, en el periodo razonable.

Sólidos Totales en Suspensión: Son las sustancias insolubles que permanecen en suspensión en el efluente. Se eliminan por procesos físicos y/o químicos tales como filtración, coagulación, precipitación.

Secuestrantes: La quelatación es la habilidad de un compuesto químico para formar complejos solubles de iones metálicos en presencia de agentes químicos que normalmente producirían precipitados en soluciones acuosas. Los compuestos capaces de ligar iones metálicos de tal manera que no exhiban sus reacciones normales en presencia de agentes precipitantes.

T

Tejido Textil: Manufacturado textil, de estructura laminar flexible, que resulta de tejer o entrecruzar hilos. (Unos, dispuestos en sentido longitudinal, constituyen la urdimbre; otros, en perpendicular, la trama.)

Tejido de chenilla: Tejido en la cual su superficie aterciopelada (generalmente en las dos caras) se obtiene mediante hilos de chenilla.

Terciopelo: Es un tipo de tela velluda en la cual los hilos se distribuyen muy uniformemente, con un pelo corto y denso, dándole una suave sensación muy distintiva. El terciopelo se puede hacer de cualquier fibra.

Tapiz: El tapiz (del francés, tapis) es una obra de tejido tradicionalmente hecha a mano en la que se producen figuras semejantes a las de un cuadro utilizando hilos de color.

Tratamiento: En ingeniería ambiental, tratamiento es el conjunto de operaciones cuya finalidad es la eliminación o reducción de la contaminación o características no deseables de las aguas.

Toxicidad: Es el daño directo que se produce en humanos, animales, plantas o microorganismos, como resultado de la acción de una sustancia química.

Tintura: En esta etapa la materia textil entra en contacto con una disolución o dispersión de colorante, absorbiéndolo y reteniéndolo en mayor o menor medida.

V

Viscosa: La celulosa proveniente de fibras de madera o algodón se trata con hidróxido de sodio, y luego se la mezcla con disulfuro de carbono para formar xantato de celulosa, el cual se disuelve luego en más hidróxido de sodio

Vertidos: Vertidos que se realizan sobre el terreno. Como consecuencia de la actividad humana, su impacto sobre el medio ambiente es negativo y debe ser minimizado por medio de medidas correctoras adecuadas.