



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA TEXTIL

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN GENERADA POR EL
VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA
INDUSTRIA TEXTIL EN ZINAPECUARO, MICHOACÁN.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRIA EN CIENCIAS EN INGENIERIA TEXTIL

P R E S E N T A :

ING. GUADALUPE EMILIO FLORES TORRES



MÉXICO, D.F.

DICIEMBRE - 2004.



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSTRADO E INVESTIGACION

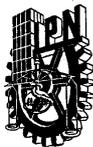
CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D. F. el día 20 del mes Mayo del año 2004, el (la) que suscribe Ing. Guadalupe Emilio Flores Torres alumno (a) del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Textil con número de registro B021418, adscrito a la SEPI-ESIT, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de M en C. Juan Manuel Sánchez Nuñez / M en C. Norberto Galicia Aguilar y cede los derechos del trabajo intitulado "Evaluación de la contaminación generada por el vertimiento de aguas residuales provenientes de la industria textil en zinapécuaro, Michoacán." al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección emilioft@universo.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Ing. Guadalupe Emilio Flores Torres

Nombre y firma



CGPI-13

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

**ACTA DE REGISTRO DE TEMA DE TESIS
Y DESIGNACION DE DIRECTOR DE TESIS**

México, D.F. a 17 de Septiembre del 2003.

El Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de ESIT - IPN en su sesión Ordinaria No. 09 celebrada el día 17 del mes de Septiembre conoció la solicitud presentada por el (la) alumno(a):

Flores Torres Guadalupe Emilio
Apellido paterno materno nombre

Con registro:

B	0	2	1	4	1	8
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de: Maestría en Ciencias en Ingeniería Textil

1.- Se designa al aspirante el tema de tesis titulado:

"Evaluación de la contaminación generada por el vertido de aguas residuales provenientes de la Industria textil en zinapecuaro, Michoacán"

De manera general el tema abarcará los siguientes aspectos:

Proponer un sistema para la recuperación del agua residual en la industria textil en acabados y sus

Afectaciones al medio ambiente. Conocer las condiciones naturales del agua de abastecimiento.

Conocer las etapas del proceso. Análisis de los efluentes de la industria (NOM 001 SEMARNAT 1996).

2.- Se designa como Director de Tesis al C. Profesor:

M. en C. Juan Manuel Sánchez Núñez / M en C. Norberto Galicia Aguilar.

3.- El trabajo de investigación base para el desarrollo de la tesis será elaborado por el alumno en: CIEMAD. IPN / SEPI-ESIT IPN.

que cuenta con los recursos e infraestructura necesarios.

4.- El interesado deberá asistir a los seminarios desarrollados en el área de adscripción del trabajo desde la fecha en que se suscribe la presente hasta la aceptación de la tesis por la Comisión Revisora correspondiente:

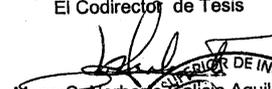
El Director de Tesis


M. en C. Juan Manuel Sánchez Núñez

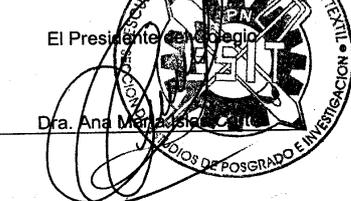
El Aspirante

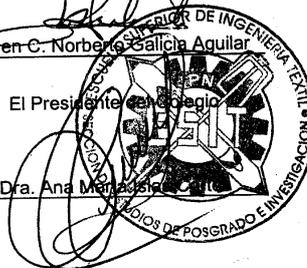

Ing. Guadalupe Emilio Flores Torres

El Codirector de Tesis


M. en C. Norberto Galicia Aguilar

El Presidente del Colegio


Dra. Ana Mercedes Castejón





INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

ACTA DE REVISION DE TESIS

En la ciudad de México siendo las 17:00 horas del día 31 del mes de Marzo del 2004 Se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de: ESIT

Para examinar la tesis de grado titulada:

"Evaluación de la contaminación generada por el vertido de aguas residuales provenientes de la Industria textil en zinapécuaro, Michoacán"

Presentada por el alumno:

Flores	Torres	Guadalupe Emilio
Apellido paterno	materno	nombre(s)

Con registro B 0 2 1 4 1 8

Aspirante al grado de:

Después de intercambiar opiniones los miembros de la comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISADORA

Director de tesis

M en C. Juan Manuel Sánchez Núñez

M en C. Norberto Galicia Aguilar
(Co-director)

M en C. Guadalupe Núñez Robles

Dr. Gabriel Guillén Buendía

Dra. Ana María Islas Cortes

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

Dra. Ana María Islas Cortes



EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN GENERADA POR EL
VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA
INDUSTRIA TEXTIL EN ZINAPECUARO, MICHOACÁN.

Director de Tesis: M EN C. JUAN MANUEL SÁNCHEZ NÚÑEZ
PROFESOR INVESTIGADOR CIIEMAD. – I.P.N

CO – DIRECTOR: M EN C. NORBERTO GALICIA AGUILAR
PROFESOR INVESTIGADOR DE E.S.I.T. – I.P.N

SECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA TEXTIL.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo económico otorgado por el Instituto Politécnico Nacional, que por medio del Dr. Luis Humberto Fabila Castillo, Coordinador General de Posgrado e Investigación, y de la Dra. Yoloxóchitl Bustamante Diez, Coordinadora General de Vinculación de este instituto.

Mi reconocimiento y agradecimiento a la Dra. Ana María Islas Cortés, jefa de la Sección de Posgrado e Investigación de la ESIT, y al Dr. Gabriel Guillén Buendía por su perseverante motivación para que todos los alumnos de la sección a su digno cargo nos superemos.

A mis compañeras de estudios de maestría, Olga, Berania, Claudia, Diana, Tere, Mario (†) ,por su invaluable apoyo y sobre todo, por su comprensión y su amistad.

A la Escuela Superior de Ingeniería Textil: por permitirme realizar mis estudios de posgrado, y por las satisfacciones que me dejo en el transcurso de mis estudios

Al director de mi tesis M en C. Juan Manuel Sánchez Núñez y a mi Co director: M en C. Norberto Galicia Aguilar y a la profesora M en C. Guadalupe Núñez Robles por su incondicional apoyo tanto económico como logística para llevar a buen termino la presente tesis de grado.

DEDICATORIA

A MI FAMILIA:

A MI PADRE: Por su eterna confianza, su apoyo incondicional, su cariño y comprensión. Gracias por sus sabias palabras de aliento que necesitaba. Gracias por el gran impulso que me brindas siempre guiándonos al mejor camino y enseñarme a que siempre hay que superarse.

A MI MADRE: Por su apoyo e impulso de seguir adelante, por su amor y los deseos de superación que siempre me trasmite, por preocuparse día con día de seguir adelante. Gracias por enseñarme a que se logren mis sueños.

A MIS HERMANOS:

Angelica: Por su apoyo incondicional y su insistencia de superación. Gracias por darme siempre ánimos.

Gustavo: Por brindarme ayuda cuando lo necesitaba. Gracias por poder contar contigo siempre.

Víctor Hugo: Por ayudarme siempre que lo necesitaba. Gracias a sus aportaciones que me sirvieron mucho.

Rafael: Por creer siempre en mí. Gracias por todos los favores que fueron de gran ayuda.

A MIS SOBRINOS: "Angy y tavito": Que son una alegría

A MIS TIOS Y PRIMOS: Gracias por sus consejos y la unión que nos fortalece siempre

A MI NOVIA: Nelly : Por todo el amor y comprensión que me ayudaron a seguir adelante. Gracias por estar conmigo cuando más lo necesito y complementar mi vida. Y a la familia Moreno Rodríguez por esos consejos de superación y motivación.

A MIS AMIGOS

A todas aquellas personas que aportaron un toque especial con su presencia, y a la vez me enseñaron a valorar cada instante y me brindaron su amistad, Gracias.

ÍNDICE

	Página
INDICE	1
GLOSARIO	3
RELACION DE TABLAS Y FIGURAS	6
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
ANTECEDENTES	12
JUSTIFICACIÓN	14
OBJETIVOS	15
METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	6
CAPÍTULO 1. CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	16
1.1. Estructura física	16
1.2. Estructura Socio – Económica	20
CAPÍTULO 2. SITUACION DE LA INDUSTRIA TEXTIL EN MEXICO	22
2.1. Estadísticas del giro textil a nivel nacional.....	22
CAPÍTULO 3. EL MEDIO AMBIENTE Y LA INDUSTRIA TEXTIL	27
3.1. El algodón y la industria textil.....	28
3.2. Proceso productivo textil.	30
CAPÍTULO 4. CASO DE ESTUDIO	37
4.1. Descripción de la empresa T-ANNA.	38
4.2. Descripción del proceso productivo.	39
4.3. La industria textil y la contaminación ambiental.....	44
4.4. Contribución a los niveles de DBO.	46
4.5. Sustancias tóxicas	56
CAPÍTULO 5. PROBLEMÁTICA SOCIAL E INDUSTRIA TEXTIL	64
CAPÍTULO 6. MATERIALES Y MÉTODOS	80
CAPÍTULO 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	82
CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90

BIBLIOGRAFIA..... 93

GLOSARIO

Agua industrial: Toda agua utilizada para un proceso industrial o durante el transcurso de éste.

Agua potable: Agua de una calidad adecuada para beber.

Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

Carga contaminante: Cantidad de un contaminante expresada en unidades de masa por unidad de tiempo, aportada en una descarga de aguas residuales.

Coagulación química: Procedimiento que consiste en agregar un producto químico (el coagulante) destinado a la desestabilización de las materias coloidales dispersas y a su agregación bajo la forma de flóculo.

Color: El término color tal como se aplica en aguas, se refiere al valor numérico expresado en por ciento de luminancia y pureza, longitud de onda dominante y tono; obtenido de la medición de la luz transmitida, después de eliminar los sólidos suspendidos y las partículas pseudocoloidales.

Condiciones particulares de descarga: El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por la Comisión Nacional del Agua para el responsable o grupo de responsables de la descarga o para un cuerpo receptor específico, con el fin de preservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

Contaminantes básicos: Son aquellos compuestos y parámetros que se presentan en las descargas de aguas residuales y que pueden ser removidos o estabilizados mediante tratamientos convencionales. En la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 sólo se consideran los siguientes: grasas y aceites, materia flotante, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, DBO₅, nitrógeno total (suma de las concentraciones de nitrógeno Kjeldahl, de nitritos y de nitratos, expresadas como M/litro de nitrógeno), fósforo total, temperatura y PH.

Contaminantes patógenos y parasitarios: Son aquellos microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la salud humana, flora o fauna. En la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 sólo se consideran los coliformes fecales y los huevos de helminto.

Cuerpo receptor: Son las corrientes, depósitos naturales de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅): Concentración del oxígeno disuelto consumido bajo condiciones especificadas por la oxidación biológica de la materia orgánica, inorgánica o ambas, contenidas en el agua.

Descarga: Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación.

Destilación: Proceso de evaporación y de condensación utilizado para la preparación de un agua de alta pureza.

Filtración: Eliminación de las materias en suspensión de una masa de agua, al pasarla a través de una capa de materia porosa ó a través de un tamiz de malla conveniente.

Límite máximo permisible: Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.

Metales pesados y cianuros: Son aquellos que, en concentraciones por encima de determinados límites, pueden producir efectos negativos en la salud humana, flora o fauna. En la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 sólo se consideran los siguientes: arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo, zinc y cianuros.

Muestra compuesta: La que resulta de mezclar un número de muestras simples, cuyo volumen es proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma. El volumen de cada muestra simple necesario para formar la muestra compuesta se determina mediante la siguiente ecuación:

$$VMSi = VMC \times (Qi / Qt)$$

Donde:

VMSi = volumen de cada una de las muestras simples “i”, litros.

VMC = volumen de la muestra compuesta necesario para realizar la totalidad de los análisis de laboratorio requeridos, litros.

Qi = caudal medido en la descarga en el momento de tomar la muestra simple, litros por segundo.

Qt = suma de Qi hasta Qn, litros por segundo

Muestra simple: La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el ó los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo.

Preservación de la muestra: Proceso en el cual, por medio de adición de productos químicos o la modificación de las condiciones físicas o ambas, se reducen al mínimo los cambios de las características de la muestra a terminar durante el tiempo que transcurre entre el muestreo y al análisis.

Suelo: Cuerpo receptor de descargas de aguas residuales que se utiliza para actividades agrícolas.

Tratamiento biológico o por lodos activados: Es el proceso biológico del agua residual en el cual ésta es mezclada con lodo activado y es posteriormente agitada y aireada. El lodo activado es a continuación separado del agua residual tratada por sedimentación, y es eliminado o recirculado en el proceso según se requiera.

Tratamiento convencional: Son los procesos de tratamiento mediante los cuales se remueven o estabilizan los contaminantes básicos presentes en las aguas residuales.

Tratamiento físico-químico: Combinación de tratamiento físico y químico para obtener un resultado específico.

Tratamiento químico: Un proceso que comprende la adición de productos químicos a fin de obtener un resultado específico.

Uso en riego agrícola: La utilización del agua destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas y su preparación para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial.

Uso público urbano: La utilización de agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, destinada para el uso y consumo humano, previa potabilización.

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

1. Longitud de la red carretera por tipo de camino y estado superficial 1996.	19
2. Tenencia de la tierra.	20
3. Marginación en Zinapecuaro.	21
4. Comportamiento del empleo textil por rama.	26
5. Características de las descargas algodonerías (tejido plano).	47
6. Características de los efluentes de desengomado y lavado.	47
7. Características de los efluentes de descruce para diversas fibras.	48
8. Características de los efluentes de mercerizado (algodón).	48
9. Características de los efluentes de blanqueo.	48
10. Características de los efluentes de teñido algodonería.	49
11. Contribución de los distintos procesos textiles a la DBO.	50
12. Componentes de las fórmulas comerciales de cola mezclada.	51
13. La DBO de otros componentes de los materiales de encolado.	52
14. DBO de los auxiliares de teñido (ppm).	55
15. Porcentaje del contenido de metales de determinados tintes (ppm).	57
16. Métodos de análisis para muestras de sedimento.	80
17. Métodos de análisis para muestras de suelo.	81
18. Límites máximos permisibles de la calidad del agua	85
19. Análisis de agua residual de la empresa textil T-ANNA.	86
20. Determinación de metales pesados (matriz: agua residual. muestreo del 15 de noviembre de 2001).	87
21. Determinación de metales pesados (matriz: sedimento fosa 5. muestreo del 10 de julio de 2002).	87
22. Determinación de metales pesados (matriz: suelo. muestreo del 10 de julio de 2002).	87
23. Determinación de metales pesados (matriz: sedimento fosa 1. muestreo del 20 de diciembre de 2002).	87

24. Determinación de metales pesados (matriz: agua residual. muestreo del 19 de diciembre de 2002).	87
25. Determinación de color y DBO (matriz: Agua residual. muestreo del 19 de septiembre de 2003).....	88
26. Determinación de metales pesados (matriz: agua residual. muestreo del 17 de septiembre de 2003).....	88
27. Determinación de metales pesados (matriz: agua residual. muestreo del 18 de septiembre de 2003).....	89

LISTA DE GRÁFICOS

1. Producto interno bruto (PIB) de la industria manufacturera textil.	23
2. Producto interno bruto (PIB) textil, vestido e industria del cuero.	23
3. Principales proveedores de productos textiles a Estados Unidos.	25
4. Personal ocupado en la industria textil.	26

LISTA DE FIGURAS

1.- Diagrama de flujo: proceso productivo textil.....	30
2. Localización del área de estudio.....	38
3. Diagrama de bloques del proceso productivo.....	45

TITULO Y RESUMEN

“EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN GENERADA POR EL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA TEXTIL EN ZINAPÉCUARO, MICHOACÁN.”

RESUMEN.

Basado en las constantes manifestaciones de reclamo por parte de la sociedad civil a las autoridades del Municipio de Zinapécuaro, Michoacán y al apoyo solicitado al IPN, el presente estudio analiza las descargas de aguas residuales provenientes de la industria textil instalada en dicho lugar, así como la posible contaminación del suelo. El reclamo de las manifestaciones civiles son encaminadas a que se tomen medidas correctivas en dicha actividad industrial, la que se instaló desde 1997 y desde entonces vierte miles de litros de aguas residuales al suelo, formando pequeños arroyos, los que finalmente desembocan en el río Zinapécuaro y éste a su vez al lago de Cuitzeo . Esta industria se desarrolló con el aval del gobierno estatal, a través de la Comisión para el Desarrollo de Michoacán y específicamente por la Secretaría de Fomento Industrial con la consigna de crear nuevas fuentes de empleo y así abatir el elevado porcentaje de emigración a los E.U. que presenta este Municipio. De los resultados obtenidos se logró establecer que los efluentes poseen valores de metales pesados dentro de la normatividad, no obstante es innegable que existen dichos elementos y por tanto su potencialidad de contaminar; también se determinó que la DBO es el principal contaminante de dichos efluentes. La cabecera municipal tiene una población de casi 15 000 habitantes, la industria textil genera 800 empleos, pero solo 30 de éstos son ocupados por los lugareños, lo que demuestra que la misión de la empresa de generar empleos en la zona de interés se cumplió parcialmente.

"EVALUATION OF THE CONTAMINATION GENERATED BY THE ORIGINATING RESIDUAL WATER POURING OF THE TEXTILE INDUSTRY IN ZINAPÉCUARO, MICHOACÁN."

ABSTRACT.

Based on the constant manifestations of reclamation on the part of the civil society to the authorities of the Municipality of Zinapécuaro, Michoacán and to the support asked for to the IPN, the present study analyzes the originating residual water unloadings of the installed textile industry in this place, as well as the possible contamination of the ground. The reclamation of the civil manifestations is directed to that corrective measures in this industrial activity are taken, the one that settled from 1997 and since then it spills thousands of liters of residual waters to the ground, having formed small streams, those that finally they end at the Zinapécuaro river and this one as well to the lake of Cuitzeo. This industry was developed with the endorsement of the state government, through the Commission for the Development of Michoacán and specifically by the Secretariat of Industrial Promotion with the slogan to create new sources of use and thus to lower the high percentage of emigration to the E.U. that presents/displays east Municipality. Of the obtained results it was managed to establish that the efluentes have values of heavy metals within the normatividad, despite is undeniable that exist these elements and therefore its potentiality to contaminate; also one determined that the DBO is the main polluting agent of efluentes sayings. The municipal head has a population of almost 15 000 inhabitants, the textile industry generates 800 uses, but single 30 of these are occupied by the villagers, which demonstrates that the mission of the company to generate uses in the zone of interest was fulfilled partially.

INTRODUCCIÓN

El agua como recurso natural es el más importante en nuestro planeta, ya que ella constituye el motor del desarrollo humano e industrial, el agua no puede sustituirse por otro fluido en muchos usos, además que es proveedora de la vida misma.

Antes que los pueblos desarrollaran sistemas de desagüe, muchas civilizaciones se asentaron cerca de los ríos, ya que éstos constituían una fuente de abastecimiento de agua fresca y a su vez un medio para deshacerse de sus desechos, principalmente sus desechos líquidos.

En las civilizaciones antiguas, el agua tenía una importancia fundamental en el desarrollo de dichos grupos humanos. En algunos hallazgos arqueológicos, se han manifestado que desde entonces se tenían sistemas de abastecimiento de agua, así como la conducción de las aguas “*usadas*” hacia incipientes letrinas y drenes. Otras investigaciones enfocadas a la época precolombina han encontrado tuberías hechas de arcilla y lo que semeja retretes hidráulicos.

Aunque han existido épocas donde el uso de instalaciones hidráulicas no fueron muy utilizadas, como fue después de la decadencia del Imperio Romano, las subsecuentes civilizaciones desarrollaron sistemas eficientes para abastecimiento del agua y el drene de las mismas. Hacia 1580, algunas comunidades europeas tuvieron crisis en sus sistemas de desagüe del *agua usada* y era común observar la descarga de residuos sólidos y líquidos a través de las ventanas hacia la calle.

Una crisis detectada en Inglaterra hacia 1850 se debió al mal estado del sistema de alcantarillado, lo que provocó contaminación del manto freático y la consecuente contaminación de las aguas subterráneas; aunado a esta problemática se agudizó la contaminación del río Támesis y se generó una crisis en la salud de la población, registrándose de manera masiva enfermedades hídricas, como el cólera que cobró la vida de aproximadamente 10,000 personas en 1854. Las aguas residuales mezcladas con las aguas de abastecimiento a la población siempre han tenido resultados poco deseables.

Debido a la falta de tratamiento de las aguas residuales urbanas, sobre todo las provenientes de la industria y después de las innumerables crisis en la salud de las poblaciones y deterioro en el medio ambiente registrado en muchas partes del mundo, la preocupación de los gobiernos y los científicos ha ido en aumento manifestándose con acciones a nivel mundial en el tratamiento de dichas aguas.

El agua tiene una enorme importancia en el desarrollo de las comunidades, sin embargo, los desechos líquidos y sólidos provenientes de las actividades humanas tienen un potencial considerable para contaminar el ambiente. En tiempos pretéritos, la solución a los problemas de contaminación de los sitios habitados era simplemente trasladar la comunidad a otro lugar, pero esto ya no es posible en nuestros tiempos y resulta indispensable implementar estrategias urgentes para minimizar el impacto de las aguas de desecho producidas por la comunidad y específicamente las aguas generadas por las actividades de los procesos industriales.

En la década de 1981 – 1990, la Organización de las Naciones Unidas designó este periodo como la “Década Internacional para el Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento”; debido a los constantes problemas generados por la descarga de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado y los cuerpos receptores.

ANTECEDENTES

Los párrafos que a continuación se esbozan, tienen la finalidad de proporcionar un breve recorrido por la legislación que se ha generado en nuestro país, todo ello con el propósito de brindar protección a la salud de la población y el buen estado del ambiente donde éste se desarrolla. En México, debido a los efectos adversos de la contaminación en todas sus expresiones, se hizo necesario regular dichos efectos y se han tomado diversas acciones para minimizar la problemática de la contaminación, específicamente sobre el agua, el suelo y el aire. Con la finalidad de evitar afectaciones a los habitantes y al ambiente que los rodea se han decretado leyes y reglamentos para prevenir y controlar la contaminación. Estas leyes contienen artículos específicos destinados a las disposiciones generales, a la prevención y control de la contaminación de cada uno de los elementos del medio ambiente y las sanciones correspondientes a quienes no la cumplan. Así, se tiene la promulgación de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de marzo de 1971 y el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas, del 29 de marzo de 1973.

Recientemente, la regulación en las descargas de aguas residuales se ha incrementado sustancialmente, decretándose la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en 1985, se han creado las Normas Oficiales Mexicanas 001, 002 de 1996 y la 003 de 1997. Estas Normas son específicas para regular las descargas de aguas residuales a cuerpos de agua y bienes nacionales, así como a los sistemas de drenaje y alcantarillado a nivel estatal y municipal, éstas fueron elaboradas específicamente por la Comisión Nacional del Agua, que es el organismo rector de las aguas presentes en toda la nación, ya sean superficiales o subterráneas.

Por otro lado, con el afán de ponerse a la vanguardia en el proceso de industrialización y pasar de ser una nación considerada como subdesarrollada, atrasada o en vías de desarrollo, que se escucha menos lastimoso, México ingresó a esta carrera industrial en la época de los años 50, más recientemente con la firma del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá y a últimas fechas con la pretendida y contradictoria globalización; varios estados de la República Mexicana presentan grandes problemas sociales como la migración a los Estados Unidos, es por ello que el gobierno mexicano adoptó una política de inversión de capital extranjero, facilitando la instalación de un gran número de empresas maquiladoras y de manufactura, con la finalidad de “generar fuentes de empleo” y así evitar dicha emigración.

La problemática de emigrantes se presenta principalmente en los estados fronterizos del norte de México y es un problema que se agudiza en toda la nación. Un ejemplo claro es la acelerada emigración que sufre el estado de Michoacán. Como consecuencia de lo anterior se desarrolla una acelerada industrialización con el objetivo de “abatir” este fenómeno; en este contexto, a partir de 1993 cuando se tenía un total de 17 974 establecimientos industriales, se han hecho gestiones para incrementar el desarrollo de importantes actividades industriales como la minera y la manufactura.

Recientemente, el gobierno del estado de Michoacán, encabezado por su gobernador en turno (Manuel Tinoco Rubí), y a través de la Comisión para el Desarrollo de Michoacán han realizado negociaciones para incrementar la inversión de capital externo, han logrado que compañías americanas, europeas y holandesas de giro textil se establezcan en su territorio.

Con el megaproyecto del “Corredor Textil Michoacano”, donde participan en su primera etapa, los municipios de Santa Ana, Cuitzeo, Tarímbaro, Morelia, Álvaro Obregón, Huandacareo, Chucandiro, Copandaro y Zinapécuaro se pretenden generar 5 mil empleos directos, invertir 50 millones de dólares y garantizar una serie de “facilidades” necesarias para atraer a capitales de otras latitudes. Entre los compromisos adquiridos por el gobierno del estado ante el Corredor Textil se tienen: la dotación de terrenos, financiamiento de naves industriales, electrificación, introducción de agua y drenaje, comunicación y acceso a la carretera municipal, capacitación del personal por parte del estado e incluso se pretende la fundación de la carrera de “ingeniero textil” en el Tecnológico de Morelia. Todo esto hace sumamente atractiva la inversión en Michoacán, pero se han cegado a la situación de que toda esta industria es una fuente potencial de contaminación y más aún cuando se carece de estudios de “Manifestaciones de Impacto Ambiental” indispensables para cualquier industria y en especial cuando se planea un corredor industrial.

Tanto el Gobierno como las empresas han vendido a los pobladores la idea de generar fuentes de empleo en la comunidad, lo cual es muy discutible, pero lo más grave de esta industrialización son los daños al medio ambiente generados por un bajo o nulo control de sus efluentes de aguas residuales, además de las afectaciones sociales y económicas que están implícitas.

En el Municipio de Zinapécuaro, Michoacán, existen innumerables manifestaciones e inquietud por parte de la población y organizaciones civiles que manifiestan una problemática de contaminación del suelo y quizá de los mantos freáticos por las descargas de agua residual producidas por la industria textil instalada en esta comunidad, por lo que se realizó una evaluación de los efluentes de dicha industria y se determinó su posible afectación al entorno y las afectaciones a la salud de los habitantes.

JUSTIFICACIÓN.

En México, al igual que en el resto del mundo, la descarga de aguas residuales sin tratamiento ocasiona grados variables de contaminación en los ecosistemas. La industria es una de las fuentes más importantes de generación de contaminantes y éstos deben ser manejados adecuadamente, con tecnologías limpias. El Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 señala que “el desarrollo debe ser, de ahora en adelante, limpio, preservador del medio ambiente y reconstructor de los sistemas ecológicos, hasta lograr la armonía de los seres humanos consigo mismos y con la naturaleza.” De acuerdo con este lineamiento, se vuelve necesario el realizar investigaciones que ayuden a prevenir y disminuir la contaminación generada por las industrias y contribuir a un crecimiento económico sano y a un desarrollo sustentable.

En el caso de Zinapécuaro, la industria textil usa grandes cantidades de agua para sus procesos productivos. Legalmente la industria debe dar tratamiento a su descarga de aguas residuales, como se señala la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente, en el artículo 117 inciso III “el aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas”. En el inciso V del mismo artículo se señala: “La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua”. En este contexto, la preocupación e interés mostrado por los pobladores de Zinapécuaro acerca de la contaminación generada por la industria textil constituye una demanda legítima que debe de ser atendida.

Además, el estudio de la contaminación industrial en nuestro país corresponde plenamente a los lineamientos trazados en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, el cual señala que “los conocimientos básicos sobre los problemas ecológicos no son suficientes para garantizar políticas de desarrollo sustentable. Por ello, es imprescindible desarrollar líneas de investigación dirigidas a la identificación y resolución de problemas ambientales específicos y prioritarios.”

OBJETIVOS

General.

Evaluar bajo la normatividad ambiental vigente las aguas residuales emitidas por la industria textil en el Municipio de Zinapécuaro, Michoacán, así como la posible contaminación del suelo.

Particulares.

- 1) Analizar las diferentes normas ecológicas que aplican para este rubro industrial.
- 2) Definir cuáles son los parámetros aplicables para la industria textil y la relación existente con las demandas de la población los cuales fueron metales pesados como: Arsénico, Cadmio Cobre, Cromo, Mercurio, Niquel, Plomo y Zinc. Los parámetros que no fueron tomados en cuenta, aunque están contemplados en la norma NOM001 Semarnat 1996 fueron Grasas y Aceites, Materia flotante, Sólidos sedimentables, Sólidos suspendidos, Nitrógeno total y Fósforo total esto debido al interés de la comunidad.
- 3) Definir el tipo de muestra apropiado a las actividades que desarrolla la industria y elaborar el programa de muestreo para aguas residuales, suelo y sedimentos.
- 4) Interpretar los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio y establecer criterios de comparación con las normas ambientales.
- 5) Identificar las posibles causas de la generación de la contaminación y establecer los posibles efectos a la salud y al ambiente que provocarían dichos contaminantes.

Después de establecer los objetivos, se hace indispensable establecer una **hipótesis de trabajo** que se comprobará o rechazará durante el desarrollo de la presente investigación, por lo tanto se puede decir que “Debido a la elevada concentración de metales pesados contenidos en las descargas de aguas residuales generadas por la industria textil establecida en la cabecera municipal de Zinapécuaro, Michoacán, la calidad del agua y las características del suelo están siendo afectadas de manera significativa”.

CAPÍTULO 1.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para la descripción del objeto de estudio fue necesaria la consulta de la información generada principalmente por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística, así como la información directamente recopilada en los trabajos de campo. La finalidad de esta descripción es proporcionar un panorama general de las condiciones geográficas, geológicas, sociales y económicas predominantes, ya que estos factores son determinantes para el desarrollo de la infraestructura industrial motivo del presente estudio.

I.1. Estructura física

Ubicación geográfica

Se localiza al noroeste del estado de Michoacán, en las coordenadas 19°52' de latitud norte y 100°50' de longitud oeste, a una altitud de 1,880 metros sobre el nivel del mar; limita al norte con el estado de Guanajuato, al oeste con Maravatío, al sur con Hidalgo, y al oeste con Queréndaro. Su distancia a la capital del Estado es de 50 km. Su superficie es de 567.29 km² y representa el 0.98 por ciento del total del Estado.

Orografía

Su relieve lo constituyen el sistema volcánico transversal, la sierra de San Andrés y los cerros del Pedrillo, Coralera, Cruz, Clavelina, Piojo, Monterrey, Mozo, Doncellas, Cuesta del Conejo y San Andrés.

Hidrografía

Su hidrografía se constituye principalmente por los ríos de Zinapécuaro, Las Lajas, Ojo de Agua de Bucio y Bocaneo; y tiene manantiales de agua fría y termal.

Clima

Su clima es templado con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 622.5 milímetros y temperaturas que oscilan entre 3.0 a 34.0 grados centígrados.

Entre los principales ecosistemas en el municipio dominan el bosque mixto, con pino y encino y el bosque de coníferas, con abeto y pino. Su fauna la conforman el gato montés, coyote, zorro, zorrillo, tejón, conejo, armadillo, paloma, pato, charal y carpa.

Recursos naturales

La superficie forestal maderable es ocupada por pino, encino y oyamel, la no maderable, es ocupada por matorrales de distintas especies. Un aspecto importante de resaltar son las manifestaciones de agua termal que constituyen importantes fuentes de ingresos para los pobladores y que son considerados como recursos naturales.

Características y uso del suelo

Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico y terciario inferior, corresponden principalmente a los del tipo chernozem y podzólico. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero.

Principales poblaciones

Zinapècuaro de Figueroa (Constituye la Cabecera Municipal)

Su actividad económica principal corresponde al sector terciario, es decir, es el comercio en general. Cuenta con una población de 13,402 habitantes (INEGI 1990). Está ubicada a 50 km. de la capital del Estado.

Jerácuaro

Su principal actividad económica es la fruticultura. Se encuentra a 30 Km. de la cabecera municipal. Cuenta con 2,858 habitantes (INEGI 1990).

Ucareo

Su principal actividad económica es la fruticultura. Está ubicada a 27 Km. de la cabecera municipal. Tiene una población de 2,604 habitantes.

San Pedro Bocaneo

Su principal actividad económica es la fruticultura y el comercio en general. Está ubicada a 3 km. de la cabecera municipal. Tiene una población de 2,479 habitantes (INEGI 1990).

Araró

Su principal actividad económica es la agricultura y el comercio en general. Se ubica a 7 km. de la cabecera municipal. Tiene una población de 2,256 habitantes.

Medios de comunicación

El municipio registra los siguientes medios y vías de comunicación: Cuenta con señal de televisión, televisión por cable, radio y periódico de edición local. Dentro de las vías de comunicación se puede decir que al municipio lo comunica la Autopista de Occidente México-Morelia-Guadalajara, la carretera Morelia-Zinapécuaro-Acámbaro, Morelia- enfoque a Zinapécuaro-Maravatio. Cuenta con carreteras vecinales de terracerías, vía férrea Morelia-Acámbaro (Tabla No. 1).

Cuenta con los servicios de transporte, ferrocarril, además de teléfono, correo y telégrafo.

El municipio cuenta con una oficina de telégrafos, donde se emitieron 350 telegramas y fueron recibidos 517. Hay 14 oficinas postales; en el servicio interior la correspondencia recibida fue de 67 mil piezas y la remitida de 13 mil piezas; en el servicio internacional la remitida fue de 24 mil piezas y la recibida de 64 mil piezas.

Tabla No. 1. LONGITUD DE LA RED CARRETERA POR TIPO DE CAMINO Y ESTADO SUPERFICIAL 1996

CARACTERISTICAS	ESTADO (Km)	ZINAPECUARO	
		TOTAL (Km)	% del total estatal
Total	8,183.60	172.8	2.1
Troncal federal pavimentada	2,293.10	71.2	3.1
Alimentadoras estatales			
Pavimentada	2,371.30	27.4	1.2
Revestida	823.70	13.6	1.7
Pavimentada	7.1	0	0
Revestida	2,688.40	60.6	2.3

FUENTE: Elaboración propia con datos del Anuario Estadístico del estado de Michoacán, 1997. INEGI. % respecto al total del Estado.

Zinapécuaro contaba en 1996 con 172.8 km de carretera, que se clasificaba en: 71.2 Km. de troncal federal pavimentada, 27.4 Km. de alimentadora estatal pavimentada, 13.6 de alimentadora estatal pavimentada y 60.6 Km. caminos rurales revestidos.

En el año de referencia se registraron en Zinapécuaro 2 mil 055 automóviles, de los cuales 43 son de alquiler y 2 mil 012 particulares; se reportaron 8 camiones para pasajeros, siendo 6 de alquiler y 2 particulares; también se registraron 3 mil 896 camiones de carga y todos ellos como particulares; así como la existencia de 23 motocicletas particulares.

Uso de suelo

El municipio de Zinapécuaro, cuenta con una superficie total de 56,729 ha. de las cuales, el 40% corresponden a terrenos forestales y le sigue en importancia la superficie dedicada a la agricultura con el 35%.

Recursos forestales y su potencialidad

De acuerdo con la información generada por el Inventario Forestal del Estado realizado en 1995, la superficie forestal del municipio es de 20,548 ha, de las cuales 1,197 ha. corresponden a bosques no comerciales y 19,351 ha. a bosques comerciales; así mismo se reportan existencias reales de 2'868,650 m³ V.T.A. para pino, 523,784 m³ V.T.A. para oyamel, 93,128 m³ V.T.A. para otras coníferas 659,034 m³ V.T.A. para encino y 184, 565 m³ V.T.A., de otras hojosas, sumando en total 4'329,161 m³ V.T.A.

El incremento anual de los bosques de pino es de 107,201 m³ V.T.A. y de oyamel 20,611 m³ V.T.A.

I.2. Estructura Socio – Económica

La tenencia de la tierra en el Municipio se caracteriza por ser de carácter ejidal, comunal y pequeña propiedad, según se muestra en la Tabla No. 2.

Tabla No. 2. TENENCIA DE LA TIERRA

TIPO DE PROPIEDAD	%
Ejidal	35
Comunal	12
Propiedad privada	53
Total	100

Población

La población de Zinapécuaro durante el período 1950-1995, fue de 20 mil 208 en 1950 y 48 mil 902 en 1995. En la década de los cincuenta la población del municipio representaba el 1.42% de la población total de Michoacán, descendiendo al 1.26% en 1995, es decir, la población de este municipio ha tendido a perder importancia relativa a pesar de que no ha dejado de crecer en términos absolutos.

En 1950 la población masculina representó el 49.80% y la femenina al 50.20% para 1995 la población masculina descendió al 48.49% y la femenina se elevó al 51.51%. Como se ve la población femenina tiende a ganar importancia relativa.

Para el período de análisis 1950-1995, la tasa de crecimiento media anual intercensal en el municipio de Zinapécuaro fue de 1.78% y en el Estado de 2.25%.

En la década de 1950-1960 la tasa de crecimiento municipal fue de 3.3% y en el lustro 1990-1995 de 0.0%; lo que significa que las tasas tienden a reducir.

Por lo que corresponde al Estado en el periodo 1950-1960 la tasa de crecimiento fue de 2.6% y en el lustro de 1990-1995, coincidió con la del municipio.

La densidad de población del municipio, es decir, el número de habitantes por Km² ha venido aumentando como resultado normal de las oscilaciones en la totalidad de la población municipal. En 1950 era de 38.87, en 1970 ascendió a 53.77, para volver a aumentar a 94.06 en 1995.

Como puede verse la densidad de población de Zinapécuaro a lo largo del tiempo ha sido mayor que la de Michoacán.

Marginación

El municipio, según el Consejo Nacional de Población, tiene un grado de marginación medio, como lo muestra la Tabla No. 3.

Tabla No. 3. MARGINACION EN ZINAPECUARO	
CONCEPTO	CIFRAS
Inversión Federal del ramo XXVI 1997.	4'980, 202
Índice de marginación CONAPO, 1990	-0.5 290
INDICADORES	
Mayores de 15 años analfabetos	18.0
Mayores de 15 años sin primaria completa	54.9
Ocupantes de viviendas particulares...	
Sin drenaje ni excusado	30.4
Sin energía eléctrica	8.6
Sin agua entubada	21.1
Con hacinamiento	61.3
Con piso de tierra	26.7
Habitantes en localidades menores a 5 mil habitantes	72.6
Población ocupada con ingresos menores a 2 salarios mínimos	70.9

Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico de Zinapécuaro, 2001. Informe Inédito.

CAPÍTULO 2

SITUACIÓN DE LA INDUSTRIA TEXTIL EN MÉXICO

La información que se presenta a continuación, es un análisis de la importancia económica que representa este ramo de la industria en nuestro país, también es esencial remarcar cómo esta rama ha venido decayendo, gracias a las políticas de apertura económica y sobre todo a la aceptación de las empresas maquiladoras que lejos de representar un aporte importante para el Producto Interno Bruto (PIB), constituye una fuente de empleo mal remunerada, donde la producción es de exportación y cuyos productos defectuosos se destinan al mercado nacional. Todo esto sin contar las enormes facilidades para su instalación que ofrecen los gobiernos a empresas extranjeras, no así a las pequeñas industrias nacionales, que se encuentran en peligro de extinción.

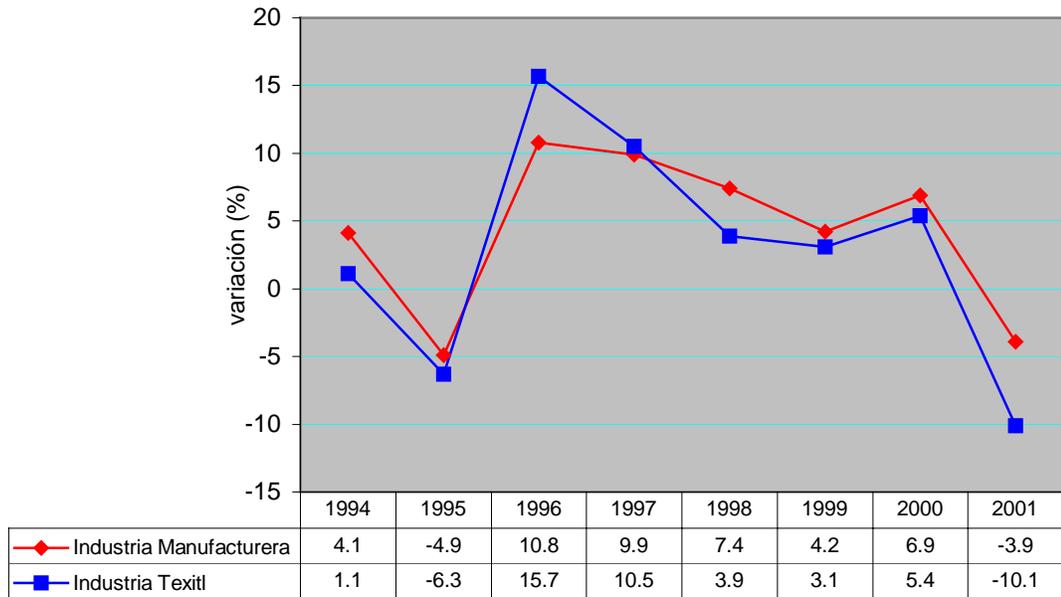
II.1. Estadísticas del giro textil a nivel nacional.

Después de un período de cinco años de crecimiento continuo, la industria textil en México enfrentó en el 2001 una crítica situación que se caracterizó principalmente por una marcada disminución en los niveles de producción, ventas de exportación y niveles de empleo.

En el 2001, los niveles de producción de la industria textil en México se redujeron en -10.1% registrando en este año el mayor descenso dentro del sector manufacturero, esta cifra superó la registrada en 1995, cuando la producción textil disminuyó -6.3%.

La siguiente gráfica (No. 1) muestra la variación (%) del Producto Interno Bruto (PIB) tanto de la industria manufacturera como de la industria textil en el periodo comprendido de 1994 al 2001. Se aprecia que en 1996 y 1997 la industria textil presentó los niveles de producción más altos.

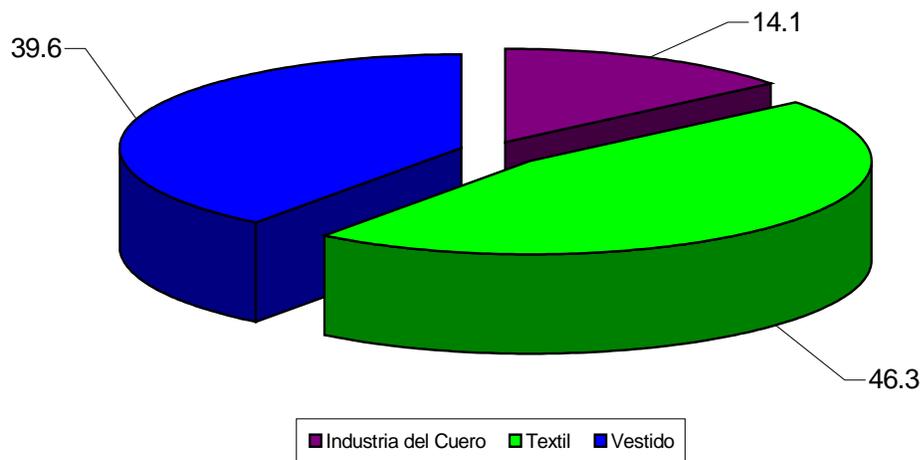
GRÁFICA No. 1
Producto Interno Bruto (PIB) de la industria manufacturera y textil



Fuente: CANAINTEX 2001, con base en información del INEGI.

Es importante señalar que en el 2001 el sector textil participó con el 46.3% del valor agregado, le siguió el sector de la confección (vestido) que aportó el 39.6% y finalmente la industria del cuero que generó el 14.1% (gráfica No. 2).

GRÁFICA No. 2
Producto Interno Bruto (PIB).
Textil, Vestido e Industria del Cuero



Fuente: CANAINTEX 2001, con base en información del INEGI.

Con respecto a las ventas de exportación cabe mencionar que fue en el periodo de 1995-2000 cuando las ventas al exterior de la industria textil se duplicaron, lo cual se atribuye principalmente al acceso preferencial de México a los Estados Unidos de Norteamérica. Sin embargo, en el 2001 las exportaciones de productos textiles disminuyeron en un 7.6%.

De acuerdo con la Cámara Nacional de la Industria Textil (CANAINTEX) la reducción en las exportaciones es resultado de diversos factores, entre los que destacan:

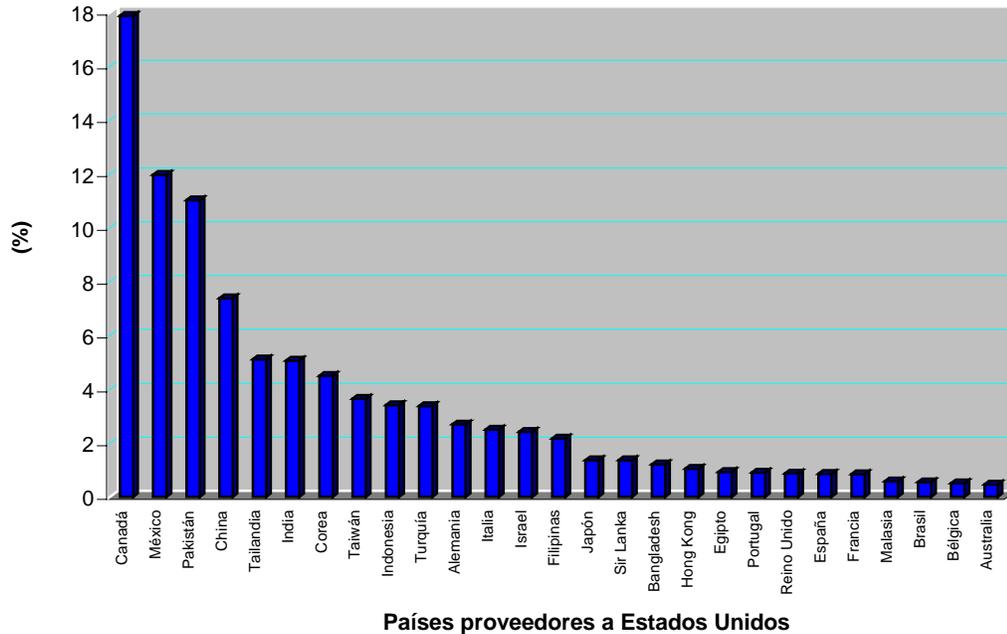
- ◆ La disminución de las importaciones realizadas por los Estados Unidos debido a la contracción de su economía.
- ◆ El difícil acceso de México al mercado de Estados Unidos por el incremento de las cuotas textiles a terceros países previstas en el Acuerdo Multifibras.
- ◆ La devaluación de la moneda asiática que implicó una disminución relativa en el valor de sus productos textiles.

A pesar de la difícil situación que enfrentó la industria textil, México realizó importaciones de maquinaria y equipo por 320 millones de dólares procedentes principalmente de países como Estados Unidos de donde se importó el 39.6%, le siguió Alemania con el 15.4%, Italia con el 13.4%, España con el 12.2% y Japón con el 5.7%; el 13.7% restante se importó de otros países.

Actualmente México sigue siendo el segundo proveedor de textiles a los Estados Unidos ya que este país es considerado el principal mercado de exportación. Cabe señalar que destacaron las adquisiciones de maquinaria y equipo para fabricar género de punto, tintorería y acabados textiles (Secretaría de Economía-BANCOMEXT).

En la Gráfica No. 3 se muestran los principales proveedores de productos textiles a los Estados Unidos, se observa que México supera a países como Pakistán, China, Tailandia y la India entre otros.

GRÁFICA No. 3
Principales Proveedores de Productos Textiles a Estados Unidos



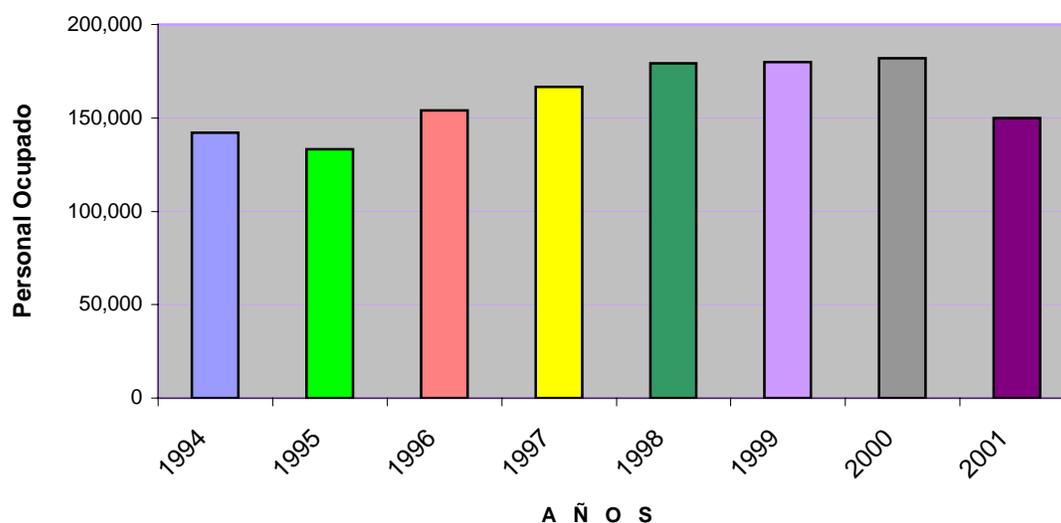
Fuente: CANAINTEX 2001, con base en información del INEGI.

De acuerdo con información del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), al cierre del 2001 la industria manufacturera –que genera la cuarta parte del empleo total en el país- registró una pérdida de 476,547 plazas laborales. El 28% de la caída en el empleo manufacturero se originó sobre todo por la reducción de plazas laborales en la industria textil y del vestido.

De manera particular, la industria textil perdió 31,845 plazas laborales equivalentes al 17.5% de su personal ocupado, lo anterior se registró de diciembre del 2000 a diciembre del 2001.

En la Gráfica No. 4 se observa el personal ocupado en la industria textil, el periodo comprende de 1994 al 2001. Se aprecia que fue durante 1998, 1999 y 2000 cuando la industria textil generó los mayores niveles de empleos. No obstante, es necesario mencionar que las diversas ramas que conforman la industria textil mostraron diferentes variaciones en cuanto al nivel de empleo, tal como se muestra en la Tabla No. 4.

GRÁFICA No. 4
Personal Ocupado en la Industria Textil



Fuente: CANAINTEX 2001, con base en información del IMSS.

Tabla No. 4
COMPORTAMIENTO DEL EMPLEO TEXTIL POR RAMA

RAMA DE LA INDUSTRIA TEXTIL	VARIACION
Preparación de fibras de henequén	- 60.41 %
Hilado y tejido de henequén	- 33.24 %
Fabricación de encajes, cintas, etiquetas y otros productos de pasamanería	- 25.47 %
Fabricación de medias y calcetines	- 24.15 %
Hilado, tejido y acabado de fibras artificiales	- 20.60 %
Fabricación de hilo para coser, bordar y tejer	- 18.30 %
Fabricación de estambres de lana y fibras químicas	- 17.37 %
Acabado de hilos y telas de fibras blandas	- 17.05 %
Confección de toldos. Cubiertas para automóviles y tiendas de campaña	- 16.92 %
Fabricación y tejido de alfombras y tapetes de fibras blandas	- 16.75 %
Fabricación de textiles recubiertos o con baño	- 14.86 %
Confección de sábanas, manteles, colchas y similares	- 11.61 %
Fabricación de telas de lana y sus mezclas	- 10.34 %
Fabricación de ropa interior de punto	- 9.57 %
Hilado de fibras blandas	- 8.97 %
Fabricación de suéteres	- 6.57 %
Fabricación de telas de punto	- 6.31 %
Tejido de fibras blandas	- 5.92 %
Fabricación de algodón absorbente, vendas y similares	- 5.26 %
Fabricación de telas no tejidas	- 4.36 %
Confección de productos bordados y deshilados	- 3.59 %
Fabricación de cordelería de fibras de todo tipo naturales o químicas	- 0.52 %

Fuente: CANAINTEX 2001, con base en información del INEGI.

CAPÍTULO 3

EL AMBIENTE Y LA INDUSTRIA TEXTIL

Centenares de años han tenido que transcurrir para que la industria textil tenga la importancia y trascendencia que posee en nuestros días. Antes de su aparición y desarrollo, el hombre utilizaba para cubrirse de las inclemencias del tiempo algunas hojas de plantas, cortezas de árbol y pieles de animales que cazaba. Es innegable que los productos textiles se han fabricado desde tiempos ancestrales, muestra de ello son las incipientes fibras tejidas con pelos de animales y de algunas plantas fibrosas. El descubrimiento del algodón, otras fibras naturales y la infinidad de fibras provenientes de los hidrocarburos vino a revolucionar la industria de los textiles y hoy por hoy esta industria no sólo satisface las necesidades de proteger el cuerpo de los seres humanos, sino satisface los requerimientos de confort, variedad, estilo, color y forma de la vestimenta (García y Gamboa, 1981).

Dado que la industria textil representa en nuestro país uno de los sectores de mayor importancia económica, sin duda debe también considerarse como una de las fuentes contaminantes también muy importante y alarmante (López y Guerrero, 1993). Este sector ha estado en constante evolución y crecimiento para dar respuesta a la enorme demanda de las sociedades tanto nacionales como internacionales.

Con lo anterior es de esperarse que el consumo de materias primas, la generación de residuos y las descargas de aguas residuales se incrementen de forma por demás considerable, por ello, dichas descargas han sido motivo de numerosos estudios, pero de muy escasas estrategias de control de la contaminación y de tratamiento de sus efluentes. De manera general se puede decir que los productos textiles implican las siguientes fases: la fabricación de fibras para los hilos, la elaboración de telas (naturales o sintéticas) mediante tejidos, coloración y estampados y la confección del producto final. Todas las etapas anteriores son de vital importancia para la elaboración de la gran diversidad de productos textiles; pero el objetivo del presente estudio obliga al análisis de las etapas productivas que utilizan agua en su proceso.

El estudio bibliográfico y las evidencias observadas en campo indican que las operaciones de Preparación, blanqueo, mercerizado, teñido, estampado y acabado, son las que mayor demanda tienen sobre el recurso agua.

Debido a la gran variedad de productos y aplicaciones de los productos textiles, así como de las diversas sustancias químicas utilizadas en el proceso de teñido e impresión, se hace necesario tener un estricto control de tales productos durante todo el proceso y principalmente en la etapa de tratamiento de las aguas residuales resultantes. Los procesos de tratamiento de las aguas pueden tener variaciones, pero todos ellos deben ser monitoreados de manera sistemática para garantizar su eficiencia antes de que sus aguas sean liberadas a los sistemas de alcantarillado o los cuerpos receptores. Es bien claro que dado el uso de gran variedad de productos químicos como colorantes, detergentes, ácidos, álcalis, humectantes, aprestos, etc. Los efluentes resultantes poseen una enorme complejidad y por ende los tratamientos requeridos son diversos, algunos sencillos y económicos y otros complicados y onerosos; de tal suerte que muchas empresas prefieren omitir dichos tratamientos y arriesgarse a las sanciones que las autoridades ambientales puedan imponerles, siempre y cuando dichas autoridades realicen su función sin menoscabo de su ética, profesionalismo y una honestidad a toda prueba.

III.1. El algodón y la industria textil.

La industria textil motivo de este estudio se especializa en la producción de prendas de algodón, su producción es en un 100 % producto de exportación a los Estados Unidos de Norteamérica, principalmente para equipos deportivos de fútbol Americano, Béisbol y Básquet Ball, todos ellos a nivel profesional. Según informes proporcionados por la gerente general de la empresa, las prendas que presentan algún defecto se destinan al mercado nacional.

A continuación se hace una amplia descripción del algodón y la importancia que este cultivo representa para la economía del país, así como los usos que tiene este producto dentro del ramo textil. Cabe hacer mención que la descripción presentada comprende solo el proceso de fabricación desde el hilo hasta la confección de las prendas, sin hacer alusión a los problemas de contaminación que cada una de estas etapas conlleva.

El algodón en México ha sido un cultivo tradicional de gran importancia. Sin embargo, en 1992 la producción nacional sufrió un gran declive, debido a diversos factores. Esta situación se revirtió a partir de 1994 gracias a apoyos gubernamentales que dieron como resultado incrementos en la producción, sin embargo este crecimiento no ha sido suficiente para cubrir la creciente demanda de la industria textil nacional, la cual ha mostrado un crecimiento importante.

Por otro lado, se ha considerado importante la inversión china en la industria textil y de la confección mexicana. Según algunos estudios esta industria es capaz de aportar, tan sólo en el Estado de México, el 21 % del total nacional del Producto Interno Bruto (PIB) en términos de hilado, tejido y fibras blandas (www.edomexico.gob.mx).

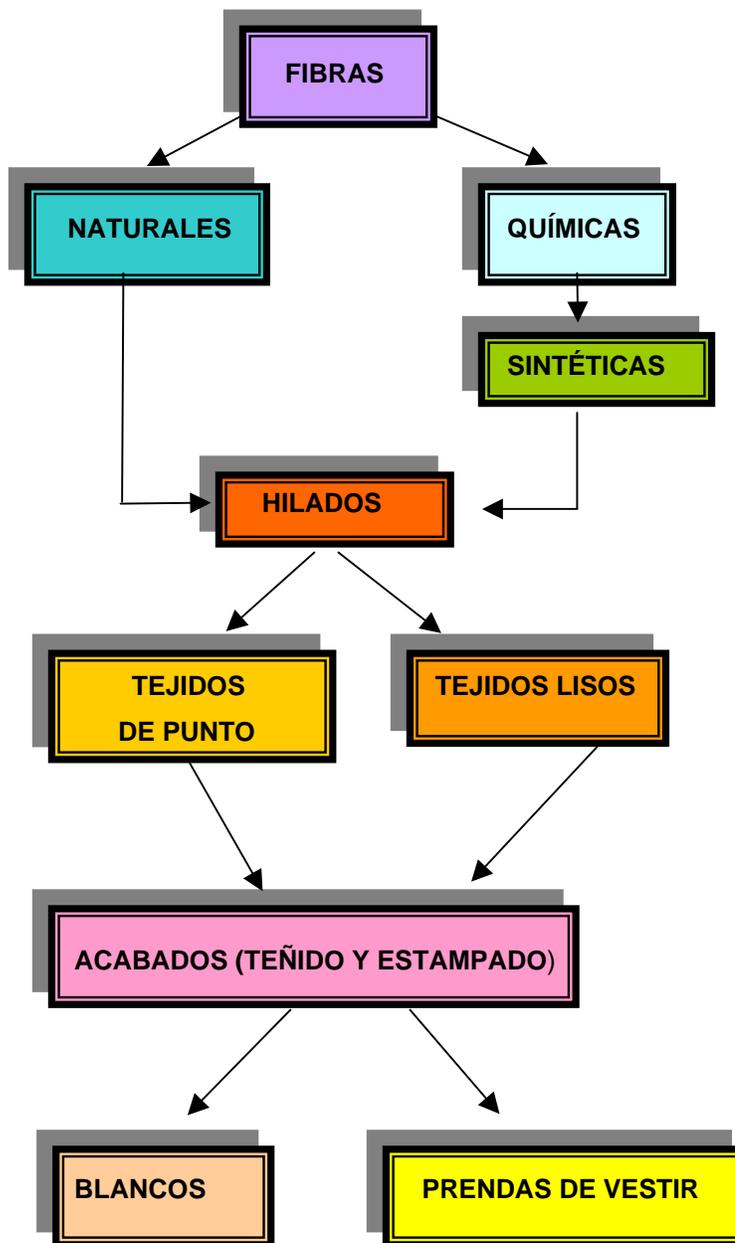
La industria textil y de la confección es la cuarta industria dentro de las manufacturas en el país. Es una fuente muy importante de generación de empleos y un motor exportador de la economía mexicana. A finales de la década de los noventa y en la víspera del siglo XXI, la industria textil y del vestido nacional atravesó por una serie de problemas de orden coyuntural y estructural. Sin embargo, tiene oportunidades y retos importantes que puede aprovechar para hacer frente a esos problemas.

Dicha industria tiene problemas estructurales que tienen que ver básicamente con el rezago tecnológico, la falta de un diseño propio y sobre todo la poca integración de los eslabones de la cadena productiva. En cuanto a los problemas coyunturales, éstos se asocian a los indicadores de la economía nacional, prueba de ello es la devaluación y la subsecuente recesión de la economía mexicana. Entre los principales problemas son la falta de financiamiento y la caída en el consumo interno, los cuales, por su magnitud y extensión en el tiempo prácticamente ya se pueden considerar de orden estructural.

Además, enfrenta el reto de responder al cambio que significa pasar de una economía cerrada al mercado interno a un contexto de apertura y globalización de mercados. Desde mediados de la década de los noventa, la industria ha tenido que responder a la apertura económica que México ha llevado a cabo. Después de la entrada al GATT y de la firma del TLCAN, la industria textil tuvo que adaptarse rápidamente y competir con los productores textiles y de confección extranjeros, haciendo frente entre otros problemas a la competencia desleal. Ahora el reto no es sólo la apertura sino la globalización que México emprende hacia otros mercados en Asia y Europa. Una manera de tomar ventaja de la apertura frente a sus competidores latinoamericanos y asiáticos, es a través del establecimiento de vínculos con productores y firmas que faciliten el acceso a los mercados internacionales.

La perspectiva de la industria en el próximo siglo tiene dos alternativas. Por un lado, si la industria puede hacer frente a la competencia, como hasta hoy lo ha hecho, y además puede tomar ventaja de alianzas estratégicas con socios comerciales de otros países esto puede ayudarlo a renovar su planta productiva, crear diseños e integrarse como industria. Si por otro lado, la industria no es capaz de establecer alianzas y afrontar la competencia, sus posibilidades de supervivencia en el mercado nacional serán limitadas y seguirá siendo afectada por los problemas originados por los desajustes económicos del país (www.textiles.edu).

Figura No. 1. DIAGRAMA DE FLUJO: PROCESO PRODUCTIVO TEXTIL



3. 2. Proceso productivo textil.

De manera general, la Figura No. 1 muestra los diferentes sectores que involucra la industria textil, iniciando con la generación de fibras hasta la confección de las prendas de vestir. A continuación se proporciona un panorama de cada una de estas etapas.

Sector de Fibra.

Las fibras utilizadas en el proceso textil son naturales y químicas. Las primeras, son el algodón, la lana, la seda y el lino; las segundas pueden ser sintéticas y artificiales. En el caso de las fibras sintéticas principales son el poliéster, el nylon y el acrílico; mientras que el rayón y el acetato son las principales fibras artificiales. En México las fibras más importantes, en lo referente a producción y consumo, son el algodón, acrílico, poliéster y nylon.

La industria de fibras químicas en México está altamente concentrada y opera con una gran escala de producción. La mayoría de ellas tienen alguna participación de capital extranjero o alianzas estratégicas tecnológicas con empresas líderes en el ramo a nivel internacional. Las principales compañías se listan, haciendo mención que las 2 últimas compañías pertenecen a AKRA, la subsidiaria petroquímica del grupo ALFA de Monterrey.

- Akra
- Celulosa y Derivados (CYDSA)
- Fibras Sintéticas (FISISA)
- Industrias Polifil
- Kaltex
- Kimex
- Filamentos elastomericos de México, S.A. de C.V
- Nylon de México y Fibras Químicas

Sector Textil.

La industria textil está compuesta por el proceso de hilado, el tejido, incluyendo blancos y acabado a través del proceso algodónero y lanero. La rama genera básicamente tres grupos de productos, aquellos destinados a la industria de la confección de ropa, los que emplea la industria de textiles de uso doméstico y los utilizados por la industria automotriz y mueblera. La producción textil principalmente es generada en el Distrito Federal, el Estado de México, Nuevo León, Hidalgo, Aguascalientes, Coahuila, Guanajuato, Jalisco, Baja California y Chihuahua.

Hilados.

Existen dos formas de procesos de hilado en la industria textil mexicana: el proceso de lana y el de algodón, en los cuales se utilizan fibras naturales, fibras químicas o la mezcla de ambas. La estructura de las empresas de hilado mexicano se compone principalmente de empresas grandes y medianas. En México, entre los principales grupos dedicados a la producción de hilo de algodón están: Alna, Grupo Saga, Kalas y Hit.

Telas y Tejidos.

Los tipos de tejido que se producen en México son los tejidos planos y los tejidos de punto, que se utilizan en la confección de ropa, artículos textiles para el hogar y en la industria automotriz y de muebles. Muchas de las empresas fabricantes de telas, sobre todo las del proceso algodonero, están produciendo su propio hilo, lo que les permite generar un mayor valor agregado en su producto.

Dentro de las principales compañías de telas y tejidos se encuentran Albatros Textil, Grupo Chentex, Grupo Covadonga, Empresa El Valor, Saga-Zatex, Empresas de Tejido Tepeji del Río, Grupo la Estrella, Kalas, Grupo Hidalgo, Sidi, Grupo Riventex, Textil Lanera, Lanera Moderna, etc.

Acabado.

El proceso de acabado comprende el teñido, el estampado, el secado final y la mercerización de tejidos de algodón que sirve para mejorar la calidad del producto. El acabado es un factor esencial en la calidad del producto final, ya sea tela o confección, y añade en sí mismo un valor agregado importante.

El teñido es un proceso aplicado a hilo y a tela, el cual utiliza químicos (tintes y colorantes) y agua, además de que exigen un exhaustivo control de procesos. La tecnología de teñido actual ofrece la ventaja de reducir el uso de químicos y agua en el proceso y permitir más eficiencia cuando se requieren grandes corridas de producción. El proceso de estampado, por su parte, se realiza en telas utilizando también tintes y colorantes y requiere de tecnología adecuada para su optimización. El diseño del estampado en telas, además, juega un importante papel en el proceso, ya que permite brindar diversidad en las telas aportando valor agregado a la misma.

Respecto al acabado final, en México es prácticamente inexistente, siendo el eslabón más débil de la cadena textil mexicana. Esta parte de la cadena carece de tecnología apropiada y de procesos que permitan obtener una calidad admisible tanto para la industria nacional como para los demandantes mercados extranjeros. Su nivel de competitividad es bajo y pone en riesgo a la cadena textil mexicana.

Para proporcionar una visión más exacta del proceso de fabricación de prendas de algodón y su posterior explicación de las fuentes contaminantes que pueden generarse, se describe en seguida dicho proceso:

El proceso algodonero

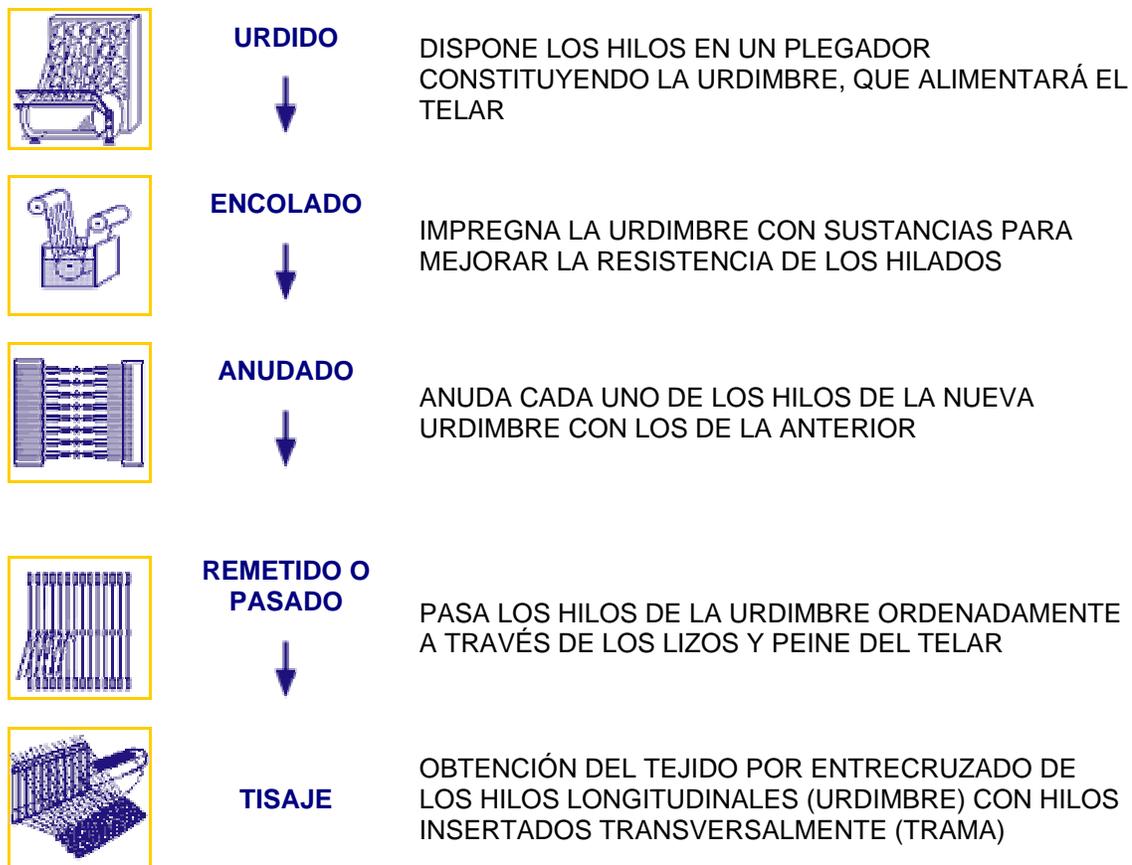
El algodón es la fibra de las semillas del algodonero. En estado bruto se utiliza para hacer guata. Su calidad depende de su finura, pureza, brillo, color y, en especial, de la longitud de la fibra (hilo). Cuanto mayor es la longitud de la fibra (suele oscilar entre 10 y 50 mm) tanto más fino, resistente y regular es el hilo que se obtiene. El algodón de fibra corta se emplea para sábanas, ropa de trabajo, ropa interior, camisas deportivas, tela para vestidos y el de fibra larga para batistas, popelinas, adamascados. El algodón de fibra larga es más caro que el de fibra media y corta.

En cuanto a sus propiedades, resistente al rasgado, al frote, gran poder absorbente, resistencia al calor, lavable (puede hervirse), no se apelmaza, no se apolilla, es fresco, flexible no acumula electricidad estática. Su tendencia a arrugarse y su poca resistencia a la estabilidad dimensional pueden mejorarse ampliamente mediante un tratamiento de acabado adecuado, así como igualmente su tendencia a arder rápidamente.

La **hilatura**, transforma las fibras textiles en hilados y el proceso se lleva a cabo como se muestra en las siguientes ilustraciones:



La **tejedur**a, produce los tejidos por medio de la inserción de hilos, y el proceso se lleva a cabo como se muestra en las siguientes ilustraciones:



Los **acabados**, que son un conjunto de procedimientos tendientes a mejorar las condiciones físicas y de presentación de los tejidos. Los más importantes son los siguientes:

La **tintura** sirve para dar color a cualquier tipo de artículo textil.

El **acabado** consiste en mejorar las características técnicas del tejido (estabilidad dimensional y consistencia), de presencia (limpieza, tacto, etc.) y de apariencia.

El **aprestado** es un acabado con productos químicos para mejorar las cualidades del tejido y finalmente el **estampado**, en el cual se imprime un diseño (dibujo) sobre un tejido en crudo.

El **producto**, El sector algodonero fabrica una amplia gama de productos, básicamente hilados, tejidos y ropa de hogar.



Los **hilados** se usan para producir tejidos o bien prendas de punto. Una variedad son los hilos de coser y bordar.



Los **tejidos** se forman por medio de hilados y se utilizan para la confección de prendas de vestir (camisas, pantalones, chaquetas, etc.), ropa de hogar (sábanas, colchas, visillos, etc.) y para usos industriales (lonas, tejidos para construcción, forros para el calzado, gasas, etc.)

CAPÍTULO 4

CASO DE ESTUDIO

Se estudia el caso de la industria textil instalada en el municipio de Zinapécuaro, en el estado de Michoacán. Durante la gestión del gobernador Víctor Manuel Tinoco Rubí, se estimuló la instalación de empresas textiles en el estado, como parte de las políticas de apoyo a la inversión extranjera y de generación de empleos. En esta gestión se otorgaron facilidades para la instalación de las industrias y se brindó capacitación por cuenta del gobierno del estado a los trabajadores, mediante el otorgamiento de becas. También se ha planeado el Corredor Textil Michoacano el cual, de acuerdo con declaraciones del gobernador, cuenta ya con 18 empresas instaladas, que en conjunto han generado alrededor 4 mil plazas laborales.

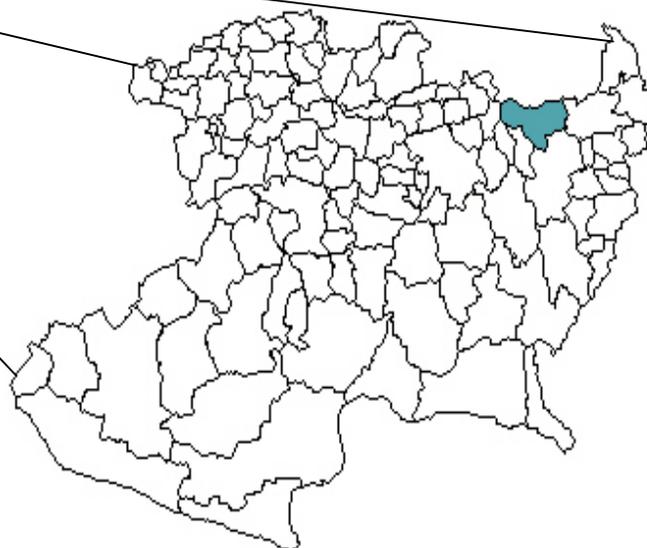
En 1997 se inició la construcción de la empresa textil, de capital coreano, T-ANNA en las inmediaciones de la cabecera municipal. Para instalar esta empresa se dieron facilidades tales como la expropiación de casi 4 hectáreas de terrenos ejidales (Diario Oficial de la Federación, 15 de octubre de 1997) y la condonación del pago de impuestos. La construcción de la planta se finalizó en 1999 y fue inaugurada por el entonces presidente de México (cuyo nombre no vale la pena escribir), el día 23 de julio del mismo año. Con la instalación de esta empresa se esperaba generar cerca de ochocientos empleos para beneficiar a la población del municipio y contribuir a la disminución de la emigración a los Estados Unidos en busca de empleo. De acuerdo con declaraciones hechas por los pobladores del lugar a varios medios de comunicación, (Periódicos: Cambio de Michoacán, 23 de Marzo de 2000 y 12 de Junio de 2000; El Sol de Morelia 29 de Mayo de 2000) estos objetivos no se han cumplido; por lo contrario, los habitantes expresan preocupación por los efectos que puede tener la emisión de aguas residuales, en las cuales es evidente la contaminación debida al uso de colorantes que inducen un olor y color desagradable. También denuncian que los directivos de la empresa han tomado ventaja de la necesidad de empleo de la población, pagando salarios sumamente bajos y negándose a contratar trabajadores de planta.



Figura No. 2

Localización

ZINAPÉCUARO
“Lugar de curación”



Como podrá apreciarse en los anexos, esta industria no solo provocó inconformidad debido a las descargas de aguas residuales, también conflictos con los trabajadores, con la Secretaría de Hacienda y con el gobierno del estado. A nivel general se presentan los datos más relevantes de la empresa, según el propio discurso del Biol. Ubaldo San Martín Aradillas, Coordinador General del Corredor Textil: “*T-ANNA es una empresa textil de origen coreano, dedicada a la fabricación del tejido, teñido, acabado de telas, así como el corte y confección de las mismas; teniendo una capacidad de producción de Un millón de playeras al mes, ocupa una planta laboral hoy en día de cerca de 1000 trabajadores con una capacidad de emplear hasta los 1,500.*”

Posee una infraestructura impresionante de 20,000 m² de nave industrial y una gran cantidad de tejedoras, Jets de teñido, máquinas de compactado y terminado de telas y costura que da una inversión total de 10´000,000 (diez millones de dólares), elaborando toda su producción para marcas importantes del mercado de los E. U.

Esta gigantesca maquiladora de exportación, la más grande en su género en la región (Michoacán, Guanajuato y Jalisco). En conjunto con el Grupo Gaytán, ubicado en el municipio de Cuitzeo y Colección Craime del Grupo Textil Medrano, ubicado en el municipio de Santa Ana Maya; son empresas pioneras que detonaron el proyecto del Corredor Textil Michoacano. Todo ello favorecido por el clima de paz, tranquilidad, armonía, concordia y pluralismo político que caracteriza la administración del Sr. Tinoco Rubí (gobernador en ese momento) ...T-ANNA inicia operaciones con grandes contratos de exportación, trayendo gerentes, supervisores técnicos extranjeros (coreanos, chinos, dominicanos y brasileños) que en el futuro serán sustituidos por personal nacional; Formando de esta manera costureras michoacanas para el trabajo industrial de exportación”.

IV.1. Descripción del proceso productivo.

Como se expresó en capítulos anteriores, el acceso a la empresa se realizó solo de manera parcial, es decir, que la única visita al interior de la industria fue para realizar una entrevista a la entonces gerente general Lic. Tzenzángari Ibarra. La descripción técnica de las diferentes etapas del proceso se realizan con base en investigación bibliográfica.

La fabricación de la tela u operación de tejido consta, según Rondinel (1990) de las siguientes etapas:

- A.** Almacenamiento de la materia prima. Las fibras llegan acondicionadas en fardos.
- B.** Preparación de la fibra hasta el hilado o tejido (procesos secos)
 - La fibra se procesa en las etapas de cardado-peinado, hilandería y ovillado.
- B1.** Cardado-peinado. La balas se abren se toman fibras en forma aleatoria de los distintos fardos, mezclándolas. Neumáticamente se transportan a las cardas donde se paralelizan las fibras, produciéndose su limpieza y mezcla. El velo así obtenido en algunos casos es peinado sucesivas veces, según la calidad que se desee obtener. En estas operaciones secas se eliminan cascarillas, fibras cortas y demás impurezas. De las operaciones de cardado o peinado se obtiene una mecha de fibras que es enrollada.
- B2.** Hilado. Reduce la mecha (cardada o peinada) al grado de finura conveniente, dándole la tensión y la torsión necesarias para una resistencia y finura específicas. El hilo se enrolla bajo diferentes formas, carretes o bobinas cilíndricos o cónicos que pueden ser teñidos o bien enviados al sector de tejeduría.

C. Teñido de hilado. Los carretes o bobinas de hilado se someten a un tratamiento con soluciones de sosa cáustica y detergentes (descruce) en máquinas a presión, que eliminan completamente las impurezas naturales del algodón (ceras, pectinas, etc.). Tras el enjuague en la misma máquina, las bobinas se tiñen, utilizando diferentes colorantes y auxiliares en función del color y la fibra a procesar. El hilado así teñido, va directamente al proceso de tejido. Para tejidos planos, aquel que se emplea como urdimbre debe ser engomado previamente. Para tejido de punto, que es el tipo realizado en T-ANNA, (jersey) esta operación no es necesaria. En el teñido se producen descargas líquidas alcalinas con una mediana carga orgánica (DQO, DBO), color y detergentes.

D. Engomado o encolado. Los hilos crudos teñidos empleados como urdimbre llegan a las unidades de engomado en rollos, pasan por una solución de goma de fécula hervida (almidón) u otros agentes encolantes [carboximetilcelulosa (CMC), alcohol polivinílico (PVA) y acrilatos] para darle la resistencia necesaria para el tejido subsecuente. Los desechos están constituidos por las aguas de lavado de los recipientes donde se preparan las soluciones de almidón u otros agentes de engomado y por las descargas de las engomadoras. Estos desagües, en general de bajo volumen, se caracterizan por tener una elevada carga orgánica y sólidos en suspensión.

E. Tejido. Los hilos pueden tejerse en telares a lanzadera (tejido plano / trama-urdimbre) o en máquinas circulares (tejido de punto). En ambos casos no se producen descargas líquidas ya que se trata de procesos secos.

F. Chamuscado o quemado. El tejido plano se somete a un proceso de flameado por medio del cual se completa la eliminación de cascarillas y pelusas, resultando un tejido de espesor uniforme. Este proceso implica un lavado final de la tela con agua fría, la que puede descargarse directamente a la red dado su bajo nivel de contaminación.

G. Desencolado o desengomado. En esta operación, previa al teñido, se remueve el agente encolante empleado para los tejidos planos. El desengomado puede ser ácido o enzimático. Para ello pueden utilizarse enzimas ácidas, detergentes alcalinos y jabones disueltos en agua, para posteriormente enjuagar la tela.

En el desengomado ácido se utiliza ácido diluido para hidrolizar la fécula y solubilizarla. En el desengomado enzimático se utilizan enzimas vegetales o animales para descomponer la goma en una forma soluble en agua. Los agentes de desengomado se aplican directamente sobre la tela. En el caso de desengomado ácido, las telas se remojan de 4 a 12 horas a la temperatura del ambiente. En el enzimático, de 4 a 8 horas de 55° a 82°C. Después de solubilizar la goma, la tela se enjuaga con agua. En el caso de los agentes encolantes tales como el PVA y la CMC, al ser solubles en agua, sólo se requiere un enjuague para removerlos. Si bien el volumen de estas descargas resulta en promedio sólo el 15% del total, su aporte contaminante representa aproximadamente 50% de la carga total expresada como DBO.

H. Mercerizado. Este proceso permite incrementar la resistencia tensil, lustre y la afinidad de los colorantes sobre la fibra de algodón y fibras sintéticas celulósicas. Consiste en impregnar la tela o el hilado con una solución fría de hidróxido de sodio (15 a 30% en volumen). Este procedimiento se realiza manteniendo estirado el hilado o tejido bajo tensión. En algunos casos se elimina posteriormente el álcali con ayuda de algún ácido débil y se enjuaga con agua y vapor, provocándose la consecuente descarga. En otros, el exceso de soda en la tela o el hilado es aprovechado para el siguiente paso de descrude. Por otra parte, el primer enjuague de este proceso no acidulado puede concentrarse y recuperarse para su rehúso en el mercerizado.

I. Descrude. Remueve impurezas naturales adheridas a las fibras y a la tela para acondicionarla para las posteriores etapas de blanqueo o tinte. Como ya se mencionó en el teñido directo de hilado, en este proceso se emplean soluciones alcalinas y detergentes en caliente, obteniéndose descargas semejantes a las antes descritas. En muchos casos, puede practicarse el descrude y blanqueo en forma conjunta.

J. Blanqueo. Remueve la materia coloreada. Se utiliza sobre algodón y algunas fibras sintéticas después o en forma simultánea con el descrude y antes del teñido o estampado. El material textil se trata con una solución diluida de los agentes blanqueadores (agua oxigenada o hipoclorito de sodio) y tensoactivos. Después del blanqueo, la tela se enjuaga en agua y luego se trata con sustancias reductoras que eliminan el exceso del agente oxidante.

K. Teñido. Es la etapa más compleja dentro de las operaciones de procesamiento húmedo; involucra una gran variedad de colorantes y agentes auxiliares de teñido. La calidad de la tintura depende del equipamiento empleado, la fórmula específica, los tintes y auxiliares de tintes que proveen el medio químico para su difusión y fijación sobre la fibra. La tintura puede realizarse en procesos discontinuos o de agotamiento y en procesos continuos o de impregnación.

Los procesos discontinuos de agotamiento se caracterizan porque el material textil está un tiempo más o menos largo en contacto con el baño de teñido, dando tiempo a que el colorante se fije en la fibra. El proceso se realiza de diferentes maneras:

a) Con el material en movimiento y el baño en reposo, para lo cual se procede como sigue:

La barca de torniquete: se usa básicamente para el teñido de tejidos de punto o jersey, felpas, alfombras y tejidos planos. La relación de baño, volumen de baño por kilo de material que se procesa, varía entre 1:30 a 1:15. Las relaciones de baño altas elevan el costo del teñido ya que para obtener la misma calidad de producto se requiere un mayor consumo de energía, colorante y productos auxiliares.

b) Con el material en reposo y el baño en movimiento

Este proceso se utiliza para el teñido de hilados, ya sea en forma de madeja, conos, bobinas, tejidos de punto sintético y tejido plano. Se utilizan autoclaves verticales u horizontales.

c) Con el material y el baño en movimiento

Con este método se ha conseguido el aumento de la producción de teñido, mejorando notablemente la uniformidad y el aspecto final de las telas. Las máquinas jet y overflow trabajan a altas temperaturas donde el movimiento del material no depende de un torniquete, sino de la inyección del baño por medio de una bomba que lo toma de la parte inferior de la máquina, para hacerlo pasar por una tobera Venturi, lo que permite teñir a velocidades de circulación muy elevadas. La relación del baño promedio es de 1:10 y se emplea tanto para tejidos planos como de punto.

Los procesos continuos o de impregnación se usan principalmente para la tintura de tejido plano, aunque, para determinados colores, también se aplica a tejidos tubulares (de punto). La tela pasa en forma continua por un foulard que contiene una solución concentrada de colorantes y auxiliares. Luego se exprime y se fija el colorante ya sea por reposo en una cámara, o por medio de vapor en una vaporizadora o por calor seco a alta temperatura en una instalación thermosol. Los tipos de fijación varían de acuerdo al colorante utilizado.

El tipo de colorante empleado en la tintura determina los auxiliares utilizados: sales de sodio, cloruros, sulfatos y carbonatos como agentes sinergistas. Si bien en la actualidad se tiene la tendencia de suprimirlos, en tratamientos posteriores se emplean sales de cobre y cromo para la fijación de algunos colorantes, lo que mejora la solidez.

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

Los colorantes tina son insolubles en agua, por ello se utilizan agentes reductores fuertes, tales como el hidrosulfito en medio alcalino que los transforman en la correspondiente forma leuco y en esa forma sube sobre la tela. Luego se efectúa la oxidación sobre la tela, al aire, con perboratos o con H_2O_2 . Posteriormente se debe eliminar el exceso de álcali con lavados en caliente. Cada uno de estos pasos está seguido de un enjuague en caliente. Generalmente estos colorantes provocan efluentes con altos valores de DQO.

Los colorantes al sulfuro, como su nombre lo indica, contienen compuestos sulfurados en su estructura y se aplican en la fibra en estado reducido, disueltos en sulfuro de sodio para luego oxidarse produciendo la coloración esperada. Las aguas de desecho contienen el baño de tintura y los enjuagues son alcalinos, altamente coloreados y tóxicos y constituyen uno de los efluentes más contaminados. Ha surgido una línea de colorantes llamados "sulfuros ecológicos" que utilizan otro tipo de reductores y requieren una menor cantidad de sulfuro de sodio para su disolución. Existe una tendencia mundial a no usar los colorantes al sulfuro.

Colorantes reactivos: son los únicos colorantes que se unen a la fibra químicamente. Para ello inicialmente se disuelve el colorante y luego se agota con grandes cantidades de sal para lograr el desplazamiento del colorante hacia la fibra en el menor tiempo posible, evitando la hidrólisis del mismo en el agua que compite con la subida del colorante a la fibra. Inmediatamente se fija en medio alcalino (carbonato, hidróxido o silicato de sodio) entre 50 y 80°C. Los enjuagues comprenden lavados jabonosos a ebullición y un aclarado final con agua.

L. Estampado. En contraposición al teñido, en el estampado se usan soluciones o dispersiones espesadas. T-ANNA no realiza ningún tipo de estampado debido a que las empresas que reciben las prendas lo hacen localmente.

4.2. La industria textil y la contaminación ambiental.

Este capítulo se concentra en la identificación de las fuentes contaminantes en el procesamiento textil y se enfatiza el estudio de los procesos y parámetros que son potencialmente generadores de contaminación. Como se verá en el contenido de la investigación, los análisis de laboratorio se enfocan a los metales que marca la NOM-001-SEMARNAT-1996, debido a que se consideran como los elementos que más impactan al medio ambiente y que fueron el motor de las demandas presentadas por la comunidad de Zinapécuaro ante las autoridades del municipio. Sin embargo, no dejarán de mencionarse otros elementos que son de importancia en una caracterización de aguas residuales.

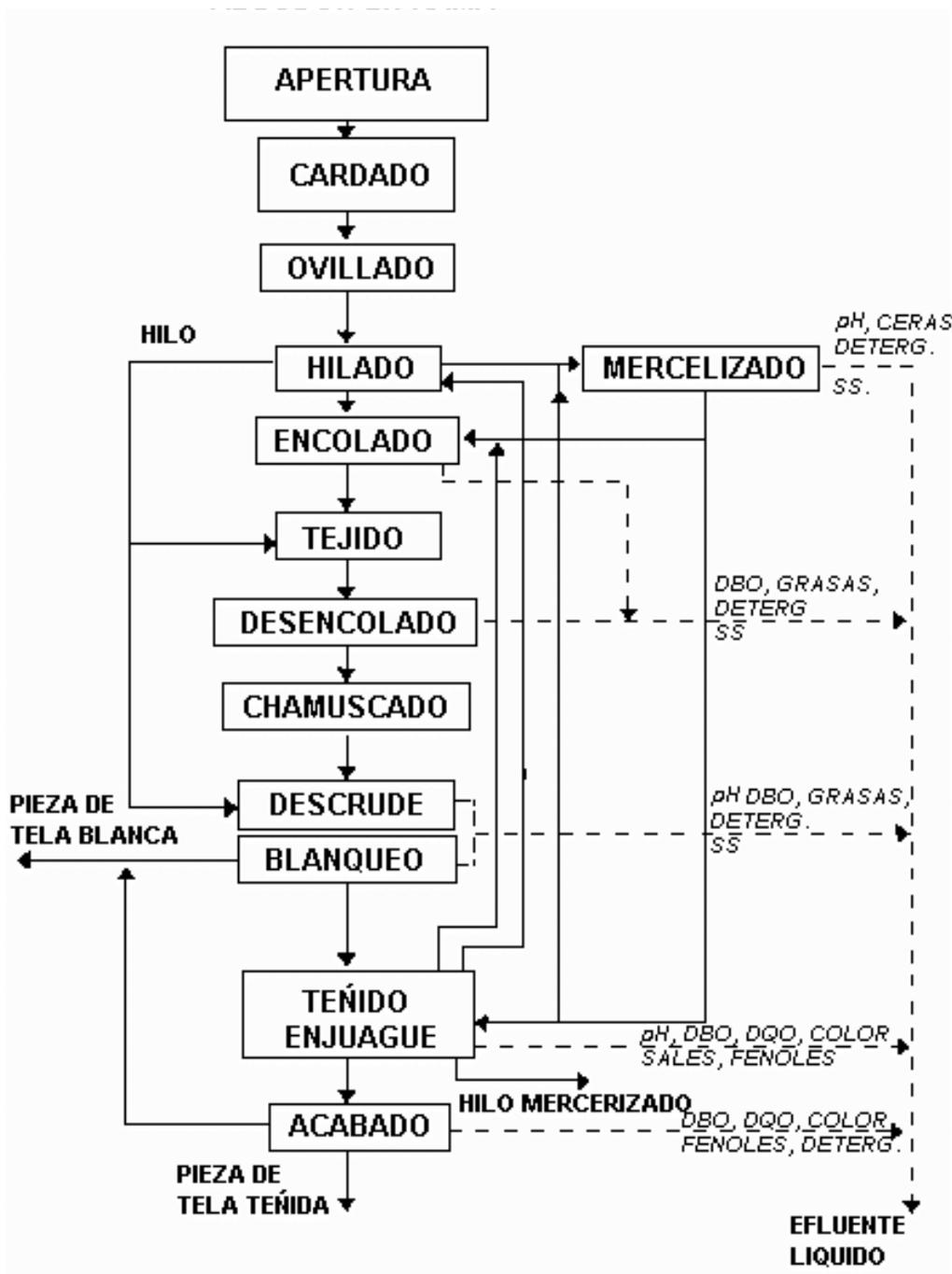
De acuerdo a lo expresado en el apartado anterior, la Figura No. 3 muestra un diagrama de bloques que representa cada una de las etapas productivas de una empresa textil como la que nos ocupa en este estudio. En la figura se resaltan las etapas críticas donde existe potencial generación de contaminación al ambiente. Es importante aclarar que los contaminantes generados impactan al aire, suelo y agua, pero este estudio solo se aboca al análisis del agua residual y de manera indirecta se analiza el suelo.

Haciendo referencia a la información consultada, específicamente por el American Dyestuff Manufacturers Institute (Instituto Norteamericano de Fabricantes de Colorantes) revelan que puede esperarse la presencia de metales en cantidades diversas en distintas clases de tintes. Sin duda, el contenido de metales de los componentes individuales de cada clase de colorante puede variar significativamente, así mismo no se puede presentar de manera categórica, los colorantes y su posible contenido de determinado metal debido a que son formulas químicas que generalmente constituyen un secreto industrial.

De igual forma se diserta sobre los surfactantes y los solventes clorados que, según datos obtenidos de la bibliografía, también contribuyen a la carga contaminante de los efluentes de este giro industrial.

En lo que se refiere a las sustancias que son consideradas como tóxicas al ambiente y específicamente al medio acuático son los surfactantes, detergentes, emulsificadores y dispersantes. Estos se utilizan de manera general en el procesamiento húmedo de textiles, que es el caso que nos ocupa. En términos generales se puede decir que se debe evitar hasta donde sea posible la utilización de detergentes no degradables.

Figura No. 4. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO PRODUCTIVO



Aunque los solventes clorados pueden ser emitidos al ambiente vía emisiones a la atmósfera, como residuos industriales y como descargas en las aguas residuales, el estudio se enfoca a estas últimas.

Los solventes clorados se descargan al enjuagar los tejidos con agua después del descrude, como resultado del control del vapor y la separación agua/solvente, o cuando se mezclan colorantes y compuestos químicos que sirven para el estampado y que contienen este tipo de solventes en el agua residual de otros sectores del proceso.

4.3. Contribución a la DBO.

La investigación también está orientada a identificar los procesos y en qué medida contribuyen a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y el potencial de Hidrógeno (pH) en las corrientes residuales, específicamente se contempla para cada uno de los pasos del procesamiento textil húmedo.

Para entender con claridad el comportamiento de la DBO, debemos entenderla como una medida indirecta de la cantidad de material orgánico presente en el agua que puede ser biológicamente degradado (por microorganismos). Debido a que se tienen condiciones de captación de agua que recibe residuos orgánicos, las condiciones del agua pueden volverse sépticas y generar problemas en la calidad del agua y la salud pública.

De acuerdo a la bibliografía consultada, se pueden establecer los procesos de Descrude, Desencolado, Mercerizado, Blanqueado y el Teñido como los principales procesos que intervienen en la DBO, motivo por el cual serán descritos con detalle en esta investigación.

En cuanto al pH, puede hacerse un análisis similar al que se realizará con la DBO. En términos generales se puede asegurar que las plantas típicas de textiles tienen diversas fuentes de ácidos y álcalis.

El control del pH en el efluente puede constituir un problema difícil de manejar, ya que es reflejo directo de los procesos productivos, debido a que en muchos casos simplemente no existe sustituto para el uso del álcali o ácido.

Debe quedar claro que en la industria textil se utilizan un sinnúmero de sustancias químicas, que proporcionan propiedades definidas a las telas, como impermeabilidad, rigidez, resistencia a determinadas sustancias u organismos o simplemente durabilidad y permanencia del planchado.

La mayor contaminación orgánica se concentra en las operaciones de desencolado y descrude, y es menor en los procesos de teñido y estampado, mientras que la contaminación inorgánica proviene del lavado con sales de sodio, mercerizado, blanqueo y teñido. Los efluentes de esta manufactura suelen ser alcalinos, coloreados y con una DBO comprendida entre los 300 y 1000 mg/l. Los principales contaminantes son: Almidones y glucosa, ceras, pectinas, agentes humectantes, auxiliares, sulfuros, sulfitos, ácido acético, detergentes, hipoclorito, agentes reductores y colorantes no biodegradables. Los efluentes del acabado del algodón contienen fibras finas que ocasionan obstrucciones, diversos problemas mecánicos y de contaminación.

De manera esquemática, los aportes a los parámetros habitualmente estudiados son:

Tabla No. 5. CARACTERÍSTICAS DE LAS DESCARGAS ALGODONERAS (tejido plano)

Proceso	Volumen sobre el total	DBO sobre el total
Engomado y desengomado	15%	50%
Descrude y mercerizado	20%	30%
Lavado, teñido y blanqueo	65%	20%

Fuente: Fernández, G. (1981).

Tabla No. 6. CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES DE DESENGOMADO Y LAVADO

Desencolado enzimático de algodón Agente encolante: almidón 10%

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

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

Tabla No. 7. CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES DE DESCRUDE PARA DIVERSAS FIBRAS

Fibra	PARAMETROS			
	DBO (mg/l)	Sólidos totales (mg/l)	pH (Unidades)	Uso de agua (l/1000 kg tela)
Algodón	100-2900	2200-17400	10-12	2,500-43,000
Rayón	2800	3300	8-9	17,000-33,500
Acetato	2000	2000	9-10	25,000-83,500
Poliamida	1300	1800	10-11	50,000-66,750
Acrílico	2100	1800	9-10	50,000-66,750
Poliéster	500-800	600-1400	8-10	25,000-42,000

Fuente: EPS, (1982)

Tabla No. 8. CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES DE MERCERIZADO (ALGODÓN)

2 a 6 % de sosa cáustica

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

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

Tabla No. 9. CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES DE BLANQUEO

Fibras	PARAMETROS			
	DBO (mg/l)	Sólidos totales (mg/l)	pH	Uso de agua (l/1000 kg del producto)
Algodón	100-1700	800-15,000	8-12	2,500-12,500
Acetato	700	800-1000	7-9	33,500-50,000

Fuente: EPS, (1982)

Tabla No. 10. CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES DE TEÑIDO ALGODONERO

PARAMETROS	VALORES
Color (DHE)	5 - 50
pH	6.9 - 10.7
DBO (mg/l)	52 - 240
DQO (mg/l)	84 - 663
Fenoles (mg/l)	0.03 - 0.056

Fuente: EPS, (1982)

Es importante que para cada operación de procesamiento textil se identifique cuidadosamente cada una de las fuentes de residuos. Esto se puede lograr mediante 1) un control de inventario y un reconocimiento de los potenciales contaminantes contenidos en los productos adquiridos o 2) un análisis del proceso.

En esta parte del trabajo se hablará de las fuentes contaminantes en el procesamiento textil. Los tipos específicos de contaminante que se toman en consideración son los metales pesados y como complemento la DBO.

Fuentes de DBO. La DBO es una medida indirecta de la cantidad de material orgánico presente en el agua que puede ser biológicamente degradado (por microorganismos). Ya que el oxígeno disuelto se agota en el proceso de degradación del material orgánico, la cantidad de material orgánico puede expresarse en términos de la cantidad de oxígeno requerido. Como se utiliza oxígeno en un recipiente de agua que recibe residuos orgánicos, las condiciones del agua pueden volverse sépticas y generar problemas en la calidad del agua y la salud pública.

Los valores de DBO en los productos incluidos en las tablas representan datos previamente publicados. Existen extensos listados de datos relacionados con la DBO de los compuestos químicos empleados en los diferentes procesos especializados de la industria textil que circulan de manera privada y no pueden publicarse porque son de propiedad privada.

Algunos fabricantes de compuestos químicos comparten sin restricciones la información relacionada con sus productos y otros no. Una de las formas en que una planta pueda superar este problema, 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.

Preparación:

El **desencolado** de tejidos planos es el primer paso importante del procesamiento húmedo. Existen muchos tipos de materiales para desencolado disponibles, la mayoría de las colas son mezclas.

Las colas en base de almidón tienen por lo general valores de DBO de 500.000 a 600.000 ppm; los alginatos y los almidones modificados, 100.000 a 500.00 ppm; y las colas sintéticas (PVOH, CMC, PVAc) aproximadamente 10.000 a 30.000. Además, los almidones se eliminan generalmente con enzimas cuya DBO típica es mayor a 10,000 ppm. La eliminación de CMC, PVOH, PVAc y otras colas sintéticas se consigue usualmente con agua caliente y quizás álcali, de modo que el sistema de eliminación en sí no contribuye normalmente a la carga de DBO. Asimismo, las colas sintéticas por lo general pueden recuperarse de las corrientes residuales. De este modo, cambiar el almidón por colas sintéticas puede reducir la DBO en esta fuente importante en más de 90%. En una operación típica, esto constituiría aproximadamente 50% del total de la carga de DBO de la preparación de tejidos planos (más no de los tejidos de punto).

Tabla No. 11. CONTRIBUCIÓN DE LOS DISTINTOS PROCESOS TEXTILES A LA DBO

Proceso	# de DBO por 100# de tejido
Chamuscado (tejido plano solamente)	Ninguna
Desencolado (tejido plano solamente)	
Enzima/Almidón	67
Almidón/mezcla de CMC	20
PVOH o CMC solamente	-0
Descrude	45-50
Blanqueo	3-4
Peróxido Hipoclorito	8
Mercerizado	15
(sin recuperación caústica) (con recuperación caústica)	
Aplicación de calor (sintéticos solamente)	6

Otros factores que hay que considerar son los componentes auxiliares de las mezclas de cola que comúnmente se usan a nivel comercial. En los siguientes cuadros se presentan de manera abreviada los componentes de las fórmulas comerciales de cola mezclada, además se muestran otros componentes de uso común y sus respectivas concentraciones de DBO.

Descrude. Los procesos de descrude sirven 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). 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 provenientes de los procesos de preparación.

Los aceites sintéticos y ceras contienen emulsiones de bobinado, cera de parafina, aceite para el tejido de punto, aceite para el bobinado en conos y otros lubricantes. Estos materiales tienen de por sí una DBO significativa y los emulsificadores empleados para eliminarlos y suspenderlos en la preparación también contribuyen a los niveles de DBO.

Tabla No. 12. COMPONENTES DE LAS FÓRMULAS COMERCIALES DE COLA MEZCLADA

Componente	% del total de sólidos mezclados en la cola
Cola (almidón, CMC, PVOH, PVAc, etc.)	85-90%
Humectante (urea, glicol dietileno, etc.)	2-5%
Lubricante (cera o aceite)	2-5%
Antiestático	0,5%
Biocida	varía
Glicerina (mejora la adhesión de las hebras hiladas)	2.0%
Humecedor (mejora la penetración de los filamentos)	

Tabla No. 13. LA DBO DE OTROS COMPONENTES DE LOS MATERIALES DE ENCOLADO

Materiales	DBO (ppm)
Urea	90.000
Glicerina	640.000
Ceras	100.000 A 1.500.000
Aceites	100.000 A 1.500.000
Antiestático	varía significativamente
Bactericida	la prueba falla
Humedecedor/penetrante	varía significativamente
Glicol dietileno	60.000
Humedecedores	varía significativamente

Además, la DBO de los surfactantes varía de manera significativa, siendo la más alta la de los jabones naturales: productos de triglicéridos empleados en la saponificación (ésteres de glicerol de ácidos grasos de cadena larga de origen natural) tales como el ácido láurico y oleico. Los ácidos grasos y/o sus sales se emplean algunas veces como agentes de descruce en un medio alcalino. La DBO típica de éstos es mayor de 1 millón de ppm. Los detergentes sintéticos tienen una DBO más baja.

Sin embargo, el uso de productos que de por sí tienen una DBO más baja no es siempre deseable. Por ejemplo, se sabe que los etioxilatos de alcohol ramificados son menos degradables, por lo tanto, tienen una DBO de 5 días menos que la de los etioxilatos de alcohol. En un sistema típico de tratamiento de residuos compuestos de lodos activados, por lo tanto, el índice de degradación de estos materiales ramificados no es igual al de sus contrapartes: no obstante el tratamiento, gran parte de éstos incrementarán en consecuencia la toxicidad del efluente tratado. Los componentes tóxicos de los efluentes son actualmente de gran preocupación. Estos materiales también pueden afectar el rendimiento del sistema de tratamiento de un modo adverso.

Blanqueo (DBO). La DBO en las operaciones continuas de blanqueo es bastante baja, menos de 5% de la DBO total de una planta textil en un caso típico. Además, muchas fibras sintéticas y mezclas requieren de muy poco o ningún blanqueo en comparación con los tejidos y hebras de algodón o lana. 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 humedecedores y otros auxiliares que pueden contribuir a la carga de DBO y a la toxicidad. Asimismo, algunas plantas emplean un procedimiento modificado en el que pueden combinarse el descruce y blanqueo. Así, el impacto global del control del proceso y reducción en la fuente en el blanqueo es localizado.

Otros procesos de preparación (DBO). Otros procesos de preparación son la aplicación de calor (fibras sintéticas) y el mercerizado (algodón). Estos procesos de preparación así como el blanqueo contribuyen relativamente en forma mínima a los niveles de DBO de la corriente residual en comparación con el desencolado y el descruce.

Teñido. En los procesos de teñido la cantidad y tipo de residuos producidos varían significativamente.

Teñido continuo. La principal fuente de DBO proveniente del teñido continuo la constituyen los químicos desaponificadores (surfactantes) y los auxiliares de teñido utilizados en el baño con almohadillas que pueden eliminarse con lavado. Además, los agentes reductores algunas veces arrojan altos valores de DBO. Debido a la naturaleza continua de estos procesos, las corrientes residuales se separan con facilidad para lograr la recuperación de calor y otras estrategias administrativas. En tanto que el residuo del teñido continuo está por lo general constituido de agua de lavado, el contenido químico es relativamente bajo en comparación con el de los residuos del desencolado y el descruce o el de los licores gastados en el teñido discontinuo. Es así que la reducción en la fuente de DBO en los procesos de teñido continuo no tiene el potencial para mejorar la situación que sí posee el teñido discontinuo.

Teñido discontinuo. Los problemas con los licores de tintura gastados que presenta el teñido discontinuo son mucho más difíciles de manejar debido a que:

- 1) Las corrientes residuales usualmente se arrojan en fosos o zanjias comunes, lo que hace difícil la separación.
- 2) Las descargas discontinuas de residuos se producen a intervalos discretos, no se puede predecir un horario y cualquier restricción horaria causa graves problemas de programación.
- 3) La naturaleza de los procesos y químicos utilizados varía significativamente.

Ha existido interés en el rehúso de los residuos del teñido; sin embargo, sólo son pocas las situaciones de rehúso directo que se han adaptado comercialmente. Un ejemplo del rehúso del residuo del procesamiento discontinuo de teñido es el rehúso del enjuague final/baños ablandadores (especialmente para la línea de medias y calcetines) para realizar un descruce previo del lote siguiente del substrato, especialmente de materiales sintéticos. Presumiblemente, después de que el ablandador es agotado en el substrato, su sistema emulsificador todavía sirve para descruce el acabado de la fibra y los aceites del tejido de punto del lote siguiente. También se producen ahorros de energía debido a que el baño con un ablandador agotado es por lo general caliente. En el siguiente cuadro se presenta de manera resumida las características del residuo (DBO) para cada clase de tinte que usualmente se aplica mediante métodos de agotamiento.

Acabado. El acabado es un proceso típicamente continuo que produce muy poca o nada de agua residual, con excepción quizá del agua de enfriamiento que no entra en contacto con los materiales tratados y un poco de agua del lavado final (escasamente). En ocasiones se produce agua condensada producida por el equipo calentado con vapor, pero la cantidad es bastante reducida en comparación con el residuo del teñido y la preparación. Otra fuente de residuo potencialmente significativa es la descarga de mezclas de acabado no utilizadas que contienen resinas, catalizadores, humedecedores, ablandadores, mejoradores y otras sustancias. Las reducciones en la fuente en el caso del acabado se pueden lograr añadiendo y rehusando las mezclas de acabado en lugar de efectuando descargas cada vez que sea posible.

Son pocos los tipos de acabado que se aplican mediante métodos de agotamiento. Estos generalmente se llevan a cabo después o como parte del proceso de teñido e incluyen ablandadores, lubricantes, fijadores y otros acabados especiales (piroretardantes, antimanchas, antibacteriales, etc.).

En general, los residuos de éstos son difíciles de controlar y debe recurrirse a procesos continuos, si es posible, a fin de evitar descargas de aguas residuales asociadas con estos compuestos químicos. Algunas veces estos residuos se pueden volver a utilizar.

Tabla No. 14. DBO DE LOS AUXILIARES DE TEÑIDO (PPM)

Clase	Fibra	Máquinas	Químicos	Contribución a la DBO a eliminar
Acido	Lana Nylon	Bastidor Devanadora Bobina Jigger Tina Inyector Carretel	Surfactante Nivelador Retardador Acido Tinte Lubricante Sal	Moderada (varía) Varía (se puede agotar) Baja Baja Varía (se puede agotar) Ninguna
Básico	Acrílico Poliéster	Bastidor Devanadora Tina Inyector Carretel	Surfactante Nivelador Retardador Acido Tinte Lubricante Sal Portador	Moderada (varía) Varía (se puede agotar) Varía Baja Baja Varía (se puede agotar) Ninguna Varía (se puede agotar)
Directo	Celulosa	Bastidor Devanadora Inyector Tina	Alcali (débil) Surfactante Retardador/Nivelador Sal Lubricante Fijador Tinte	Ninguna Varía (moderada) Varía (moderada) Ninguna Varía (se puede agotar) Baja (se agota) Baja
Disperso	Sintético	Bastidor Devanadora Tina Inyector Carretel	.	.
Reactivo a la fibra	Celulosa (Lana)	Bastidor Jigger Inyector Carretel Tina Madeja	Acido (débil) Dispersante Tinte Portador Lubricante Reductor/post-descrude	Baja Alta Alta (dispersante) Varía (se puede agotar) Moderada a alta
Naftol al azufre de tina	Celulosa	Cualquiera... (La cantidad total producida por agotamiento es relativamente baja en NC)	Reactores, oxidantes Tinte Lubricante Regulador	Varía bastante

4.4. Sustancias tóxicas

La preocupación de muchos investigadores relacionados con el medio ambiente se han abocado al estudio de la descarga de materiales peligrosos a los cuerpos de agua natural o a los sistemas de alcantarillado de la localidad. Muchos de estos estudios están dirigidos a los procesos desarrollados en la industria textil, que según datos bibliográficos han demostrado distintos grados de toxicidad.

Tomando como referencia de algunos estudios en medios acuáticos que reciben descargas de aguas residuales provenientes de la industria textil han demostrado tener diferentes elementos muy tóxicos en bajas concentraciones o bien poco tóxicas en concentraciones altas. A decir verdad, muchas de estas sustancias permanecen sin una identificación cabal, debido a que se trata de mezclas complejas con un grado alto de separación y caracterización.

Este campo de investigación es aún incipiente y es motivo de estudios que pretenden identificar la naturaleza de los compuestos químicos, tintes y otros elementos que imprimen la característica de toxicidad a las descargas de este importante ramo industrial. Muchos de estos agentes químicos empleados son considerados tóxicos y peligrosos. La descarga de estas sustancias en el ambiente puede causar serios problemas a la salud de una comunidad, así como contaminación del suelo, aguas superficiales y subterráneas expuestas a estas sustancias.

Un efluente de una industria textil, puede contener una gran cantidad de compuestos e impurezas provenientes de los materiales procesados como son las fibras naturales; además de contener ácidos, bases, tintes, sales, entre otros elementos que se desechan en dichas descargas. Es un hecho que muchos de los compuestos no permanecen en el producto textil terminado sino que se desechan después de un uso específico.

De manera general se pueden establecer los elementos tóxicos que predominan en los afluentes de la industria textil, estos son: Detergentes de difícil degradación, metales contenidos principalmente en los tintes y compuestos orgánicos como el percloroetileno, cloruros y fenoles principalmente.

Los surfactantes es otro grupo de sustancias que contribuyen a generar problemas de toxicidad en ambientes acuáticos, los detergentes, emulsificadores y dispersantes pertenecen a dicho grupo. De manera general se estableció que estas sustancias son utilizadas en los procesos húmedos de la industria textil.

La EPA elaboró una serie de documentos que hacen referencia y recomiendan sustituir los detergentes de difícil degradación por aquellos que poseen esta propiedad, lamentablemente estas disposiciones son llevadas a cabo muy localmente y los distribuidores de estos productos no atienden dichas disposiciones.

Uno de los puntos importantes en este estudio corresponde al capítulo del vertimiento de metales en los afluentes de la industria textil.

No se conoce la identidad exacta de estos tóxicos ni la de los precursores de los tóxicos contenidos en el agua en el procesamiento textil. Este tema se encuentra actualmente en estudio. A pesar de la falta de información específica, los estudios de los residuos de agua y el conocimiento de la naturaleza de los químicos, tintes y procesos empleados en la industria textil permite establecer ciertas generalidades.

Los tipos de sustancias que se puede esperar predominen en las aguas residuales tóxicas de la industria textil son:

- metales
- surfactantes no degradables

sustancias orgánicas tóxicas como fenoles (Resinas Sintéticas) , solventes aromáticos (Tetracloruro de carbono), ácido de metileno, Peroxido de Hidrogeno, percloroetileno (Desengrasante) y ácido oxálico (Estabilizador de blanqueo) por mencionar unos cuantos.

Metales

Los datos publicados por el American Dyestuff Manufacturers Institute (Instituto Norteamericano de Fabricantes de Colorantes) revelan que puede esperarse la presencia de metales en cantidades diversas en distintas clases de colorantes, lo cual está representado en la siguiente tabla. Sin duda, el contenido de metales de los componentes individuales de cada clase de tinte puede variar significativamente.

Tabla No. 15. PORCENTAJE DEL CONTENIDO DE METALES DE DETERMINADOS COLORANTES (PPM)

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

Una investigación de tintes realizada a mediados de la década de los setenta, mostraba que la principal fuente de residuos de cobre derivados del procesamiento húmedo de una importante planta de Carolina del Norte provenía de los colorantes. Un control de cada uno de ellos mostró que aproximadamente 95% del cobre en el efluente provenía de 13 tintes fabricados con un alto contenido de cobre.

Cada uno de estos tintes contenía cobre como parte integral de la estructura molecular o de su cromóforo; por lo tanto, la mayoría del metal se agota en el tejido con el tinte. Sin embargo, lo típico es que de 5% a 15% de los tintes directos permanezcan no agotados en los licores de tintura gastados. De este modo, algunos metales se descargan como residuo. Esta planta en particular no empleaba tintes de tina ni tintes reactivos a la fibra para el teñido por agotamiento. Otras fuentes de metales que se pudo identificar de manera específica en esta planta y cuya presencia es típica en las operaciones de procesamiento húmedo son:

- Oxidantes para tintes de tina y al azufre (cromo).
- Tratamiento posterior con sulfato de cobre para tintes directos.
- Catalizador de metal usado para curar resinas (zinc, aluminio).
- Acabados pirotardantes, antimanchas e impermeables.
- Géneros en crudo.

- Agentes decolorantes de tintes como el permanganato, el sulfoxilato-formaldehído y el dicromato.

Dos de estos (oxidantes y tratamientos posteriores) están directamente relacionados con la aplicación de tintes y se usan algunas veces para asegurar una completa fijación y/o entrapamiento del tinte dentro de la fibra. Un ejemplo de esto es el uso del sulfato de cobre para darle un tratamiento posterior a los tintes directos, muy poco empleado el día de hoy en beneficio del uso de fijadores resinosos orgánicos. Estos fijadores resinosos tienen un contenido más elevado de nitrógeno y DBO, pero no contienen cobre. Un procedimiento alternativo que evita tanto los metales pesados como la DBO consiste en utilizar sales epsom como antimigrante hasta que pueda aplicarse el fijador a partir de una fórmula de acabado continuo con resina.

Además, algunas clases de tinte requieren que se produzca la oxidación y/o reducción durante la aplicación y fijación del tinte. Estos tintes (particularmente los de tina y aquellos al azufre) eran anteriormente oxidados con dicromato, pero en la actualidad prácticamente se oxidan de manera universal con otras sustancias como yodato, bromato, peróxido, etc.

Finalmente, los procedimientos de reparación aplicados a muchas clases de tinte pueden conllevar el uso de metales y/u otras sustancias tóxicas. Uno es el tipo de decolorante de tintes con sulfoxilato-formaldehído de zinc que se utiliza en algunas clases de tinte. Este tipo de procedimiento de reparación puede contribuir a que las corrientes residuales contengan zinc. Otro tipo común de procedimiento de decoloración para acabados con resinas es el ácido oxálico. Se sabe que esta sustancia es tóxica. Un procedimiento de decoloración con ácido fosfórico y urea resulta igualmente efectivo para la mayoría de los acabados con resina y tiene un nivel mucho más bajo de toxicidad. Estos procedimientos de decoloración sirven para reparar tejidos defectuosos, pero una fuente de decolorantes tóxicos que algunas veces se pasa por alto es la de los agentes limpiadores usados en las máquinas de teñido, almohadillas sobre rodillos, etc. Estos procesos con frecuencia no se controlan en la misma medida en que se controlan los procesos de teñido y las sustancias químicas especiales para la limpieza de las máquinas con frecuencia contienen solventes tóxicos.

Otra fuente de tóxicos que algunas veces se pasa por alto es la de los agentes químicos empleados en el mantenimiento. Una planta textil típica por lo general cuenta con algún tipo de procedimiento de aprobación y control de calidad para las materias primas empleadas en el procesamiento, pero algunas veces los agentes químicos destinados al mantenimiento escapan dicha aprobación en tanto que no afectan directamente el costo directo de la planta y el control de calidad, y debido a que se compran y utilizan con menos frecuencia que los que intervienen en el proceso mismo. El control y evaluación de estas sustancias no debe obviarse. Los contenidos típicos son cloruro de metileno, percloroetileno y otras sustancias tóxicas.

Otros tipos de compuestos químicos que no forman parte del proceso en sí y que se sabe que contribuyen a la toxicidad de las aguas residuales son los biocidas y herbicidas. Los biocidas se usan frecuentemente en las torres de enfriamiento y en la purificación y procesamiento del agua que no interviene en el proceso mismo de fabricación textil. Los biocidas también se utilizan en ciertas aplicaciones tales como los acabados para medias y calcetines, carpas, celosías y trampolines. Los herbicidas se usan para controlar el césped, la mala hierba y otro tipo de vegetación cerca de los tanques de almacenamiento a granel, como las áreas dentro de la berma de control de derrames, y especialmente los tanques que contienen sustancias inflamables como gas natural, gas LP, gasolina y varsol.

Surfactantes

Estos se usan de manera universal en el procesamiento húmedo de textiles. El documento en elaboración de la EPA cuya intención es dar pautas relacionadas con los efluentes textiles claramente indica que se debe llevar a cabo una cuidadosa sustitución para evitar la introducción de detergentes no degradables (los cuales contribuyen a la toxicidad del agua) con la finalidad de disminuir la DBO. Esta recomendación ha sido frecuentemente ignorada en la práctica, fundamentalmente debido a que los surfactantes son generalmente mezclas de propiedad privada y la información relacionada con su capacidad de degradación no se da a conocer a las plantas.

Residuos peligrosos

Los solventes utilizados como portadores de los tintes contienen varios colorantes que son compuestos orgánicos complejos de naturaleza refractaria (no biodegradables) y peligrosos. Los colorantes contienen metales pesados como cromo, cobre y zinc, y sustancias orgánicas. Solamente 50% del peso de los tintes comerciales son colorantes. El resto está constituido de material de relleno no peligroso (como azúcar) y surfactante. El colorante termina en el solvente residual que puede ser recuperado en la planta o enviado a otro lugar para ser reciclado. Algo de los tintes gastados puede descargarse en los sistemas de tratamiento del agua.

El residuo peligroso del descrude incluye el solvente líquido contaminado, los restos de la destilación de los solventes cuando se practica el reciclaje en la misma planta y los lodos asentados que salen a la luz cuando se hace la limpieza del equipo de descrude.

El agua residual del descruce y enjuague contiene impurezas naturales y otras derivadas del proceso que han sido eliminadas mediante los detergentes alcalinos calientes o la solución jabonosa empleados en el descruce. El residuo contiene niveles significativos de DBO, sólidos disueltos, aceite y grasa, y color. Únicamente el procesamiento de los materiales sintéticos requiere solamente de un ligero descruce y muestra niveles más bajos de DBO y de sólidos disueltos del residuo, pero los incrementos de COD son significativos.

Las concentraciones en el agua residual derivadas del teñido y estampado dependen del proceso y de los diferentes agregados empleados. Los residuos del estampado y el teñido resultan comparables en muchos sentidos. Además del color, el residuo puede contener elevadas concentraciones de DBO y sólidos disueltos. Los pigmentos del estampado también introducen sólidos suspendidos en la corriente residual. Los flujos de residuo del acabado son bajos. Los químicos se aplican con almohadillas, seguidos del secado y la cura. Los químicos empleados son varios pero sólo una cantidad reducida de ellos ingresa en el agua residual, y lo que se quiere es capturar una fracción muy alta del agente activo en la tela.

El residuo combinado de las plantas de acabado de tejidos planos por lo general contiene 250 a 850 mg/l de DBO, 45 a 475 mg/l de TSS, 425 a 1.440 mg/l de DQO y tiene un pH de 7 a 11.

El lavado de la lana cruda produce dos corrientes importantes de residuo: el licor de lavado y el agua de enjuague. El licor de lavado constituye 30 a 50 por ciento del total del flujo de residuo y contiene la mayor parte de las sustancias, impurezas adquiridas y aplicadas de la lana. El licor de lavado que se desecha tiene un alto nivel de DBO, COD, sólidos y grasa, y es de un color marrón turbio. El azufre y los fenoles u otras sustancias orgánicas también están presentes en el licor.

Problemas más sutiles son los que pueden generarse en relación con los productos que resultan de los tintes textiles (y otros), cuya degradación es potencialmente peligrosa. Un ejemplo de un tinte de este tipo es el rojo #5 para alimentos que se sabe que se degrada en productos que resultan cancerígenos y mutagénicos. En este caso, el tinte en sí mismo no es dañino, pero los productos de la degradación que pueden surgir durante el metabolismo (o en el caso de un tinte para textiles, la decoloración reductora u otra degradación) resultan sospechosos. Sin embargo, se puede disponer de substitutos químicos análogos para proporcionar tintes más seguros en términos de los productos que resultan de su degradación.

Un tipo común de procedimiento que se utiliza en prácticamente todas las operaciones comerciales de teñido es el "decolorado" o eliminación de colorantes de los substratos textiles con propósitos de reparación. Son muchos los procesos que se pueden utilizar para este propósito y cada uno de ellos tiene sus características particulares. Algunos puntos importantes de variación son los siguientes:

- Eliminación final (libera formaldehído).
- pH ácido o alcalino).
- Baño de oxidación o reducción.
- Tipo de oxidante/reductor con base de cromo (dicromato) con contenido de cloro (clorito, hipoclorito) tipos de peróxidos (peróxido, perborato) con base de manganeso (permanganato)
- Uso de solventes aromáticos y/o surfactantes como auxiliares de la decoloración, como sustancias fenólicas, bifenilo, ortodichlorobenzeno, etc. Estos pueden convertirse en policlorados para formar sustancias tóxicas o degradarse para producir sustancias fenólicas con peso molecular más bajo.

Para que la decoloración tenga éxito, los colorantes deben degradarse en productos solubles en agua y/o sin color. Esto significa, en la mayoría de los casos, que la parte cromófora de una molécula de tinte debe degradarse en productos que, en la mayoría de los casos, son similares a las sustancias intermedias de los tintes a partir de los cuales se logró la sintetización del colorante. Algunas de estas son sustancias peligrosas y los residuos del decolorado que las contienen se descargan en la corriente del efluente.

Naturalmente el tipo específico de procedimiento de decolorado y la selección del colorante original determinará los productos que terminarán en el efluente.

Asimismo, todas las operaciones de teñido discontinuo descargan licores de teñido gastados con un contenido típico de 5% a 15% de la cantidad total de colorante utilizada. Esto se produce debido a que el teñido discontinuo constituye un proceso de equilibrio y por lo tanto siempre quedará algo de tinte residual en los licores de tintura gastados. Estos también podrían degradarse en sistemas de tratamiento de residuos dando como resultado productos del mismo tipo que los producidos mediante el decolorado.

Después de todas las etapas anteriores, donde se ha analizado la generación de diferentes y complejas alteraciones a la calidad del agua utilizada en el proceso, vale la pena mencionar ¿qué tratamiento realiza la empresa T-ANNA a sus aguas residuales?.

En la parte posterior de la industria se haya una impresionante infraestructura construida en concreto armado que consta de siete fosas interconectadas, éstas están precedidas por una fosa de paso con una rejilla para detener el ingreso de residuos sólidos de dimensiones mayores a 5 cm. En las dos primeras fosas se descarga el agua residual proveniente de la planta; sin embargo, dado que la tubería de descarga es en su mayoría subterránea, no se aprecia si existe un tratamiento previo.

También resalta la construcción de cinco fosas de oxidación “enormes” de 40 m por 20 m de dimensiones y aproximadamente 5 m de profundidad; todas ellas distribuidas a diferentes niveles para hacer circular el agua residual que en ellas sí se vierte. Hacia la parte final de estas fosas, descarga un tubo directamente al suelo, formando un pequeño arroyo que atraviesa numerosos campos de cultivo hasta llegar al río Zinapécuaro y este a su vez desembocar al lago de Cuitzeo. Un aspecto técnico incomprensible y que se debe resaltar es el hecho de que las cinco fosas no poseen ninguna protección para las posibles infiltraciones de las aguas residuales hacia el subsuelo. Lo anterior es un aspecto básico y hasta de sentido común en la construcción de una planta para tratamiento de aguas residuales, y más aún para las provenientes de la industria cualquiera que esta sea.

Salta a la vista que se trata de un diseño de una planta de tratamiento para los efluentes de la industria, lo sorprendente es que cinco de estas fosas están completamente vacías. También resulta insólito saber que se tiene toda una instalación para el tratamiento de las aguas residuales del proceso y que no se tenga en operación dicha infraestructura. Sin embargo, al cuestionar a los encargados de la fábrica, éstos argumentan que “la planta de tratamiento está operando satisfactoriamente” y que incluso han desarrollado una bacteria (endémica de Zinapécuaro) que agiliza el tratamiento de las aguas residuales de la industria textil.

CAPÍTULO 5

PROBLEMÁTICA SOCIAL E INDUSTRIA TEXTIL

El desarrollo del presente capítulo se fundamenta principalmente en la descripción de las noticias presentadas por diversos medios de comunicación, en este caso, notas periodísticas que fueron publicadas en los periódicos de mayor circulación en Zianapécuaro y en la capital del estado, Morelia. Estos periódicos son: La voz de Michoacán, El Cambio de Michoacán y el Sol de Michoacán, este último no fue analizado debido a que la administración del periódico no conserva periódicos anteriores a un año después de su publicación.

En la presentación del trabajo y para hacer más ágil el análisis se presentan una serie de “fichas” que contarán con el siguiente orden de información:

Nombre del reportero. Título de la nota. Nombre del periódico. Localidad. Fecha. Páginas y puntos importantes del artículo.

FICHA No. 1

Zulema Carrillo y Bertha Ultreras. Lázaro Cárdenas Batel exigió a T-Anna pague lo que debe. **La voz de Michoacán**. Morelia. 20-Marzo-02. Pág. 6-sección A.

Demandará respeto a los derechos de los trabajadores y el pago de 1.2 millones de dólares correspondiente a un préstamo realizado por la administración del ex – gobernador Víctor Tinoco Rubí sin ninguna garantía.

Se investigará como se dio la autorización de dicho préstamo, ya que el Gobernador Cárdenas Batel no permitirá ilegalidades.

Se buscará que la empresa se mantenga abierta para que no se pierdan empleos, pero el gobierno no puede regalar el dinero de los michoacanos, habiendo gente que quisiera instalar una pequeña empresa y que no ha recibido apoyos.

Existen empresarios interesados en participar en la empresa, y se les dará prioridad.

El 5 de Marzo se reunió el Secretario de Fomento Económico, Eloy Vargas con los directivos de la empresa y manifestaron su total disponibilidad de llegar a un acuerdo con los trabajadores; sin embargo, hasta ahora no ha ocurrido tal situación, por lo que una comisión de 10 trabajadores (representan a 100) plantearon por medio de una carta al gobernador la demanda de sus pagos.

El gobierno está por la conciliación entre los interesados, aunque el gobierno del Estado lleva adelante un procedimiento legal correspondiente a los pagos de los trabajadores, apegados a Fomich.

FICHA No. 2

Yolanda Gutiérrez. Admite empresa T-Anna adeudo. **La voz de Michoacán**. Morelia. 22-Marzo-02. Pág. 35-sección A.

La Tesorería General del Estado confirmó el préstamo realizado a dicha empresa, por la administración de Tinoco y T-Anna admitió su adeudo.

Los directivos de la maquiladora acordaron reinstalar a 90 de 100 empleados que demandaron el apoyo del gobernador.

La investigación realizada en la administración del actual gobernador Cárdenas Batel, indicó que el ex - gobernador, Víctor Tinoco Rubí, teniendo como garantía del crédito los activos de la fábrica (y estando en 1er. término), permitió que un banco estadounidense asumiera la supremacía sobre esos mismos activos por otro crédito que ese banco le otorgó a la empresa maquiladora.

Es decir, dicho crédito, otorgado por la Tesorería General se le cargó a Fomich. Posteriormente, estando los activos gravados, el gobierno de Tinoco permitió quedar en 2do. Término para que la empresa pudiese contratar otro préstamo E.U.

Dicha irregularidad la investiga ahora la Cocodam y se determinará si el gobierno cumplió con la normatividad para otorgar el préstamo, además de si existe daño patrimonial o no al erario, si existe responsabilidad de los funcionarios y si estos lo hicieron con criterios personales para disponer de dicha suma, y si es así se determinará también cuál será la sanción.

Humberto Suárez López, Tesorero General, indicó que ese crédito se dio para atraer maquiladoras al Estado y que no hay registros de que la fábrica haya hecho pago alguno por ese adeudo.

Además dijo que antes de aplicar un embargo, se investigarán las condiciones del préstamo: a) si se determinó una tasa de interés o se exento el pago de esta; si fue capital de riesgo, a título de qué y con qué garantías, y con base en lo anterior se tendrán los elementos para que se proceda la reclamación. Y lo único real es que salió dinero público para apoyar a una empresa privada.

Se conoció que la empresa está abierta a negociación con el gobierno y ofreció presentar una propuesta de reestructuración del adeudo.

La Sria. De Fomento Económico busca socios para la maquiladora T-Anna.

La fábrica se comprometió a reinstalar a 98 trabajadores de los 100 antes mencionados.

FICHA No. 3

Bertha Graciela Ultreras. Interesado inversionista michoacano en adquirir la maquiladora T-Anna. **La voz de Michoacán**. Morelia. 10-Julio-02. Pág. 4-sección A.

Eloy Vargas, Secretario de Desarrollo Económico, reconoció que los dueños de dicha empresa siguen adeudando un millón 50 mil dólares y pese a las propuestas de pago calendarizadas, no han cumplido con ningún pago.

Trabajadores realizaron un plantón en el Palacio de Gobierno y solicitaron al gobierno del Estado le otorgue un crédito a la empresa, por 400 mil pesos, para comprar hilos, ya que se tuvo que parar la fábrica por falta de insumos.

El funcionario dijo que no se puede canalizar presupuesto ya destinado, para financiar a la empresa.

El funcionario, dio a conocer la existencia de un inversionista interesado en adquirir la empresa, situada en Zinapécuaro. Sin embargo, el interesado pone como condición contar con un ambiente laboral favorable, esto fue comentado a los empleados.

FICHA No. 4

Bertha Graciela Ultreras. En audiencia de remate adjudican T-Anna a trabajadores. **La voz de Michoacán**. Morelia. 27-Noviembre-02. Pág. 35-sección A.

La Junta Local de Conciliación y Arbitraje declaró fincado el remate de la empresa T-Anna a favor de los 792 trabajadores, quienes fueron los únicos postores. Los 20 millones que ofrecieron, es el monto de lo que les adeudan.

Sin embargo, dos minutos antes que iniciara la audiencia de remate, la Secretaría de Hacienda presentó un amparo, reclamando la maquinaria y bienes muebles por adeudos fiscales de la empresa; dicho amparo fue concedido. Así que hasta que no se resuelvan los amparos no se podrá hacer entrega de la empresa a los trabajadores.

FICHA No. 5

Bertha Graciela Ultreras y Celic Mendoza Adame. Decisión sobre T-Anna en manos de un juez. **La voz de Michoacán**. Morelia. 29-Noviembre-02. Pág. 5-sección A.

La Secretaría de Hacienda no está en condiciones de negociar el cobro de los adeudos fiscales de la empresa, ya que es decisión del Poder Judicial Federal. Sin embargo, hacienda agotará todos los medios por cobrarlos.

Álvarez Villena, subadministrador de atención al contribuyente del Servio de Admón. Tributaria (SAT), consideró que podría llevarse meses el proceso, primero en la resolución del amparo y luego si alguna de las partes o ambas interponen recursos.

El representante legal de los trabajadores, Carlos Humberto R. Fernández, dijo que hasta el momento, los trabajadores son dueños del inmueble, a excepción de la maquinaria que reclama Hacienda.

R. Fernández, espera que el juez primero de distrito, Efraín Cázares López, declare improcedente el amparo de Hacienda, toda vez que presentaron documentación con retraso y no agotaron el procedimiento ordinario, tal y como lo indica la Ley.

Además señaló R. Fernández que si bien Hacienda afirma que toda la maquinaria fue embargada el 30 de abril del presente, no señalan el valor de la maquinaria, y hasta el momento no existe registro del embargo, lo que limita la acción legal, ya que el embargo debe estar en el Registro Público de la Propiedad del Estado para que surta a terceros y no está.

Y por último mencionó que para que se suspenda la entrega de la empresa a los trabajadores, hacienda deberá fijar una garantía con el pago de 6 meses de salario a cada uno de los 790 trabajadores, ascendiendo a 5 millones 446 mil 260 pesos.

FICHA No. 6

Celic Mendoza Adame. Empresario michoacano, adquirirá T-Anna. **La voz de Michoacán**. Morelia. 12-Diciembre-02. Pág. 5-sección A.

Según R. Fernández, la empresa será comprada por el empresario michoacano Celestino Cervantes García, propietario de Trascolor S.A. de C.V. Además de que ya contactó con los trabajadores y se comprometió a realizar el pago del inmueble el 17 de diciembre para que la planta empiece a operar.

Sin embargo, legalmente no se han podido ejecutar las facturas de los bienes que fueron adjudicados, debido al amparo que antepusieron Hacienda y recientemente el Banco Coreano. Estos pretenden que se anule la audiencia celebrada el pasado 15 de noviembre.

El abogado comentó que no ha podido obtener información del procedimiento ya que el juez se encuentra de vacaciones, pero tiene la confianza de negarles el amparo. Los trabajadores tienen la esperanza en comprar la planta ya que más de la mitad no cuenta con otro sustento para vivir.

FICHA No. 7

Tapia, Omar. Protesta estudiantil. Acusan en Zinapécuaro a la empresa T-ANNA de contaminar aguas de ríos. Diario **“La Voz de Michoacán”** 23/03/00, página 8

Jóvenes de la Preparatoria Lázaro Cárdenas y de la secundaria federal Lic. Rafael Carrillo, se manifestaron por permitir la contaminación de las aguas y la tala inmoderada de los bosques de la región, por parte de la empresa textil T-ANNA de procedencia coreana.

En las afueras del Palacio Municipal, los manifestantes fueron atendidos por el edil de Zinapécuaro, Arturo Antonio Rodríguez, Quién mostró su acuerdo a dichos reclamos, e informó las acciones que se están realizando por parte de los tres niveles de gobierno, tanto federal, estatal y municipal, para el cuidado de los bosques de acuerdo a la nueva ley estatal para cuidar la flora y la fauna del estado, aseguró el edil no desconocer; pero enfatizó que existen manos criminales que siguen saqueando los bosques sin permiso de explotación.

Asimismo el edil comunicó a los manifestantes que se está realizando un trabajo de investigación por parte de la Universidad Michoacana, para determinar el grado de contaminación que se presenta desde la puesta en marcha de la industria textil T-ANNA.

El profesor Eduardo Duran afirmó que en un escrito entregado al presidente de la república, se le informa el carácter del movimiento, que es la defensa del medio. Y asimismo se dice que es un movimiento completamente general de cultura en todas sus manifestaciones, en lo ecológico se analiza lo más urgente, que es el problema que presenta el río Zinapécuaro, que dejó de ser río, para convertirse en un canal, donde se vierten toda clase de desechos, el que circula por el sur de la población y el otro que está siendo llenado por desechos arrojados por la empresa T-ANNA.

FICHA No. 8

Barragán Rosa Elena, 12/06/00 “Niega T-ANNA contaminación; ciudadanos aseguran que sí”, **“La Voz de Michoacán”** Pág. 14,15, Zinapécuaro.

En tanto que ciudadanos aseguran que sí hay polución en Zinapécuaro, la gerente administrativa de T-ANNA lo niega.

La narración de los hechos es la siguiente:

Tras la presunta contaminación provocada por la empresa textil, habitantes de la comunidad exigen a las autoridades estatales y municipales solución inmediata al problema generado.

La gerente administrativa de la maquiladora niega que exista tal polución en la región.

Los siguientes titulares de las dependencias oficiales como la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), de Regulación y Fomento Sanitario, la Jurisdicción Sanitaria y del Consejo Nacional del Agua (CNA), así como el alcalde Arturo Rodríguez Salcedo, han evadido un encuentro con la prensa, lo cual muestra el poco interés prestado al problema.

Cómo se descubre el problema de contaminación que estaba generando la empresa maquiladora T-ANNA, lo describe de la siguiente manera el profesor Pedro Omar Canizal de la escuela preparatoria Gral. Lázaro Cárdenas:

Todo empezó cuando alumnos del plantel percibieron en olor fétido en toda el área, se dieron a la tarea de visitar a la empresa textil y se percataron que el hedor era expelido por las aguas residuales que se desechan durante el proceso de teñido.

El entrevistado mencionó que la contaminación que produce la empresa es evidente, y precisó que de acuerdo a estudios realizados por destacados investigadores (no se menciona quienes) basta recibir las radiaciones de los químicos del proceso de fijación de color (plomo, mercurio y arsénico) para que se produzcan severos daños en el cuerpo como pueden ser mutaciones e incluso esterilidad.

Las medidas que han tomado las autoridades son, que tanto el edil de la localidad, como el gobierno del estado, han sido negativas, al hacer caso omiso al problema.

Esta actitud por parte de la autoridades, tiene un propósito según el entrevistado, y es que aparentemente es la posibilidad de lograr un corredor textil en el estado con miras a traer inversión extranjera.

A la constante presión ejercida por parte de los habitantes, el 21 de marzo del 2000, exigieron al presidente municipal Arturo Rodríguez, el permiso de construcción de la obra y la realización de estudios necesarios a la maquiladora, para efecto de asegurar que no están provocando polución.

La respuesta del presidente municipal, a esta exigencia fue; se reconoce que «no existe tal permiso de construcción, y aun así continúan defendiendo a los extranjeros sin importarles el bienestar de los michoacanos». (no menciona quién es el defensor de tal acción). En esta misma ocasión se compromete a contactar a la Universidad Michoacana para que junto con el laboratorio SEMA se realicen estudios y el 21 de abril del año referido, les entregará los resultados, los cuales no fueron los esperados, pues se les entregó una copia fiel de los entregados en febrero del mismo año.

El profesor Canizal añade, el problema de T-ANNA es en el proceso de teñido, no en la fabricación, de ahí es donde surge la contaminación ya que las tres lagunas donde supuestamente realizan su tratamiento no cuentan con una capa geotérmica «son sólo unos hoyos que reciben todo el desecho industrial que después desemboca a los ríos» el riesgo es que los líquidos se vayan filtrando de las lagunas hasta llegar a los mantos fráticos, lo cual sería muy grave.

Los costos sociales son prueba evidente de la presencia de contaminación, aunque la CNA realizó estudios y no encontró tal contaminación.

En la realidad se observa que al agricultor se le están muriendo sus animales por tomar agua y se les dice que para saber si murieron por esta causa, se debe de practicar una autopsia a los animales muertos, condición que el agricultor no puede sufragar, pues no tiene dinero ni para comer.

En cuanto al impacto económico que ha logrado la empresa en la región, es nulo, pues la emigración a los EE.UU. sigue muy fuerte, toda vez que el 97% del personal que ha sido contratado proviene de municipios tan distantes como Indaparapeo y el 3% de Zitacuaro.

Además existe información que el gobierno está subsidiando el transporte de dichos trabajadores, con lo cual a la empresa no le cuesta ni un centavo traer gente de donde sea.

Otro punto no menos importante, es que a los trabajadores se les contrata temporalmente por tres meses para no crear antigüedad, ni derechos laborales.

Concluyó el entrevistado, no estamos en contra del progreso, el problema es que la administración anterior de Guillermo Muñoz Izquierdo, no tuvo la suficiente autoridad para imponer lo que marca la ley en la construcción de una industria, es decir, debió de exigir una planta tratadora de aguas.

La postura de la empresa T-ANNA en voz de su gerente administrativa Tzetzangary Ibarra Junquera, es negar que se está contaminando y que no cerraran las puertas de la empresa, pues se han cumplido con los requisitos legales indicados por la presidencia municipal. En todo caso, acotó «lo que esta sucediendo es que candidatos y partidos están politizando el asunto para generar votos».

Durante un recorrido a la planta, se detallo y explicó las condiciones en que trabaja dicha empresa, como se menciona enseguida:

La construcción de la planta se inició en 1997 y se puso en marcha en 1999, con una inversión de 14 millones de dólares.

Dentro de los planes de expansión de T-ANNA, se tiene programado la apertura a mas tardar cuatro meses, de una planta de costura en Morelia, donde podrán laborar 900 costureras.

Sobre los insumos que utilizan para los procesos de producción se explicó que se trabaja con base a tintes reactivos y no directos, toda la producción es de exportación. Los principales clientes son GAP y Walt Disney, por lo que se realizan revisiones cada tres meses, por la importancia que representan estos clientes, se tiene que cuidar el producto, pues de lo contrario se cancelarían productos.

En cuanto los productos que utilizan se respondió; que los más utilizados son: peróxido de hidrogeno, sulfato de sodio, carbonato de sodio y sosa cáustica, esta última se utiliza en mínimas cantidades y se mantiene bien cerrada, porque si llega a mojarse se echa a perder y es demasiado costosa para desperdiciarla.

Para sacar el agua que se utiliza se tienen lagunas de sedimentación, donde se les da un pretratamiento y después salen por los cauces que fueron indicados por la presidencia municipal.... de tal manera que fue todo de acuerdo con las autoridades.

De acuerdo con análisis realizados por CNA mostraron que se esta trabajando por debajo de la norma permitida para este tipo de empresas y para el tipo de desechos de agua, aquí las aguas las utilizan para el riego.

A la pregunta por este diario, respecto a las imputaciones que hacen los habitantes sobre los problemas de contaminación de los cultivos, la gerente administrativa comentó.

Que no pueden existir problemas de contaminación cuando se esta trabajando por debajo de la norma establecida, como lo demuestran los análisis practicados por empresas reconocidas como, CNA, Sedue y los laboratorios SEMA, que corroboran lo dicho.

Para prevenir el riesgo que casi todas las empresas tienen, es el evitar la propagación de parásitos y bacterias, que representan un peligro para la población, para ello se trata el agua con sulfato de aluminio e hipoclorito de sodio, los resultados indican que se esta en ceros.

Sin embargo se indicó, lo que si representa un riesgo son los drenajes del municipio de Zinapécuaro, pues tienen un daño severo, y estos drenajes desembocan en los canales de riego, ahí si es grave.

La gerente reconoce que puede haber contaminación, pero las autoridades no hacen nada para que no caigan a los caudales de riego, y que la empresa T-ANNA, no puede hacerse responsable de todo lo que esta pasando en el municipio y que cerrar la fábrica sería una tontería, y vuelve a mencionar, que todo el problema ha sido generado por las campañas políticas y que quieren utilizar a la empresa para ganar votos.

Sobre el asunto del número de empleados que laboran en la empresa, se dijo lo siguiente; se tienen 875 empleados en nómina, y que la procedencia de éstos es de Zinapécuaro y de varias rancherías aledañas a la cabecera municipal; de los cuales 500 operarios son mujeres, que no tenían acceso a otro empleo. Se les otorga programas de capacitación de dos meses pagados, y a partir de ese tiempo se les contrata.

Los salarios son de 41 pesos diarios más un incentivo de producción y pago de transporte, en el que se invierten 20 mil dólares. El horario de entrada es a las 7:30 y la salida a las 17:00.

La producción diaria, es de un promedio de 35 mil piezas, el 100% es de exportación. en cuanto utilidad y ganancias no se puede pensar, pues están en proceso de recuperación de inversión, ya que se tienen solo cuatro años desde que se iniciaron las operaciones.

La tecnología utilizada, es una maquiladora de proceso vertical única en el estado, y donde se producen 20 toneladas diarias, aunque puede utilizar al doble.

El agua que desecha la empresa se va a tres estanques de cemento, donde se enfría el líquido para agregar cada hora y media sulfato de aluminio e hipoclorito de sodio: posteriormente pasa a otro tanque y de ahí a las lagunas de tepetate donde se filtra el agua y corre a las de sedimentación; permanecen por varios días y sale ya tratada.

Los planes a futuro de la empresa son, que con una inversión de un millón de pesos aproximadamente, instalar dos lagunas más para realizar un análisis bacteriológico, con el fin de disminuir las bacterias que aunque no son nocivas, evitarán la contaminación y la molestia de los vecinos.

- Algunos comentarios por parte de los habitantes, respecto a la explotación de que son objeto los trabajadores de T-ANNA.

“En esta fábrica nada mas están explotando a los trabajadores”

“Yo no se para qué traen empresas que no benefician en nada a la región, al contrario están produciendo desechos tóxicos, que de no detenerlos acabarán con la gente, con los cultivos y los animales”

Entre las acciones que las autoridades emprenderán son:

Por parte de SEDUE, comentó Héctor Bautista Mejía, titular de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), que se realizará una revisión técnica adicional a los análisis que se han elaborado y de resultar tóxicos los químicos que utilizan en los tintes «se aplicará la ley con mano dura» aunque agregó que «no se podrá cerrar la planta, únicamente se cancelará el uso de algunos químicos».

Gabriel Meza Nieto, director del Centro de Salud y Jefe del área sanitaria de Zinapécuaro, por su parte, comentó que la fábrica no representa un peligro para la sociedad, sin embargo reconoció que el colorante sería la única fuente tóxica.

Al parecer, detalló, tienen manera de procesar los residuos para que no salgan en forma tóxica, aunque «es necesario aclarar que esto no es de mi competencia, sino de la presidencia Municipal, y de Regulación Sanitaria de Morelia, a menos que haya un problema epidemiológico, intervengo»

FICHA No. 9

Angelina Arredondo. El fracaso del corredor textil. **Cambio de Michoacán**. Morelia. 01-Junio-03. Pág. 21.

Los industriales de la Confección y del Textil (Incotex) consideran que es muy difícil que se retome el proyecto del Corredor Textil Michoacano, que promovió Tinoco, y que nunca se concretó.

De T-Anna, se hace una especie de recapitulación de lo ocurrido en esa fábrica coreana. Siendo el 23 de julio de 1999 cuando el ex presidente Ernesto Zedillo acompañado por Tinoco inauguró la planta maquiladora de camisetas, que generó en su inicio, más de 950 mil empleos directos y produjo en promedio 40 mil piezas diarias principalmente para exportación. En 2002, el gobierno de Tinoco le proporcionó a la empresa terrenos y financiamientos, empezó a enfrentar serios problemas laborales como el cierre temporal, el despido de empleados, etc.

Hoy día, sigue sin resolverse, ya que después del proceso jurídico que llevó al remate de la planta y luego a la adjudicación de la misma al empresario Gerardo Gaytán, hay 150 trabajadores que están en el “aire” pues fueron excluidos del padrón original que contemplaba las liquidaciones. Y existen otros 10 ex trabajadores pendientes de ser liquidados, siendo el monto a cubrir de 280 mil pesos.

FICHA No. 10

Barragán Rosa Elena, “No hay nada que ocultar en la empresa textil T-ANNA” (Ex edil de Zinapécuaro), El **Cambio de Michoacán**, 13 /06/2000. Morelia, pág. 15

Descarta Guillermo Muñoz Izquierdo que exista contaminación en la comunidad, Ya que al término de su mandato estaba en construcción una planta tratadora de aguas residuales. Por lo cual descartó que exista contaminación.

Muñoz Izquierdo, aclaró que durante su mandato «se entregaron cuentas claras a la ciudadanía» a quién se informó sobre la instalación de la fábrica y los empleos que generaría en la región.

Además dijo: que el beneficio que traería a la comunidad una empresa de esta naturaleza: el ayuntamiento del lugar determinó expedir un permiso de construcción gratuito, «Hice todo en cuanto en conciencia creí era bueno para mi pueblo» expresó al hacer referencia a una de las frases de Ocampo.

El mismo ex edil, puso en entredicho la opinión de los maestros que se han referido al tema de la siguiente manera:

¿ Que me faltó autoridad para exigir a T-ANNA una laguna tratadora? «no se si los maestros de la escuela tengan suficiente capacidad para hablar de ello, pero si tiene desconfianza que realicen análisis necesarios»

Argumentando así, que «no hay ni de que esconder, es más bien el afán de notoriedad de algunas personas con fines electoreros»

Pues en opinión de los ingenieros que participaron en la construcción de la obra, consideran que al salir el líquido de dicha planta tratadora, podría incluso servir para el riego.

y concluyó si el pueblo «no quieren aprovechar la oportunidad que representa T-ANNA deberán recurrir al gobierno del estado para efecto de aclarar la situación, si es necesario aplicar la ley que se haga, pero no es válido alarmar a la sociedad sin razón»

FICHA No. 11

Martínez Elorriaga Ernesto, “Demandan trabajadores intervención del gobierno para evitar el cierre de T-ANNA”, **Cambio de Michoacán**, 10/07/02, pág. 16

Trabajadores de T-ANNA solicitan un crédito “para sobrevivir”

Los trabajadores de la empresa textil T-ANNA, se plantaron frente a Palacio de Gobierno para demandar un crédito puente por 400 mil pesos, que les permita sobrevivir ya que los propietarios anteriores se desentendieron de toda obligación y ordenaron se rematara la fábrica ubicada en el municipio de Zinapécuaro. Según informó el representante legal de los trabajadores, Carlos Humberto Fernández.

Este mismo representante, dijo que desde el 18 de marzo, le plantearon al gobernador del Estado el problema, para que se interviniera la empresa y se aseguraran las liquidaciones. incluso, dijo, se designó a Eloy Vargas, de la Secretaría de Fomento Económico y de Fomich, a Tranquilino Nájera para que defendieran el asunto.

La respuesta que se recibió fue, que ya se tenía un comprador; pero en realidad no han hecho nada.

No existe el proyecto de cómo sacar adelante la empresa. Por lo tanto, los trabajadores determinaron acudir con Cárdenas Batel, para pedirle que intervenga directamente. La principal petición es que la planta no se cierre.

El por qué la solicitud del crédito puente, es con el propósito de poder financiarse temporalmente.

El sub secretario de gobernación, Jorge Reza Flores, respondió, que no se puede otorgar el financiamiento en las actuales circunstancias que está la empresa.

El ofrecimiento de las autoridades fue lo único que podían hacer es “agilizar los trámites para que asista un comprador”, asegurando que el interés del gobierno es que no se cierre esta fuente de trabajo.

Carlos Humberto Fernández, señaló que los acuerdos a los que llegaron fueron:

- Este mismo día, se presentará un inversionista para saber las condiciones en las que esta la empresa.
- No se otorgará el crédito ni en cuenta de la liquidación.
- El gobierno del Estado se compromete a promover la venta de la producción de ropa que hay en bodega para solventar las necesidades.
- Se entregarán 300 despensas semanales por el plazo de un mes.
- Compromiso del gobernador de dar a conocer el proyecto completo y la propuesta gubernamental en la brevedad.

Sin embargo se les pidió a los trabajadores no llevar a cabo ninguna marcha o movilización mientras se cobra.

En esta misma nota se anexa un comentario del diputado Jaime Hinojosa, a la periodista Angélica Arredondo acerca del papel de las maquiladoras.

“Las maquiladoras, un mal necesario”

«las maquiladoras son malas, no favorecen al trabajador pero se tienen que aceptar, se aceptan aun cuando las condiciones de los trabajadores no son adecuados y el salario es ínfimo, pero es un mal necesario, aunque las jornadas de trabajo son extensas, mal pagadas y sin prestaciones se tienen que aceptar».

Y añade; cuando T-ANNA anunció su instalación en Michoacán, varios municipios la pelearon, porque se veía una buena oportunidad, pero a cinco años de su ubicación no ha podido responder a las expectativas y sigue requiriendo subsidios estatales.

Arredondo Angélica, “Fuera de las listas de liquidación de T-ANNA, 150 trabajadores, Cambio de Michoacán, 29/05/03. Pág.

Actualmente no están considerados para recibir su finiquito y tampoco están laborando. De acuerdo con Carlos Humberto Fernández, representante legal de los trabajadores de T-ANNA.

“la empresa elaboró una lista negra para que no se liquide a 10 trabajadores de los 790 que integraron el padrón original, y otros 150 ex empleados no fueron incluidos en el padrón y nadie se quiere hacer responsable de aclarar la situación, ni siquiera se dignan en dar una explicación, pues la empresa la desconoce”

Sostuvo además, que “el empresario Gerardo Gaytán no ha cumplido ninguno de los compromisos que asumió, al adquirir la planta, pues no ha terminado de liquidar a los trabajadores, no ha aumentado el personal contratado; a pesar de que prometió aumentar a mil empleos y pagar un mejor sueldo, a la fecha sólo hay 230 empleados, los cuales tampoco tienen las prestaciones básicas como seguro social y ganan el mismo salario del año pasado, igual al que pagaba el coreano”.

Cárdenas Batel, éste comisionó a Eloy Vargas Arreola, titular de la Secretaría de Desarrollo Económico, para realizar las gestiones pertinentes para solucionar el problema.

El representante de los trabajadores explicó; que el padrón lo integró la (CTM), que el periodo para que las 150 personas puedan reclamar ese derecho ya que prescribió y que el padrón ya no se puede abrir, sin embargo la CTM se comprometió a revisarlo para analizar qué personas están cobrando doble y ese excedente destinarlo a quienes no han recibido el beneficio.

Por su parte, Eloy Vargas titular del SEDECO, se comprometió a brindar una beca a través del Servicio Estatal de Empleo a los 150 trabajadores que no tienen empleo y que tampoco recibirán liquidación.

Asimismo el titular se compromete a realizar las gestiones necesarias ante el empresario Gerardo Gaytan, para que se regularice la situación de los 10 empleados que están pendientes de su liquidación.

FICHA No. 12

NTX/MÉXICO. Industriales textiles y del vestido rechazan cualquier alianza comercial con China. **Cambio de Michoacán**. Morelia. 04-Agosto-03. Pág. 20

El presidente de la Cámara Nacional de la Industria Textil (Canaintex) y el Director General de la Cámara Nacional de la Industria del Vestido (CNIV) trabajaran ambos sectores juntos para impedir las actividades delictivas que realiza el país oriental.

Se enfatizó que no debe pensarse siquiera en la posibilidad de hacer un tratado de libre comercio con China porque es el rey del dumping y de las trampas a nivel mundial.

China para librar el arancel del 533% en el sector del vestido y el 300% en el textil, incursiona la ropa, a través del Estados Unidos y Hong Kong con etiquetas de esos países, lo cual constituye el llamado contrabando técnico.

Los representantes de ambos sectores exigieron ser tomados en cuenta para llevar a cabo cualquier alianza de comercio internacional que les afecte directamente, como siempre se ha hecho desde que México negoció su primer Tratado de Libre Comercio con Chile..

COMENTARIOS FINALES

Los comentarios acerca del conflicto que existe entre los habitantes de Zinapécuaro y la empresa de origen coreano T-ANNA, mostrado en los artículos publicados por los dos diarios de la región: La voz de Michoacán y El Cambio de Michoacán, son de carácter crítico - histórico, es decir, se tiene que realizar un estudio, (en este caso breve por la amplitud del tema ya que para fines del presente trabajo, no es posible tratarlo en profundidad.) en el cual se ubiquen las posibles causas del origen en tiempo y espacio, del fenómeno mostrado en los hechos narrados en dichos artículos, los cuales se refieren a los problemas de contaminación que la empresa T-ANNA ha provocado en la región, así como la participación de los habitantes por remediar esta situación ante las autoridades oficiales, por medio de exigir la aplicación de justicia en base al Derecho contra esta empresa maquiladora.

El por qué la necesidad de ubicar en tiempo y espacio específicos, es con la finalidad de tener fundamentos para contribuir a dar alguna solución, de acuerdo al contexto histórico-social de la región, en un marco global de los movimientos económicos y políticos del mercado mundial, ya que se esta abordando un problema generado por procesos de producción y relaciones laborales en una empresa transnacional y el impacto negativo que ha provocado en el medio natural de la región.

En primer lugar es necesario caracterizar el contexto global económico e histórico, en el cual aparece la instalación de dicha empresa maquiladora.

A nivel mundial se presenta a fines del siglo XX, un fenómeno llamado “globalización” sustentado por la ideología neoliberal, imponiéndose ésta en los países en vías de desarrollo por aquellos llamados desarrollados, por medio de sus políticas económicas.

La globalización económica (comercial, financiera, productiva y tecnológica) actúa bajo los principios neoliberales los cuales son; apertura comercial a ultranza, liberalización de los mercados financieros y retiro del Estado de sus funciones económicas como regulador, conductor y promotor activo del desarrollo económico y social. Los países líderes que abanderan la globalización económica entre ellos podemos mencionar como principales a EE.UU. Inglaterra, Japón, pregonan que de no llevar estos principios a la práctica por los estados, éstos quedarán al margen del progreso y de una integración al primer mundo.

En este contexto la economía de México a principios de la década de los 80 se llevó a cabo una reestructuración global del proyecto capitalista, ante el agotamiento del anterior patrón de acumulación de capital, este nuevo proyecto sería aplicado por la gran burguesía nacional y la burocracia política asociándose al capital extranjero.

El eje fundamental es convertir al país en exportador de productos industriales, denominándose proyecto exportador secundario, cuyo objetivo es insertarse en el mercado mundial y a la nueva división internacional del trabajo, bajo estas consideraciones México tiene dos ventajas con las cuales lo colocan en situación favorable para acceder a esa nueva situación: la ubicación geográfica y la fuerza de trabajo abundante y barata.

En este esquema es donde se desarrolló, la apertura comercial e inversión extranjera en México.

Dicha apertura se fundamenta en lo siguiente:

- El mercado internacional exige niveles de calidad y de precios, que la industria nacional no puede cumplir
- El cambio de proyecto exige a la industria nacional, modernización tecnológica, aumento de productividad, reducción de los costos de producción y la mejoría de los productos
- Eliminar la sobreprotección por parte del estado a la industria, ya que ésta provocó la ineficacia y la improductividad

En cuanto a la inversión extranjera directa (IED) representa el ingreso de divisas y la posibilidad de una industria exportadora. Este hecho propició la forma impresionante en que creció la industria maquiladora en México, con base a las facilidades máximas a las inversiones extranjeras.

De tal forma que los capitalistas mexicanos y el estado entendieron que la creciente internacionalización del trabajo, su tendencia esta dirigida en cuanto a normatividad, a regirse por criterios de competitividad, eficiencia y productividad económica supranacional.

Otro de los principios neoliberales, es la no intervención del estado en las actividades económicas, con lo cual el estado mexicano contempla en el nuevo proyecto la “reforma del Estado” que equivale a la reducción de sus funciones, la limitación de su intervención en la vida económica.

Es así, que la hegemonía de la burocracia política, al interior del bloque dominante, cede su lugar a la dirección del gran capital; el Estado entrega a los capitalistas privados el liderazgo para el impulso de la economía.

En cuanto a la reestructuración productiva y el trabajo, se reorganizan los procesos productivos, las relaciones entre el capital y el trabajo, sobre la base de imponerle una rigurosa disciplina a los trabajadores y desregular las relaciones laborales.

Los ejes fundamentales de esta reestructuración son:

- la no intervención del sindicato en las decisiones y aplicación de los cambios tecnológicos o de organización,
- el empleo irrestricto de subcontratistas y de trabajadores eventuales,
- el uso flexible de la fuerza de trabajo, asignando a ésta distintas labores, con un escalafón de acuerdo al rendimiento y no a la antigüedad, disminución del número de categorías y compactación de los tabuladores; y
- aumento de la parte del salario correspondiente a los bonos por productividad individual y salario por hora (La Jornada, 1988).

A la par con la reorganización capitalista de los procesos de producción se da una disminución constante del salario real.

Al respecto refiere Julio Boltvinik, “en la nueva división internacional del trabajo, la división entre poderosos y débiles ya no es entre producción primaria y producción industrial, sino entre desarrollo - diseño y operación. Ahora, buena parte de la producción de bienes industriales se lleva a cabo físicamente en los países débiles..Los de primer mundo llevan a cabo las labores creativas, nosotros las repetitivas. Eso sí, los globaliobedientes, muy orgullosos, muestran el éxito exportador de la industria asentada en territorio nacional (Boltvinik,2002).

Con lo expuesto hasta aquí se observa como, los cambios estructurales llevados a cabo por la economía mexicana, obedecen a las leyes propias del movimiento capitalista en expansión expresado en su forma fenoménica en el proceso de globalización económica. Al respecto, Marx, 1992 se refiere a la expansión capitalista como una necesidad histórica, creando así el mercado mundial “El mercado mundial constituye de por sí la base de este régimen de producción. Por otra parte, la necesidad inmanente a él de producir en escala cada vez mayor contribuye a la expansión constante del mercado mundial, de tal modo que no es el comercio el que revoluciona aquí la industria, sino a la inversa, ésta es la que revoluciona el comercio”.

El mostrar que las acciones del Estado mexicano están modeladas de acuerdo a las condiciones del propio movimiento del capitalismo, que son el favorecer los lineamientos de la política neoliberal, es con el objeto de tener una visión que no es un proceso natural sino que es un proceso histórico, es decir, creado por los hombres y que es posible incidir en ellos para transformarlos de acuerdo a nuestras necesidades, y no caer en visiones falsas que deforman la realidad, como es el ejemplo del Diputado Jaime Hinojosa quién dice “que las maquiladoras son un mal necesario” dicha visión corrobora la creencia en que los procesos sociales son naturales y no históricos así también nos muestra el grado de compromiso con la clase en el poder.

Para concluir, y de acuerdo a los hechos mostrados en los artículos, se puede decir que el poco caso que las autoridades involucradas en la problemática han mostrado obedece a la propia estructura política e histórica que ha existido en nuestro país, basada en el presidencialismo libre de contrapesos que limiten su poder.

En este problema hay intereses políticos y económicos por favorecer el nuevo proyecto neoliberal de beneficiar aquellas empresas transnacionales que aporten divisas al país a costa de los costos sociales que se generen. Estas empresas se encuentran en la industria maquiladora de exportación que esta orientada al mercado externo, importa prácticamente la totalidad de sus insumos, y que opera en países como México para aprovechar el bajo costo de la fuerza de trabajo y/o localización estratégica. Su crecimiento constante en nuestro país en las últimas décadas ha sido ajeno a las recurrentes crisis, lo que la hace primordial protegerla por el Estado por que no retire su inversión no importando el costo social y ambiental que provocan.

En la lectura de los artículos se han aportado una serie de agravios cometidos contra los habitantes de la población de Zinapécuaro, sin que las autoridades logren alguna solución que beneficie a los demandantes, como son: existe aparentemente un mal manejo en los créditos otorgados a la empresa T-ANNA, en el gobierno de Tinoco Rubí, y se retarda su investigación, hay 150 trabajadores que no han sido liquidados conforme a la ley, y se les dice que van a investigar su caso, piden un crédito puente para financiamiento, al gobierno para poder subsistir y se les niega tal préstamo, a cambio se otorgarán despensas, son algunas muestras de la actitud del gobierno municipal, apoyado aparentemente por el gobierno estatal y federal, hacia los demandantes, en contraparte cuando se le exige al edil Muñoz Izquierdo, aclare como se realizó y bajo que condiciones se expidió el permiso de construcción de la empresa, éste contestó: se expidió por parte del ayuntamiento un permiso gratuito, argumentando «Hice todo en cuanto en conciencia creí era bueno para mi pueblo» expresó al hacer referencia a una de las frases de Ocampo.

Se puede concluir con la definición de lo que significa el Capitalismo Monopolista de Estado, que adopta México a finales del siglo XX, “forma del capitalismo monopolista; se da cuando los monopolios capitalistas unen su fuerza al poder del Estado burgués con el fin de mantener y afianzar el régimen capitalista, proporcionar a un puñado de magnates del capital ganancias máximas, controlar los movimientos obreros

Con los elementos expuestos creo que se podría realizar un análisis más objetivo y entender el movimiento ciudadano de Zinapécuaro, contra la empresa T-ANNA y el papel que han adoptado las autoridades municipales, estatales y federales en el conflicto.

CAPÍTULO 6

MATERIALES Y MÉTODOS

Para las determinaciones de los metales que son de interés para esta investigación se utilizó un Espectrofotómetro de Absorción Atómica Modelo *Analyst 100* de la marca Perkin Elmer, el cual es propiedad del laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (ema) On-Site Laboratories de México, S. A de C. V.

Cabe mencionar que esta técnica es de las más eficientes, por lo que vale la pena resaltar que el método para la determinación de metales por espectrofotometría de absorción atómica en aguas naturales, potables y residuales se basa en la generación de átomos en estado basal y en la medición de la cantidad de energía absorbida por estos, la cual es directamente proporcional a la concentración de ese elemento en la muestra analizada.

Las normas seguidas para los análisis antes mencionados fue la NMX-AA-051-SCFI-2001, para las muestras de agua residual.

Para la muestra de sedimento se procedió bajo el criterio de la EPA para los diferentes metales, como se presenta a continuación:

Tabla No. 16. MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA MUESTRAS DE SEDIMENTO.

PARÁMETRO	MÉTODO
Cadmio	EPA-7130-1986
Cobre	EPA-7210-1986
Cromo	EPA-7190-1986
Mercurio	EPA-7471A-1994
Plomo	EPA-7420-1986

Para la muestra de suelo se procedió bajo el criterio de la EPA para los diferentes metales, como se presenta a continuación:

Tabla No. 17. MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA MUESTRAS DE SUELO.

PARÁMETRO	MÉTODO
Cadmio	EPA-7130-1986
Cobre	EPA-7210-1986
Cromo	EPA-7190-1986
Mercurio	EPA-7471A-1994
Plomo	EPA-7420-1986

Como puede observarse, para los análisis tanto de sedimento como para suelo se utilizaron técnicas avaladas por la Environmental Protection Agency de los E. U.; ya que en nuestro país se carece aún de una normatividad que señale los límites máximos permisibles y los métodos recomendados para su análisis.

La metodología que se desarrolló tanto para la etapa de planificación del muestreo de las aguas residuales y la medición de los parámetros de interés, están basados en la NOM-001-SEMARNAT-1996. Además se utilizarán las Normas Mexicanas siguientes:

- NMX-AA-003, muestreo de aguas residuales.
- NMX-AA-028, determinación de la DBO.

Para la determinación de la Demanda Bioquímica de oxígeno, (DBO). Se utilizo equipo de aireación con difusor, Incubador: Controlado por termostato a 20°C ± 1°C. Para eliminar toda la luz para evitar la posibilidad de producción fotosintética de oxígeno disuelto, Balanza analítica con precisión de 0,1 mg, Medidor de oxígeno disuelto, Botellas Winkler de vidrio para incubación con capacidad de 300 ml de aforo total y con boca estrecha, reborde y tapón de vidrio esmerilado, de forma cónica. Todo este equipo propiedad del laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) On-Site Laboratories de México, S. A de C. V.

CAPÍTULO 7

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hasta el momento se han mencionado las características técnicas de la industria textil, es decir, todos y cada uno de los procesos que intervienen en la fabricación de prendas, a partir de la materia prima, que en este caso es el algodón. Sin embargo, poco se ha mencionado de las verdaderas causas que originaron el presente estudio y de la importancia que éstas tienen en el medio ambiente.

Una reflexión pertinente es que la contaminación generada por la industria textil, o por cualquier otro tipo de industria o proceso, carecería de significado sin la presencia del ser humano sobre la tierra, por tanto, se debe considerar que las sociedades humanas, la naturaleza y todas las relaciones económicas que se desarrollan a partir de estos tres elementos constituyen lo que se denomina como Medio Ambiente.

En México, al igual que en el resto del mundo, la descarga de aguas residuales sin tratamiento ocasiona grados variables de contaminación en los (*ecosistemas*) cuerpos de agua superficiales. La industria es una de las fuentes más importantes de generación de contaminantes y, éstos deben ser manejados adecuadamente, con tecnologías limpias. El Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 señala que “el desarrollo debe ser, de ahora en adelante, limpio, preservador del medio ambiente y reconstructor de los sistemas ecológicos, hasta lograr la armonía de los seres humanos consigo mismos y con la naturaleza.”

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente, en el artículo 117 inciso III señala que “el aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas”.

En el inciso V del mismo artículo se señala: “La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua”.

Por último, el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 señala que “los conocimientos básicos sobre los problemas ecológicos no son suficientes para garantizar políticas de desarrollo sustentable. Por ello, es imprescindible desarrollar líneas de investigación dirigidas a la identificación y resolución de problemas ambientales específicos y prioritarios” .

Es bien importante señalar que todos los análisis realizados a la industria objeto de este estudio se generaron a partir de una demanda de la sociedad por proteger el ambiente natural y por su propio bienestar. Bajo esta situación y a petición del ayuntamiento del municipio, se han realizado diversos análisis para caracterizar la descarga de aguas residuales de la industria textil. Esta ha sido analizada por la Comisión Nacional del Agua el día 9 de julio de 1999, el Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo los días 27 de octubre de 1999 y 10 de mayo de 2000, el laboratorio CEMA los días 21 y 22 de diciembre de 2000 y por el laboratorio Alquimia el día 13 de febrero de 2001. Los dos últimos laboratorios están acreditados por la Entidad Mexicana de Acreditación. Estos estudios muestran que algunos parámetros de las aguas residuales se encuentran por encima del límite máximo permisible establecido en la norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.

La tabla comparativa No. 18 presenta algunos valores de los análisis reportados por diferentes laboratorios, donde se observa que parámetros como los sólidos disueltos totales poseen contrastes muy marcados, ya que mientras la CNA reporta 4448 mg/L, el laboratorio CEMA reporta 314.83 mg/L; esto resulta un tanto anómalo debido a que dentro del proceso productivo no existe ninguna etapa que pudiera provocar dicha variación.

Otro de los parámetros contrastantes es el de grasas y aceites, el cual fue reportado por la CNA con 4mg/L y por LAQUIMIA con 20.1 mg/L, mientras que CEMA lo reporta con 115.64 mg/L. Lo anterior solo puede ser argumentado por una etapa de mantenimiento a los equipos que propició un aumento en este parámetro.

En lo referente a la DBO, es evidente que su valor es elevado y fuera de la normatividad en los resultados reportados por CEMA y LAQUIMIA, no así en el reporte de la CNA, que lo reporta incluso por debajo del valor límite establecido por la norma. Lo anterior denota una incongruencia debido a que toda la literatura consultada y los análisis realizados por los autores del presente estudio enfatizan que este es el parámetro que mayormente se presenta como contaminante y casi en todas las etapas del proceso éste se ve afectado.

Para terminar con el análisis de la tabla 18, puede apreciarse en ella que sólo dos de los metales pesados marcados en la norma 001 de la SEMARNAT fueron analizados, el mercurio y el plomo, siendo este último el que excede los valores permitidos, según se observa en el resultado que presenta la Universidad Michoacana. La razón de por qué solo se analizaron estos dos metales, quizá se deba a que la comunidad expresó su preocupación por estos elementos sin recurrir al sentido común de las autoridades y de los empresarios por analizar los demás metales que marca la norma y que son igualmente considerados como tóxicos.

LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA METALES PESADOS Y CIANUROS		
PARÁMETROS (*)	Uso en Riego Agrícola (A)	Uso en Riego Agrícola (A)
(miligramos por litro)	P.M.	P.D.
Arsénico	0.2	0.4
Cadmio	0.2	0.4
Cianuros	2.0	3.0
Cobre	4.0	6.0
Cromo	1	1.5
Níquel	2	4
Plomo	0.5	1
Mercurio	0.01	0.02
Zinc	10	20

(*)Medidos de manera total

P.D.= Promedio Diario. P.M.Promedio Mensual

(A),(B) y (C):Tipo de cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

Calidad del agua para usos industriales.

Industrias y Procesos Textiles	Color p.p.m	Dureza p.p.m CO ₃ Ca	Hierro p.p.m	Manganeso p.p.m	pH	Sólidos totales disueltos, p.p.m	Sólidos en suspensión p.p.m
Apresto	5	25	0,3	0,05	6,5-10	100	5,0
Desengrasado	5	25	0,1	0,01	3,0-10.5	100	5,0
Blanqueado	5	25	0.1	0,01	2.0-10,5	100	5,0
Tintes	5	25	0.1	0,01	3,5-10	100	5,0

Tabla No. 18. ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL DE LA EMPRESA TEXTIL T-ANNA.

LABORATORIO PARÁMETRO	NOM-001- ECOL-1996	Comisión Nacional del Agua*	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	CEMA*	LAQUIMIA*
	Límite máximo permisible	09 de julio de 1999	27 de octubre de 2000	21y 22 de diciembre de 2000	13 de febrero de 2001
pH	5.5-10	9.48		8.6	9.5
Sólidos disueltos totales		4448 mg/l		314.83 mg/L	
Grasas y aceites	25 mg/L	4 mg/l		115.644 mg/L	20.1 mg/l
Coliformes fecales	2000 NMP/100mL	9 NMP/100MI		740.33 NMP/100mL	< 3 NMP/100ml
Demanda bioquímica de oxígeno	150 mg/L	128.36 mg/l		2973 mg/L	1928 mg/l
Mercurio	0.01 mg/L	No detectable	0.010 mg/l		0.0009 mg/l
Plomo	0.4 mg/L	0.03 mg/l	0.560 mg/l		0.0618 mg/l

Los resultados que se muestran a continuación pertenecen a los análisis realizados a las muestras de agua residual, sedimento y suelo colectadas en las diferentes etapas de campo que se desarrolló en el presente estudio. Cada una de dichas muestras se realizó conforme marcan las Normas Oficiales Mexicanas y las Normas Técnicas correspondientes.

Tabla No. 19. DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS
(Matriz: Agua residual. Muestreo del 15 de noviembre de 2001)

DETERMINACIÓN	UNIDADES	METODO	RESULTADO
Arsénico	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.001
Cadmio	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.05
Cobre	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.05
Cromo	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.05
Mercurio	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.001
Níquel	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.05
Plomo	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.1
Zinc	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.0259

Tabla No. 20. DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS
(Matriz: sedimento fosa 1. muestreo del 10 de julio de 2002)

DETERMINACIÓN	UNIDADES	METODO	RESULTADO
Cadmio	mg/kg	EPA-7130-1986	<1.8805
Cobre	mg/kg	EPA-7210-1986	15.7107
Cromo	mg/kg	EPA-7190-1986	16.6620
Mercurio	mg/kg	EPA-7471A-1994	<0.0219
Plomo	mg/kg	EPA-7420-1986	16.1581

Tabla No. 21. DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS
(Matriz: Suelo. Muestreo del 10 de julio de 2002)

DETERMINACIÓN	UNIDADES	METODO	RESULTADO
Cadmio	mg/kg	EPA-7130-1986	<1.8805
Cobre	mg/kg	EPA-7210-1986	13.9103
Cromo	mg/kg	EPA-7190-1986	22.1783
Mercurio	mg/kg	EPA-7471A-1994	<0.0219
Plomo	mg/kg	EPA-7420-1986	5.5178

Tabla No. 22. DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS
(Matriz: sedimento. Fosa 5, muestreo del 20 de diciembre de 2002)

DETERMINACIÓN	UNIDADES	METODO	RESULTADO
Cadmio	mg/kg	EPA-7130-1986	<1.0759
Cobre	mg/kg	EPA-7210-1986	10.8878
Cromo	mg/kg	EPA-7190-1986	8.5123
Mercurio	mg/kg	EPA-7471A-1994	<0.043
Plomo	mg/kg	EPA-7420-1986	11.0427

Tabla No. 23. DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS
(Matriz: Agua residual. Muestreo del 19 de diciembre de 2002)

DETERMINACIÓN	UNIDADES	METODO	RESULTADO
Arsénico	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	0.0076
Cadmio	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.05
Cobre	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.05
Cromo	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.05
Mercurio	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.001
Níquel	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.05
Plomo	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.1
Zinc	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.0937

Tabla No. 24. DETERMINACIÓN DE COLOR Y DBO
(Matriz: Agua residual. Muestreo del 19 de septiembre de 2003)

DETERMINACIÓN	UNIDADES	METODO	RESULTADO
Color	U Pt-Co	NMX-AA-045-SCFI-2001	600
DBO5 total	m/l	NMX-AA-028-SCFI-2001	454.00

Tabla No. 25. DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS
(Matriz: Agua residual. Muestreo del 17 de septiembre de 2003)

DETERMINACIÓN	UNIDADES	METODO	RESULTADO
Arsénico	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	0.0023
Cadmio	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.05
Cobre	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.05
Cromo	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.05
Mercurio	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.001
Níquel	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.05
Plomo	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.1
Zinc	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.0620

Tabla No. 26. DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS
(Matriz: Agua residual. Muestreo del 18 de septiembre de 2003)

DETERMINACIÓN	UNIDADES	METODO	RESULTADO
Arsénico	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	0.0026
Cadmio	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.05
Cobre	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.05
Cromo	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.05
Mercurio	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.001
Níquel	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.05
Plomo	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.1
Zinc	mg/l	NMX-AA-051SCFI-2001	<0.0928

Teniendo como base la revisión de la literatura y en el análisis de las muestras de agua residual tomadas en el efluente de la empresa, se observa que el parámetro que mayormente se ve afectado es la DBO y el color, lamentablemente para este segundo parámetro no existen criterios normativos para su límite, sin embargo, a todas luces representa un problema en las descargas de la empresa y requiere de un tratamiento que minimice su concentración, el cual se reporta con un valor de 600 unidades. De igual forma, el OLOR constituye un problema en dichas descargas, pues este es una mezcla de los diferentes reactivos químicos utilizados en el proceso productivo y resulta en molestias a los habitantes de los alrededores de la empresa y los lugares aledaños a la descarga y curso de las aguas residuales.

En lo referente a los metales pesados analizados por el laboratorio On Site Laboratories, puede observarse (en las tablas 19, 22, 23, 25 y 26) que todos ellos se presentan con valores por debajo de la normatividad vigente, sin embargo, su sola presencia indica un riesgo potencial tanto a la salud de la población, a las condiciones naturales del suelo, así como un peligro a la contaminación de los mantos de agua subterránea que abastecen de este líquido a la población.

Como se describió en el Capítulo 4, el tratamiento que se tiene considerado para las descargas de agua residual consiste básicamente en hacer circular el agua a través de 5 fosas de oxidación, que ellos denominan fosas de sedimentación. Los propietarios de la empresa creen que por éste solo hecho, el agua residual saldrá con la calidad adecuada para ser vertida directamente en el suelo, lo cual resulta ser tajantemente erróneo. Esto queda demostrado con los resultados de los análisis del sedimento de la fosa 1, donde se tiene una concentración de plomo de 16.1581 mg/kg, cromo con 16.6620 mg/kg y cobre con 15.7101 mg/kg.

De igual forma, los resultados de la muestra de sedimento de la fosa 5 muestran valores de plomo, cromo y cobre de 11.0427, 8.5123 y 10.8878 respectivamente, todos en mg/kg. Lo anterior demuestra que a pesar de que las aguas residuales poseen una concentración de estos elementos dentro de la normatividad, éstos se han acumulado en el sedimento que se deposita en el fondo de las cinco fosas que se tienen construidas.

Por otro lado, los resultados de los análisis de la muestra de suelo muestran una concentración de plomo de 5.5178 mg/kg, cromo de 22.1783 mg/kg y finalmente el cobre con 13.9103 mg/kg. Estos resultados pueden servir como línea base para realizar muestreos del subsuelo por debajo de las fosas de oxidación y corroborar que los sedimentos con altos contenidos de estos elementos no han migrado hacia el subsuelo.

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Antes de exponer las conclusiones técnicas de esta investigación, se presenta en primer término una conclusión de carácter social y económica, que a fin de cuentas son estos aspectos los precursores de toda esta dinámica de política entreguista de nuestro gobierno.

- El concienzudo análisis de la literatura y las noticias presentadas en diferentes medios de comunicación tienen la intención de demostrar que la conducta que las autoridades oficiales respecto a dar una solución a la problemática entre los habitantes de Zinapécuaro y la empresa T-ANNA, tiene sus bases en un contexto complejo en el cual el conocimiento de las leyes del modo de producción capitalista es necesario, para actuar como sujetos de nuestra propia historia, y escoger el rumbo que sea necesario a nuestras propias condiciones; y no subsumirnos a los monopolios que nos utilizan en su propio interés y que colocan a su propio servicio el aparato de poder estatal. Con enorme tristeza e impotencia nos damos cuenta de una innegable realidad: **“El estado se ha convertido en un comité que administra los negocios de la burguesía monopolista”**.
- La industria es una de las fuentes más importantes de generación de contaminantes y éstos deben ser manejados adecuadamente con tecnologías limpias, cuyo desarrollo debe ser con la tendencia a preservar el ambiente.
- Uno de los principales grupos de sustancias que frecuentemente contribuye a generar problemas de toxicidad acuática son los surfactantes, detergentes, emulsificadores y dispersantes.
- Los solventes clorados que se usan en la industria textil en la operación de descrude como agentes desengrasantes y como portadores de los tintes se convierten en residuo peligroso después de ser usados en estas operaciones. Los solventes clorados pueden descargarse en el agua al enjuagar los tejidos con agua después del descrude, como resultado del control del vapor y la separación agua/solvente.

- La sosa cáustica, la sustancia química que más se utiliza en el descrude del algodón se encuentra en la corriente residual. Con frecuencia se utiliza un surfactante y una pequeña cantidad de fosfato y estos también se encuentran en la corriente residual. El residuo además contiene ceras de algodón (aproximadamente 3 a 4 por ciento del algodón utilizado). Por consiguiente, los licores de lavado son altamente alcalinos (pH mayor de 12) y oscuros debido a las impurezas del algodón. Los efluentes que contienen sosa cáustica, también contienen niveles significativos de sólidos disueltos así como de aceite y grasa.
- La mayor contaminación orgánica se concentra en las operaciones de descolado y descrude, y es menor en los procesos de teñido y estampado, mientras que la contaminación inorgánica proviene del lavado con sales de sodio, mercerizado, blanqueo y teñido.
- Los efluentes de esta manufactura suelen ser alcalinos, coloreados y con una DBO comprendida entre los 300 y 1000 mg/l.
- En lo referente a los elementos tóxicos que pueden estar presentes en los efluentes de la industria textil, se tienen prácticamente todos los metales que son tipificados en la normatividad ambiental vigente como residuos peligrosos. Éstos elementos son: Cadmio, Cromo, Mercurio, Plomo, Níquel, Zinc, Cobre y Arsénico.
- En lo referente a las recomendaciones se puede establecer que la industria textil situada en Zinapécuaro requiere de:
 - ❖ Monitorear continuamente sus efluentes, apegándose a los criterios de muestreo y límites permisibles que se marcan en la NOM –001-SEMARNAT-1996.
 - ❖ Puesta en marcha de la planta de tratamiento de aguas residuales, ya que en la actualidad y desde la inauguración de la fábrica no ha operado como tal.
 - ❖ Colocar de manera inmediata una protección a las fosas de oxidación para evitar la infiltración de lixiviados a zonas profundas del subsuelo. Esta protección puede ser de concreto o bien de Geotextiles (geomembranas), que son un tanto más económicas y más fáciles de instalar.
 - ❖ Realizar muestreos y análisis del subsuelo por debajo del fondo de las fosas, ello debido a la posibilidad de infiltración de sustancias tóxicas contenidas en los sedimentos.

- ❖ Monitorear las aguas subterráneas que son distribuidas a la población, esto en el posible caso de contaminación por la infiltración del agua residual de la industria textil.

- ❖ Buscar la tecnología adecuada para el reciclaje de las aguas de proceso en otras actividades de la industria, esto para evitar el excesivo uso de este preciado recurso.

- ❖ La recomendación más importante es que la empresa textil T-ANNA (y toda la industria en general) debería implementar en todo su proceso el nuevo concepto denominado “Producción Más Limpia”, esto permitirá optimizar toda su cadena productiva, ahorrando incluso cantidades importantes de energía, insumos y generando menores cantidades de contaminantes que tanto afectan al ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- Bino, Murad Jabay y Shihab Najib Al-Beiruti, 1997. ed. *Industrial wastewater treatment conservation and recycling*. Inter-Islamic Network in Water Resources, Jordania, 301 pág.
- Banco Mundial, 1998. *Pollution Prevention and Abatement Handbook*. Washington,. Julio. 412 pág.
- Boltvinik, Julio, 2002 “De la autodeterminación a la globaliobediencia”, La Jornada, 22/03/02. México.
- CANAINTEX, 2001. Memoria estadística 2001. Cámara Nacional de la Industria Textil. 24 pp.
- Carter, Martin R., ed. *Soil sample and methods of analysis*. Lewis publishers, Estados Unidos. 823 pp.
- Centro Nacional de Desarrollo Municipal, 1999. Enciclopedia de los Municipios de México. Gobierno del estado de Michoacán.
- Droste, Ronald L.,1997. *Theory and practice of water and wastewater treatment*. John Wiley & sons, Nueva York,. 720 pp.
- Flores, C.M., 1997. Optimización de la secuencia en el teñido de telas. Tesis Profesional. ESIT-IPN. México. 45 pp.
- Freeman, Harry M., 1998. *Manual de prevención de la contaminación industrial*. Mc Graw Hill, Méxcio, 943 pp.
- García, G.T. y Gamboa J.M., 1981.. Importancia del control de calidad en el departamento de teñido en una planta de acabado de telas poliéster filamento. Tesis Profesional. ESIT-IPN. México. 112 pp.
- García Mercado, Alfonso, 1980. *Estructura y dinamismo del mercado de tecnología industrial en México*. El Colegio de México, México, 287 pp.
- *XII Censo General de Población y Vivienda, Resultados Preliminares*. INEGI, México, 2000.
- La Jornada, 15/X/88, pág.35
- López Barbosa G. Y Guerrero Trejo C., 1993. *Planificación estratégica para la*

- recuperación del agua residual dentro de la industria textil en acabados y su reutilización en diversas áreas y procesos. Tesis profesional. ESIT-IPN. México. 95 pp.
- López, C.J. y J.C. Ortiz, 1996. Elaboración y análisis de telas diversas con poliéster-algodón. Tesis Profesional. ESIT-IPN. México.
- López Lara Ramón, 1996. Zinapécuaro, Monografía del Municipio. Cuarta edición. Fimax Publicistas, Morelia Michoacán. 289 p.
- Marx Carlos, 1992. El Capital, Tomo III, pag. 322.
- Pérez, C.M., 1981. El teñido de las telas 100% poliéster texturizado en máquinas Jets, usando baños cortos o largos. Tesis Profesional. ESIT-IPN. México. 1981. 66 pp.
- Presidencia de la República 2001-2006. *Plan Nacional de Desarrollo*. México, 2001.
- Rodríguez Salcedo A., 1999. Proyecto Corredor Textil Michoacano. Secretaría de Fomento Económico. Gobierno del Estado de Michoacán.
- Tortajada, Cecilia. *Environmental sustainability of water management in Mexico*. Third World Centre for Water Management. México, 1997. 155 pág.
-
- <http://www.itt.edu/Services/Inserts/insertest.asp?UID=14>, fecha de consulta enero 09 de 2003.
- <http://www.info@canintex.org.mx>, fecha de consulta 13 dic. 2003.
- <http://www.michoacan.gob.mx/cedemich/Michoacan/Mpios/16110a.htm> *Enciclopedia de los Municipios de Michoacán. Zinapécuaro*. [en línea]. Centro Estatal de Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Michoacán. 2000. [Consulta: 12 septiembre 2001].
- <http://www.mich.gob.mx/Informes/Info2/Contenido.htm> *Segundo Informe de Gobierno*. [en línea]. Gobierno del Estado de Michoacán. 1998. [Consulta: 17 septiembre 2001].
- http://www.economia-snci.gob.mx/Inversión/Estadísticas_inv/Sectores/Tex.pdf *Inversión extranjera directa en la industria textil*. [en línea] Secretaría de Economía. Dirección General de Inversión Extranjera, 2001 [Consulta: 29 septiembre 2001]