

103



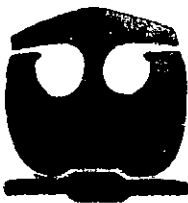
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

IMPACTO DE LA INGENIERIA QUIMICA EN LA
PRODUCCION Y RECICLAJE DE PAPEL Y OTROS
MATERIALES RECUPERABLES DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

299045

TRABAJO MONOGRAFICO
DE ACTUALIZACION
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :
JULIO CESAR LAUREL PEREZ



MEXICO, D. F.



EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUIMICA

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Jurado asignado:

Presidente , Prof. MERCADO RAMÍREZ GUADALUPE

Vocal Prof. CABALLERO ARROYO YOLANDA

Secretario Prof. JOHNSON BUNDY ROBERT

1er. sup. Prof. CORNEJO ROJAS ROSA LUZ

2do. sup. Prof. PÉREZ SANTANA ERNESTO

Sitio donde se desarrolló el tema:

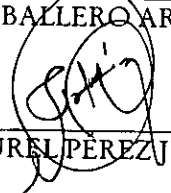
Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQ), Biblioteca Facultad de Química, Biblioteca Central de Ciudad Universitaria, Departamento de Química Orgánica Facultad de Química, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Instituto Nacional de Recicladores (INARE), Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), SEMARNAT, SEDUE, Internet.

Asesor:



Dr (a). CABALLERO ARROYO YOLANDA

Sustenta:



LAUREL PÉREZ JULIO CESAR

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por la vida y la oportunidad que me dio de ser capaz de entender el mensaje y ser libre de pensamiento y acción.

A JESÚS

Por mostrarme la verdad y darme su amistad.

A MARÍA, MADRE DE JESÚS

Los sentimientos de amor, bondad y pureza del alma son cualidades que dios observó en ti, características que otorgaste a todas las mujeres importantes en mi vida.

A LA U.N.A.M.

En verdad te doy gracias por educarme y por inculcarme tus principios y valores que siempre llevaré en mi mente, me diste la oportunidad de estudiar en la Esc. Nac. Preparatoria Num. 1 "Gabino Barreda" y de completar mis conocimientos en la mejor facultad de C.U., es decir FACULTAD DE QUÍMICA.

Eres blanco favorito de la envidia, del asecho y de las injurias mi noble U.N.A.M, pero tienes la humildad para no responder, posees la sabiduría para tener paciencia, el coraje para seguir adelante, la visión para elegir acertadamente y por si fuera poco, cuentas con el amor de todos tus hijos que nunca te dejaremos caer, ser universitario de la máxima casa de estudios, es un orgullo, además es un privilegio que no cualquiera posee y entiende, adquirí una responsabilidad, no te decepcionaré.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Comentario personal: LA CIENCIA Y LA RELIGIÓN SON DOS DISCIPLINAS QUE TRATAN DE EXPLICAR LO INEXPLICABLE Y TIENEN COMO FIN ENCONTRAR LA VERDAD, AL MENOS, YO SÍ CREO EN LA CIENCIA Y TENGO FÉ EN DIOS.

*Sostengo que el sentimiento religioso cósmico
es la motivación más fuerte y noble para la investigación científica.*

ALBERT EINSTEIN

Ideas y Opiniones (1954)

*Por eso les hablo por parábolas: porque viendo no ven,
y oyendo no oyen, ni entienden.*

MATEO 13,13

DEDICATORIA

MAMÁ

Gracias por ser mi guía, por ser tan especial y única y por estar siempre conmigo. Los momentos difíciles no existen porque tu Nela estás ahí, es complicado que en tan pocas líneas te pueda expresar todo lo que te quiero decir y agradecer, sin embargo me queda toda la vida para hacerlo, los sueños pueden ser reales eso tú me has demostrado hoy. Te amo incondicionalmente, tienes mi cariño y mi respeto, gracias por permitirme ser tu hijo, eres un ser humano digno de admirar. Tu ternura, tu paciencia, tu bondad y tu simpatía, son solo algunas cualidades que encierra tu persona. Eres la mejor Profesora de educación primaria de este mundo.

Es un orgullo tener tu sangre, a ti mamá te dedico esta tesis.

PACHÍ

Gracias por tu amor y tus enseñanzas. Sé que aún estas a mi lado y eso me reconforta y me ayuda a encontrar el consuelo de tu partida. Solo digo que tenías razón, ¡ ya era hora !, algún día yo personalmente te daré las gracias...mientras sólo te puedo decir que lo logré abuela-mamá (q.e.p.d.), a ti Pachí con amor y respeto te dedico esta tesis.

Pachí, tu lugar en la mesa de la cocina, para mí, seguirá respetándose.

PAPÁ

La vida tiene un significado de enseñanzas que yo solo sin tí, no hubiera logrado descifrar o tal vez no me alcanzaría la vida para saber que todo es un ciclo y que tu fuerza de ser el mejor esta respaldada por tu fe y amor incondicional. Nica te admira tu hijo y espero algún día poder ser ese hombre de bien, que tú has demostrado ser. Eres mi modelo a seguir en la Ingeniería Química. Los colores vino y blanco también son mis colores, es un honor llevar tu sangre. A ti viejo, mi viejo, con amor te dedico esta tesis.

Huelum, huelum, gloria...a la cachí, cahí porra, porra...¡Que viva la E.S.I.Q.I.E.(Gen. 71-75)!

HERMANO

Fabio Alberto, ¡gracias por ser mi amigo!!, por compartir las risas, los juegos, las bromas, las travesuras, los pleitos y también las lagrimas. Recuerdo con alegría el día que cumplí cinco años, ya que me pasó lo mejor que le puede pasar a un niño de esa edad, y que fue, tener un hermano, gracias por soportarme todos estos años. Los sueños se convierten en realidad, ten paciencia y lograrás todo lo que te propongas, puedo afirmar sin temor a equivocarme que serás alguien exitoso. Estaré contigo siempre para apoyarte, nuestra amistad, lealtad, respeto y cariño tienen un verdadero significado, a ti joven Padawan, tu hermano mayor te dedica esta tesis.

TÍA GELA

Generalizar pudo haber servido de algo, pero no era justo, te considero alguien sumamente importante en mi vida, ya que sin tener la obligación de estar ahí, siempre estuviste, no tenías que ayudarme, pero lo hiciste, en Santiago Tepalcatlalpan un lugar el 30 de Abril parecía difícil de ocupar, yo que no soy nadie, reconozco que tu María de los Ángeles no lo ocupas, porque tú, ya lograste crear otro lugar imposible de remplazar. Solo te voy a decir dos cosas más; el día que quieras cortarme el cabello, mi mamá no se va a enojar y ¡gracias!. Te amo y te respeto.

A ti, la mejor subdirectora del mundo y por si fuera poco, mi tía-mamá, te dedico esta tesis.

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS ESPECIALES A:

TÍA CHINA. Gracias por tus enseñanzas y tu amor, tengo que reconocer que si de alguien heredé las buenas costumbres, fue de tí. Espero ganarme un lugar en tu corazón ya que tu siempre has estado en el mío. Te ama y te respeta tu sobrino-hijo.

TÍA ALMITA. La menor de mis adoradas tías, a ti en especial te digo, gracias, porque cuando te necesité ahí estuviste, sabes que te quiero mucho y que te respeto, las enseñanzas nunca se detendrán. Te ama, tu sobrino-hijo.

Una cosa más tía...Luz Adriana inunca!, estará sola.

PRIMA ADRIANA. Eres la más pequeña en edad de todos, pero sin duda la más grande con el poder de unir a toda la familia. Te quiero hermanita.

ABUE-PAULA. Iniciaste algo que yo no era digno de terminar, la tradición de la Química seguirá en la familia. Te ama y te respeta tu nieto Julio C. Laurel P.

LAURA A. LAUREL. La infancia hubiera sido muy aburrida y sin recuerdos, chaparra te quiero y sabes que nada, ni nadie podrá separarnos. Gracias por permitirme ser tu hermano, amigo y primo.

MIS TIOS Y TIAS: Leonardo Laurel (El buen humor y la guitarra también se heredan), Germán Pascasio(Gracias por escucharme y orientarme, además te tomo la palabra de ser mi padrino), Chucho Pérez(nunca será tarde para conocernos, en mí tienes a un amigo)...A todos ustedes, ¡¡ gracias por ser parte de la familia !! y solo resta decir algo más.

¿ donde están los mariachis ?...¡¡ pa' que nos toquen los Laureles y el corrido de los Pérez!!...

MI RAZA DE PRIMOS

MIS ABUELOS: Ángel Pérez Cortés (q.e.p.d.) y Julio Laurel Camacho (q.e.p.d.), me hubiera gustado conocerlos, pero sé, que puedo presumir de tener un par de angeles y/o diablitos protectores. Les agradezco por obsequiarme a los mejores padres del mundo, y por dejarme heredar el gusto por la carretera y la madera, un saludo y un abrazo con todo mi respeto a donde quiera que se encuentren.

Y POR ÚLTIMO PERO NO POR ESO, MENOS IMPORTANTES, GRACIAS A:

MIS AMIGOS: Rubén Sánchez, Anselmo Flores, Carlos Aburto, Jorge Ramos, Abraham Flores, Horacio (El made in Tepepan), Paco Fernández M., Gerardo Vallarta, Liliana Galván, Claudia (prima honoraria), Celia. ¡Gracias!, por compartir alguna etapa de su vida conmigo, las anécdotas son muchas y las aventuras demasiadas, los aprecio como hermanos(as), definitivamente no pude encontrar mejores amigos(as), si me necesitan, ahí estaré.

MIS PROFESORES DE LA FACULTAD: Dra. Yolanda Caballero Arrollo, I.Q. José Antonio Ortíz, I.Q. Ernesto Pérez Santana, I.Q. Ramón Domínguez Betancourt, I.Q. Baldomero, I.Q. Carlos Galdeano, I.Q. Mario Molina. Gracias a todos ustedes por sus consejos y lecciones, ya que sin lugar a dudas son los modelos a seguir en la rama de la Ingeniería Química, son ustedes los de la escuela antigua , los de la elite y que no cualquier Ingeniero llega a ser, trataré de seguir su ejemplo.

VIVA POR SIEMPRE MÉXICO

INDICE

Prólogo.....	1
Objetivos.....	3
I. Antecedentes	
1.1. Antecedentes Históricos	
1.1.1. Ambiente y hombre.....	5
1.1.2. Historia y producción del papel.....	6
1.1.3. Historia del blanqueo.....	11
1.2. Antecedentes Ambientales	
1.2.1. Impacto ambiental.....	12
1.2.2. Cambio climático.....	13
1.2.3. Calentamiento global.....	15
1.2.4. Efecto invernadero.....	15
1.2.5. Dióxido de carbono.....	17
1.2.6. Ozono estratosférico.....	17
1.2.7. Deposición ácida.....	20
1.2.8. Hidrocarburos clorados como contaminantes.....	22
1.2.9. Radiación.....	23
1.2.10. Smog.....	23
1.2.11. Pérdida de tierras vírgenes.....	24
1.2.12. Erosión del suelo.....	25
1.2.13. La cumbre de la tierra.....	26
1.2.14. Desarrollo sostenible.....	26
II. Papel y Basura.	
2.1. Papel.....	28
2.2. Fabricación manual de papel.....	30
2.2.1. Fabricación manual de papel Amate.....	31
2.3. Fabricación mecanizada de papel.....	33
2.3.1. Primera etapa; Flujo de las materias primas.....	34
2.3.2. Segunda etapa; Selección de materia prima.....	44
2.3.3. Los procesos de obtención de pulpa para papel.....	45
2.3.4. Tercer etapa; El proceso del papel.....	46
2.3.5. El blanqueo.....	48
a) El blanqueo reductor.....	49

b) El blanqueo oxidante.....	52
c) Cloración.....	53
2.3.6. Productos químicos tóxicos generados por la producción y blanqueo de la pulpa para hacer papel.....	54
2.3.7. Papel de pulpa de las plantas no leñosas.....	63
2.3.8. Papel de pulpa de trapos.....	67
2.3.9. Papel de pulpa sintética.....	68
2.3.10. Tamaños del papel.....	69
2.3.11. Los usos y propiedades del papel;	
a) Olor y sabor del papel.....	70
b) La permeabilidad del papel al vapor de agua.....	71
c) Propiedades químicas del papel.....	71
d) Propiedades eléctricas del papel.....	72
2.4. La basura.....	77
2.4.1. Diferentes tipos de basura que se originan en la Ciudad de México.....	77
2.4.2. El ciclo de los residuos sólidos.....	79
2.4.3. Los basureros.....	82
1) El tiradero a cielo abierto.....	82
2) El relleno sanitario antiguo.....	84
3) Los quasi-rellenos.....	85
4) El relleno sanitario contemporáneo.....	86
5) El confinamiento de residuos peligrosos.....	89
2.4.4. Los desechos domésticos contaminantes.....	97
2.4.5. Clasificación y registro de los DDC's.....	98
2.4.6. Los pepenadores.....	99

III. Campaña de Reducir, Reusar, Recuperar y Reciclar.

3.1. Generalidades sobre el reciclaje.....	100
3.2. Papel reciclado.....	102
3.2.1. Producción de pulpa con fibras secundarias, las características técnicas y aplicaciones del papel reciclado.....	103
3.2.2. El proceso del reciclaje de papel.....	108
3.2.3. El proceso del destintado.....	111
3.2.4. Ventajas de reciclar papel.....	114
3.2.5. Desventajas de reciclar papel.....	115
3.2.6. Recomendaciones para el reciclaje de papel.....	116
3.2.7. Recomendaciones para la industria papelera.....	117
3.3. Soluciones específicas para la basura.....	118
3.3.1. Primera forma de disminuir el impacto ecológico de la basura residencial y municipal;	

a) Reducción del volumen de la basura.....	119
b) El reuso.....	124
c) El reciclaje.....	125
d) La composta.....	133
e) La incineración.....	137
f) Los procesos de tratamiento para los residuos sólidos peligrosos.....	143
3.4. El programa de reciclaje de papel en la Facultad de Química de la UNAM.....	147
3.4.1. El comité de reciclaje.....	150

IV. Liderazgo, integración de grupos y relaciones humanas.

4.1. Liderazgo.....	155
4.1.1. Características de un líder.....	157
4.1.2. La conducta del líder.....	157
4.1.3. Herramientas y estrategias en el liderazgo.....	159
4.2. Integración de grupos.....	161
4.2.1. Funciones y ventajas de los grupos.....	162
4.2.2. Aspectos necesarios para un buen funcionamiento en los grupos.....	162
4.3 Relaciones Humanas	
4.3.1. ¿Qué son y como se manejan las relaciones humanas?.....	164
4.3.2. Buenas relaciones en un comité.....	164
a) El principio de la comunicación.....	165
b) El principio del reconocimiento.....	165
c) El principio del crecimiento personal.....	166

V. Programas ambientales, gráficas y estadísticas.

5.1. Marco legal e institucional.....	168
5.2. Normalización	
5.2.1. Normas Técnicas Ecológicas (NTE).....	169
5.2.3. Normas Oficiales Mexicanas (NOM).....	170
5.3. Acciones de sustentabilidad en México.....	187
5.4. Gráficas y estadísticas de los cambios climáticos.....	189
5.5. México; gráficas y estadísticas de su control ambiental.....	193
5.6. Predicciones del clima en México; afectado por su vulnerabilidad en respuesta al cambio climático mundial.....	198

5.6.1. La vulnerabilidad de México ante el cambio climático global, las predicciones.....	199
VI. Conclusiones y recomendaciones.....	203
VII. Anexos.....	205
VIII. Glosario.....	219
IX. Bibliografía.....	222

“IMPACTO DE LA INGENIERÍA QUÍMICA EN LA PRODUCCIÓN Y RECICLAJE DE PAPEL Y OTROS MATERIALES RECUPERABLES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS”

Prólogo.

El hombre a través de su historia ha estado relacionado con el medio ambiente y ha sido capaz de modificarlo de acuerdo a sus necesidades, encontrando en los recursos naturales una fuente extraordinaria de materia prima para sus avances industriales.

Una de las expresiones más importantes del desarrollo de la humanidad ha sido la escritura, que tuvo como resultado la creación del papel. El papel ha estado presente en la comunicación escrita por más de dos mil años, los métodos para obtenerlo a partir de fibras vegetales como el papiro, la corteza del amate, la palma, el maguey, etc..., son solo algunos ejemplos de las materias primas con que se elaboraba. El impacto ambiental causado por un mal diseño de los procesos químicos entre otros el de la industria papelera, en los últimos 100 años, ha llevado a contaminar el ambiente, cambiando la composición de la atmósfera, produciendo cambios climáticos, desperdiciando y ensuciando el agua, causando deforestación y contribuyendo a la acumulación de los residuos sólidos urbanos, o sea la basura. Actualmente la basura constituye un problema de consecuencias serias para el medio ambiente, el mismo avance tecnológico que originó un consumo excesivo generado por los diversos procesos químicos, puede ayudar a resolver el problema. Algunas de las formas para el aprovechamiento de los residuos sólidos y que se presentan en este trabajo son: reducir, re-usar, reciclar, estrategias valiosas para recuperar recursos renovables que se complementan con la incineración, el relleno sanitario y el composteo. Las opciones mencionadas requieren de la participación e investigación de la ingeniería química.

En este trabajo se mencionan algunos aspectos sobre el reciclaje de papel, como los beneficios ambientales y monetarios que genera, ya que si se usa papel reciclado se salvan miles de árboles en todo el mundo y se consigue un ahorro significativo de energía y de agua para los procesos químicos. Un aspecto del trabajo es mencionar, como parte de las soluciones, las actividades que el ciudadano común y el estudiante pueden aportar, ya que todos somos parte del problema, por eso se impulsa la formación de comités de reciclaje; integrados por personas convencidas de la necesidad de un cambio en su manera de pensar, actuar y consumir, dichos comités deberán ser grupos inspirados en la superación personal y con el fin de desarrollar la aptitud del liderazgo; son necesarios en el hogar, las escuelas, los comercios, las industrias, etc., y el beneficio es para todos, por eso, se le dedicó un capítulo a los temas de liderazgo, de formación de grupos y de las relaciones humanas.

Un ejemplo exitoso de comités de reciclaje se alcanzó en la Facultad de Química con el programa de acopio de papel para canalizarlo a reciclaje. El IMIQ sección estudiantil en colaboración con el laboratorio de Química orgánica, coordinados por la Dra. Yolanda Caballero Arroyo, han tenido resultados alentadores, cuyo objetivo es promover la educación ambiental dentro de la comunidad universitaria.

Los estudiantes que participan en dicho programa, tienen la opción de canalizar sus esfuerzos para cubrir los requisitos que le permitan liberar el servicio social.

Las recomendaciones y propuestas señaladas en este documento tienen como objetivo disminuir el deterioro ambiental empezando por nuestro hogar; México. Nuestro país presenta una situación favorable en términos ambientales ya que desde los 70's ha participado activamente en programas para cuidar el medio ambiente como en los tratados "La cumbre de la tierra y el protocolo de Montreal", donde se dio prioridad a la no producción de gases dañinos para la capa de ozono y otro tipo de emisiones de gases contaminantes (clorofluorocarbonos, bromuros de metilo, tetracloruros de carbono), nuestro país está logrando las metas fijadas en dichos documentos y no ha sido una tarea fácil. Sin lugar a dudas, el primer paso para convertir al mundo donde vivimos en un mejor mundo, es renovar nuestra manera de pensar.

I. OBJETIVOS

Uno de los objetivos primordiales de este trabajo es el estudio del medio ambiente en México y otras regiones del planeta. Para cumplirlo se deben efectuar diversas investigaciones tendientes a establecer los factores responsables de los desajustes que se presentan y así plantear alternativas viables de solución. Identificar los problemas generados por la contaminación es un objetivo más de este trabajo, así como, proponer un manejo adecuado de los recursos naturales.

Un primer objetivo esta enfocado en establecer, de que manera el hombre ha sido un factor determinante, para que, a través de los años, el clima y el ambiente mismo se encuentren alterados por sus acciones. De igual manera se pretende señalar las acciones propuestas para revertir los efectos de origen antropogénico que han elevado a la contaminación del agua, aire y suelo. Se intenta hacer resaltar los beneficios que se pueden alcanzar con ayuda de la ingeniería química.

Un segundo objetivo se centra en analizar el problema que genera la contaminación de basura y el mal uso del papel. Estos dos aspectos están relacionados con los hábitos de consumo; por lo que se presentan algunos aspectos sobre estos hábitos.

Este trabajo pretendió ser propositivo por lo que se comentarán algunas actividades que todos los componentes de nuestra comunidad podemos realizar para revertir el impacto ecológico, con acciones como el reducir, reusar y reciclar, ya que éstas son prácticas directas que permiten reducir la cantidad de basura y optimizar el empleo del papel. Además es objeto el proponer la organización de comités de acopio para los desechos, y se enfoca en particular, a

investigar que es lo que puede generar e impulsar un cambio en la manera de pensar y actuar de las personas, y que cualidades se necesitan para llevar acabo tal ideal.

También es un fin el dar a conocer el procedimiento de elaboración y producción de los diferentes tipos de papel y los problemas originados por su industria, ya que se desconoce todo el trabajo que implica el hacerlo. Tratamos de estimular el empleo de papel hecho con otros materiales como plantas no leñosas y pulpa hecha de fibras textiles.

Un objetivo esta dedicado responder a la pregunta que surge con este documento y que es: ¿por qué la basura representa un problema?, de esta forma se analizan las estrategias disponibles para el manejo de la basura, como por ejemplo, los rellenos sanitarios controlados, los procesos de tratamientos de residuos peligrosos y la incineración, por mencionar algunas de estas.

Finalmente como un propósito de este escrito, es el de mencionar que leyes y normas existen en el marco legal e institucional que rodea al ambiente, especialmente a México, e indicar que derechos y obligaciones posee un ciudadano en materia ambiental, ya que la protección del medio ambiente, debe ser una prioridad en nuestras vidas.

I. ANTECEDENTES

1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

1.1.1. AMBIENTE Y HOMBRE

El origen del ser humano al parecer, se dio en África, según recientes descubrimientos al oeste del lago Turkana, en Kenya²⁸. En 1999 se descubrió un fósil homínido, uno de los predecesores bípedos del ser humano, con una antigüedad de 3.5 millones de años a 3.2 millones de años, sin embargo, el cráneo más antiguo de un hombre fue hallado en una cueva de Qafzeh, Israel, y data de 100 mil años de antigüedad, esta edad fue calculada con un método vanguardista llamado resonancia orbital de los electrones (ROE)²⁷, esto implica que los seres humanos modernos no evolucionaron a partir del hombre de Neandertal, como se había supuesto durante mucho tiempo, sino que coexistieron con él y que además se dispersaron por todo el mundo, gracias a sus peculiares capacidades mentales y físicas, logrando escapar a las constricciones medioambientales que limitaban a otras especies y fueron capaces de modificar el medio ambiente para adaptarlo a sus necesidades.

Aunque los primeros humanos sin duda vivieron más o menos en armonía con el medio ambiente, como los demás animales, su alejamiento de la vida salvaje comenzó en la prehistoria con la primera revolución agrícola. Uno de los acontecimientos trascendentales en la evolución de la humanidad sin duda fue el descubrimiento de un método para producir fuego haciendo arder materias celulósicas. La capacidad de controlar y usar el fuego les permitió modificar su entorno, en ocasiones eliminando la vegetación o a través de la domesticación y el pastoreo de animales herbívoros, que llevó al sobre pastoreo y a la erosión del suelo. El cultivo de plantas llevó también a la destrucción de la vegetación nativa para dar lugar a las cosechas y la demanda de leña condujo a la denudación de montañas y al agotamiento de bosques enteros. Los animales salvajes se cazaban por su carne y eran destruidos en caso de ser considerados como plagas o depredadores.



Dibujo 1. El hombre

1.1.2. HISTORIA Y PRODUCCIÓN DEL PAPEL

La humanidad desde la edad lejana ha sentido la necesidad de grabar en signos o figuras su misma vida y la expresión de su pensamiento y de su lenguaje.

De los tiempos prehistóricos se conservan todavía en ciertas cavernas, grabados en las rocas que nos dan una idea de la mentalidad del hombre primitivo y de su propia vida. Más tarde el mármol y el bronce fueron materiales empleados para expresarse.

La necesidad de mejorar y ampliar la comunicación hizo pensar en la búsqueda de nuevos materiales más manejables, que la piedra, el mármol y el bronce. Así, vemos que muchos años antes de Cristo, en la Mesopotamia, se empleaban tablillas de arcilla para las inscripciones y se cree que posiblemente también se utilizaban ya materias vegetales con el mismo fin, y que no llegaron hasta nosotros porque la acción del tiempo las destruyó. También los griegos y los romanos emplearon tablillas de madera recubiertas de cera para las inscripciones. Los egipcios, en una época más remota (3500 años antes de Cristo), emplearon el papiro o papiro, de modo que éste fue, de los conocidos, el antecedente más lejano del papel³.

Para fabricar una hoja de papiro, los egipcios empleaban una planta conocida con el nombre de *Cyperus papyrus* y que crece espontáneamente a orillas de los ríos africanos. El papiro es una planta que alcanza entre 1 y 3 m de altura y forma un rizoma aromático, leñoso y reptante. Las hojas son largas y están provistas de una quilla muy marcada; los tallos florales son glabros, blandos y de sección triangular. La parte inferior del tallo es tan gruesa como un brazo humano y en el extremo apical se abre una umbela de numerosas espigas péndulas con un verticilo de ocho hojas. El papiro crece en Egipto, Etiopía, el valle del río Jordán y Sicilia.

La planta se empleaba también para confeccionar sandalias, embarcaciones, cuerdas, y las raíces secas se aprovechaban como combustible. La variedad ilustrada en la fotografía 1 es nativa de Puerto Rico.



Fotografía 1. Planta de *Cyperus papyrus*

Para obtener dicha hoja se cortaban tiras largas y delgadas del tallo, juntamente con la médula, lo más anchas posible. Estas tiras se colocaban una al lado de otra sobre una mesa y

encima otras en sentido perpendicular formando otra capa para conseguir la unión de las tiras entre sí. La hoja así formada se prensaba y se golpeaba con un mazo para obtener un grueso uniforme y al propio tiempo conseguir que con el jugo de la misma planta se unieran las hojas entre sí formándose una lámina compacta. El satinado o alisado se conseguía por medio de un mármol, piedra o diente de animal. Del nombre papyrus o papiro proviene el de "papel".

Otro material empleado antiguamente para la escritura, diferente al papel, es el pergamino³⁶ o piel extraída de las cabras y ovejas. En la ciudad de Pérgamon (Asia) ya se preparaba con piel seca, 170 años a.C.

Los incas de las cordilleras sudamericanas, que poseían hace más de 13 000 años una cultura comparable a la China, es probable que hubiesen utilizado materia vegetal provenientes de la palma para confeccionar un papel parecido al papiro. También era ya conocido por los mayas en México. Las culturas Meso Americanas ya fabricaban, 500 años a.C., su propio "papel" de corteza del amate o amatl³⁷.

La cultura Olmeca, producía y utilizaba su propio papel; se les reconoce como los inventores de la escritura en Meso América. Distintas culturas precolombinas elaboraban papel a partir de fibras vegetales, entre ellos el maguey, la yuca, el camichín, la palma y el amate. Se sabe que en la época prehispánica el papel se utilizó para hacer libros-códices y hasta para adornar a sus dioses, decorar sus templos, palacios, casas y también como ornamento personal. El papel prehispánico³⁹ se elaboraba con materiales acordes a las distintas regiones que lo producían. La técnica para obtener la materia prima del árbol de amate, requería que los árboles estuvieran suficientemente maduros (esperar un mínimo de 25 años), esto es porque después de ese tiempo la corteza prácticamente se desprendía sola. Además era por temporadas el obtener la corteza de los árboles para elaborar papel, principalmente la temporada comenzaba en otoño, se esperaba una noche con luna llena y antes de las lluvias, debido a que la corteza se encontraba seca y como ya se menciona, se facilitaba su desprendimiento.

Aunque no se conocen todos los detalles del proceso se han encontrado algunos datos que describen que, en el caso del papel de maguey, nombrado metl en lengua náhuatl, era necesario que las pencas se pudrieran, luego había que lavarlas, ablandarlas y extenderlas para que se secaran y una vez terminada la fabricación del papel, los hábiles artesanos llegaban a cubrir la áspera superficie del papel con una delgada capa de cal para poder escribir sobre el papel recién hecho, y poder utilizarlo ya sea para fiestas religiosas o bien para vestir. Cita Boturini;

"... el papel indiano se componía de las pencas del maguey que en lengua nacional se llama metl, y en castellana pita. Las echaban a podrir y lavaban el hilo de ellas, el que habiéndose ablandado extendían, para componer su papel grueso o delgado, que después bruñían para pintar en el"

Boturini, 1724

Idea de una nueva historia³⁹

Hasta la fecha se conocen códices, pertenecientes a estas civilizaciones que describen parte de su historia, religión, astrología, ciencias y tradiciones. El código Dresden³⁶ contiene información sobre los eclipses y los movimientos de Venus, menciona que el amatl los mayas lo utilizaban para vestir a sus dioses y cómo los sacerdotes de Teotihuacan lo quemaban en sus festejos. Un texto del antiguo "Popol Vuh" o Libro de Consejos, es un manuscrito en Amatl⁴⁰,

escrito en la lengua maya de la región del quiché de Guatemala y fue descubierto y traducido por un fraile español en el siglo XVII, el "Popol Vuh" es la historia maya de la creación en la que se describe cómo los dioses formaron la tierra a partir del caos y crearon la luz y la vida. Después crearon al hombre del maíz para que fuera el guardián del universo. En Yucatán, México, fue hallado y todavía se conserva, el "Chilam Balam", un libro de historia, astrología, medicina y profecías en lengua maya.

En las crónicas de Bernardino de Sahagún se narra un pasaje de la leyenda del Quinto Sol, en la que se hace referencia al amate: "Se trata de una ceremonia realizada en Teotihuacan, donde se reunieron los dioses para sacrificar a dos de ellos: Manahuatzin y Tepuzitécatl. Tepuzitécatl era un dios rico y se cuenta que le entregaron suntuosos aderezos compuestos por un plumaje y un lienzo. En cambio, a Manahuatzin el dios pobre, le adornaron la cabeza y le pusieron una estola, todo hecho con papel llamado "amatzotli", hecho del amatl.

Los chinos, en el siglo I d. C. llevaban 28 siglos escribiendo primero en piedras y cerámicas, después sobre huesos, conchas de tortugas, bambú y finalmente sobre telas. Sin embargo, todos y cada uno de estos materiales presentaban problemas, en general, cuando eran baratos, su utilización era difícil para escribir por su peso o por su volumen, y cuando eran ligeros, como la seda, su costo era prohibitivo. No era raro que los artesanos chinos estuvieran buscando un material ligero y barato que sirviera para escribir, teniendo en cuenta que esa compleja civilización era pródiga en leyes, religión, literatura, ciencia, astrología, etc.

Y fue seguramente del intento de aprovechar restos de telas y otros materiales de bajo costo, quizás para producir telas más baratas, que naciera "el papel", un invento que un cortesano presentó a su emperador hace casi 19 siglos. Este emperador se llamaba Hedi(o Ho Ti) y el cortesano que pasaría a la historia fue Cai Lun (o Ts' ai Lun), quien luego de varios intentos llegó a la conclusión de poder fabricar un material sobre el que se podría escribir o pintar, realizado con desechos vegetales como la corteza de morera y también trapos usados y redes de pescar, idea que mereció el reconocimiento y recompensa de su emperador, hacia el año 105 de nuestra era.

La llamada morera forma parte de dos árboles no emparentados desde el punto de vista botánico y se les conoce como Morera de papel. Uno de ellos alcanza hasta 12 m de altura y forma flores masculinas y femeninas en plantas distintas, con la corteza del árbol se elabora papel.

- **Clasificación científica:** la morera de papel pertenece a la familia de las Moráceas (Moraceae); es la especie *Broussonetia papyrifera*. El otro árbol pertenece a la familia de las Araliáceas (Araliaceae), y es la especie *Tetrapanax papyriferus*.

Durante unos 500 años el arte de la fabricación de papel estuvo limitado a China; ya en el año 610 d. C. se introdujo a Japón por monjes coreanos enviados a china, y alrededor del año 750 d. C. llegó el papel a Asia central. El conocimiento técnico de fabricar papel pasó a los árabes en el año 793 d. C. y ellos mismos lo extendieron por África llegando a Europa a través de la Península Ibérica, en la España musulmana alrededor del año 1150 d. C.. Utilizaban la hoja de

cierta planta de la familia de las Ciperáceas, conocido como Papiro, que ya había sido utilizado por los egipcios.

La introducción de la imprenta de tipos móviles a mediados del siglo XV abarató enormemente la impresión de libros y le dió un gran estímulo a la fabricación de papel, impulsando su demanda.

El aumento del uso del papel en los siglos XVII y XVIII llevó a una escasez de trapos, la única materia prima adecuada que conocían los papeleros europeos, la producción de pulpa de madera llegó para solucionar tal escasez. Aunque muchos hombres de ciencia participaron en el desarrollo de la industria papelera, la idea original consistente en extraer fibra celulósica de los tejidos de la madera, se encuentra en un tratado presentado a la real academia francesa por René Antoine Ferchault de Réaumur en 1719. En dicho tratado, Réaumur, destacado físico y naturalista, observaba que las avispas de América forman un papel muy fino, semejante al papel hecho por el hombre.

“Extraen las fibras de la madera común en los países donde viven estos insectos y nos enseñan que puede hacerse papel usando las fibras de plantas sin recurrir a los trapos y al lino, y parecen invitarnos a probar si podemos hacer papel de buena calidad mediante el uso de ciertas maderas”

René Antoine Ferchault de Réaumur
1719

Hubo numerosos intentos de introducir sustitutos en la fabricación de papel por medio de materiales provenientes del trapo, pero ninguno de ellos resultó satisfactorio comercialmente, al mismo tiempo se trató de reducir el costo del papel mediante el desarrollo de una máquina que reemplazara el proceso de moldeado a mano en la fabricación del papel. La primera máquina efectiva fue construida en 1798 por el inventor francés Nicolás Louis Robert. La máquina de Robert fue mejorada por dos papeleros británicos, los hermanos Henry y Sealy Fourdrinier, que en 1803 crearon la primera de las máquinas que llevan su nombre.

Pasaría 120 años después del trabajo de Réaumur para que el químico francés Anselme Payen demostrara que una sustancia fibrosa, a la que llamo celulosa en 1839, podía aislarse mediante el tratamiento de la madera con ácido nítrico. Payen llegó a la conclusión, más o menos correcta, de que la celulosa y el almidón eran sustancias isoméricas, ya que ambas daban en análisis el mismo contenido de carbono e hidrógeno, y, al ser hidrolizadas, ambas producían D-glucosa¹⁸. Sin embargo, debieron transcurrir casi tres cuartos de siglo para que la fórmula empírica de la celulosa quedara establecida como $C_6 H_{10} O_5$. El aislamiento de dicha sustancia abrió las puertas para la producción de pulpa de madera mediante métodos comerciales de deslignificación, incluyendo los procesos con sosa que patentaron Watt y Burgers en 1853, el proceso al sulfito inventado por Tilgman en 1866, el proceso Kraft desarrollado por Eaton en 1870 y posteriormente por Dahl en 1879. Varios métodos para el blanqueo condujeron al rápido desarrollo y adaptación del papel, no solamente para escritura e impresión, sino también para envoltura y fabricación de envases.

El aislamiento y la investigación química de la celulosa condujeron a la producción de derivados, entre ellos la nitrocelulosa¹⁹, el acetato de celulosa, el rayón, y el celofán, precursores de la moderna industria de los plásticos y polímeros. La nitrocelulosa es el más antiguo entre los derivados conocidos de la celulosa. Los esfuerzos de John Wesley Hyatt para producir marfil

sintético para bolas de billar, condujeron al desarrollo del primer plástico sintético, conocido como celuloide. En 1870 este material se producía mediante una mezcla de celulosa parcialmente nitrada (llamada piroxilina) y alcanfor. La piroxilina se utilizó también en la manufactura de lacas, películas y adhesivos. También se ha producido una celulosa altamente nitrada, utilizada como explosivo y combustible sólido. Por razón de la elevada inflamabilidad de la nitrocelulosa, se desarrolló el acetato de celulosa como sustituto más seguro. Se utilizó en primer lugar para recubrir las telas de las alas de los aviones durante la primera guerra mundial, y después para producir películas fotográficas y cinematográficas. El acetato de celulosa fue uno de los primeros materiales que se utilizaron para manufacturar objetos de plástico mediante el proceso de moldeado por inyección. En 1892, Charles Frederick Cross y E. J. Bevan descubrieron el xantato de celulosa. Este presenta la forma de una solución viscosa, de la que puede regenerarse la celulosa como una fibra continua (rayón) o como película (celofán). El desarrollo de los procesos industriales para la producción de rayón para telas y de la hoja de celofán, llevó al desarrollo de la industria para la producción de pulpa en 1911. Hasta entonces la industria de pulpa no había tenido más preocupación que la de producir fibras para la industria del papel; los derivados químicos de la celulosa se obtenían utilizando trapos o borras de algodón. El desarrollo de la pulpa para disolución a partir de madera puso a disposición una fuente relativamente barata y pura de celulosa como materia prima para la expansión de la industria química.

En América Latina, en México, actualmente un pequeño grupo de artesanos de origen Otomí, grupo étnico perseguido en la antigüedad por el imperio Azteca y quienes ante esta amenaza se vieron obligados a refugiarse en la sierra de Puebla, artesanalmente elaboran un tipo de papel de excelente calidad llamado Amate¹⁰, que se consume en el país y se exporta a otros países. Habitan en un pueblo llamado San Pablito Pahuatlán (Nvité en otomí) y se localiza en la sierra norte de Puebla, que colinda con el estado de Hidalgo, es un lugar montañoso, donde las abundantes lluvias de verano alimentan los numerosos ríos y cascadas de la región, allí el hacer papel continúa siendo todo un ritual.

Las fibras usadas para su elaboración eran las del árbol del moral, que da un papel blanquizo y la del xalamatl que lo da color púrpura. La explotación inadecuada de estas especies originó el agotamiento de estos árboles en la zona. A partir de 1968, se utiliza la planta conocida como jonote colorado que permite su explotación todo el año en contraste con el moral que solo permitía su explotación entre los meses de marzo y mayo.

Desde el siglo pasado y el presente siglo XXI, Estados Unidos y Canadá son los mayores productores mundiales de papel, pulpa y productos papeleros. Finlandia, Japón, la antigua Unión Soviética y Suecia también producen cantidades significativas de pulpa de madera y papel prensa.

Los materiales derivados del papel tienen multitud de usos, desde los embalajes hasta la fotografía, sin embargo, su empleo más importante se debe a que el papel es la base de la comunicación escrita y durante siglos, ha sido el soporte de cualquier forma de difusión de la información.

Mientras las poblaciones humanas fueron pequeñas y su tecnología modesta, su impacto sobre el medio ambiente fue solamente local. No obstante, al ir creciendo la población y

mejorando y evolucionando la tecnología, aparecieron problemas más significativos y generalizados. Fue con la Revolución Industrial cuando el hombre empezó a cambiar la faz del planeta, la naturaleza de su atmósfera y la calidad de su agua. Hoy, la demanda de recursos naturales sin precedentes y el rápido crecimiento de la población humana y el desarrollo tecnológico, someten al medio ambiente a un desequilibrio, lo que está produciendo un declive cada vez más acelerado en la calidad de éste y en su capacidad para sustentar la vida.

1.1.3. HISTORIA DEL BLANQUEO

El primero de los agentes blanqueadores fue quizá la luz del sol⁵. El color amarillo de los tejidos se eliminaba mediante la exposición al sol. La palabra blanqueo procede de otra palabra anglo-sajona: *blaecan*, que significa descoloramiento. El primer blanqueo comercial se llevó a cabo en Holanda en el siglo XVII. Los holandeses recibían telas procedentes de los países vecinos y las blanqueaban durante el verano extendiéndolas sobre los prados cubiertos de hierba. El clima de Holanda se consideraba especialmente adecuado para este blanqueo. Hasta la segunda guerra mundial, el blanqueo de las telas extendidas sobre la nieve durante la primavera constituyó una norma habitual en los países escandinavos.

A finales del siglo XVIII se disponía de cloro y de hipoclorito, que sustituyó el blanqueo al sol de los tejidos, como procedimiento comercial. El hipoclorito de calcio, denominado polvo blanqueador (cloruro de cal, llamado en los países hispano hablantes), pasó a ser el producto de mayor utilidad en el blanqueo, debido a que se podía preparar y transportar en forma de polvo. Durante mucho tiempo el hipoclorito siguió siendo el único agente blanqueador aplicado a los trapos y a otras fibras para la producción de papel. El cambio siguiente en el blanqueo tuvo lugar hacia 1930, al aplicar comercialmente el cloro elemental como agente blanqueador de la pulpa. El blanqueo en la obtención de la pulpa al sulfito, usando el cloro y el hipoclorito, se generalizó con rapidez. El blanqueo de la pulpa Kraft por este procedimiento se llevó a cabo al descubrirse que la extracción con álcali caliente disolvía los productos formados en la cloración, y que la aplicación del blanqueo en varias etapas daba a la pulpa Kraft una blancura muy alta. Hace tiempo que se conoce la efectividad del cloro como agente eliminador de la lignina de la pulpa, pero no existía el equipo adecuado para llevar a cabo el proceso de cloración en escala industrial. La oportunidad de eliminar la lignina por medio de este blanqueador se presentó con la fabricación del acero inoxidable, capaz de resistir el ataque del cloro. El siguiente paso importante en el blanqueo de la pulpa consistió en la introducción del dióxido de cloro, reactivo utilizado, gracias, a la aparición de equipo resistente a la corrosión. El dióxido de cloro se conoce desde 1920 como agente blanqueador de la pulpa, pero su primera aplicación comercial apenas tuvo lugar en 1946. Además de los problemas relacionados con los materiales, había otros que eran consecuencia de la elevada toxicidad y el riesgo de explosiones del dióxido de cloro, cuando su concentración en fase gaseosa excede del 15%.

El bisulfito se utilizó en el siglo XIX para dar blancura a la pulpa mecánica, La ditionita (hidrosulfito) se utilizó a continuación para el blanqueo de la pulpa mecánica, y en menor grado, de la pulpa Kraft. Hacia 1940 se introdujo el peróxido, en forma de peróxido de sodio o peróxido de hidrógeno, como agente blanqueador de la pulpa.

Desde hace mucho se sabe que el oxígeno es un fuerte agente oxidante. La separación del oxígeno del aire es relativamente barata en las plantas grandes. Era lógico que se probara el oxígeno como agente para el blanqueo de la pulpa, aunque los primeros resultados alentadores se lograron solamente cerca de 1955. En 1970 se llevó a cabo la primera instalación comercial para el blanqueo con el oxígeno, encontrándose actualmente varias plantas en operación.

El blanqueo de la pulpa está en la fase de cambio. Los efluentes de las plantas de blanqueo están entre las que causan mayor contaminación ambiental. Están en uso nuevos agentes blanqueadores como el ozono. Se puede tener la certeza que los métodos para el blanqueo van a seguir cambiando, con objeto de causar la mínima contaminación.

1.2. ANTECEDENTES AMBIENTALES

1.2.1. IMPACTO AMBIENTAL

El ambiente natural sufre continuos cambios incluso en ausencia del hombre²⁴. Aplicando una escala de tiempo de cientos de millones de años, algunos efectos fueron; la sumergencia de los continentes y la formación de las montañas; en una escala de decenas de miles de años, fueron la última edad del hielo y los cambios en el nivel de los mares que la acompañaron. Sobre una escala de cientos de años, los cambios han sido la eutrofización natural y sedimentación de los lagos poco profundos; o en un periodo de unos cuantos años, algunos efectos sin la presencia del hombre serían, cuando una colonia de castores transforma tierra seca en un pantano. Algunos de estos cambios naturales son irreversibles, por ejemplo la eutrofización de un lago, mientras que otros son cíclicos como las estaciones del año, o transitorios como las sequías.

Además de las alteraciones ocasionadas por la naturaleza sobre el ambiente natural, se tienen los cambios producidos por la actividad humana o antropogénicos. Cuando el hombre se dedicaba a la caza y a la recolección, el uso del fuego modificó algunos ambientes naturales; después, con la domesticación de los animales y la introducción de la agricultura, los efectos de sus acciones se extendieron por todas partes conforme fueron formándose los primeros asentamientos humanos. Los efectos sobre el ambiente se incrementaron con el desarrollo de la industria, al remplazar la fuerza muscular por la energía derivada de los combustibles fósiles, hasta que, desde hace algunas décadas, los impactos humanos se han incrementado y afectan al planeta entero debido al incremento poblacional y al mayor consumo de recursos per cápita.

Para obtener mayor producción de alimentos, o con otros propósitos, el hombre modifica los flujos naturales de energía, rompe las cadenas alimenticias, simplifica los ecosistemas y usa grandes subsidios de energía para mantener el delicado equilibrio artificial en que se desenvuelven las grandes metrópolis de cada país. En algunos casos estas actividades pueden crear ambientes que el hombre considera deseables, como por ejemplo las extensiones de terreno agrícola. Sin embargo, frecuentemente se presentan conflictos entre las estrategias que maximizan ganancias a corto plazo(5 a 10 años) y aquellas que maximizan los beneficios a largo plazo(50 años); las primeras pueden traer como consecuencia la irreversible degradación ambiental. Se toma poco o nada en consideración, dentro de la planeación económica, el lento deterioro del suelo; el agotamiento de los acuíferos o la acelerada eutrofización de los cuerpos de agua.

Los efectos pueden ser positivos o negativos y se pueden clasificar en: efectos sociales, efectos económicos, efectos tecnológico-culturales y efectos ecológicos, siendo este último el de mayor importancia en este trabajo.

El término impacto ambiental se utiliza en dos campos diferentes, aunque relacionados entre sí: el ámbito científico y el jurídico-administrativo. El primero ha dado lugar al desarrollo de metodologías para la detección y la valoración de los efectos sobre el ambiente, incluidas en el proceso que se conoce como Evaluación de Impacto Ambiental (EIA); el segundo ha producido toda una serie de normas y leyes que garantizan que un determinado proyecto pueda ser modificado o rechazado debido a sus consecuencias ambientales. Gracias a las evaluaciones de impacto, se pueden estudiar y predecir dichas consecuencias ambientales, esto es, los impactos que ocasiona una determinada acción.

1.2.2. CAMBIO CLIMÁTICO

Debido a que la mayoría de nosotros nunca ha estado muy lejos de la superficie de la tierra, no reflexionamos sobre las muchas formas en las cuales la atmósfera determina el medio ambiente donde vivimos.

Atmósfera³ terrestre es el nombre que se le da a la masa de aire que rodea al globo terráqueo, está constituida principalmente por nitrógeno (78%) y oxígeno (21%). El 1% restante lo forman el argón (0,9%), el dióxido de carbono (0,03%), distintas proporciones de vapor de agua, y trazas de hidrógeno, ozono, metano, monóxido de carbono, helio, neón, kriptón y xenón.

El contenido en vapor de agua del aire varía considerablemente, de 190 partes por millón (ppm) a -40 °C hasta 42,000 ppm a 30 °C. Otros elementos que en ocasiones constituyen parte de la atmósfera en cantidades minúsculas son el amoníaco, el sulfuro de hidrógeno y óxidos, como los de azufre y nitrógeno cerca de los volcanes; todos estos gases pueden ser arrastrados por la lluvia o la nieve. No obstante, el principal riesgo se centra en los óxidos y otros contaminantes emitidos a la atmósfera por las industrias y los vehículos debido a los efectos dañinos que originan cuando forman la lluvia ácida. Hay además muchas posibilidades de que el progresivo incremento de dióxido de carbono, producido sobre todo por los combustibles fósiles, pueda afectar al clima a través del llamado efecto invernadero.

Hay similar preocupación por el brusco aumento del contenido de metano en la atmósfera. Su concentración ha aumentado un 11% desde 1978. Más o menos el 80% del gas es producido por descomposición de los arrozales, pantanos, intestinos de los animales herbívoros, y por las termitas tropicales. Añadido al efecto invernadero, el metano reduce el volumen atmosférico de iones hidroxilo, alterando así la capacidad de la atmósfera para autodepurarse de contaminantes.

La atmósfera se divide en tres capas: la troposfera, que comprende desde la superficie de la tierra hasta una altura de dieciséis kilómetros, y en la cual se desarrollan los fenómenos acuosos, eléctricos, luminosos y aéreos llamados meteoros. La temperatura suele bajar 5,5 °C por cada 1,000 metros, es la capa en la que se forman la mayor parte de las nubes. La estratosfera se inicia a los 58 Km de la superficie terrestre, está formada por gases que se acomodan de acuerdo a su

densidad. En su parte inferior la temperatura es prácticamente constante, o bien aumenta ligeramente con la altitud, especialmente en las regiones tropicales. Dentro de la capa de ozono, aumenta más rápidamente, con lo que, en los límites superiores de la estratosfera, casi a 58 Km sobre el nivel del mar, es casi igual a la de la superficie terrestre. El estrato llamado mesosfera, que va desde los 50 a los 80 Km., se caracteriza por un marcado descenso de la temperatura al ir aumentando la altura.

Gracias a las investigaciones sobre la propagación y la reflexión de las ondas de radio, sabemos que a partir de los 80 Km., la radiación ultravioleta, los rayos X y la lluvia de electrones procedente del Sol ionizan varias capas de la atmósfera, con lo que se convierten en conductoras de electricidad. Estas capas reflejan de vuelta a la Tierra ciertas frecuencias de ondas de radio. Debido a la concentración relativamente elevada de iones en la atmósfera por encima de los 80 Km., esta capa, que se extiende hasta los 640 Km., recibe el nombre de ionosfera. También se la conoce como termosfera, a causa de las altas temperaturas (en torno a los 400 Km. se alcanzan unos 1,200 °C). La región que hay más allá de la ionosfera recibe el nombre de exosfera y se extiende hasta los 9,600 Km., lo que constituye el límite exterior de la atmósfera.

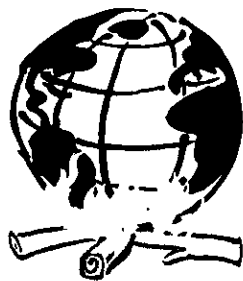
La capa más baja de la atmósfera, conocida como troposfera³, juega un papel de gran importancia para que se dé la vida sobre la Tierra. Los gases que contiene la troposfera son responsables, en gran parte, de la temperatura del planeta, y por lo tanto, de crear condiciones aptas para la vida.

La presencia de una atmósfera capaz de absorber todo tipo de emisiones de radiación provenientes del sol y del espacio, está en relación con la temperatura del planeta; esta temperatura se incrementa al haber un aumento en las concentraciones atmosféricas de gases conocidos como de efecto invernadero, como son: el vapor de agua y el ozono⁸ (O₃), el bióxido de carbono (CO₂) y también el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄), producidos por la quema de combustibles fósiles, deforestación, la fermentación entérica de materia orgánica proveniente de los hatos ganaderos y la explotación del gas natural, a ellos se le suma el efecto de los clorofluorocarbonos, gases emitidos de los sistemas de enfriamiento en refrigeradores y en aerosoles principalmente, con estos gases se puede esperar el aumento de la temperatura en el planeta al haber mayor absorción de radiación infrarroja. Este fenómeno es conocido como cambio climático global.

Una forma de conocer la magnitud de las emisiones de los gases de efecto invernadero se tienen en el Inventario Nacional de Emisiones y en lo que se refiere a indicadores de estado³⁵, se sabe que el planeta ha experimentado variaciones naturales y graduales en su clima, y es claro que las emisiones derivadas de las actividades humanas están aumentando sustancialmente las concentraciones atmosféricas de los gases causantes del efecto invernadero. El aumento de las concentraciones de estos gases afecta el clima en la tierra, aunque hay discrepancia en la magnitud global y local de los impactos y el tiempo en que estos ocurrirán.

1.2.3. CALENTAMIENTO GLOBAL

El uso de combustibles fósiles³¹ y otros procesos industriales han llevado a una acumulación de gases invernadero³ (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso) en la atmósfera, estos gases absorben la radiación infrarroja o de onda larga, que emite la tierra al reflejar la radiación solar, de onda corta, lo que produce el calentamiento de la troposfera. Desde 1896 se sabe que el dióxido de carbono ayuda a impedir que los rayos infrarrojos escapen al espacio, lo que hace que se mantenga una temperatura relativamente cálida de nuestro planeta (efecto invernadero). El aumento en la proporción de estos gases está provocando un aumento en la temperatura de la tierra³³, por ser éste un problema global, donde cada país de acuerdo a su desarrollo industrial y tecnológico contribuye en cierta proporción al aumento en las emisiones de los gases que provocan el efecto invernadero, los datos que a continuación se dan, son de importancia internacional.



Dibujo 2. Calentamiento global atmosférico

Desde 1850 a la fecha se ha producido un incremento medio de la temperatura global de más o menos 1 °C, pero éste podría ser sólo parte de una fluctuación natural. Tales fluctuaciones se han registrado durante decenas de miles de años, y se producen en ciclos a corto y a largo plazo. La dificultad de distinguir las emisiones de dióxido de carbono de origen humano de las naturales es una de las razones por las que tanto ha tardado en legislarse su control. No obstante, las consecuencias potenciales del calentamiento global son tan amenazadoras que muchos prestigiosos científicos recomiendan adoptar medidas inmediatas y solicitan la cooperación internacional para combatir el problema³².

1.2.4. EFECTO INVERNADERO

Con este nombre se designa la función que desempeña la atmósfera en el control de la temperatura de la superficie terrestre³⁸. La atmósfera es prácticamente transparente a la radiación solar de onda corta, absorbida por la superficie de la Tierra. Gran parte de esta radiación se vuelve a emitir hacia el espacio exterior con una longitud de onda correspondiente a los rayos infrarrojos, que por tener una longitud de onda más larga, ya no puede atravesar la capa de gases como el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, los halocarbonos y el ozono, presentes

en la atmósfera. Este efecto de calentamiento es la base de las teorías relacionadas con el calentamiento global.

El contenido en dióxido de carbono³ de la atmósfera ha venido aumentando un 0,4% cada año como consecuencia del uso de combustibles fósiles como el petróleo, el gas y el carbón; la destrucción de bosques tropicales por el método de cortar y quemar también ha sido un factor relevante que ha influido en el ciclo del carbono. La concentración de otros gases que contribuyen al efecto invernadero, como el metano y los clorofluorocarbonos, está aumentando todavía más rápido. El efecto neto de estos incrementos podría ser un aumento global de la temperatura, estimado en 2 a 6 °C en los próximos 100 años. Un calentamiento de esta magnitud alteraría el clima en todo el mundo, afectaría a las cosechas y haría que el nivel del mar subiera significativamente. De ocurrir esto, millones de personas se verían afectadas por las inundaciones.



Dibujo3. Efecto invernadero

Según un estudio reciente, publicado por la revista Nature, la primavera es más larga debido en parte al efecto invernadero. Este estudio afirma que desde principios de 1980 la primavera se adelanta y la vegetación crece con mayor vigor en las latitudes septentrionales; esto se debe al calentamiento global que ha afectado a una gran parte de Alaska, Canadá y el norte de Asia y Europa, que a su vez está relacionado con el efecto invernadero de origen humano. Mediante el uso de imágenes obtenidas a través de satélites climáticos, los científicos proporcionan pruebas del cambio climático y aportan datos significativos para el estudio del calentamiento global del planeta.

1.2.5. DIÓXIDO DE CARBONO

El químico escocés Joseph Black lo denominó "aire fijo", y lo obtuvo a partir de la descomposición de la marga y la caliza³. El químico francés Antoine Lavoisier lo identificó como un óxido de carbono al demostrar que el gas obtenido por la combustión del carbón de leña es idéntico en sus propiedades al "aire fijo" obtenido por Black. El dióxido de carbono es 1,5 veces aproximadamente más denso que el aire, es soluble en agua en una proporción de un 0,9 de volumen del gas por volumen de agua a 20 °C.

El dióxido de carbono se produce por diversos procesos¹⁹: por combustión u oxidación de materiales que contienen carbono como el carbón, la madera, el aceite o algunos alimentos; por la fermentación de azúcares, y por la descomposición de los carbonatos bajo la acción del calor o los ácidos. Comercialmente el dióxido de carbono se recupera de los gases de hornos de calcinación, de los procesos de fermentación, de la reacción de los carbonatos con los ácidos, y de la reacción del vapor con el gas natural, una fase de la producción comercial de amoníaco. La atmósfera contiene dióxido de carbono en cantidades variables, aunque normalmente es de 3 a 4 partes por 10.000, y aumenta un 0,4% al año. Es utilizado por las plantas verdes en el proceso conocido como fotosíntesis, mediante el cual se sintetizan los carbohidratos, dentro del ciclo del carbono.

Uno de los impactos que el uso de combustibles fósiles ha producido sobre el medio ambiente terrestre ha sido el aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. La cantidad de CO₂ atmosférico había permanecido estable, aparentemente durante siglos, en unas 260 ppm (partes por millón), pero en los últimos 100 años ha ascendido a 350 ppm. Lo significativo de este cambio es que puede provocar un aumento de la temperatura de la Tierra a través del proceso conocido como efecto invernadero. El dióxido de carbono atmosférico tiende a impedir que la radiación de onda larga escape al espacio exterior; dado que se produce más calor y parte es retenido, por lo tanto, la temperatura global de la Tierra aumenta.

Un calentamiento global significativo de la atmósfera tendría graves efectos sobre el medio ambiente. Aceleraría la fusión de los casquetes polares, haría subir el nivel de los mares provocando la inundación de las costas, cambiaría el clima regional y global, alteraría la productividad agrícola, modificando el tipo de vegetación.

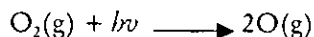
1.2.6. OZONO ESTRATOSFÉRICO

El ozono forma un frágil escudo⁸, esparcido en los 35 Km. de espesor de la estratosfera, si se le comprimiera formaría una capa en torno a la tierra, con un grosor de 3 mm aproximadamente. La concentración del ozono estratosférico varía con la altura, pero nunca es más de una cienmilésima de la atmósfera en que se encuentra. El ozono es mucho más activo químicamente que el oxígeno ordinario y es mejor agente oxidante. Se usa para purificar el agua, esterilizar el aire y blanquear papel en su proceso, también telas, ceras y harina.

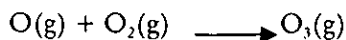
El ozono se forma³ por acción de la luz solar sobre el oxígeno, esto ha estado ocurriendo durante millones de años; los compuestos naturales de nitrógeno presentes en la atmósfera parecen ser responsables de que la concentración de ozono haya permanecido a un nivel

razonablemente estable y alcanza una concentración de 10 ppm. A nivel del suelo, una concentración tan elevada sería peligrosa para la salud. Las reacciones de la formación del ozono por acción de la luz solar serían:

La disociación de la molécula de oxígeno como resultado de la absorción de un fotón (fotodisociación)³:



Los procesos químicos que se presentan en la región por debajo de los 90 Km son muy diferentes de los procesos que ocurren a elevaciones mayores. En la mesosfera y la estratosfera la concentración de O_2 es mucho mayor que la del oxígeno atómico. De esta manera cuando se forman los átomos de oxígeno en la mesosfera y la estratosfera, sufren choques frecuentes con las moléculas de O_2 . Estos choques conducen a la formación de ozono³, O_3 :



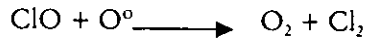
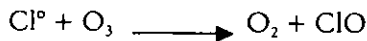
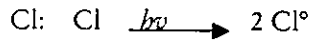
El uso de algunas sustancias en las actividades industriales genera emisiones a la atmósfera que directamente afectan la capa de ozono, estas sustancias se conocen como sustancias agotadoras de la capa de ozono SAO, su presencia provoca que la radiación ultravioleta (UV-B) no pueda ser retenida en las capas superiores de la atmósfera y llegue a las zonas más cercanas a la superficie de la tierra provocando daños al medio ambiente y a la vida terrestre.



Dibujo 4. Ozono

DESTRUCCIÓN DE LA CAPA DE OZONO

En las décadas de 1970 y 1980, los científicos investigaron la relación existente entre la actividad humana y el impacto en el grosor de la capa de ozono. Los estudios⁸ mostraron que la capa de ozono estaba siendo afectada por el uso creciente de clorofluorocarbonos, que se emplean en la refrigeración, en el aire acondicionado, en los disolventes de limpieza, en los materiales de empaquetado y en los aerosoles. El cloro, un componente de los CFC's reacciona con el ozono, arrebatándole un átomo de oxígeno para formar monóxido de cloro. Éste reacciona a continuación con átomos de oxígeno para formar moléculas de oxígeno, liberando átomos de cloro que descomponen más moléculas de ozono. Las reacciones serían las siguientes³:



Al principio se creía que la capa de ozono se estaba reduciendo de forma homogénea en todo el planeta. En 1985, no obstante, otras investigaciones revelaron la existencia de un gran agujero centrado sobre la Antártida (ubicación provocada por el magnetismo que presenta el O_3); un 50% o más del ozono situado sobre esta área desaparecía estacionalmente, a partir del mes de octubre. El adelgazamiento de la capa de ozono expone a la vida terrestre a un exceso de radiación ultravioleta, que puede producir cáncer de piel y cataratas, reducir la respuesta del sistema inmunitario, interferir en el proceso de fotosíntesis de las plantas y afectar al crecimiento del fitoplancton oceánico. Debido a la creciente amenaza que representan estos peligrosos efectos sobre el medio ambiente, muchos países trabajaron en el proyecto de suprimir la fabricación y uso de los CFC's para el año 2000. No obstante, los CFC's pueden permanecer en la atmósfera durante más de 100 años, por lo que la destrucción del ozono continuará durante décadas.

El llamado agujero de la capa de ozono aparece durante la primavera antártica³⁸, y dura varios meses antes de cerrarse de nuevo. Otros estudios, realizados mediante globos colocados a gran altura y satélites meteorológicos, indican que el porcentaje global de ozono en la capa de la Antártida está disminuyendo. Vuelos realizados sobre las regiones del Ártico, descubrieron que en ellas se gesta un problema similar al de la Antártida. En 1985, una convención de las Naciones Unidas, conocida como Protocolo de Montreal, firmada por 49 países, puso de manifiesto la intención de disminuir gradualmente los CFC's. En 1987, 36 naciones firmaron y ratificaron un tratado para la protección de la capa de ozono.

La Comunidad Europea (hoy Unión Europea) propuso en 1989 la prohibición total del uso de CFC's durante la década de 1990, propuesta respaldada por el gobierno de los Estados Unidos. Con el fin de estudiar la pérdida de ozono a nivel global, en 1991 la NASA⁴¹ lanzó un Satélite de Investigación de la Atmósfera Superior, de 7 toneladas. En órbita sobre la Tierra a una altitud de 600 Km., la nave mide las variaciones en las concentraciones de ozono a diferentes altitudes, y suministra los primeros datos completos sobre la química de la atmósfera superior. Entre las sustancias químicas consideradas como las principales responsables de la disminución del ozono estratosférico, se encuentran los clorofluorocarbonos, el metil cloroformo (tricloroetano) y los halones. En lo que se refiere a indicadores de estado, el monitoreo ha mostrado que el ozono estratosférico ha disminuido en las últimas décadas. El promedio de pérdida de su concentración a través del globo tiene un total de 5% desde mediados de 1960 a nivel global, sin embargo sobre Norteamérica, Europa y Australia se ha presentado una pérdida acumulativa de alrededor del 10% en el invierno y primavera, así como 5% en el verano y el otoño.



Dibujo 5. Destrucción de la capa de ozono

Es necesario mencionar que un mexicano preocupado por el Ambiente, decide tomar a su cargo el estudio de los impactos atmosféricos que posiblemente en el futuro tendrían algunos productos (CLOROFLUOROCARBONOS) de origen sintético en la atmósfera. En la revista *Nature*, Num. 28, Junio, año 1974, se presentó un estudio sobre los daños que iban a causar los átomos de cloro en la atmósfera, producidos por la descomposición de los CFC's, ya que estos destruyen al ozono atmosférico, perdiendo la capa de ozono su principal función, la de detener la radiación proveniente del sol. En el año de 1995 este investigador fue honrado con el PREMIO NOBEL¹² por su trabajo en "QUÍMICA ATMOSFERICA", particularmente en la descomposición del ozono. *Mario Molina, nació en 1943 en México. Ingeniero Químico, egresado de la Facultad de Química de la U.N.A.M.*

1.2.7. DEPOSICIÓN ÁCIDA

Asociada también al uso de combustibles fósiles, la deposición ácida¹ se origina por la emisión de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno de las centrales térmicas y por los escapes de los vehículos a motor. Estos productos interactúan con la luz del sol, la humedad y los oxidantes produciendo ácidos sulfúrico y nítrico, que son transportados por la circulación atmosférica y caen a la tierra, arrastrados por la lluvia y la nieve en la forma de la llamada lluvia ácida, por evaporación del agua se forman depósitos secos y partículas.

ACIDIFICACIÓN

Las principales sustancias acidificantes presentes en el aire son el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno. El dióxido de azufre¹⁸ es oxidado a trióxido de azufre, que en presencia de la humedad genera ácido sulfúrico. Se cree que en las gotas de agua se produce la oxidación del SO₂ implicando al oxígeno molecular, y funcionando como catalizadores, las sales de hierro y manganeso procedentes de la combustión del carbón. Además, puede producirse oxidación

fotoquímica por la acción del ozono. En cualquier caso, la consecuencia es la formación de niebla con alto contenido en ácido sulfúrico.

LLUVIA ÁCIDA

Es una precipitación, normalmente en forma de lluvia, pero también en forma de nieve o niebla, que presenta un pH del agua inferior a 5,65. Ésta precipitación puede ser ácida por su propia naturaleza o pueden adquirir dicha condición por transformación química¹² (por ejemplo).

El problema de la lluvia ácida tuvo su origen en la Revolución Industrial, y ha crecido desde entonces. Hace tiempo que se reconoce la gravedad de sus efectos a escala local, como lo ejemplifican los periodos de *smog* ácido en áreas muy industrializadas, así como su gran capacidad destructiva en zonas alejadas de la fuente contaminante. Una extensa área que ha sido objeto de múltiples estudios es el norte de Europa, donde la lluvia ácida ha erosionado estructuras, dañado los bosques y las cosechas, y puesto en peligro o diezmado la vida en los lagos de agua dulce.

La preocupación¹³ por la lluvia ácida quedó de manifiesto por primera vez en foros internacionales de relevancia, como en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano celebrada en Estocolmo (Suecia) en 1972. En este encuentro, el gobierno sueco presentó una ponencia titulada "Polución del aire a través de las fronteras nacionales: el impacto del azufre del aire y la precipitación sobre el ambiente". En este estudio se ponía de manifiesto cómo los residuos oxidados de azufre, vertidos al aire por las instalaciones industriales alimentadas por combustibles fósiles situadas lejos de las fronteras suecas (en especial las centrales térmicas británicas), dañaban los ecosistemas del país nórdico al ser arrastrados por los vientos, transformándose en la atmósfera en ácido sulfúrico, y precipitándose a el suelo y en las aguas interiores en forma de lluvia ácida.

La lluvia ácida es un problema global¹⁴, la acidez de algunas precipitaciones en el norte de Estados Unidos y Europa es equivalente a la del vinagre. La lluvia ácida corroe los metales, desgasta los edificios y monumentos de piedra, daña y mata la vegetación y acidifica lagos, corrientes de agua y suelos, sobre todo en ciertas zonas del noreste de Estados Unidos y el norte de Europa. En estas regiones, la acidificación lacustre ha hecho morir a poblaciones de peces. Hoy también es un problema en el sureste de Estados Unidos y en la zona central del norte de África. La lluvia ácida puede retardar también el crecimiento de los bosques.

DAÑOS OCASIONADOS POR LA LLUVIA ÁCIDA

La lluvia ácida provoca impactos ambientales importantes¹⁵. Ciertos ecosistemas son más susceptibles que otros a la acidificación. Típicamente, éstos tienen normalmente suelos poco profundos, no calcáreos, formados por partículas gruesas que yacen sobre un manto duro y poco permeable de granito, cuarcita. En estos ecosistemas puede producirse una alteración de la capacidad de los suelos para descomponer la materia orgánica, interfiriendo en el reciclaje de nutrientes. En cualquier caso, además de los daños a los suelos, hay que resaltar los producidos directamente a las plantas, ya sea a las partes subterráneas o a las aéreas que pueden sufrir abrasión (las hojas se amarillean). Además, la producción primaria puede verse afectada por la

toxicidad directa o por la lixiviación de nutrientes a través de las hojas. Existen algunos casos en que se ha aportado nitrógeno o fósforo al medio a través de la precipitación ácida en los que la consecuencia ha sido el aumento en la producción de HNO_3 o H_3PO_4 , dañando aún más.

Hay también evidencias incontrovertibles de daños producidos en los ecosistemas acuáticos de agua dulce, donde las comunidades vegetales y animales han sido afectadas, hasta el punto de que las poblaciones de peces se han reducido e incluso extinguido al caer el pH por debajo de 5, como ha ocurrido en lagos del sur de Suecia y Noruega. Estos efectos se atenúan en aguas duras (alto contenido en carbonatos), que amortiguan de modo natural la acidez de la precipitación³². Así, los arroyos, los ríos, las lagunas y los lagos de zonas donde la roca madre es naturalmente de carácter ácido son los más sensibles a la acidificación.

1.2.8. HIDROCARBUROS CLORADOS COMO CONTAMINANTES

El uso extensivo de pesticidas sintéticos derivados de los hidrocarburos clorados, como el DDT ha tenido efectos colaterales desastrosos para el medio ambiente³¹. Estos pesticidas organoclorados son muy persistentes y resistentes a la degradación biológica. Son muy poco solubles en agua, se adhieren a los tejidos de las plantas y se acumulan en los suelos, el sustrato del fondo de las corrientes de agua y los estanques y a la atmósfera. También pueden ser volatilizados y se distribuyen por todo el mundo, contaminando áreas silvestres a gran distancia de las regiones agrícolas, e incluso en las zonas ártica y antártica.

Aunque estos productos químicos sintéticos no existen en la naturaleza, penetran en la cadena alimentaria. Los pesticidas son ingeridos por los herbívoros o penetran directamente a los organismos acuáticos como los peces y diversos invertebrados. El pesticida se concentra aún más al pasar de los herbívoros a los carnívoros. Alcanza elevadas concentraciones en los tejidos de los animales que ocupan los eslabones más altos de la cadena alimentaria, como el halcón peregrino, el águila calva y el quebrantahuesos. Los hidrocarburos clorados¹⁸ interfieren en el metabolismo del calcio de las aves, produciendo un adelgazamiento de las cáscaras de los huevos y el consiguiente fracaso reproductivo. Como resultado de ello, algunas grandes aves depredadoras y piscívoras se encuentran al borde de la extinción. Debido al peligro que los pesticidas representan para la fauna silvestre y para el hombre, y debido también a que los insectos han desarrollado resistencia a ellos, el uso de hidrocarburos halogenados como el DDT está disminuyendo con rapidez en todo el mundo occidental, aunque siguen usándose en grandes cantidades en los países en vías de desarrollo. En México su uso está prohibido³⁴ y solo lo puede utilizar la secretaría de salud. A comienzos de la década de 1980, el EDB o dibromoetano, un pesticida halogenado, despertó también gran alarma por ser posiblemente carcinogénico y fue finalmente prohibido.

Existe otro grupo de compuestos químicamente vinculado al DDT: los bifenilos policlorados (PCB)¹⁹. Se han utilizado durante años en la producción industrial, y han acabado penetrando en el medio ambiente. Su impacto sobre el hombre y la vida silvestre ha sido similar

al de los pesticidas(aunque nunca fueron pesticidas). Debido a su extremada toxicidad, el uso de PCB ha quedado restringido a los aislantes de los transformadores y condensadores eléctricos.

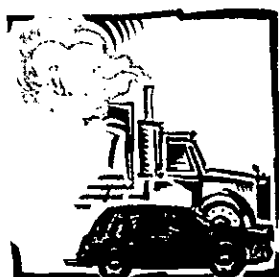
La mayoría de las sustancias tóxicas son productos químicos sintéticos que penetran en el medio ambiente y persisten en él durante largos periodos de tiempo. En los confinamientos de residuos peligrosos se pueden acumular concentraciones significativas de sustancias tóxicas, pero hay que tener un estricto control del confinamiento, ya que si éstas se llegaran a filtrar al suelo o a los mantos acuíferos, causarían un daño irreversible a estos, y por consiguiente a las cosechas y a los animales domésticos, asociadas a defectos congénitos humanos, abortos y enfermedades orgánicas, así como causante de contaminar al aire además del agua. A pesar de los riesgos conocidos, el problema no se solucionará de inmediato.

1.2.9. RADIACIÓN

Aunque las pruebas nucleares atmosféricas han sido prohibidas por la mayoría de los países, lo que ha supuesto la eliminación de una importante fuente de lluvia radiactiva³¹, la radiación nuclear sigue siendo un problema medioambiental³³. Las centrales siempre liberan pequeñas cantidades de residuos nucleares en el agua y la atmósfera, pero el principal peligro es la posibilidad de que se produzcan accidentes nucleares, que liberen enormes cantidades de radiación al medio ambiente, como ocurrió en Chernobil, Ucrania, en 1986. De hecho, desde la desintegración de la Unión Soviética (URSS), el mundo ha tenido ocasión de comprobar que la contaminación de esa región por accidentes y residuos nucleares es mucho mayor de lo que se pensaba. Un problema más grave que presenta la industria nuclear es el almacenamiento de los residuos nucleares, que conservan su carácter peligroso de 700 a 1 millón de años y los residuos radiactivos se siguen acumulando por lo que amenazan el equilibrio del medio ambiente.

1.2.10. SMOG

El Smog³ es una mezcla de niebla con partículas de humo, formada cuando el grado de humedad en la atmósfera es alto y cuando el aire no se presenta; el humo se acumula cerca de su fuente, reduce la visibilidad natural y, a menudo, irrita los ojos y el aparato respiratorio. En zonas urbanas muy pobladas, la tasa de mortalidad suele aumentar de forma considerable durante periodos prolongados de smog, en particular cuando un proceso de inversión térmica crea una cubierta sobre la ciudad que no permite su disipación. El *smog* se produce con más frecuencia en ciudades con costa o cercanas a ella, por ejemplo en Los Ángeles o Tokyo, donde constituye un problema muy grave, pero también en grandes urbes como la ciudad de México.



Dibujo 6. Contaminación, smog

Para evitar la formación del smog se requiere del control de las emisiones de humo de las calderas y hornos, la reducción de los humos de las industrias metálicas o de otro tipo y el control de las emisiones nocivas de los vehículos y de los incineradores. Los motores de combustión interna son considerados los mayores contribuyentes al problema del smog, ya que emiten grandes cantidades de contaminantes, en especial de hidrocarburos no quemados y de óxidos de nitrógeno.

El número de componentes indeseables del smog es considerable, y sus proporciones son muy variables. Incluyen ozono, dióxido de azufre, cianuro de hidrógeno, hidrocarburos y los productos derivados de estos últimos por oxidación parcial. El combustible obtenido por fraccionamiento del carbón y petróleo produce dióxido de azufre, que se oxida con el oxígeno atmosférico formando trióxido de azufre (SO_3). Éste se hidrata, a su vez, con el vapor de agua de la atmósfera para formar ácido sulfúrico (H_2SO_4).



El ácido sulfúrico³ es el principal contribuyente a la acidez de la lluvia. El llamado smog fotoquímico, que irrita las membranas sensibles y que daña las plantas, se forma cuando los óxidos de nitrógeno de la atmósfera experimentan reacciones por radiaciones ultravioletas y otras que provienen del Sol.



1.2.11. PÉRDIDA DE TIERRAS VÍRGENES

Un número cada vez mayor de seres humanos empieza a cercar las tierras vírgenes³¹ que quedan, incluso en áreas consideradas más o menos a salvo de la explotación. La demanda de combustibles ha impuesto la necesidad de explotar el gas y el petróleo incluso en las regiones

árticas, poniendo en peligro el delicado equilibrio ecológico de los ecosistemas de tundra³³ y su vida silvestre. La pluvisilva ecuatorial y los bosques tropicales, sobre todo en el Sureste asiático y en la Amazonia, están siendo destruidos a un ritmo alarmante para obtener madera, despejar suelo para pastos y cultivos, para plantaciones de pinos y para asentamientos humanos. En la década de 1980 se llegó a estimar que las masas forestales estaban siendo destruidas a un ritmo de 20 ha por minuto.

Otra estimación daba una tasa de destrucción de más de 200,000 Km.² al año. En 1993, los datos obtenidos vía satélite permitieron determinar un ritmo de destrucción de casi 15,000 Km.² al año, sólo en la cuenca amazónica. Esta deforestación tropical podría llevar a la extinción de hasta 750,000 especies, lo que representaría la pérdida de toda una multiplicidad de productos: alimentos, fibras, fármacos, tintes, gomas y resinas. Además, la expansión de las tierras de cultivo y de pastoreo para ganado doméstico en África, así como el comercio ilegal de especies³¹ amenazadas y productos animales podría representar el fin de los grandes mamíferos africanos.

1.2.12. EROSIÓN DEL SUELO

La erosión del suelo se está acelerando en todos los continentes y está degradando hasta la tercera parte de las tierras de cultivo de todo el mundo, lo que representa una seria amenaza para el abastecimiento global de víveres³⁰. Por ejemplo, la erosión está minando la productividad de un 34% del total de las tierras de cultivo de Estados Unidos. En el Tercer Mundo, la creciente necesidad de alimentos y leña han tenido como resultado la deforestación y cultivo de laderas con mucha pendiente, lo que ha producido una severa erosión de las mismas. Para complicar aún más el problema, hay que tener en cuenta la pérdida de tierras de cultivo de primera calidad debido a la industria, los pantanos, la expansión de las ciudades y las carreteras. La erosión del suelo y la pérdida de las tierras de cultivo y los bosques reduce además la capacidad de conservación de la humedad de los suelos y añade sedimentos a las corrientes de agua, los lagos y los embalses.

LAS CONSECUENCIAS DE LA EROSIÓN DEL SUELO;

DEMANDA DE AGUA Y AIRE.

Los problemas de erosión descritos están agravando el creciente problema mundial del abastecimiento de agua³⁰. La mayoría de los problemas en este campo se dan en las regiones semiáridas y costeras del mundo. Las poblaciones humanas en expansión requieren sistemas de irrigación y agua para la industria; esto está agotando hasta tal punto los acuíferos subterráneos que empieza a penetrar en ellos agua salada a lo largo de las áreas costeras en Estados Unidos, Israel, Siria y los estados árabes del Golfo. En áreas tierra adentro, las rocas porosas y los sedimentos se compactan al perder el agua, ocasionando problemas por el progresivo hundimiento de la superficie; este fenómeno es ya un grave problema en Texas, Florida y California.

El mundo experimenta también un progresivo descenso en la calidad y disponibilidad del agua³¹. Casi el 75% de la población rural del mundo y el 20% de su población urbana carece de acceso directo a agua no contaminada. En muchas regiones, las reservas de agua están

contaminadas con productos químicos tóxicos como los nitratos. Las enfermedades transmitidas por el agua afectan a un tercio de la humanidad y matan a 10 millones de personas al año.

Durante la década de 1980 y a comienzos de la de 1990, algunos países industrializados mejoraron la calidad de su aire reduciendo la cantidad de partículas en suspensión así como la de productos químicos tóxicos como el plomo, pero las emisiones de dióxido de azufre y de óxidos nitrosos, precursores de la deposición ácida, aún son importantes. Existe una contaminación elevada del aire, una buena parte en la Europa del este y la antigua URSS.

1.2.13. LA CUMBRE DE LA TIERRA

En junio de 1992, la Conferencia sobre Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, también conocida como la Cumbre de la Tierra³⁵, se reunió durante 12 días en las cercanías de Río de Janeiro, Brasil. Esta cumbre desarrolló y legitimó una agenda de medidas relacionadas con el cambio medioambiental, económico y político. El propósito de la conferencia era determinar qué reformas medioambientales era necesario emprender a largo plazo, y los mecanismos para iniciar los procesos para su implantación y supervisión internacionales. Se celebraron convenciones para discutir y aprobar documentos sobre medio ambiente. Los principales temas abordados en estas convenciones incluían el cambio climático, la biodiversidad, la protección forestal, la Agenda 21 (un proyecto de desarrollo medioambiental de 900 páginas) y la Declaración de Río (un documento de seis páginas que demandaba la integración de medio ambiente y desarrollo económico). La Cumbre de la Tierra fue un acontecimiento histórico de gran significado. No sólo hizo del medio ambiente una prioridad a escala mundial, sino que a ella asistieron delegados de 178 países, lo que la convierte en la mayor conferencia jamás celebrada.

La cumbre de la Tierra II, celebrada en la última semana de junio de 1997 en Nueva York, tuvo como principal objetivo constatar el grado de cumplimiento de las decisiones tomadas en Río de Janeiro. A ella asistieron representantes de 170 países, quienes pudieron comprobar que los objetivos acordados en la Cumbre I no se habían cumplido, sobre todo en lo referente a emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. No se pudo llegar a un acuerdo unánime en las reducciones en un 15% de CO₂, en relación con el nivel de 1990, para el año 2010, como se proponía. Entre las nuevas ideas aportadas en esta Cumbre destacan la de crear una Organización Mundial del Medio Ambiente y la de establecer un tribunal internacional para conflictos sobre problemas ecológicos.

1.2.14. DESARROLLO SOSTENIBLE

El desarrollo sostenible¹³ es el término aplicado al desarrollo económico y social que permite hacer frente a las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Hay dos conceptos fundamentales en lo que se refiere al uso y gestión sostenibles de los recursos naturales del planeta. En primer lugar, deben satisfacerse las necesidades básicas de la humanidad, comida, ropa, lugar donde vivir y trabajo.

Esto implica prestar atención a las necesidades, en gran medida insatisfechas, de los pobres del mundo, ya que un mundo en el que la pobreza es endémica será siempre proclive a las

catástrofes ecológicas y de todo tipo. En segundo lugar, por otra parte los límites para el desarrollo no son absolutos, sino que vienen impuestos por el nivel tecnológico y de organización social, su impacto sobre los recursos del medio ambiente y la capacidad de la biosfera para absorber los efectos de la actividad humana. Es posible mejorar, tanto la tecnología como la organización social para abrir paso a una nueva era de crecimiento económico sensible a las necesidades ambientales.

Durante las décadas de 1970 y 1980 empezó a quedar cada vez más claro que los recursos naturales estaban dilapidándose en nombre del 'desarrollo'. Se estaban produciendo cambios imprevistos en la atmósfera, los suelos, las aguas, entre las plantas y los animales, y en las relaciones entre todos ellos. Fue necesario reconocer que la velocidad del cambio era tal que superaba la capacidad científica e institucional para ralentizar o invertir el sentido de sus causas y efectos. Estos grandes problemas ambientales¹¹ incluyen:

1) El calentamiento global de la atmósfera (el efecto invernadero), debido a la emisión, por parte de la industria y la agricultura, de gases (sobre todo dióxido de carbono, metano, óxido nítrico y clorofluorocarbonos) que absorben la radiación de onda larga reflejada por la superficie de la Tierra.

2) El agotamiento de la capa de ozono de la estratosfera, escudo protector del planeta, debido a la acción de productos químicos basados en el cloro y el bromo, que permite una mayor penetración de rayos ultravioleta y rayos infrarrojos hasta la superficie de la tierra.

3) La creciente contaminación del agua y los suelos por los vertidos y descargas de residuos industriales y agrícolas, que ha llevado a considerar al agua potable como un recurso natural no renovable.

4) El agotamiento de la cubierta forestal (deforestación), especialmente en los trópicos, por la explotación para leña y la demanda del papel, así como la expansión de la agricultura.

5) La pérdida de especies, tanto silvestres como domesticadas, de plantas y animales por destrucción de los hábitats naturales, la especialización agrícola y la creciente presión a la que se ven sometidas las pesquerías.

6) La degradación del suelo en el hábitat agrícola y natural, incluyendo la erosión, el encharcamiento y la salinización, que produce con el tiempo la pérdida de la capacidad productiva del suelo.

II. PAPEL Y BASURA

2.1. PAPEL

El papel⁵ es un material en forma de hojas delgadas que se fabrica entretejiendo fibras de celulosa vegetal. El papel se emplea para la escritura y la impresión, para el embalaje y el empaquetado, y para numerosos fines especializados que van desde la filtración de precipitados en disoluciones hasta la fabricación de determinados materiales de construcción. El papel es un material básico para la civilización del siglo XXI, y el desarrollo de maquinaria para su producción a gran escala ha sido, en gran medida, responsable del aumento en los niveles de alfabetización y educación en todo el mundo.

a) CELULOSA VEGETAL

En las plantas, la celulosa⁵ suele aparecer combinada con sustancias leñosas, grasas o gomosas. Salvo algunos insectos, ningún animal tiene en los tejidos verdadera celulosa. Los microorganismos del aparato digestivo de los herbívoros descomponen la celulosa en compuestos absorbibles. La celulosa es insoluble en todos los disolventes comunes y se separa fácilmente de los demás componentes de las plantas. La palabra celulosa tiene significados diferentes para distintas personas. Para los químicos orgánicos significa β -D-(1 \rightarrow 4)-glucopiranosas. Para los tecnólogos significa una entidad asintótica, con frecuencia denominada α -celulosa, que representa la parte insoluble en álcali de la pulpa de madera. Para el biólogo significa las finas microfibrilas de las paredes de la célula de las plantas, las que alcanzan un elevado grado de pureza en un grupo de algas verdes, tales como la *Valonia*, *Cladophora* y *Chaetomorfa*. Este grupo de personas se ha ocupado no únicamente en estudiar la estructura química de la celulosa y de sus reacciones, sino también de sus propiedades físicas, morfológicas y biológicas interrelacionadas.

El rayón y el celofán son preparados de celulosa. Los acetatos de celulosa se estiran en filamentos delgados con los que se confeccionan tejidos; también son de acetato de celulosa las modernas películas fotográficas; con los acetatos de celulosa también se pueden elaborar los vidrios inastillables de seguridad y ciertos materiales de moldeo. Los éteres de celulosa se emplean en la elaboración de aparejos para papel, adhesivos, jabones y resinas sintéticas con una mezcla de ácidos nítrico y sulfúrico, la celulosa forma una serie de compuestos inflamables y explosivos conocidos como nitratos de celulosa o nitrocelulosas.

b) AISLAMIENTO DE LA CELULOSA Y DE LAS HEMICELULOSAS

Las paredes celulares de la planta en la madera están formadas por celulosas y hemicelulosas enlazadas mediante la lignina, un polímero aromático altamente oxigenado, con un esqueleto de fenilpropano que se repite. Sobre esta matriz se deposita una mezcla de compuestos de bajo peso molecular llamados extractivos. Debido a la diversidad de sustancias extractivas que se presentan en distintas especies, ningún solvente aislado es eficaz para su aplicación a todas las maderas. Entre los solventes que se utilizan para eliminar los extractivos están los siguientes: éter

de petróleo, éter etílico, metanol, etanol, acetona, benceno, mezcla de etanol-benceno(1:2) y agua. Por lo general, la extracción se lleva a cabo utilizando un extractor tipo soxlet.

Antes del deslignificado puede eliminarse una parte de las hemicelulosas. Sin embargo, es necesario en la mayoría de los casos, eliminar la mayor parte de la lignina antes de que puedan aislarse las porciones más importantes de la hemicelulosa o de la celulosa. Los procesos en el laboratorio para la deslignificación se basan principalmente en la reacción de la madera húmeda con cloro gaseoso, o en la digestión con una solución acidificada de clorito de sodio. El método clásico de Cross y Bevan para el aislamiento de la celulosa incluye alternadamente el clorado y la extracción con una solución acuosa de sulfito de sodio en caliente. El procedimiento logra la eliminación de una parte considerable de las hemicelulosas, a la vez que de la lignina. Otros tratamientos que eliminan esencialmente toda la lignina dejando sin atacar los carbohidratos, llevan a la preparación de la holocelulosa. Esta se puede preparar en el laboratorio mediante clorado y extracción con una solución alcohólica caliente de monoetanolamina, la acción de los dos reactivos se va alternando.

Las hemicelulosas se separan de la celulosa mediante extracción, usando preferentemente una preparación de holocelulosa con soluciones alcalinas acuosas a la temperatura ambiente aproximadamente. La extracción efectiva de las hemicelulosas y la fragmentación parcial con solventes se lleva a cabo con reactivos como el hidróxido de sodio al 5%, el hidróxido de sodio del 16 al 18%, o el hidróxido de potasio al 24%.

Para lograr el aislamiento cuantitativo de la celulosa de madera, se comienza por eliminar la lignina con ácido cloroso. La holocelulosa que resulta se extrae exhaustivamente con solución acuosa de hidróxido de sodio al 24% a la que se agrega 4% de ácido bórico para eliminar las hemicelulosas. La celulosa, obtenida con rendimiento casi cuantitativo, usualmente contiene sólo vestigios de los residuos de manosa y xilosa, y por hidrólisis produce D-glucosa. El espectro de los rayos X es el de la celulosa II. Sin embargo, la celulosa queda degradada, habiendo bajado el grado indicado por el número promedio original de polimerización desde casi 5 000, hasta valores entre 200 y 700. Para el aislamiento cuantitativo de la celulosa sin degradarla, debe en primer lugar nitrarse directamente la madera con una mezcla de ácido no degradante, de manera que la celulosa obtenida aparezca en forma de nitrato. Este material puede utilizarse para determinar el peso molecular de la celulosa.

c) LIGNINA

La lignina⁵ es el componente estructural que suministra a la madera sus propiedades únicas elásticas y de resistencia. En contraste con la formación de la celulosa, presente en todas las plantas, la formación de la lignina es esencialmente única en las plantas vasculares, las que crean tejidos que se especializan en funciones tales como el transporte de las soluciones acuosas y el apoyo mecánico. Las plantas primitivas, que no tienen tejidos celulares diferenciados, tales como algas, hongos y musgos, no contienen lignina, debido, aparentemente, a que sus aglomeraciones celulares no requieren el uso de las características de protección y apoyo que brinda la lignina. Además de proteger los elementos vasculares de la madera contra el colapso

celular, al reforzar mecánicamente las paredes de la célula, la lignina tiene un papel importante como agente de refuerzo mecánico aplicado a la totalidad del árbol.

La lignificación pasa así a ser una consecuencia no sólo del desarrollo del sistema conductor del agua, sino también de la necesidad del árbol, que ha de soportar una copa situada muchos metros por encima del nivel del suelo. Tal necesidad se atiende reforzando la resistencia mecánica de las fibras celulósicas mediante un material que absorbe las fuerzas de compresión: la lignina. Además de las funciones reconocidas de la lignina como sellador y agente de refuerzo estructural, se ha descrito también la lignina como un auxiliar en la eliminación de los desperdicios metabólicos.

Para el productor de pulpa y de papel, la lignina es el ingrediente indeseable de la madera que ocasiona la mayoría de los problemas que surgen durante la producción de pulpa. De no ser por la lignina no resultaría necesario aplicar reactivos fuertes alcalinos o ácidos para la deslignificación química de la madera a fin de obtener pulpa y productos de papel. Debido a que el objetivo primario en la producción de pulpa consiste en la liberación de las fibras celulósicas, deberá entenderse que la producción de pulpa es el arte consistente en eliminar la lignina de los tejidos de las plantas leñosas. Además, la lignina experimenta cambios químicos más severos durante la producción de pulpa que la celulosa. Por tal razón es evidente que una buena comprensión de la estructura de la lignina, su razón de ser, sus funciones en el árbol, sus propiedades físicas y químicas, y su conducta reactiva son de la mayor importancia cuando se trata de comprender y de controlar en forma racional los procesos orientados a la producción de pulpa.

2.2. FABRICACIÓN MANUAL DE PAPEL

El proceso básico de la fabricación de papel⁴⁴ no ha cambiado a lo largo de más de 2 000 años, e implica dos etapas: trocear la materia prima en agua para formar una suspensión de fibras individuales y formar láminas de fibras entrelazadas extendiendo dicha suspensión sobre una superficie porosa adecuada que permita filtrar el agua sobrante.

En la fabricación manual de papel, la materia prima (paja, hojas, corteza, trapos u otros materiales fibrosos) se coloca en una tina o batea y se golpea con un mazo pesado para separar las fibras. Durante la primera parte de la operación, el material se lava con agua limpia para eliminar las impurezas, pero cuando las fibras se han troceado lo suficiente, se mantienen en suspensión sin cambiar el agua de la tina. En ese momento, la suspensión, llamada pasta primaria, está listo para fabricar el papel. La principal herramienta del papelero es el molde, una tela metálica reforzada con mallas cuadradas o rectangulares. El dibujo de las mallas se puede apreciar en la hoja de papel terminada si no se le da un acabado especial.

El molde se coloca en un bastidor móvil de madera, y el papelero sumerge el molde y el bastidor en una tina llena de esta pasta. Cuando los saca, la superficie del molde queda cubierta por una delgada película de pasta primaria. El molde se agita en todos los sentidos, lo que produce dos efectos: distribuye de manera uniforme la mezcla sobre su superficie y hace que las fibras adyacentes se entrelacen, proporcionando así resistencia a la hoja. Mientras se agita el molde, gran parte del agua de la mezcla se filtra a través de la tela metálica. A continuación se deja

descansar el molde, con la hoja de papel mojado, hasta que ésta tiene suficiente cohesión para poder retirar el bastidor.

Una vez retirado el bastidor del molde, se da la vuelta a este último y se deposita con suavidad la hoja de papel sobre una capa de fieltro. Después se coloca otro fieltro sobre la hoja, se vuelve a poner una hoja encima y así sucesivamente. Cuando se han colocado unas cuantas hojas de papel alternadas con fieltros, la pila de hojas se sitúa en una prensa hidráulica y se somete a una gran presión, con lo que se expulsa la mayor parte del agua que queda en el papel. A continuación, las hojas de papel se separan de los fieltros, se apilan y se prensan. El proceso de prensado se repite varias veces, variando el orden y la posición relativa de las hojas. Este proceso se denomina intercambio, y su repetición mejora la superficie del papel terminado. La etapa final de la fabricación del papel es el secado. El papel se cuelga de una cuerda en grupos de cuatro o cinco hojas en un secadero especial hasta que la humedad se evapora casi por completo.

Los papeles que vayan a emplearse para escribir o imprimir exigen un tratamiento adicional después del secado, porque de lo contrario absorberían la tinta, y el texto y las imágenes quedarían borrosas. El tratamiento consiste en aplicarle apresto al papel sumergiéndolo en una disolución de cola animal, el papel aprestado se deja secar y se prensa entre láminas de metal o de cartón liso. La intensidad del prensado determina la textura de la superficie del papel. Los papeles de textura rugosa se prensan ligeramente durante un periodo relativamente corto, mientras que los de superficie lisa se prensan con más fuerza y durante más tiempo.

2.2.1. FABRICACIÓN MANUAL DE EL "PAPEL AMATE"

Actualmente en México, se hace papel de buena calidad y de gran demanda para hacer trabajos artísticos llamado, papel Amate⁴⁰.



Fotografía 2. Trabajos artesanales elaborados con papel amate.

El amate se elabora en el pueblo de San Pablito Pahuatlán³⁶ (ubicado en la sierra norte de Puebla, cerca de el estado de Hidalgo, en la republica mexicana), donde se elabora de la siguiente manera:

La materia prima que se utiliza es la especie de árbol conocido como jonote colorado, que a decir de los pobladores se da en cualquier época del año y no hay que esperar a que madure; el jonatero con su machete hace una incisión en la parte baja del árbol para arrancarle la corteza, esta misma se deja secar durante varios días. Una vez seca se pone a cocer en un perol grande con agua, mucha cal y un poco de ceniza. Se agita con una pala de madera de encino continuamente durante cuatro o seis horas hasta que esté blanda. Luego de que termina de cocerse se lava, porque suelta un color rojo proveniente de la raíz del árbol.

Una vez que la corteza está suave, se enjuaga, se desmenuza en tiras delgadas y se pone a escurrir. Cuando la fibra esta lista, limpia y blanda (fotografía 3), y ya a sin el exceso de agua, se selecciona una tabla llamada muixté (fotografía 5), que es donde se va a trabajar la fibra de acuerdo al tamaño que desean para el papel (el tamaño normal de la tabla es de 30 x 20 centímetros). La fibra se distribuye en tiras para formar una cuadrícula. Después para macerar la fibra, utilizan una piedra de origen volcánico, que ellos llaman muini-to o aplanador (fotografía 4), con este golpean constantemente para lograr que las fibras se entrelacen. Esto nos da una de las características de este papel: la parte que está en contacto con la tabla es lisa mientras que la otra cara es áspera e irregular. Algunas veces hay una piedra más que sirve para esparcir, unir y pulir la superficie del papel.



Fotografía 3. Fibras de el árbol Jonote



Fotografía 4. Piedra o muini-to



Fotografía 5. Tabla o muixté para elaborar el papel Amate

Al final se arreglan las orillas para que queden alineadas y una vez realizado este trabajo, las hojas de papel se ponen a secar al sol y aire. Ya secas las láminas se desprenden y ya está hecho el papel!. Se producen hojas de diferentes dimensiones desde 75 por 50 centímetros, que es el más común, y hasta hojas de dos por un metro. El tiempo invertido para tener este tipo de papel desde la cocción hasta el último paso del secado abarca de 7 a 9 horas dependiendo de que tan soleado este el día, según una artesana del pueblo de San Pablito Pahuatlán.

Existen variedades de color en el Amate, siendo las más comunes el blanco, el moteado y el café oscuro, pero también podemos encontrar colores como; el bayo (amarillo claro), verde y púrpura, este último casi no se encuentra, ya que es el color favorito de exportación. Había distintos tipos de Amates que proporcionaban el color en forma natural, no había necesidad de utilizar tintes, sin embargo, en este siglo XXI, ya no es tan fácil conseguir esa variedad de árboles, por lo que están utilizando algunos colorantes y blanqueador a base de cloro para obtener papel Amate blanco.

2.3. FABRICACIÓN MECANIZADA DEL PAPEL

Aunque los procedimientos esenciales de la fabricación mecanizada de papel son los mismos que los de la fabricación manual^{5, 6}, el proceso mecánico es más complicado. La primera etapa es la preparación de la materia prima. Los materiales más usados hoy día son la pulpa de madera y trapos de algodón o lino. En la actualidad, más del 95% del papel se fabrica con celulosa de madera. Para los papeles más baratos, como el papel prensa empleado en los periódicos, se utiliza sólo pulpa de madera triturada; para productos de más calidad se emplea pulpa de madera química, o una mezcla de pulpa y fibra de trapos, y para los papeles de primera calidad se utiliza sólo fibra de trapos.

2.3.1. PRIMERA ETAPA

FLUJO DE MATERIAS PRIMAS

Los métodos disponibles para obtener madera son numerosos, en la figura 1, se presenta un diagrama de flujo en el que se indican los distintos caminos de cómo se obtiene la materia prima, desde el cortado del árbol en el bosque, hasta la fabricación de pulpa, señalando las variaciones respecto a los métodos de astillado. Se trata de un cuadro generalizado de los principales esquemas del movimiento, pero se aclara que no cubre todas las situaciones posibles que existen en el mundo, sin embargo se basa en los modelos que tiene Estados Unidos y Canadá, importantes países productores de papel.

La división entre maderas aserradas y árboles enteros es totalmente arbitraria. En la primera categoría se incluyen prácticas tales como los cortes libre y selectivo, sin distinción en cuanto a la procedencia de los árboles (práctica que todavía se usa en algunas partes del mundo). La segunda categoría incluye los adelantos más recientes en el aserrado, enfatizando el uso de la madera delgada (puntas y ramas), desperdicios del aserrado, troncos de desecho, talas o partes de árbol que en general no se utilizan para su conversión en madera o para obtener pulpa.

Como se observa en la figura 1, hay tres tipos diferentes de astillas que se producen: la astilla residual, la de troncos, y las astillas de árbol entero. Las astillas residuales son las más utilizadas en la industria del papel por su calidad. Consiste únicamente en que después del descortezado de los árboles, se procede al astillado, obteniendo astillas de buena calidad para una pulpa limpia de contaminantes. A continuación se explican los pasos de la *figura 1*, sin un orden necesariamente.

a) ASTILLADO DEL ÁRBOL ENTERO

Las astillas⁵ de árbol entero se han utilizado como fuente auxiliar de fibra durante períodos de escasez, pero, en general, estas astillas se consideran de una calidad inferior con respecto a los otros dos tipos.

Esta técnica tiene como objetivo utilizar la totalidad del árbol, es decir todas sus partes (raíces, troncos, ramas y hojas). Sin embargo, la mayoría de las operaciones bajo este nombre, implican únicamente el astillado de los vástagos y/o troncos, pero no el de las ramas y las raíces, así que el término de astillado de árbol entero no es del todo correcto, pero se le sigue llamando así por costumbre.

Antes que fuera implementada esta técnica para el aprovechamiento eficiente de las cosechas para obtener pulpa, se desperdiciaba mucha madera proveniente de troncos derribados por el viento, troncos hendidos, troncos retorcidos o troncos podridos, estos restos se dejaban, ya que el ingreso económico que se obtenía de convertirlos en madera aserrada no siempre justificaba el costo de su recolección y transporte. Algunos de estos materiales de desecho contienen madera adecuada para obtener pulpa, y por ello, actualmente la industria del papel los incluye en su producción. Estos materiales de desecho son más fáciles de convertir en astillas en el punto de su recolección, o cerca del mismo, en vez de transportarlos al punto en que se

encuentran las fábricas. Por ello se han fabricado astilladores portátiles accionados por motores diesel; éstos se pueden transportar a los bosques llevándolos a cualquier lugar a donde pueda llegar el camión que los transporta.

Desde el punto de vista del fabricante del papel, la calidad de la astilla resultante, varía de excelente calidad hasta de inaceptable, y es que, hay astillas procedentes de especies mezcladas con o sin corteza, con grandes cantidades de madera podrida. La corteza del árbol resulta un contaminante al momento de hacer pulpa, ya que, si se deja la corteza, la pulpa resulta sucia, oscura y débil para la elaboración de papel de calidad.

Existen algunas medidas adicionales al producir pulpa con astillas de árbol entero, y son: un mantenimiento frecuente del equipo, reactivos químicos para obtener la pulpa, así como para el blanqueo, y equipo de cernido, lo cual aumenta los costos de manufactura. En algunos casos las astillas del árbol entero resultan tan costosas de producir como las astillas residuales normales. La mayoría de las fábricas evitan el empleo de las astillas del árbol entero siempre que pueden hacerlo. Sin embargo, al aumentar la demanda de madera, muchas fábricas vuelven a utilizarlas, a fin de mantener una producción plena.

Árboles en el bosque:
vivos, muertos, parados, tendidos, etc.

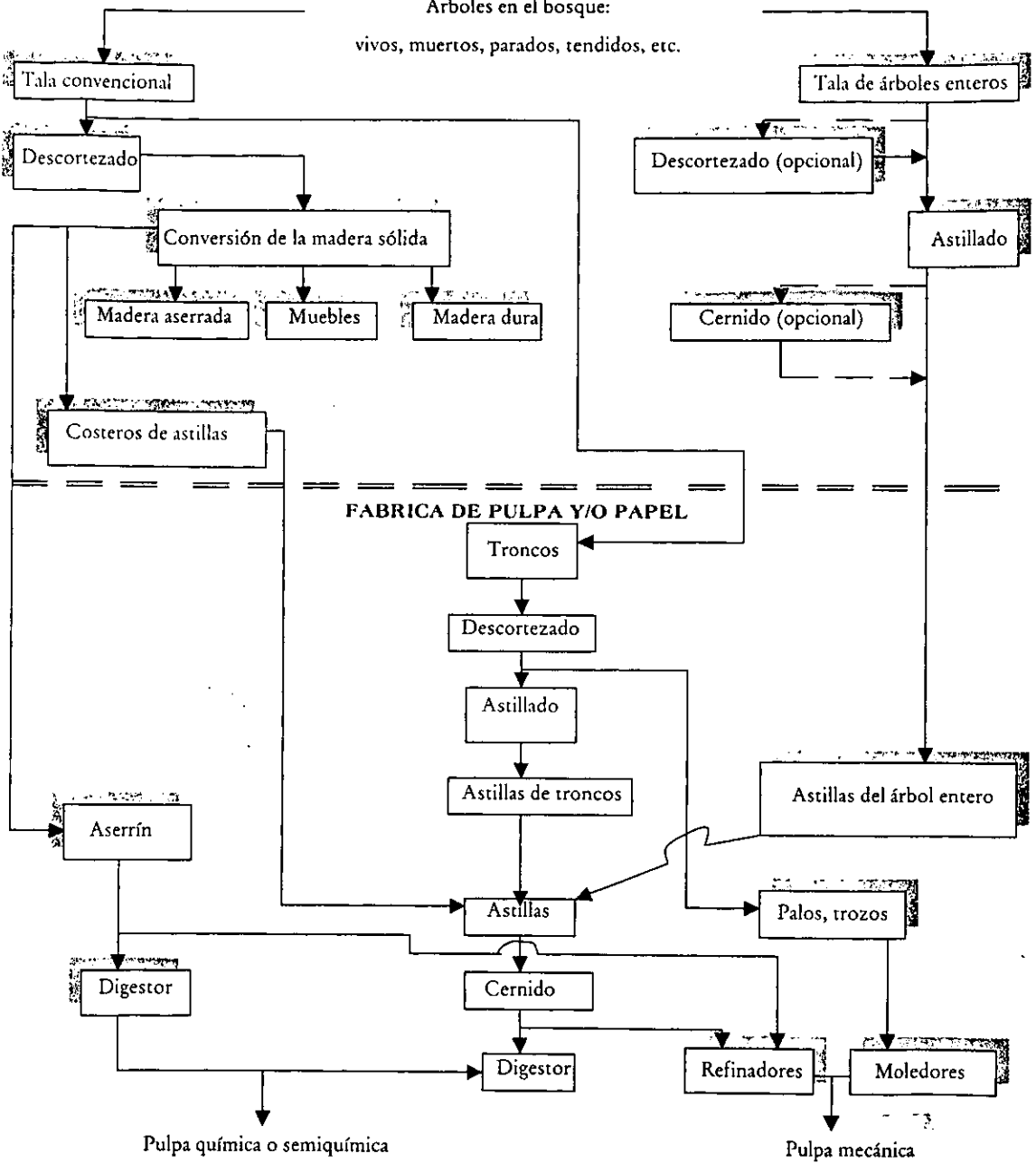


Figura 1. Diagrama de obtención de la fibra para las fábricas de pulpa vegetal³.

b) NORMAS DE TALADO

Los métodos básicos⁵ de talado varían considerablemente en todo el mundo, dependiendo de factores tales como clima, terreno y tamaño del árbol. En Norteamérica el clima influye notablemente en la determinación de la estación para la tala. Esta se lleva a cabo en invierno en el Canadá oriental y central, porque el terreno es pantanoso y queda helado en invierno. En el noroeste la tala se realiza en verano, porque en el terreno montañoso se registran intensas lluvias y grandes nevadas que hacen el viaje difícil y peligroso e imposible en invierno. En el sudoeste puede hacerse la tala durante todo el año, por razón de que el clima es templado y el terreno plano.

c) MECANIZACIÓN DE LA COSECHA

Por medio de los taladores mecánicos terrestres o aéreos, se puede cortar⁵ el árbol por su base sosteniéndolo verticalmente mediante abrazaderas montadas en brazos móviles. Después del corte, se lleva al árbol a una posición horizontal sobre el terreno o para colocarlo sobre un trailer. Para cortar las ramas a lo largo del tronco se utiliza el talador aéreo (es un brazo mecánico con sierras circulares desplazado por un helicóptero) o sierras de cadena, y estos métodos despojan al árbol de sus ramas.

d) TIEMPO PARA COSECHAR

La época del año en que el árbol se corta tiene importancia secundaria en relación con la producción de pulpa⁵. La mayor parte de la madera para pulpa se almacena durante periodos indefinidos después de ser cortada, y el tiempo que transcurre entre el corte y la producción de pulpa no tiene importancia fundamental. Sin embargo, algunas especies se pueden descortezar más fácilmente en primavera y a principios del verano, en lugar de hacerlo en otras épocas del año. El corte y descortezado de estas especies es más eficaz durante dichos periodos críticos. Los troncos cortados en invierno pueden quedar helados o recubiertos con hielo y nieve; esta situación puede afectar la operación de astillado. Sin embargo, los troncos pueden estar más limpios en invierno, ya que fundamentalmente se cubren de nieve y de hielo del suelo, en contraste con la arena y la tierra que los recubren en verano y es que la tierra causa daños en los equipos de astillado, así como ser origen de contaminación de la pulpa y del papel.

e) CORTE LIMPIO

A la costumbre de cortar todos los árboles de una zona determinada, en oposición al corte selectivo, se le conoce como corte limpio⁵. Los troncos de la mejor calidad van a los aserraderos y a las fábricas de madera contrachapada; las especies secundarias o de desecho se envían a las fábricas de pulpa. La práctica del corte limpio puede afectar o no a la calidad de la madera para obtener pulpa. Las fábricas que utilizan madera residual son las menos afectadas, ya que se encuentran a uno o más pasos de las operaciones realizadas con la madera, y dependen de los aserraderos en cuanto a la obtención de las cantidades adecuadas de astillas de una calidad y especie determinada. Si la fábrica de pulpa recibe troncos para preparar sus astillas, resultará afectada por los procedimientos aplicados en el corte limpio.

f) CORTE SELECTIVO

Este tema⁵ cubre una amplia variedad de prácticas, desde el corte de árboles gigantes en los bosque vírgenes, hasta las normas de clareado. En el pasado, la tala no era selectiva porque no resultaba práctico el corte limpio, y es que, se utilizaban sierras manuales y equipos rudimentarios para el transporte. Eran muchos los árboles que resultaban dañados por la caída y transporte de los que habían sido seleccionados, pero este daño era consecuencia incidental de la tala de árboles gigantescos escogidos.

En términos generales, en un bosque bien administrado hay dos opciones para obtener madera:

- 1) Respetar al bosque sin talarlo, en un periodo a corto plazo, es decir, de cinco a veinte años y cortar todos los árboles al terminar dicho período.
- 2) Respetar al bosque sin talarlo, en un periodo a largo plazo (de 20 a 80 años) y permitir una o más cosechas efectivas de los árboles de baja calidad (procedimiento conocido como clareado), durante dicho período.

En un área con buena reforestación natural, las simientes pueden echar raíz a distancias de pulgadas, literalmente, lo que da por resultado una competencia para obtener nutrientes como son, el agua, la luz del sol, así como provocar una alta tasa de mortalidad. Los sobrevivientes tienen un crecimiento atrofiado. Sin embargo, si los árboles más pequeños y deformados se cosechan en distintos momentos de la vida del grupo (es decir, a los 15, 30 y 45 años) llevándose a cabo una tala final entre los 60 y los 70 años cabe esperar una cosecha total más cuantiosa. Los sobrevivientes del clareado experimentan períodos de rápido crecimiento, consecuencia de la eliminación de la competencia en busca de alimentos y agua. Como únicamente quedan en pie los árboles seleccionados, los mejores de entre ellos están disponibles para la cosecha final.

El clareado representa una fuente importante de fibra para la industria del papel, en general, con este procedimiento, la madera es buena y sin podredumbre. Aun cuando hay una proporción mayor de fibras juveniles en estos árboles del clareado que la que se encuentra en la madera madura, esto puede ser una ventaja, al producir un papel con buenas cualidades mecánicas (resistencia tensil, de rotura y de plegado). Se ha observado que los árboles del clareado producen astillas de calidad y buen papel.

g) LOS ÁRBOLES COMO COSECHA

La administración forestal⁵ considera a los árboles como un producto que se puede cosechar, por lo que puede programarse su aprovechamiento. En el pasado, el período de rotación se estimaba usualmente en períodos de décadas, variando desde lo más bajo, a los 10-15 años en el caso de los pinos meridionales, hasta 60-80 años para los abetos Douglas del noroeste. Sin embargo, ciertas especies de maderas duras tales como el sicómoro y el álamo, pueden reproducirse vegetativamente por clonado, es decir, los árboles nuevos saldrán de las raíces o chupones en lugar de hacerlo de la simiente. Estos árboles se examinan con vistas a la cosecha de uno a tres años. La ventaja de este sistema de administración consiste en que tratándose de

árboles de menor diámetro, plantados en filas, el cosechado mecánico minimiza sus costos. Además, la zona cosechada no requiere volver a ser sembrada, ya que los árboles nuevos saldrán del sistema de raíces ya existente.

La calidad de la pulpa que se logra con esta madera no es igual a la de la pulpa procedente de las maderas suaves normales, pero es adecuada para su empleo como pulpa de relleno en los grados de pureza del papel en que la masa y la suavidad son importantes en tanto que no es fundamental lograr una resistencia elevada.

h) CULTIVO DE ÁRBOLES A PARTIR DE TEJIDOS VIVOS

Aún cuando los árboles se reproducen normalmente por simiente, o en el caso de algunas especies, en forma vegetativa, los especialistas en genética han podido reproducir árboles en el laboratorio utilizando los tejidos en crecimiento de los árboles vivos aplicando la técnica de cultivo de tejidos⁵. El valor principal de esta técnica consiste en que puede producirse así un duplicado exacto del árbol padre por duplicación de los cromosomas, ya que el árbol nuevo puede lograrse de una sola célula. La producción normal por conducto de simientes introduce variaciones genéticas, con una variación inherente en la progenie, consecuencia de la mezcla de los cromosomas de los árboles padres. Si se aplican los métodos de cultivo de tejidos no hay límite en cuanto al número de replicas perfectamente formadas que pueden lograrse sacándolas de un árbol seleccionado. Es posible visualizar bosques enteros de árboles idénticos, todos sacados de un árbol padre y todos iguales en todos los aspectos. Este método para ayudar a los bosques en la demanda de papel ya se está aplicando actualmente, y se espera que en pocos años sustituya la manera tradicional para obtener pulpa para papel, y es que, los beneficios a corto plazo serán prometedores para el medio ambiente, ya que la próxima generación de árboles para la cosecha de la producción de pulpa, se repondrán rápidamente.

i) DESCORTEZADO

Este método⁵ es de gran utilidad para la obtención de papeles de calidad, y consiste en eliminar la cantidad máxima de corteza, dejando la madera sin daños, es decir, intacta. La cantidad de corteza tolerable depende de las operaciones de la fábrica de pulpa y de su equipo, así como del uso al que se dedica la pulpa. La mayoría de las fábricas procuran tener como máximo 1% de corteza por peso en las astillas, aunque con frecuencia rebasan este límite.

La corteza, es un contaminante en las fábricas de pulpa, da lugar a una menor eficiencia en la digestión, un mayor consumo de los productos químicos que se usan en la producción de pulpa, rendimientos gravimétricos y volumétricos más bajos en la pulpa, un consumo más elevado en los productos para el blanqueado, y por último, una pulpa más sucia y más débil.

Es evidente que ningún descortezado es eficiente al 100%, y la elección del descortezador depende del tamaño de la madera por procesar, los tres tipos principales de descortezadores son: el de tambor, el de anillo y el hidráulico. Esto no quiere decir que sean ni los más modernos y ni los más automatizados, pero sí los más usados.

ii) DESCORTEZADORES DE TAMBOR

Estos descortezadores⁵ son unidades de gran volumen, limitadas habitualmente al manejo de troncos de 1.2 a 2.4 metros (de 4 a 8 pies) y con pequeños diámetros. Los troncos entran por el extremo elevado de un tambor giratorio ligeramente inclinado, cuyo diámetro es de 3.7 a 4.6 metros (de 12 a 15 pies) y de 15 a 21 metros (de 50 a 70 pies) de largo. Al girar el tambor, los troncos saltan y rozan entre sí, quitándose la corteza por abrasión.

Mediante chorros de agua situados a lo largo del tambor se retiran los trozos de la corteza suelta, sacándolos por los lados perforados del tambor hasta llevarlos a una zona de eliminación. Al salir del tambor se revisan los troncos, y los que solo en forma parcial perdieron la corteza, vuelven a colocarse a la entrada del tambor para que nuevamente pasen por el mismo proceso. Los troncos aceptados pasan en forma normal al astillador. Los descortezadores de tambor trabajan mejor con troncos pequeños y cortos, de preferencia rectos, ya que los troncos retorcidos se descortezan mal, en las zonas alrededor de los nudos. Se requiere cierta cantidad de agua para lograr una operación eficiente. En la actualidad este volumen de agua no se puede eliminar sin someterlo previamente a un tratamiento primario y/o secundario. La mayoría de las fábricas filtran las partículas sólidas y vuelven a enviar el agua filtrada hacia el tambor. En última instancia esta agua figurará entre los desperdicios y habrá que tratarse.

iii) DESCORTEZADORES DE ANILLO

Usualmente estos descortezadores⁵ funcionan con poca agua o ninguna, evitando así el problema de contaminación correspondiente a los otros dos tipos de descortezador. Los troncos se descortezan en estas unidades en forma individual, alimentándolos horizontalmente por el orificio de un anillo montado verticalmente. Alrededor de la circunferencia interior del anillo se monta una serie de rascadores, los cuales se mueven hacia adentro hasta tocar el tronco. O bien se hace girar el tronco, o son el anillo y los rascadores los que dan vueltas, eliminando así la corteza por roce mecánico. El tronco pasa lentamente por el anillo, y todos sus lados quedan expuestos a la acción abrasiva de los rascadores. Debido a que operan un tronco por vez, estos descortezadores se utilizan usualmente sólo con troncos de un diámetro grande. Son populares en aserraderos y fábricas de madera contrachapada, y en los que se generan las astillas residuales que irán a las fábricas de pulpa. El largo del tronco no es problema, como tampoco lo es, el que el tronco esté torcido, ya que los rascadores se acoplan por sí mismos a los cambios en diámetro y forma. Si con el primer paso no resultó satisfactorio el descortezado, pueden los troncos volver al descortezador. La objeción más importante en relación con los descortezadores de anillo es el daño que sufre la superficie del tronco, dando lugar a que las fibras adyacentes sufran un daño físico. La importancia relativa de este daño que sufre la madera depende de muchos factores, tales como el porcentaje de las fibras dañadas en la pulpa final. Los descortezadores de anillo son mecánicamente simples y fácilmente transportables. Son una de las elecciones principales en la operación de descortezado en el bosque.

iii) DESCORTEZADORES HIDRÁULICOS

Son unidades adecuadas para troncos de gran diámetro y de seis a doce metros (20 a 40 pies) de largo; este tipo de troncos esta desapareciendo. En uno de los diseños del descortezador hidráulico⁵, el tronco entra en una cámara cerrada y se sujeta rigidamente, en tanto que una boquilla situada en al parte alta pasa a lo largo del tronco, con un chorro de agua que sale de la boquilla con presiones de casi 7 000 a 10 000 kPa (1 000 a 1 500 psi) que separa la corteza del tronco. Al final del recorrido se hace girar mecánicamente el tronco unos cuantos grados, y la espita lleva acabo otro pase. Un operador, separado por una ventanilla de seguridad, controla el procedimiento, y puede hacer que la boquilla pase dos veces sobre un recorrido determinado si con el primero no se descortezó correctamente el tronco en la primera ocasión. Cuando el tronco queda descortezado en la totalidad de los 360° de circunferencia, y a todo su largo, es lanzado y en seguida se introduce un nuevo tronco. El chorro de agua es sumamente poderoso y peligroso, y puede abrirse paso por un tronco grueso en pocos segundos. Se requieren grandes cantidades de agua para esta operación, y es imprescindible filtrar ésta antes de volver a usarla, o someterla a tratamiento antes de desecharla.

La instalación y el mantenimiento son relativamente costosos, debido a que la cámara es grande y requiere equipo auxiliar complicado. Las bombas capaces de proporcionar las elevadas presiones requeridas, son costosas y requieren un mantenimiento frecuente. La erosión causada a la propia boquilla por el chorro de agua a alta presión exige un frecuente cambio. Por lo contrario, este tipo de descortezado es muy eficiente para eliminar los últimos vestigios de corteza, con un daño mínimo a la superficie del tronco, y resultan menos afectados por los troncos torcidos o por los defectos de la madera.

J) ASTILLADO

La calidad de pulpa⁵ puede afectarse mucho a consecuencia de la operación de astillado. El barrido de los extremos de la astilla y el aplastamiento de las fibras las deterioran, lo que debilita la pulpa y el papel, por eso la importancia de este proceso.

DISEÑO DEL ASTILLADOR

La mayoría de los astilladores⁵ funcionan con base en un disco giratorio que ésta provisto de cuchillas situadas radialmente en su superficie y salen ligeramente de su plano. El tronco o la tabla se alimentan al disco giratorio, habitualmente con un ángulo de 45° en relación con el plano del disco. Las cuchillas cortan en astillas la madera, las que a continuación pasan por los agujeros del propio disco, para ser transportadas a continuación a los cernedores o al almacenaje. Los principios fundamentales de los astilladores son básicamente los mismos. Aunque pueden presentarse modificaciones de acuerdo al material que astillen (por ejemplo troncos completos o tablones).

Los astilladores comerciales de troncos se diseñan con discos de 230 a 380 centímetros (90 a150 pulgadas) de diámetro, en tanto que los astilladores para madera de desperdicios (tablones y puntas procedentes de los aserraderos) son en cierta medida menores. Los requerimientos de energía para los motores impulsores se determinan por razón del tipo del

material que ésta siendo astillado, variando desde un requerimiento bajo de 135 Kw.(180 hp) para troncos de 15 centímetros(6 pulg.) de diámetro, hasta llegar a 1 870kW(2 500 hp) para troncos con diámetro de 50 centímetros(20 pulg.). El filo y la calidad de corte de las astillas son vitales en la producción de astillas de calidad, por este motivo los astilladores se diseñan en forma que se tenga acceso fácil a las cuchillas, de modo que éstas se puedan cambiar cómoda y periódicamente. Esto se realiza casi una vez por cada ocho horas de trabajo, aún cuando no todas las cuchillas estén dañadas, se deberán cambiar inmediatamente, con la finalidad de reducir al mínimo la salida de astillas defectuosas. El daño a las superficies de corte puede tener lugar en cualquier momento en caso de que aparezcan materias extrañas, tales como clavos, piedras, o arena, cuando éstas entran en el astillador a la vez que los troncos.

ASTILLADO Y ASERRADO INTEGRADOS

Esta es una técnica⁵ que convierte los troncos en tabloncillos con dimensiones de acuerdo a las especificaciones en la industria del papel y además en astillas en una sola operación. El tronco descortezado se convierte en una pieza cuadrada o rectangular mediante cuchillas giratorias que eliminan astillas de cada uno de los cuatro lados del tronco, lográndose una producción máxima de madera. La pieza cortada pasa a un dispositivo con sierras múltiples, en el que en un solo paso se logran tablas dimensionadas, las que a continuación se pueden ajustar y rebordar en maquinaria convencional. Este método para convertir los diferentes tipos de troncos presenta ventajas como el ahorro de espacio y la integración de dos operaciones en una sola.

La calidad de las astillas procedentes de este tipo de operación son de más baja calidad en comparación con las astillas producidas por los astilladores convencionales de disco. La diferencia radica en la acción de astillado; los astilladores convencionales de disco, con cuchillas montadas radialmente, cortan a través del grano del tronco dando como resultado astillas de buena calidad, en tanto que las cuchillas planas, situadas perpendicularmente al eje del tronco, cortan las astillas en forma paralela al grano, el corte con las cuchillas parece dañar a las fibras, lo que da por resultado una pulpa y un papel más débiles.

CERNIDO DE LAS ASTILLAS

La distribución por tamaño es la especificación más importante en cuanto a la calidad de la astilla. El material producido por los astilladores varía desde pequeñas partículas hasta largas astillas y la masa habrá de cernirse para seleccionar las astillas del tamaño adecuado.

El cernido⁵ de las astillas puede llevarse a cabo en uno de varios puntos, dependiendo de la fuente y el flujo de materias primas. Con frecuencia, las astillas residuales se ciernen en el aserrado antes de su entrega a la fábrica de pulpa, con la opción de que la astilla sea cernida de nuevo en dicha fábrica. Sin embargo, las astillas producidas en una fábrica de pulpa se ciernen una sola vez.

El cernido es una técnica sencilla: se hace pasar un flujo de astillas no clasificadas por una serie de cernidores con aberturas de tamaño decreciente; estos tamaños se eligen previamente; los cernidores planos son los más usados, y sus aberturas pueden ser redondas, cuadradas o de rendija. El cernidor se mueve en forma oscilante o giratoria a fin de facilitar el movimiento de las

astillas. En la mayoría de las operaciones comerciales basta con dos cernidores: 1) uno con aberturas grandes, en general de 25 mm (una pulg.) de diámetro, para eliminar las de un tamaño excesivo, y 2) un cernidor menor, de 6 a 9 mm (1/4 o 3/8 de pulg.) para eliminar los finos o de tamaño reducido. Las especificaciones correspondientes a tales astillas indicarán, "menos una pulgada, más 1/4 a 3/8 de pulgada", lo que significa que la fracción aceptada pasará por un cernido o criba de una pulgada pero quedará retenida en otro de 1/4 o 3/8 de pulgada. El tamaño de la astilla se determina más habitualmente durante el proceso de producción de pulpa.

La eliminación de las astillas que exceden del tamaño máximo o no llegan al mínimo, se basa en estándares prestablecidos. Con frecuencia, las de mayor tamaño son devueltas para volver a ser astilladas y las de tamaño reducido o finos pueden mezclarse con aserrín para la producción de pulpa, o bien alimentan a otras líneas de producción de madera, tales como la de tableros. Pueden emplearse para la recuperación de energía quemando las partículas más finas.

MEDICIÓN DE LA MADERA Y LAS ASTILLAS

La madera, las astillas y el aserrín para combustible pueden medirse⁵ volumétrica o gravimétricamente, no obstante existen problemas de interconversión. Existen métodos de medición para la madera que cumplen su finalidad como el medir la madera aserrada en función de su anchura (en pies de ancho; bd ft, donde un bd = una pieza sólida de madera aserrada de 12 pulg. y un grueso de una pulg.), otro método de medición es la cuerda (todavía usada); la cuerda estándar representa la cantidad de madera que puede amontonarse en un lugar con 4 pies de anchura por 4 de alto y 8 pies de largo (128 pies³), sin embargo persisten diferencias entre la medición y el procesamiento cuando la madera se convierte en astillas y pulpa. La pulpa y el papel se producen, se miden y se venden sobre la base de su peso. El volumen de madera sólida o de astillas que se meten a un digestor a fin de producir una tonelada de pulpa es, en general, de importancia secundaria. Lo más importante para el productor de pulpa es el peso en seco de la madera que se ha convertido en astillas. Una información exacta al respecto es difícil de lograr, sin embargo con la ayuda de aparatos de medición especiales para este propósito, se acercan a mediciones confiables casi exactas.

Las astillas de madera ocupan más espacio que la madera sólida de la que proceden, estas ocuparán de 2 a 2.5 veces tanto espacio como la madera sólida; el abeto Douglas, con un peso específico de 0.48, por ejemplo, pesa en forma de tronco aproximadamente 480 Kg/m³ (29 libras/pie³) en seco, tanto que un metro cúbico de astillas pesará casi de 190 a 208 Kg (12 a 13 libras/pie³). La densidad de masa de astillas se determina mediante variables tales como la densidad de la madera de origen, el contenido promedio de humedad y el tamaño promedio y la distribución en tamaño de las astillas. También influyen factores mecánicos, tales como la profundidad del lecho de astillas, el método que se usó para formar dicho lecho y el asentamiento que haya podido ocurrir con su transporte. Por esta razón, la densidad de masa de astillas del abeto Douglas puede variar hasta llegar al doble, de 128 a 256 Kg/m³ (de 8 a 16 libras/pie³) en seco. El volumen de astillas, aunque es importante por razones de su transporte, no preocupa demasiado a la fábrica de pulpa en cuanto a su almacenamiento, ya que las fábricas tienen capacidad adecuada para el almacenaje de las astillas. Adquiere importancia durante la producción

de pulpa, ya que las astillas con baja densidad de masa ocupan más espacio en el digestor por unidad de peso que el correspondiente a las astillas con elevada densidad.

Algunos factores típicos de conversión de madera sólida a astillas son los siguientes:

1 000 bd ft de madera aserrada son 2 000 pies³ de astillas

1 000 bd ft de troncos son de 400 a 470 pies³ de astillas(11 a 13 m³)

Una unidad volumétrica de aserrín contiene 80 pies³ de madera sólida(2.26 m³)

Una unidad volumétrica de astillas contiene 72 pies³ de madera sólida(2 m³)

En resumen, la medición de la madera para su conversión en pulpa es fundamentalmente más correcta y más justa tanto para el comprador como para el vendedor cuando se lleva a cabo sobre una base del peso en seco. A medida que la madera se hace más escasa y más costosa, los métodos aplicables a la medición adquieren mayor importancia para la industria del papel.

CONTAMINACIÓN DE LAS ASTILLAS

La tierra y el metal se califican evidentemente como contaminantes⁵, pero las mezclas de diferentes especies de madera pueden ser o no clasificadas como tal. Las fábricas cuentan con especificaciones generales y propias para evaluar estándares de contaminación de las astillas. En forma análoga, ciertas especies coníferas son indeseables; por ejemplo, las astillas de cedro mezcladas con las del abeto Douglas o las del pinabete resultan indeseables por razón de la baja densidad del cedro y la posible corrosión que por tal motivo se ocasione en el digestor. Algunos contaminantes considerados por las fábricas de pulpa son: corteza, nudos, podredumbre parda y blanca, varias manchas, bolsas de resina, y perforaciones hechas por insectos.

Algunas fábricas lavan las astillas antes de llevarlas a producir pulpa, norma recomendable en el caso de los digestores continuos, se expulsa la arena y la tierra para prevenir un desgaste y erosión excesiva en los mecanismos de alimentación de las astillas. La presencia de metal indeseable causa problemas; los metales ferrosos pueden eliminarse haciendo pasar el flujo de astillas sobre imanes, pero los metales no ferrosos pasan con las astillas ocasionando daños, por eso es necesario analizar previamente las astillas para saber que tipo de madera se trata y que contaminantes posibles pueda contener, y es que, una mala calidad de las astillas afecta las operaciones en el proceso de la pulpa. Por ello, las fábricas de pulpa controlan la calidad de la astilla a fin de no permitir la entrada de contaminantes indeseables, o bien cuantifican el grado de contaminación para manejarlo con el máximo de eficiencia y tener un efecto mínimo en cuanto a la calidad de la pulpa.

2.3.2. SEGUNDA ETAPA

SELECCIÓN DE MATERIA PRIMA

RELACIONES ENTRE LA MADERA Y LA CALIDAD DEL PAPEL

En la industria del papel se sabe, que la calidad de la madera afecta la calidad de la pulpa y por último la del papel que se produce con dicha pulpa. La preferencia por las maderas suaves⁵ en

la producción de la pulpa sobre las maderas duras, se debe a que las maderas suaves tienen una preponderancia de traqueidas con promedio de 3 a 5 mm de largo, esta característica ayuda a producir papel más resistente que el que se origina con fibras de madera dura. No en todos los tipos de árbol se manifiesta esta cualidad, ya que en algunos casos las pulpas de madera dura son capaces de llegar a valores de resistencia iguales o incluso superiores a los correspondientes a las pulpas obtenidas con madera suave.

MADERA JOVEN Y MADERA MADURA

La madera joven⁵ es la que se forma durante las etapas iniciales del desarrollo del árbol, y, en general, se considera como limitada a los 10 o 12 primeros anillos anuales. La madera madura se forma a continuación, y es la madera que aparece en los anillos exteriores. No existe una línea clara de separación entre las maderas joven y madura en la mayoría de las especies, como la que puede, por ejemplo, existir entre el duramen y la albura. La diferenciación entre las fibras sólo puede realizarse mediante un examen microscópico. Las fibras de la madera suave joven son usualmente un poco más cortas y más delgadas de pared que las fibras maduras. Por esta razón puede predecirse que el papel hecho predominantemente con fibras jóvenes será más débil en cuanto a su resistencia a la ruptura, y más fuerte en cuanto a la resistencia de cohesión de las fibras (resistencia a la tensión, a la rotura y al plegado) que las que se observan en un papel hecho con madera predominantemente madura. La proporción de madera joven incluida en un suministro de astillas depende de la edad del árbol en el momento de la cosecha y del método aplicado al astillado. Si se astilla el tronco en redondo, deberán incluirse todas las fracciones de madera joven y madura; si las astillas son residuos del aserradero, muy pocas de ellas tendrán carácter joven, y la gran mayoría estarán constituidas por madera madura. Si se aplica el clareado en la selección de los árboles, las astillas tendrán lógicamente un elevado contenido de madera joven, ya que si se utiliza para producir pulpa, usualmente estará formado por árboles jóvenes y pequeños que se astillan en su totalidad. La calidad general de la madera joven para producir pulpa resulta satisfactoria, a menos que se haya presentado podredumbre, por lo que la industria del papel deberá aceptarla con pocas reservas.

2.3.3. LOS PROCESOS DE OBTENCIÓN DE PULPA PARA PAPEL

a) PROCESO MECÁNICO EN MOLINOS DE PIEDRA

Los procesos⁵ para obtener pulpa de madera son diversos y los actuales solo presentan pequeñas modificaciones respecto a los procesos. La explicación del proceso para obtener pulpa de madera es la siguiente:

El agua, con una presión de 350 kPa (50 libras por pulgada cuadrada) se lanza en forma de rocío uniforme a través de la cara de la muela por la parte baja de ésta, a la vez que rocía por su parte alta por dos ranuras practicadas en la piedra. El volumen requerido de agua rociada varía entre 20 y 60 l/kg de pulpa producida, según sea la consistencia que se quiera obtener de la pulpa en el pozo del molino. Así se forma una suspensión en el pozo situado bajo la muela. La parte baja de la muela está sumergida en la suspensión que se encuentra en el pozo, hasta una altura determinada por la elevación de las bandas que actúan como dique. La inmersión de la piedra

ayuda a limpiarla, lubricando su superficie, a la vez que actúa para enfriar y uniformar la temperatura de la piedra. Si se rocía bastante agua sobre la cara de la muela, podrán operarse los molinos sin recurrir a la inmersión en el pozo de la suspensión.

La pulpa excedente del pozo fluye sobre la compuerta para caer sobre la salida del material. Este contiene partículas burdas de madera que se deben eliminar antes de utilizar la pulpa para producir papel. La pulpa comienza por cernirse en una criba burda, denominada criba grande, a fin de eliminar las astillas y la madera no molida. Después pasa por pantallas sacudidoras, con perforaciones de 6.4 a 3.2 mm (1/4 a 1/8 de pulgada) las que eliminan astillas y fragmentos de menor tamaño. La materia pasa entonces a través de cribas primarias. Los rechazos procedentes de las cribas primarias se diluyen y vuelven a cernirse en las cribas secundarias. La pulpa aceptada, procedente de las cribas secundarias regresa al primer sistema de cribas y los rechazos van a un refinador que los muele, logrando menores tamaños. En general las cribas son de tipo giratorio; entre ellas se utilizan las Cowan, Waterous Mohawk, Voit y Waterous Hydrofoil. Es norma habitual emplear cribas escalonadas. En algunas fábricas integradas, la pulpa cernida procedente de la primera etapa se puede sacar para su uso en mejores grados de papel, en tanto que la pulpa procedente de la tercera etapa se aplica a la producción de grados más burdos.

La eficiencia en el cribado depende principalmente de la consistencia del flujo de pulpa hacia la pantalla, y el porcentaje tolerado de rechazos. Las normas para el cribado difieren en cierta medida entre Europa y Estados Unidos.

Los separadores centrífugos o limpiadores ciclónicos se usan para eliminar de la pulpa mecánica la tierra, las astillas cortas y gruesas, y los trozos de corteza.

Las colas o rechazos de las operaciones de cernido pueden utilizarse para producir papel burdo para envolver, o ser refinadas en refinadores de disco para ingresar de nuevo en el flujo principal. El material molido y refinación por disco que de esta manera se logra es tan fuerte y esta tan libre de pasta mecánica como los rechazos de donde proceden.

b) PROCESO QUÍMICO

En los procesos de tipo químico⁶, las astillas de madera se tratan con disolventes que eliminan la materia resinosa y la lignina dejando fibras puras de celulosa. Un proceso químico empleado en la actualidad es el que utiliza sulfato de sodio o de magnesio, se prepara la madera en una solución de esta sustancia y se digiere en un digestor a presión obteniendo la separación de los diferentes compuestos de la madera.

2.3.4. TERCER ETAPA

a) EL PROCESO PARA OBTENER PAPEL

Actualmente, la mayoría del papel se fabrica en máquinas Fourdrinier, similares a la primera máquina eficaz para fabricar papel, desarrollada en los primeros años del siglo XIX. A

continuación en la *figura 2*, se presenta un diagrama de flujo⁵ generalizado de los principales esquemas en el proceso para obtener papel.

Este proceso descrito, es la base del método para obtener papel a partir de pulpa de madera. Las fábricas de papel usan, omiten y modifican los pasos en el proceso de acuerdo a sus estándares, basados en la experiencia de hacer papel, pero la mayoría se basa en este cuadro general.

El corazón de la máquina Fourdrinier es una cinta sin fin de tela metálica que se mueve horizontalmente. La pulpa acuosa cae sobre la cinta, que va circulando sobre una serie de rodillos. Una pila poco profunda situada bajo la cinta recoge la mayor parte del agua que escurre en esta etapa. Esta agua se vuelve a mezclar con la pulpa para aprovechar la fibra que contiene. La extensión de la hoja de pulpa húmeda sobre la cinta se limita mediante tiras de goma que se mueven por los lados de la cinta. Las bombas de succión situadas bajo la cinta aceleran el secado del papel, y la cinta se mueve de un lado a otro para contribuir al entrelazado de las fibras. A medida que el papel avanza, pasa bajo un cilindro giratorio cubierto de tela metálica o de alambres individuales, llamado cilindro de afiligranar, que confiere al papel una textura apropiada. Además, la superficie del cilindro tiene letras o figuras trazadas con alambre que pasan al papel en forma de marcas de agua que identifican al fabricante y la calidad del papel. En los papeles fabricados a mano, las figuras de estas marcas se fijan a la superficie del molde.

Cerca del final de la máquina, la cinta pasa a través de dos rodillos cubiertos de fieltro. Estos rodillos extraen aún más agua de la tira de papel y consolidan las fibras, con lo que dan al papel suficiente resistencia para continuar pasando por la máquina sin el soporte de la cinta. La función de estos rodillos es la misma que la de los fieltros empleados en la fabricación manual. A continuación, el papel se transporta mediante una cinta de tela a través de dos grupos de cilindros de prensado de metal liso. Estos cilindros proporcionan un acabado liso a las dos superficies del papel.

Una vez prensado, el papel está totalmente formado; después se pasa por una serie de rodillos calientes que completan el secado. La siguiente etapa es el satinado, un prensado con rodillos fríos lisos que produce el acabado mecánico. Al final de la máquina Fourdrinier, el papel se corta con cuchillas giratorias y se enrolla en bobinas. La fabricación del papel se completa cortándolo en hojas, a no ser que se vaya a emplear en una imprenta continua que utilice el papel en rollos.

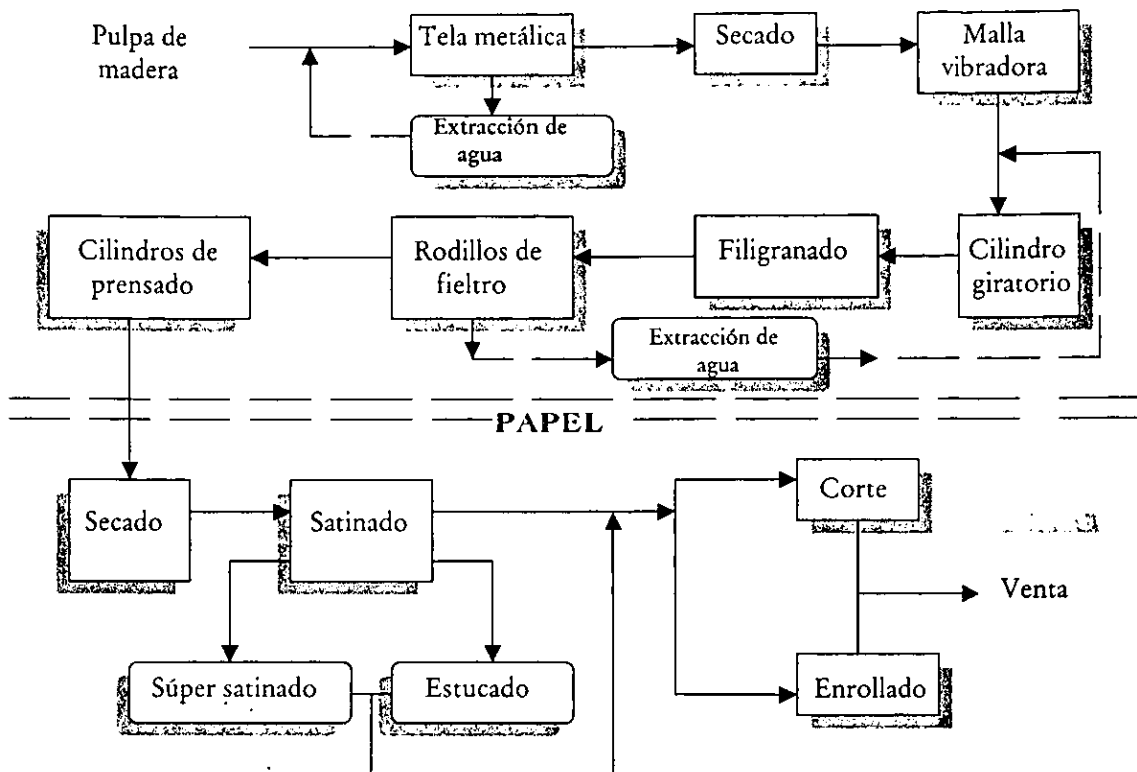


Figura 2. Diagrama de flujo para obtener papel a partir de pulpa de madera.

Los papeles especiales se someten a tratamientos adicionales. El papel súper satinado es sometido a un proceso posterior de satinado a alta presión entre rodillos metálicos y otros rodillos cubiertos de papel. El papel estucado, como el empleado para la reproducción fototipográfica de calidad, se prepara con arcilla o cola y se satina.

2.3.5. EL BLANQUEO

RAZONES PARA EL BLANQUEO

Las fibras naturales son coloridas por lo que como parte del proceso de fabricación del papel, debe hacerse un proceso químico. La primera entre las razones del blanqueo⁵ es la obtención de pulpa más blanca. En el caso de las pulpas químicas esto se logra mediante la eliminación de la lignina, siendo la eliminación de otros componentes un objetivo adicional del proceso de blanqueo. En el caso de la pulpa al sulfito se eliminan las resinas, los ácidos grasos,

ésteres de ácidos grasos y otros compuestos. Para ciertas clases de pulpas o cuando se emplean aquellas para la fabricación de productos absorbentes, es conveniente eliminar parte de la hemicelulosa. Para las pulpas que se van a disolver, la eliminación de la hemicelulosa tiene gran importancia para obtener la pulpa con las cualidades deseadas. Podría pensarse que el método más sencillo para blanquear consistiría en abrillantar los componentes coloreados en lugar de eliminarlos. La realidad es que lograr un elevado blanqueo de la pulpa sin eliminar otras sustancias es difícil y complejo.

La eliminación de la lignina durante el proceso de blanqueo puede considerarse como una continuación del proceso de cocción. En general, es imposible eliminar la lignina durante el proceso de cocción hasta el punto en que la blancura resulte satisfactoria. Tanto el rendimiento, como las propiedades de resistencia de las pulpas químicas, se reducirían excesivamente si durante el proceso de cocción se eliminara toda la lignina, por lo que es importante eliminar la lignina restante durante el proceso del blanqueo. Lo anterior se comprueba en el caso de las pulpas Kraft, ya que la lignina se pone tan oscura durante la cocción que es indispensable eliminar los últimos vestigios de ella durante el blanqueo, para obtener una pulpa con elevada blancura.

MÉTODOS PARA EL BLANQUEO

a) BLANQUEO REDUCTOR DE LAS PULPAS MECÁNICAS

BLANQUEO A LA DITIONITA

El blanqueo a la ditionita⁵ es el método de blanqueo reductor que más se utiliza. La forma preferida es la que aplica la ditionita de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$). La ditionita de Zinc, que se ha utilizado, y sigue utilizándose en cierta medida, es más estable que la de sodio y se puede producir en la fábrica, pero tiene el inconveniente de ser tóxica para los peces. La ditionita de calcio ha dado buenos resultados en el blanqueo, y es de aplicación más reciente.

REQUISITOS DEL BLANQUEO A LA DITIONITA

El blanqueo a la ditionita se realiza con baja consistencia, ya que la respuesta máxima en el blanqueo se obtiene con una concentración aproximada del 4%. El aire oxida fácilmente la ditionita y, a elevadas concentraciones, la pulpa contiene una cantidad considerable de aire, lo que da lugar a que una parte importante del agente blanqueador se pierda por oxidación. Con concentraciones muy bajas de pulpa, el agua contiene suficiente oxígeno para oxidar parcialmente el agente reductor. La temperatura influye directamente en la respuesta del blanqueador, ya que una temperatura baja es desfavorable, siendo la razón probable, el que la suspensión de pulpa contiene demasiado oxígeno. La blancura máxima se logra a 70°C. Si no hay oxígeno presente, se obtienen buenos resultados con el blanqueo a altas temperaturas. Estas condiciones se dan en la producción de pulpas mecánicas en refinadores de disco, ya que la atmósfera entre los discos está casi siempre saturada con vapor a 100°C.

El ácido ditiónico es un ácido bastante débil y la sal de sodio produce una solución alcalina. El pH disminuye rápidamente cuando se mezcla ditionita con la pulpa, debido a los

grupos ácidos que se forman como resultado de la reacción de blanqueo, y por la reacción entre la ditionita y el oxígeno presente en la pulpa. Sin amortiguación o adición de álcali, el pH será de 5 o menos al terminar el blanqueo. La blancura máxima se obtiene entre pH 5 y 6. El pH óptimo para el blanqueo con ditionita de Zinc es aproximadamente una unidad más baja que el correspondiente al blanqueo con ditionita de sodio. La velocidad de reacción en el blanqueo con ditionita es elevada, y es que el blanqueo termina después de 10 a 15 minutos. Después del periodo inicial de blanqueo se produce un ligero aumento en la blancura, durante dos horas por lo menos. Quizá el blanqueo en esta etapa lo ocasionan los productos de la descomposición de la ditionita. El tratamiento de la pulpa con SO_2 , a continuación del blanqueo con ditionita, da una blancura adicional, siendo esta blancura casi independiente del tiempo de blanqueo: No es probable que el lento efecto de posblanqueo, lo cause el sulfito que se forma durante el blanqueo con ditionita.

Puede obtenerse una respuesta bastante buena en el blanqueo con cantidades pequeñas de ditionita, pero el blanqueo parece resultar poco duradera cuando las dosis son bajas. Normalmente se emplea del 0.5 a 1.0% de ditionita, dando las dosis por encima del 1.0% sólo un blanqueamiento adicional muy pequeño.

INFLUENCIA DE LOS METALES EN EL BLANQUEO A LA DITIONITA

La madera contiene muchos elementos; en el pino, por ejemplo, se han detectado vestigios de 27 elementos. La cantidad de componentes metálicos varía con las especies de madera, apareciendo algunos de los metales no muy fuertemente unidos en la madera. En el Abeto es el manganeso el metal de transición más importante. El contenido en hierro es algo más bajo, pero el contenido de hierro en la pulpa puede ser alto a consecuencia de la contaminación ocasionada por el agua del proceso y por el equipo. En la madera molida, la concentración de iones metálicos, tales como el hierro y el cobre, puede diferir considerablemente del contenido en la madera, a consecuencia de la contaminación del procesado. El hierro férrico es amarillo, y su efecto es evidentemente nocivo para el blanqueo de la pulpa. Sin embargo, tanto el hierro ferroso como el hierro férrico afectan el blanqueo a la ditionita. El manganeso casi no produce efecto en el blanqueo con ditionita. El cobre, el níquel, el plomo y el cromo se encuentran presentes en concentraciones tan bajas, que no ocasionan efecto alguno. El aluminio tiene un efecto semejante al del hierro, aunque no tan marcado.

El efecto ocasionados por los metales en el blanqueo a la ditionita puede reducirse mediante la agregación de un reactivo formador de complejos (secuestrante). Los más eficaces de éstos son las sales de los ácidos aminocarboxílicos, tales como las sales sódicas (di o tetra sódicas) del ácido etilen diaminotetra acético (EDTA), y el dietilendiamino penta acetato de sodio (DTPA). Otros agentes secuestrantes son el ácido nitrilo triacético (NTA), el tripolifosfato de sodio (STP), y los citratos. Los fosfatos y los citratos tienen además un efecto amortiguador de la acción secuestrante, y se ha observado, por lo menos en un caso, el del acetato, que puede obtenerse una respuesta mejorada en el blanqueo con una acción amortiguadora igual a la que se obtiene con el agente secuestrante. El EDTA y el DTPA son compuestos estables, habiéndose puesto en duda su influencia para el medio ambiente. El tripolifosfato de sodio es un nutriente para la vida botánica y origina eutroficación. La adición de agentes secuestrantes al blanqueo con

ditionita aumentará la blancura de 2 a 4 unidades. El efecto es menor en el caso del blanqueo con ditionita de Zinc que lo que ocurre con el blanqueo con ditionita de sodio, especialmente si se utilizan los ácidos aminocarboxílicos, ya que estos forman complejos con el zinc que reducen su efectividad. Los iones de aluminio actúan en forma similar a la del zinc, y si se utilizan grandes cantidades de agua blanca (es el agua de recirculación del proceso), procedente de la fábrica de papel, para llevar a cabo la dilución, el aluminio puede tener poco efecto en el blanqueo a la ditionita. El agente secuestrante debe estar presente durante el blanqueo, a fin de obtener la máxima ganancia en blancura.

MÉTODO PARA EL BLANQUEO A LA DITIONITA

El blanqueo a la ditionita de la madera molida en piedra se realiza en una torre para blanquear o en un tanque (chest).

Las torres que se utilizan son de flujo ascendente. La consistencia en el blanqueo con ditionita va de 2 a 5%. Una mezcla completa y rápida de pulpa y reactivos del blanqueo es importante para mantener al máximo la respuesta al blanqueo. La pulpa deberá estar tan libre de aire como sea posible antes de agregar los reactivos, y la mezcla debe hacerse sin que se introduzca aire a la pulpa. El método habitual consiste en agregar los reactivos en el lado de succión de la bomba de materiales de la torre de blanqueo, aplicando un control de nivel para evitar la succión del aire hacia el sistema. La pulpa blanqueada se retira por la parte alta de la torre.

La solución para el blanqueo a la ditionita se prepara midiendo el polvo seco que se agrega al agua inmediatamente antes de que esta se mezcle con la pulpa. Los agentes secuestrantes pueden agregarse a la pulpa o a la solución de blanqueo. La solución de ditionita también se prepara en lotes, pero la solución no debe conservarse más de un día y se debe agregar álcali para estabilizar la ditionita.

Muchas industrias producen su propia ditionita de zinc, utilizando polvo de zinc y dióxido de azufre, o si la ditionita de sodio se prepara in situ usando borohidruro de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de azufre, los reactivos se encontrarán en solución, y podrán dosificarse fácilmente. Es necesario aplicar un buen sistema de control con el fin de mantener la producción de los reactivos de blanqueo al ritmo aproximado correspondiente a las exigencias del blanqueo, sin utilizar grandes tanques de almacenamiento para la solución de ditionita. Si se realiza el blanqueo en tanque, en ocasiones se agrega la ditionita a dicho tanque en la forma de polvo seco. Por lo general, este método da una mala respuesta en el blanqueo, porque la mezcla de la pulpa y los reactivos químicos se lleva a cabo lentamente y no puede evitarse que entre el aire, causando una oxidación en la pulpa afectando la blancura de esta.

Si el agua blanca se recicla para la dilución de la pulpa antes del blanqueo, se produce un descenso en el pH. En tales casos deberá agregarse hidróxido de sodio para conservar el pH al nivel óptimo para el blanqueo. Las soluciones de ditionita son corrosivas, y el agua blanca de las pulpas blanqueadas puede atacar los alambres de las máquinas de papel u otros equipos de la

fábrica. Todas las bombas y tuberías están construidas con material a prueba de ácidos, un ejemplo, es el acero inoxidable. Las torres de madera también son satisfactorias para el blanqueo a la ditionita, así como las torres de concreto forradas de ladrillo.

b) BLANQUEO OXIDANTE DE LAS PULPAS MECÁNICAS

BLANQUEO AL PERÓXIDO

El blanqueo oxidante⁵ de la pulpa mecánica se introdujo después del blanqueo reductivo, pero el blanqueo oxidante tiene ciertas ventajas sobre el blanqueo a la ditionita. La ganancia en blancura que se obtiene con el blanqueo oxidante puede ser mucho mayor que con el blanqueo a la ditionita, y los problemas de corrosión son menores en el caso del peróxido que con las pulpas blanqueadas con ditionita. El agente oxidante de mayor uso industrial es el peróxido.

El blanqueo con peróxido de las pulpas mecánicas, no presenta diferencias si es con peróxido de sodio o con peróxido de hidrógeno. Con el peróxido de sodio el pH resultará demasiado alto para un buen blanqueo, y por ello se agrega ácido sulfúrico para bajar el pH. Si se utiliza peróxido de hidrógeno, el pH será más bajo de lo requerido para una buena velocidad de reacción, de manera que se agrega un álcali. Otro procedimiento para ajustar el pH consiste en mezclar peróxido de sodio y peróxido de hidrógeno para obtener la alcalinidad óptima, la que deberá de ser inicialmente con pH entre 10 y 11.

OTROS REACTIVOS UTILIZADOS CON EL PERÓXIDO

Una simple mezcla de peróxido de hidrógeno y de álcali no produce los mejores resultados en el blanqueo. Usualmente se agregan uno o más productos químicos para mejorarlo. El que más se utiliza es el silicato de sodio; también se puede usar el sulfato de magnesio y los agentes secuestrantes, tales como el DTPA y los fosfatos.

El silicato de sodio tiene un efecto regulador sobre el pH en donde el peróxido está más activo como agente blanqueador. En el blanqueo al peróxido de la pulpa mecánica se utilizan cantidades bastante grandes de silicato de sodio. Por lo general, se utiliza una solución al 40% de silicato de sodio y aproximadamente 5% de este mismo se agrega en relación con el peso de la pulpa (2.0% de silicato del peso de la pulpa). El sulfato de magnesio se utiliza en pequeñas cantidades, por lo general del 0.05 al 0.2% del peso de la pulpa.

CONDICIONES DEL BLANQUEO CON PERÓXIDO

El blanqueo de la pulpa mecánica con peróxido se lleva a cabo en un medio alcalino. Parte del álcali lo suministrará el silicato de sodio, pero es necesario utilizar álcali adicional cuando el agente blanqueador es el peróxido de hidrógeno. Los mejores resultados en el blanqueo correspondientes a una determinada dosis de peróxido, dependen de la alcalinidad, la concentración, la temperatura y el tiempo de retención.

La concentración del peróxido en la pulpa es un factor importante, y la ganancia en blancura aumentará al aumentar la concentración. El blanqueo con peróxido se realiza en

concentraciones de entre 10 y 20%. La temperatura, tiempo de retención y alcalinidad son variables importantes una vez que se ha determinado la concentración. Hay una norma general que indica que deberá dejarse algún peróxido al terminar el blanqueo. Este peróxido residual óptimo es función de la dosis de peróxido, de la concentración, del álcali total, de la temperatura y del tiempo de blanqueo. Usualmente se deja una décima parte del peróxido agregado cuando se detiene el proceso de blanqueo. Las temperaturas para el blanqueo al peróxido va de 40 a 60°C. El tiempo óptimo de retención depende de la dosis de peróxido, pero por lo general va de 1 a 3 horas. La ganancia de blancura con el peróxido depende mucho más de la dosis de agente blanqueador que en el blanqueo con diatona.

c) CLORACIÓN

La aplicación de cloro como agente deslignificador es antiguo. Debido a la falta de equipo adecuado para manejar este corrosivo producto químico, el empleo del cloro para el blanqueo industrial no se puso en práctica sino en 1930. La cloración de la pulpa, en la forma en que usualmente se lleva a cabo, no presenta ningún efecto decolorante, y, en realidad, el color de la pulpa puede aumentar con la cloración. La importante función del cloro en el blanqueo consiste en convertir la lignina presente en la pulpa en compuestos solubles en agua o álcali. El cloro no se utiliza nunca como agente blanqueador único, sino que siempre se le emplea previo a la extracción por álcali, y en general le sigue el uso de otros agentes blanqueadores, tales como hipoclorito, dióxido de cloro o peróxido.

La cloración se lleva a cabo habitualmente con baja concentración, por lo general de 3 a 4%, y a la temperatura del agua a la que está la producción, lo cual tiende a dar una velocidad diferente de reacción según la estación del año y el clima. El cloro reacciona muy rápidamente con la pulpa, y la mayor parte de este se consume en pocos minutos. Sin embargo, se aplica un tiempo de retención que en general va de 30 minutos a 1 hora para la cloración, a fin de dar lugar a que los compuestos clorados se descompongan, y que los productos de la degradación se difundan, al salir de la fibra.

La dosis correcta de cloro es muy importante. Si se agrega muy poco cloro, resultará difícil lograr la blancura deseada; por el contrario si se aplica mucho cloro, este atacará los carbohidratos, y el resultado será una pulpa blanqueada con baja resistencia física. La dosis de cloro se basa en el número de cloro o de permanganato. Para la pulpa al sulfito se ha determinado que 0.95 por el número de Roe es la dosis óptima de cloro (El número de Roe= el número de gramos de cloro consumidos por 100g de pulpa sin humedad en 15 minutos a 25°C). El ataque sobre los carbohidratos se observa especialmente a alta temperatura. Para evitar o reducir este ataque pueden agregarse dióxido de cloro, ácido sulfámico o compuestos de amonio.

2.3.6. PRODUCTOS QUÍMICOS TÓXICOS GENERADOS POR LA PRODUCCIÓN Y EL BLANQUEO DE LA PULPA PARA HACER PAPEL.

Los productos químicos que se generan en los procesos de producción de pulpa⁷ y de blanqueo o que se extraen de la madera durante la producción de pulpa, son causas de contaminación. Los productos tóxicos no volátiles más importantes que se producen en el descortezado, en la producción de pulpa al sulfito, en la producción mecánica y en el blanqueo, se presentan en la *tabla 1*. Los compuestos de azufre volátil reducido, tales como el sulfuro de hidrógeno, el mercaptano de metilo, y el dimetilsulfuro, contribuyen también a la toxicidad en los flujos de salida de la fábrica de pulpa de papel. El potencial creador de sabores y olores de los cuerpos fenólicos clorados presentes en los desperdicios en la producción de pulpa también contaminan. La adición de antraquinona para mejorar la producción alcalina no afecta la posibilidad de tratamiento o la toxicidad aguda de los desperdicios de producción de pulpa.

PRODUCTOS TÓXICOS GENERADOS EN LA PRODUCCIÓN Y BLANQUEO DE LA PULPA	
<i>Proceso</i>	<i>Productos químicos tóxicos formados</i>
Descortezado	Los ácidos resinosos incluyen los abiéticos, deshidroabiéticos, Isopimáricos, palústricos, pimáricos, sandaracopimáricos y neoabiéticos. Entre los ácidos grasos no saturados están los oleicos, linoleicos, y los palmitoleicos. Los alcoholes dipertenos incluyen los pimarol, isopiramol, abienol, 12E-abienol y 13-epimanool.
Producción de pulpa al sulfito	Los ácidos resinosos incluyen los abiéticos, deshidroabiéticos, isopimáricos, palústricos, sandaracopimáricos y neoabiéticos. Entre los ácidos grasos no saturados están los oleicos, linoleicos, linolénicos y los palmitoleicos. Los productos de degradación de la lignina incluyen el eugenol, el ísoeugenol, y el 3,3 dimetoxi-4, y el 4-dihidróxiestilbeno.
Producción mecánica de la pulpa	Los ácidos resinosos incluyen los abiéticos, deshidroabiéticos, isopimáricos, palústricos, pimáricos, sandaropimáricos y los neoabiéticos. Los ácidos grasos no saturados incluyen los oleicos, los linoleicos y los palmitoleicos. Los alcoholes dipertenos incluyen el pimarol, isopiramol, abietol, 12E-abietol y 13-epimanool.

PRODUCTOS TÓXICOS GENERADOS EN LA PRODUCCIÓN Y BLANQUEO DE LA PULPA

(continuación)

Proceso

Productos químicos tóxicos formados

Blanqueo	Los ácidos resinosos clorados incluyen los monocloro y los diclorodehidroabiéticos. Los ácidos grasos no saturados derivados incluyen el ácido epoxyesteárico y el ácido dicloroesteárico. Figuran también el 3,4,5-tricloroguayacol y el 3,4,5,6-tetracloroguayacol.
----------	---

Tabla 1. Productos químicos tóxicos principales que se forman en la producción y el blanqueo de pulpa para obtener papel.

DESCARGAS DEL BLANQUEO A LA ATMÓSFERA

La contaminación del aire por las plantas de blanqueo⁵ constituye un problema menor en comparación con la contaminación del agua. Sin embargo, algunos agentes blanqueadores, entre ellos el cloro, el dióxido de cloro, y el dióxido de azufre, son gases muy tóxicos. En condiciones normales de operación las descargas a la atmósfera procedentes de las plantas de blanqueo son tan bajas que no originan problemas ambientales externos. Los accidentes o una operación incorrecta, pueden sin embargo dar origen a situaciones peligrosas en las zonas que rodean a las plantas de blanqueo. La atmósfera en el interior de la planta de blanqueo contiene con frecuencia gases procedentes de los productos químicos del blanqueo. Todos estos gases tienen un olor característico fácilmente detectable a niveles por debajo de los límites de peligro, y por ello las fugas se controlan fácilmente. Se han detectado concentraciones de dióxido de cloro con 0.07 ppm en las máquinas de formación de hojas y de secado. En las plantas nuevas para blanquear, la mayoría de los equipos se sitúan en el exterior. Ciertas unidades tales como los filtros, de los que pueden escapar los gases residuales se equipan con campanas como precaución.

DESCARGAS DEL BLANQUEO AL AGUA

El problema más importante de orden ambiental en el blanqueo se debe a los desperdicios líquidos. El licor gastado no tratado, procedente del proceso de cocción, contiene una cantidad mucho mayor de materia orgánica que el desperdicio de licor del blanqueo, pero solamente una parte pequeña de las sustancias orgánicas de la cocción con sulfato salen de la fábrica como líquido, y en el caso de las restricciones en las fábricas al sulfito en relación con la descarga de licor gastado, han reducido considerablemente la carga procedente de dichas fuentes. Las salidas

de la planta de blanqueo pueden constituir por ello la parte más grande de la carga de desperdicios orgánicos totales que salen de la fábrica de pulpa.

El tipo de desperdicio presente en el líquido de salida de la planta de blanqueo es más importante que su cantidad. Los productos de desperdicio que causan más problemas son los compuestos aromáticos clorados disueltos en la cloración y en las etapas posteriores de extracción alcalina. Muchas de las sustancias de este grupo son tóxicas y pueden tener efectos carcinogénicos o mutagénicos. El efecto tóxico de los efluentes de la planta de blanqueo se conoce bien pero no lo es tanto el efecto a largo plazo sobre los peces, las plantas, y otras formas de vida acuática por bioacumulación. El cloro libre en los efluentes es tóxico para los peces, incluso a baja concentración (la trucha salvaje de agua dulce muere con nivel de contaminación de 1:150 cuando esta presente 0.5 mg/l de cloro activo en el efluente). Los compuestos más tóxicos procedentes de las etapas de cloración son:

- 3, 4, 5-tricloro guayacol (0.75 mg/l)
- 3, 4, 5, 6-tetracloro guayacol (0.32 mg/l)
- Ácido monoclorodihidroabiético (0.6 mg/l)
- Ácido diclorodihidroabiético (0.6 mg/l)
- Ácido 9, 10-epoxiesteárico (1.5 mg/l)

La toxicidad depende en gran medida de la concentración de los compuestos fenólicos clorados en los efluentes. Un pequeño aumento de concentración en los compuestos fenólicos clorados puede cambiar el efecto, desde una toxicidad cero para los peces hasta un efecto letal en un 100%. Por razón de que los compuestos fenólicos clorados son las sustancias más tóxicas en los efluentes de las plantas de blanqueo, la toxicidad de dichos efluentes dependerá del contenido de lignina de la pulpa.

En la industria del papel se utilizan los microbicidas para mantener la población microbiana en el sistema de agua dentro de ciertos límites, al fin de evitar el incremento de lodos. Entre los microbicidas utilizados aparecen el cloro, los fenoles clorados, las aminas, los compuestos cuaternarios de amonio, los compuestos de organoazufre y los compuestos de plata. El criterio aplicado a la selección de un microbicida, es el de su susceptibilidad al tratamiento biológico y su persistencia en el ambiente.

Las descargas de aceite y de grasa, además de su toxicidad potencial, estos ocasionan dificultades, ya que interfieren con la luz en los lagos y ríos que reciben efluentes de este tipo, restando la actividad reproductiva del mismo. Además representan un riesgo para provocar incendios. Los problemas de esta zona pueden deberse a la descarga de aceites lubricantes utilizados en el equipo como calderas y por derrames accidentales. El procedimiento común para determinar la presencia de aceites y grasas en el agua de desperdicio es filtrar una muestra, seguida por una extracción de hexano depositada en el filtro, esta acción se lleva a cabo cuatro horas aproximadamente. Finalmente el hexano se evapora para determinar el peso del aceite y de la grasa presentes en el agua.

a) CONTAMINACIÓN DEL AGUA

El objetivo de los esfuerzos por las industrias para controlar la contaminación, es dejar inalterable el ambiente natural. La contaminación podría definirse como la introducción de sustancias en una porción de agua con tales características y en tal cantidad que la calidad natural del agua resulta tan alterada, que se afecta su utilidad o se torna perjudicial para la vista, el gusto o el olfato. Algunas personas pueden considerar que cualquier alteración en la calidad del agua natural es mala inherentemente, pero este punto de vista es insostenible cuando se comprueba que incluso en los sistemas en los que el hombre no influye, la calidad del agua cambia con el tiempo, como cuando un río experimenta una eutrofización natural o puede ocurrir que exista un manantial rico en ácido sulfúrico de manera natural, como es el caso de más de 20 manantiales subterráneos, al sur del estado Tabasco, en México²⁶. El hombre se limita a ser un factor adicional en el sistema dinámico de los cambios.

DEFINICIÓN DE LOS CONTAMINANTES Y MÉTODOS PARA SU MEDICIÓN Y CONTROL

Si se define un contaminante como una sustancia que puede alterar el ambiente natural, resulta que todos los materiales conocidos son contaminantes potenciales, por lo que una clasificación más estricta ayuda en la práctica. La United States Environmental protection Agency, clasifica en general los contaminantes dividiéndolos en ocho grupos:

1. *Sustancias que consumen oxígeno*⁷. El grupo más amplio de materiales que consumen oxígeno son de carácter orgánico. A continuación se menciona el método DBO que sirve para medir este tipo de sustancias.
 - DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno)⁷. Se le conoce como una manera de medir sustancias orgánicas. La razón de su aceptación y uso generales es que refleja en cierta medida el destino de la materia orgánica en un sistema de tratamiento biológico. La demanda bioquímica de oxígeno es una medida de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra mediante la acción de los microorganismos. La oxidación bioquímica es un proceso lento, y requiere en teoría un tiempo infinito para acabar. Dentro de un período de 20 días la oxidación se completa hasta aproximadamente del 95 al 99%, y en un periodo de cinco días (el normal para evaluar un residuo orgánico) que se aplica en la prueba de DBO la oxidación ha terminado del 60 al 70%, sin embargo, es suficiente para evaluar a un contaminante.
2. *Agentes que producen enfermedad*⁷. La presencia principal en esta categoría corresponde a los microorganismos patógenos, bacterias, hongos, o virus que ocasionan enfermedades en el hombre. Si la fábrica de pulpa y papel tiene un sistema segregado de alcantarillas, en el que se maneja en forma independiente el desperdicio sanitario, no hay razón para que

se encuentren organismos patógenos en el líquido de salida de la fábrica. Debido a que el número de organismos patógenos presentes en los desperdicios y en las aguas contaminadas son pocos y difíciles de aislar, el organismo coliforme, más numeroso y más fácil de comprobar, se utiliza como indicador. La presencia de organismos coliformes se toma como indicación de que pueden encontrarse también otros organismos patógenos, en cambio, la ausencia de los organismos coliformes se acepta como indicador de que el agua está libre de organismos que produzcan enfermedad. Entre las bacterias coliformes se incluyen los géneros *Escherichia* y *Aerobacter*, que son de origen fecal; recientemente se ha descubierto que también están presentes en el ambiente. A continuación se menciona la técnica del filtro de membrana que sirve para medir este tipo de agentes.

- Técnica del filtro de membrana⁷. Es una técnica de medición, en donde se hace pasar un volumen conocido de muestra de agua a través de un filtro con poros de muy pequeño tamaño, con el objeto de que si hay bacterias en la muestra, estas queden retenidas en el filtro.
3. *Compuestos orgánicos presentes*⁷. En esta categoría de contaminantes pueden llevarse a cabo cuatro subclasificaciones: detergentes, plaguicidas, aceites y grasas, y productos químicos industriales. Todos estos materiales tienen toxicidad potencial. Los medios comunes para determinar la toxicidad consisten en emplear pruebas de bioensayo. A continuación se menciona el método para medir este tipo de compuestos llamado prueba de bioensayo.
- Prueba de bioensayo⁷. Los objetivos son; 1) determinar la concentración del desperdicio que matará 50% de los organismos de prueba en un período determinado de tiempo, 2) determinar la concentración máxima que no causa efecto visible en el organismo de la prueba durante 96 horas. Los organismos de prueba pueden ser peces u otros organismos adecuados para la prueba, en donde se observa el tiempo de supervivencia.

Los cuerpos coloreados requieren también considerarse. El color se define como “real” o “aparente”. El color real del agua se define como el color del agua de la que se ha eliminado la turbidez. El color aparente incluye no solamente el debido a las sustancias en solución, sino también el originado por la materia en suspensión. Se ha creado una técnica simple para determinar el color natural. En el proceso de producción química de pulpa, la lignina y sus derivados se solubilizan y se eliminan de la madera. Los licores de cocción usados con contenido de dichos compuestos muy coloreados se eliminan de la pulpa en una secuencia de lavado después del proceso de cocción. El agua de lavado suele estar muy coloreada, descargándose por último grandes cantidades de color al efluente de recepción a pesar de las operaciones de recuperación.

Los efluentes coloreados pueden tener los siguientes efectos en detrimento de las aguas que los reciben.

1. El color retarda la transmisión de la luz del sol y puede interferir con la fotosíntesis, reduciendo así la productividad de la comunidad acuática.
2. El color natural del efluente se altera, alterando su estado real.
3. El color afecta a los usuarios del agua situados río abajo, ya que los costos se elevan al dificultarse el tratamiento del agua.
4. Los cuerpos coloreados mezclados con iones metálicos como el hierro o cobre, interfieren con el metabolismo normal de algunos de los organismos bajos en la cadena alimenticia, reduciendo de esta manera la productividad del agua en que se encuentren.
5. Los cuerpos coloreados afectan los movimientos de los peces y su productividad

El color derivado de la lignina indica la presencia de compuestos potencialmente inhibidores, y pueden tener un efecto inhibitor directo en algunos de los organismos inferiores en la cadena alimenticia.

OTROS EFLUENTES DE LA INDUSTRIA DE LA CELULOSA Y DEL PAPEL SON:

- *Iones metálicos*⁷. La principal preocupación se refiere a la cantidad de nitrógeno, fósforo, vestigios de iones metálicos que se encuentran en el desperdicio. Los efluentes de la industria de la celulosa y del papel son tradicionalmente bajos en nitrógeno y fósforo. La única excepción ocurre cuando se utiliza amoníaco en la producción de pulpa mediante el proceso al sulfito con base de amonio.
- *Productos químicos inorgánicos y sustancias minerales*⁷. Son tres las clases de compuestos que más afectan al agua: los ácidos, los álcalis y los metales pesados.

El pH, la acidez y la alcalinidad del efluente de una fábrica dependen del tipo de producción de pulpa y del blanqueo utilizado, así como el tipo de papel que se fabrica. Pueden ir desde elevadamente ácidos, en el caso de pulpa al sulfito ácido, hasta elevadamente alcalinos, durante la producción de pulpa kraft. En todos los casos, se requerirá ajustar el pH dentro de un margen de 6 a 8 antes de ser sometido a un tratamiento biológico. El margen del pH de 6 a 8 se acepta en general como el requerimiento para mantener la supervivencia de la mayoría de la vida acuática.

La principal dificultad en el caso de los metales pesados es su toxicidad. Los iones principales de metales pesados que ocasionan la industria del papel y de la pulpa son: aluminio, cromo, cobre, níquel, titanio, hierro, mercurio y zinc. Estos metales pesados que se encuentran en los efluentes de las fábricas de pulpa y de papel provienen de tres

fuentes potenciales: 1) los productos químicos que se utilizan en la producción de pulpa, 2) los aditivos utilizados en la fabricación de papel y 3) los productos de la corrosión del equipo. Los productos químicos de la producción de pulpa, principalmente azufre, sal, piedra caliza, hidrosulfito de sodio, cloro y sus compuestos, y la sosa cáustica, son en general bajos en metales pesados, y su empleo es tal que los presentes se precipitarán durante el proceso, y se descargan con el producto o con el desperdicio sólido.

Se ha identificado al zinc en el efluente procedente de las operaciones del blanqueo de la pasta mecánica debido al empleo de hidrosulfito de zinc como producto químico para el blanqueo. La cantidad utilizada es lo suficientemente baja para que el zinc no alcance niveles tóxicos en los receptores de agua.

En la producción de papel se utilizan algunos óxidos de metales pesados, tales como el dióxido de titanio, como pigmentos, pero estos se encuentran en forma inerte, por lo tanto es mínima su participación como contaminante.

Aunque se produce cierto tipo de corrosión en el equipo de producción de pulpa y de papel, unas pérdidas de metal de una magnitud que pudiera ocasionar una concentración de metales tales como el níquel y el cromo que aparecerían en el efluente son poco probables. Los materiales de construcción que se utilizan en la industria tiene una alta resistencia a la corrosión, aunque puede aparecer hierro en bajas concentraciones debido a la corrosión de los refinadores, los batidores y otros equipos análogos.

b) CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR LA PRODUCCIÓN DE PULPA DE MADERA

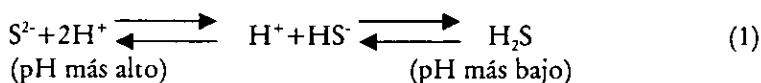
Muchos de los procesos físicos y químicos utilizados para convertir la madera en pulpa, para después convertirla en papel, y en producción de cartón, son fuentes mínimas de contaminación para la atmósfera. La contaminación potencial del aire existe a lo largo de todo el recorrido que se inicia con el equipo para cortar árboles, manejar troncos y el equipo de transporte, hasta llegar a las operaciones de producción de papel, su acabado, y su conversión. Ejemplo de ello son los hidrocarburos liberados cuando se llena el tanque de gas de una sierra de cadena, o cuando se recubre con solvente el papel o cartón. Sin embargo, estas fuentes de contaminación atmosférica son pequeñas en comparación con la caldera de vapor que utiliza combustibles fósiles, o la caldera de recuperación del proceso Kraft o un proceso al sulfito, estos procesos son fuentes contaminadoras del aire.

- *Emisiones de la producción Kraft*. La contaminación del aire procedente de la producción de pulpa Kraft emana gases y partículas pequeñas; algunos de los primeros son detectables aún en concentraciones muy bajas. Para las personas que viven en donde hay una fábrica de pulpa kraft, perciben malos olores asociados a la producción durante la fase de digestión del proceso, liberando a la atmósfera gases como los mercaptanos y los sulfuros.

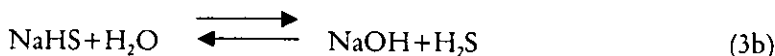
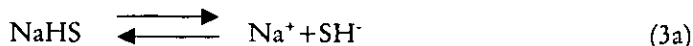
□ *Emisión de gases' en los procesos Kraft*

Los gases malolientes emitidos en los procesos kraft se identifican fácilmente a través del olfato del ser humano, se liberan en la producción de pulpa en cantidades variables de sulfuro de hidrógeno (H_2S), mercaptano de metilo (CH_3SH), y varios sulfuros orgánicos tales como el sulfuro de dimetilo (CH_3-S-CH_3) y el disulfuro de dimetilo ($CH_3-S-S-CH_3$), algunos de estos gases se forman de la siguiente manera.

Sulfuro de hidrógeno (H_2S). El sulfuro de hidrógeno es un gas poco ácido, ionizado parcialmente en una solución acuosa, y afectado por su pH:

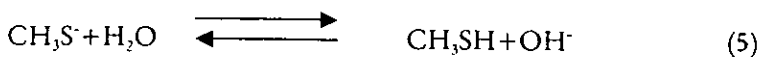


La hidrólisis de equilibrio del sulfuro de sodio, que aparece en la ecuación (2), es importante⁷ para la producción de iones de hidrosulfuro y para la producción de H_2S , como se observa en la ecuación (3b):

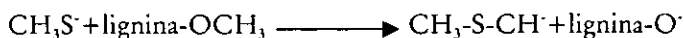


En la reacción (2) las elevadas concentraciones de NaOH impiden la formación del hidrosulfuro ($NaSH$) y a medida que avanza la cocción Kraft, la hidrólisis del sulfuro aumenta gradualmente, con una producción resultante de hidrosulfuro. Al bajar el pH de la solución, debido al consumo de álcali, la reacción (1) se desplaza hacia la derecha. Con un pH 8, se presentan iones de hidrosulfuro (HS^-), pero si el pH baja se libera sulfuro gaseoso de hidrógeno. Se recomienda que el pH del licor de cocción se mantenga a 12 o más, ya que ayuda a reducir las emisiones de H_2S en un 90%.

Mercaptano metílico (CH_3SH) y sulfuro de dimetilo (CH_3-S-CH_3). El mercaptano de metilo se produce mediante la cocción por reacción de los grupos metoxílicos de la lignina con los iones del hidrosulfuro, como se indica a continuación:

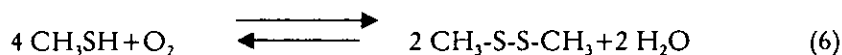


La disociación del mercaptano de metilo se completa por encima de un pH 12, y en un pH menor sucede la liberación del mercaptano. El ión de mercaptilo (CH_3S^-) reacciona además con el metoxilo de la lignina como se observa a continuación.



El sulfuro de dimetilo no se disocia como lo hacen el H_2S y el CH_3SH .

Disulfuro de dimetilo ($\text{CH}_3\text{-S-S-CH}_3$). La producción de disulfuro de dimetilo ocurre cuando el licor negro del proceso Kraft se oxida por contacto con el aire o el oxígeno, como se observa a continuación:



Este gas tiene un punto de ebullición alto, razón por la que se retiene más fácilmente durante el proceso. El control de olor es uno de los problemas principales relacionados con la contaminación atmosférica en una fábrica Kraft.

□ *Emisión de partículas en los procesos Kraft*

La materia en partículas o aerosoles⁷ se pueden diferenciar basándose en su composición química y de su tamaño. Ambos factores son importantes para determinar sus efectos en la salud humana y en los daños a la atmósfera. En general las partículas se clasifican en primarias o secundarias. Las primarias se producen como resultado directo de los procesos químicos y físicos utilizados en la fuente de emisión. Las partículas secundarias resultan de las reacciones químicas que ocurren en la atmósfera. Ambos tipos de partículas son emitidas en los procesos Kraft. Las partículas secundarias se encuentran usualmente entre 0.01 y 1.0 mm como diámetro promedio, y permanecen en la atmósfera de 7 a 40 días. Las primarias permanecen menos en la atmósfera.

El sulfato de sodio (NaSO_4) es la partícula mas común de las emisiones primarias en una caldera de recuperación, también se encuentran en cantidades menores carbonato de sodio (Na_2CO_3) y cloruro de sodio (NaCl). La ventilación del tanque de disolución de productos, y los gases del horno de cal, contienen sales de calcio y de sodio como carbonatos, hidróxidos, sulfatos y cloruros.

Los humos de las fábricas son arrastrados por corrientes de aire que pueden actuar como núcleos de condensación de las nubes, con una concentración en partículas de un diámetro de 0.08 mm, sin embargo, se presentan también partículas mayores de 1mm y estas pueden aumentar en un 6% las lluvias procedentes de las nubes en estratos calientes.

2.3.7. PAPEL DE PULPA DE LAS PLANTAS NO LEÑOSAS

En muchas partes del mundo, los recursos de la madera son limitados; por el contrario se dispone de cantidades considerables de plantas, algunas de las cuales constituyen una fuente excelente de fibras⁶ para la industria del papel. En dichas zonas la pulpa se produce comercialmente con base en tales plantas, y, a medida que los recursos de madera se reduzcan en todo el mundo, incluso aquellas naciones que actualmente están dedicadas a obtener pulpa y papel utilizando la madera, considerarán el suministro de fibras de las plantas no leñosas.

PULPAS DE PAJA

La palabra paja⁶ se utiliza en esta sección para describir cualquier planta no leñosa cuyo tallo se pueda utilizar para producir pulpa.

VENTAJAS DE LAS PULPAS DE PAJA

Son muchas las pajas disponibles como productos secundarios en la agricultura, por lo que constituyen un recurso más barato que la madera. Las plantas de este tipo pueden crecer frecuentemente en zonas donde no crecen los árboles, con lluvias muy reducidas y terrenos de baja calidad. En general, producen una cosecha anual con toneladas de paja que oscilan desde un límite inferior de 1 a 2 t/a (2.2 a 4.4. TM/ha) hasta un máximo de 8 a 10 t/a (18 a 22 TM/ha). El límite alto sobrepasa el crecimiento anual de cualquier especie de árbol, con la posible excepción de los árboles en rotación muy intensiva, cultivados en un pequeño bosque, tales como el sicómoro o el chopo.

En general, las plantas no leñosas se pueden cosechar después de un año o dos de su plantación, lo que resulta ventajoso si se compara con los diez o veinte años necesarios para lograr que los árboles alcancen el tamaño adecuado para su cosecha comercial. Los campos de paja se pueden cosechar con facilidad; en general, no se requiere maquinaria especializada para su cosecha y su transporte. Si la paja aparece como producto secundario, el costo total de la producción se comparte con el de la cosecha principal, y el costo de la paja para la fábrica de pulpa no será excesivo. Muchas pajas se convierten en pulpa y se blanquean con facilidad, ya que no están fuertemente lignificadas, lo breve de los períodos que demandan los procesos químicos contribuyen a darles su atractivo. La mayoría de las pulpas de paja requieren poca refinación antes de producir el papel, por lo que resultan muy adecuadas para aquellos papeles en que no se requiere elevada resistencia. En general, la pulpa blanqueada de paja es excelente como pulpa de relleno en la producción de papeles finos, para mejorar su suavidad, su formación, y contribuir a sus características favorables a la impresión o escritura, en tanto que las pulpas semiquímicas son un medio corrugante de alta calidad.

LIMITACIONES DE LAS PULPAS DE PAJA

Aún cuando la cosecha se lleve a cabo anualmente, debe realizarse durante un breve período, limitado habitualmente a pocas semanas en verano u otoño de cada año. Esto supone una inversión cuantiosa en maquinaria para la cosecha, mucha de la cual permanece ociosa durante el resto del año. Las pajas tienden a ser voluminosas⁶, lo que provoca problemas de transporte y de almacenaje, y los costos en el manejo de la paja son en general más elevados que

los correspondientes al manejo de la madera. Es posible la densificación, pero ésta se logra con costos operativos y de capital sustanciales. El espacio para el almacenaje debe corresponder al suministro anual de paja requerido por una fábrica de pulpa, en tanto que la madera puede cortarse continuamente a lo largo del año, transportándola a la fábrica, en muchas zonas, a medida que es necesaria. La paja es muy susceptible a la degradación microbiológica, sobre todo cuando está húmeda, y esta degradación puede destruir el potencial de la paja en cuanto a la producción de pulpa en el transcurso de sólo pocos días, en tanto que transcurren semanas y meses para que la madera se degrade hasta un punto semejante. Por esta razón, la paja se protege mejor de los elementos colocándola bajo techo, lo que aumenta el costo y la dificultad del almacenamiento.

En general, las fibras de las pulpas de paja son mucho más cortas que las fibras de las maderas suaves y tienden a purgar lentamente el agua. Esto disminuye la rapidez de producción durante las operaciones de lavado y de eliminación del agua en las fábricas de pulpa y blanqueo, y puede también reducir el funcionamiento de las máquinas de papel. Muchas pajas contienen cantidades sustanciales de sílice; si la producción de pulpa se realiza con licores fuertemente alcalinos (procesos a la sosa o Kraft) las sílice se disolverá en el licor de producción de pulpa y volverá a precipitarse en el equipo de procesado durante las operaciones de recuperación del licor. Los tubos del evaporador pueden quedar taponeados, y la rapidez de asentamiento del lodo de cal perturbados gravemente por razón de la presencia de la sílice. Por estas razones, las fábricas que actualmente utilizan madera para producir pulpa se oponen a utilizar como fuente opcional la fibra de paja, sin embargo, hay fábricas que no comparten la opinión y en la actualidad en Estados Unidos existen fábricas que producen pulpa de paja, y alrededor del mundo el número de estas fábricas excede de 150. A continuación se incluye un breve examen de algunas pajas específicas.

a) **BAGAZO**

Este es el residuo que se obtiene en la producción del azúcar de caña, en la cual los tallos quedan aplastados una vez que se ha extraído el jugo. Anualmente se producen más de cincuenta millones de toneladas de este material en todo el mundo, gran parte se quema como combustible, en tanto que otra parte se utiliza como fibra, predominantemente en países tropicales

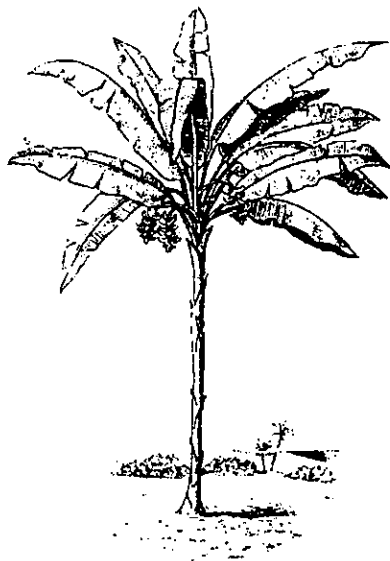
El obstáculo más importante que se presenta en la producción de pulpa de bagazo⁶ es el alto contenido de médula en el tallo, la que representa casi 30% en peso del tallo. Las células de la médula no sirven para producir papel, y consumen reactivos químicos durante el proceso. Las células de la médula se eliminan mejor en forma mecánica antes de iniciar la producción de pulpa, proceso que puede activarse mediante una fermentación parcial controlada del bagazo en su almacenaje, con anterioridad a la operación del desmedulado. Una vez eliminada la médula el bagazo puede someterse fácilmente a la producción de pulpa mediante procesos alcalinos y blanqueado hasta lograr una pulpa de buena calidad, adecuada para producir papeles finos. El largo promedio de la fibra es de 1 a 2 mm, y la pulpa es comparable, en general, con las pulpas de las maderas maduras.

b) ESPARTO

El esparto⁶ es un pasto que crece en ciertas partes de Europa Meridional y del Norte de África. La planta se cultiva especialmente para uso en la producción de papel. Su fibra es más larga que la de la mayoría de las plantas de su tipo, y la pulpa es muy apreciada para aplicaciones especiales en que se requiere buena formación y alta resistencia.

c) ABACÁ O CÁÑAMO DE MANILA

Planta de origen asiático y países tropicales. Posee fibras blancas, largas y lustrosas⁶. Da papeles delgados y sedosos de gran resistencia. Admite bien el pigmento.



Dibujo 7. Planta no leñosa de uso en la industria del papel, conocida como Cáñamo de Manila.

d) BAMBÚ

Planta⁶ con crecimiento sumamente rápido que se cultiva como materia prima para obtener pulpa. En la India y otros países de Asia se obtienen cantidades importantes de pulpa de Bambú. La calidad de la pulpa resulta promedio en relación con otras pulpas de paja. El alto contenido de sílice en el bambú complica la recuperación del licor en la producción alcalina de pulpa, sin embargo, los papeles obtenidos son resistentes y de presentación aceptable.

e) SISAL (AGAVE SISALANA)

Planta de origen americano⁶. Sus Fibras son cortas y muy resistentes. Da papeles muy duros y de gran resistencia. Combinados con las fibras de algodón se obtienen papeles de múltiples aplicaciones artísticas.

f) SISAL AFRICANO

Se obtiene cepillando las hojas del sisal. Hay que cortar y cocer en medio alcalino, obteniéndose las fibras con facilidad. Da papeles resistentes y sedosos⁶.

g) KENAF

Planta semejante a la del maíz⁶; puede cultivarse en climas semitropicales y tiene alto rendimiento. Sus fibras son cortas, y su pulpa compite con las pulpas de las maderas duras en la producción de papel. El papel que se produce tiene aplicaciones en las empresas de cartón.

h) KOZO JAPONÉS (BROUSSONETIA PAPYRIFERA)

Fibras largas, blancas de excepcional calidad⁶. Utilizadas en los más finos papeles y como materiales de restauración, es una de las bases de la milenaria tradición papelería de Japón. Estas son fibras procesadas en pequeños molinos siguiendo las técnicas y métodos tradicionales japoneses.

i) THAI KOZO

Son también fibras de Kozo de gran calidad⁶. Originarias de diversos países asiáticos, fundamentalmente de Tailandia, tienen un costo menor que el Kozo Japonés. Dan papeles de buena calidad y son muy usados en Asia.

j) GAMPI FILIPINO (WIKSTROEMIA DIPLOMORPHA)

Fibra tradicional del Japón. Actualmente se recolecta en Filipinas. Sus fibras son translúcidas de gran longitud y dan papeles muy resistentes⁶.

k) TRIGO, CEBADA, ARROZ, PASTOS o ZACATES

En esta categoría⁶ se incluyen las plantas semejantes al pasto que crecen de sus simientes, pero cuyos tallos se cortan y se usan como combustible o alimento para ganado. La calidad de la fibra varía considerablemente, lo mismo que su contenido de sílice (la paja de arroz tiene un contenido notablemente elevado de sílice). Las cantidades de paja disponibles para producir pulpa varían según las situaciones locales; actualmente estas pajas no se utilizan para obtener pulpa. Los pastos cultivados para semilla se pueden convertir con éxito en pulpa, y representan una fuente todavía no explotada de fibra para el futuro.

l) YUTE, RAMIO, CÁÑAMO

Estas plantas⁶ crecen en países subtropicales, tales como las islas Filipinas; producen algunas de las fibras más largas entre las utilizadas en la producción de papel. Su resistencia es considerable y se utilizan en aplicaciones especiales en las que sus propiedades no pueden lograrse mediante pulpas convencionales de madera. Como ejemplo de dichos usos se citan papeles para filtros, papeles para saturación, papeles tisú para condensador, y bolsas para té. Una de las fuentes de dichas fibras lo han constituido las cuerdas viejas.

2.3.8. PAPEL DE PULPA DE TRAJOS

Los trajos empleados⁷ para la fabricación de papel principalmente son de fibras de algodón y de lino.

a) FIBRAS DE ALGODÓN

La pulpa de fibras de algodón no pertenece a la clase de pulpas de paja, ya que procede de las vainas y no del tallo. Las fibras regulares de algodón son demasiado largas y demasiado costosas para su uso en la producción convencional del papel; aún cuando los trajos de algodón constituyen una fuente de materia prima para producir buenos papeles. Las borras de algodón, es decir, las fibras que continúan en la vaina después de haber sacado de ellas las fibras largas para su uso en la industria textil, se aplican en la industria del papel tanto para su conversión en derivados de celulosa, tales como acetato y nitrato de celulosa, como para producir buenos papeles con contenido de trajo. La única preparación que usualmente se requiere para las fibras de borra de algodón consiste en eliminar las ceras y aceites mediante un tratamiento con álcali, seguido por el correcto refinado que corresponda a su empleo final. El largo de la fibra es de casi 4 a 5 mm. Con la borra se puede producir papel de muy alta calidad, aunque sea más costoso.

b) FIBRAS DE LINO

El lino es una planta de gran tradición en la industria textil y del papel. Con las fibras del lino se puede producir papeles muy delgados con buena formación, resistencia y opacidad. Ejemplos típicos de dichos productos son el papel para cigarrillos y el papel Biblia. La pulpa de lino es costosa, pero da ciertas cualidades al papel, no obtenibles con pulpas de madera, como las de una fineza y la de tersura por papel.

EL PROCESO

Los trajos⁷ se limpian mecánicamente para quitarles el polvo y otras materias extrañas. Tras esta limpieza, se cuecen en una gran caldera giratoria a presión, donde se hierven con cal durante varias horas. La cal se combina con las grasas y otras impurezas de los trajos para formar jabones insolubles, que se pueden eliminar más tarde mediante un aclarado, y al mismo tiempo reduce cualquier tinte de los trajos a compuestos incoloros. A continuación, los trajos se transfieren a una máquina denominada pila desfibradora, una cuba larga dividida longitudinalmente de forma tal que haya un canal continuo alrededor de la misma. En una mitad de la pila hay un cilindro horizontal con cuchillas que giran rápidamente; la base curva de la pila también está equipada con cuchillas. La mezcla de trajos y agua pasa entre el cilindro y la base, y los trajos quedan reducidos a fibras.

En la otra mitad de la pila, un cilindro hueco de lavado cubierto con una fina tela metálica recoge el agua de la pila y deja atrás los trajos y las fibras. A medida que la mezcla de trajos y agua va fluyendo alrededor de la pila desfibradora, la suciedad se elimina y los trajos se van macerando hasta que acaban separados en fibras individuales. A continuación, la pasta primaria se pasa por una o más desfibradoras secundarias para trocear aún más las fibras. En ese momento se

añaden los colorantes, las sustancias para aprestarlo, como la colofonia o la cola, y los materiales de relleno, como sulfato de calcio o caolín, que aumentan el peso y la consistencia del papel terminado.

2.3.9. PAPEL DE PULPA SINTÉTICA

LA MANUFACTURA

Las pulpas sintéticas⁷ se han utilizado en papeles especiales desde 1955, y los tipos que en general se utilizan más han sido el rayón, el nylon y el poliéster.

Las fibras se hacen pasando una solución o fusión del polímero a través de una hilera, después de lo cual los filamentos se solidifican mediante precipitación o por enfriamiento. Los filamentos se orientan mediante estiramiento, cortándolos a su largo para formar a continuación fibras básicas. La mayoría de las fibras producidas así no se pueden fibrilar, y tienen que unirse juntas en la hoja acabada mediante la aplicación de algunos medios externos.

El interés en las pulpas sintéticas aumentó al comprobar que es posible hacer pulpas fibriladas de una resina tal como el polietileno o el polipropileno. Además, tales pulpas se pueden dispersar en el agua y son compatibles con las fibras de la celulosa, de manera que son adecuadas para utilizarlas solas o como fibras de celulosa en máquinas convencionales de papel.

Cuando las sinpulpas se utilizan en combinación con la pulpa de madera, aumentan las velocidades del drenado y de secado, con lo que se mejora el espesor, la brillantez, y la opacidad, a la vez que mejora la capacidad para el sellado en seco, pero todo lo anterior se logra con frecuencia con cierta pérdida en las propiedades de resistencia. Se ha observado que las sinpulpas aumentan las resistencias de las hojas al agua cuando se retiran de la tela de la máquina de Fourdrinier.

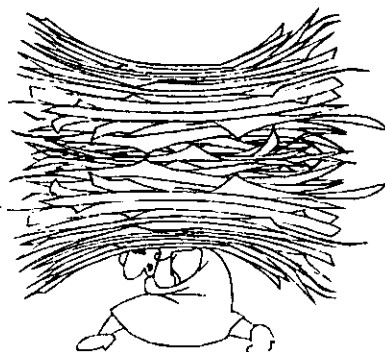
Los procesos preferidos para hacer sinpulpas con polietilenos o con polipropilenos tienen una característica en común. Utilizan un elevado esfuerzo de corte para alinear las moléculas del polímero cuando dichas moléculas entran en el estado sólido. Uno de los métodos más conocidos para hacer pulpas sintéticas es el del proceso de cernido reductor en el que se disuelve el polímero en un solvente aproximadamente a 200°C y se proyecta a velocidades de 550 m/minuto o más, por un orificio relativamente burdo y hacia una cámara de expansión a baja presión. El producto resultante puede aparecer en forma de fibras semejantes a la pulpa, o en tiras que después se cortan en fibras mediante una acción mecánica. Las fibras de pulpas sintéticas pueden hacerse también mediante la polimerización directa del monómero a polímeros en condiciones de alto corte. Otro método consiste en la precipitación, con elevado corte, del polímero hacia un sistema líquido, es un proceso para formar sinpulpas enfriando rápidamente un sistema polímero caliente en la zona de corte de un molino. Las pulpas sintéticas hechas con polietileno o polipropileno requieren de un tratamiento superficial para hacerlas dispersables en el agua y darles capacidad de unión de fibra a fibra. En general, estos tratamientos implican la precipitación o adsorción de gomas con contenido hidroxílico o de resinas sobre la superficie de las fibras.

Un método opcional para hacer pulpas sintéticas consiste en producir una película o filamento que contenga zonas de debilidad ocasionadas por impurezas presentes en la película, estirando esta de manera uniaxial hasta llegar casi al punto de ruptura, empleando un dispositivo, el dispersor mecánico, para dar lugar a que la película se rompa y forme una lechada acuosa de fibras.

Este tipo de papel se produce con las máquinas Fourdrinier, que son las habituales en la fabricación del mismo y este puede tener una gran variedad de aspectos y características, desde el papel brillante parecido al normal hasta materiales que parecen tejidos. Las características únicas de los papeles de fibra sintética hacen que tengan muchas aplicaciones para las que el papel corriente no resulta adecuado, en particular como aislantes eléctricos, filtros para aparatos de aire acondicionado, cintas magnéticas para grabación de sonido, tejidos para calzados o entretelas de prendas de vestir.

2.3.10. TAMAÑOS DEL PAPEL

Comercialmente el papel se suele vender por resmas⁷ en hojas de tamaños estandarizados por los propios fabricantes, una resma suele tener 480 hojas y/o pliegos, aunque las de papel de dibujo o papel fabricado a mano tienen 472 hojas. El papel para libros o el papel prensa para imprimir con placa plana se vende en resmas de 500 hojas y en resmas perfectas de 516 hojas. El tamaño más habitual del papel para la elaboración de libros, es de un tamaño de 112 × 168 cm, el pliego.

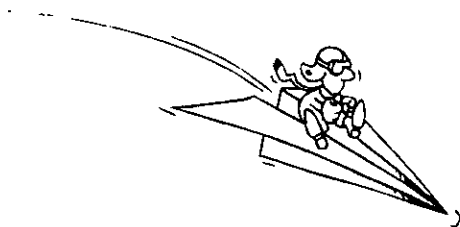


Dibujo 8. Tamaños del papel

El papel prensa para la impresión en rotativas viene en rollos de distintos tamaños. Un rollo típico de papel prensa, de unos 725 kg, puede tener 1.70 m de ancho y 8 000 m de largo.

2.3.11. USOS Y PROPIEDADES DEL PAPEL

Las propiedades⁶ del papel se derivan fundamentalmente del tipo de madera utilizada, el método y amplitud del proceso de producción de pulpa y del proceso de blanqueo, y del tipo y cantidad de integrantes no fibrosos agregados. Las propiedades químicas del papel son importantes, ya que influyen en sus propiedades físicas, eléctricas y ópticas. En general, todas las propiedades están relacionadas con el uso al que se destine el papel, a continuación se mencionan algunas de las propiedades más importantes que se deben de tener para ciertos tipos de papel. Es importante señalar que el uso del papel se menciona con cada propiedad descrita.



Dibujo 9. Los usos del papel

a) OLOR Y SABOR DEL PAPEL

El olor⁶ que caracteriza a los papeles se debe a ciertos factores involucrados en la elaboración del mismo y dependerá del tipo pulpa usada. El cartón tiene un olor que se describe como "olor a papel", que rara vez perjudica, ya que es bajo en intensidad, y los alimentos no lo absorben fácilmente. Se considera que la substancia que produce el olor es un compuesto orgánico de azufre con un grupo cetona. Deben evitarse los compuestos que contengan azufre para reducir el olor. También el oxidado de la pasta ayuda para disminuir el olor.

Una fuente de olor y sabor en el papel es la correspondiente al agua del proceso; por esta razón, dicha agua debe tratarse cuidadosamente, sobre todo si se ha de utilizar el papel para empacar productos alimenticios. Además del olor captado del agua, pueden dar al papel olores desagradables de humedad, agríos o pútridos, a consecuencia de la formación del légamo en el sistema de la fábrica, por descomposición de los aceites en las pulpas de pasta mecánica, por un almidón en mal estado, o por los agentes encolantes proteínicos u otras fuentes análogas. Con frecuencia, los papeles encolados en la superficie, los recubiertos con caseína, o los pegados o laminados con adhesivos vegetales, tienen un olor desagradable, sobre todo durante el verano; los adhesivos con base de resina pueden producir un olor resinoso. Los microbicidas agregados para controlar la formación del légamo pueden ocasionar en el papel un olor químico o medicinal. Los papeles encerados pueden tener un olor cerúleo, aceitoso o rancio, esto sucede cuando la cera se

manejó en forma incorrecta. La impresión sobre el papel puede ocasionar el olor descrito como de barniz, de pintura, de grasa o a rancio. Las resinas con resistencia a la húmeda han sido causa de olor en los papeles para alimentos, debido a una reacción compleja con la proteína del alimento y el alquitrán residual presente en el papel. Otras fuentes de olor son los desespumadores, los agentes dispersores, la materia extraña agregada con la pulpa de los papeles de desperdicio y algunos contaminantes tales como el aceite o el keroseno.

b) LA PERMEABILIDAD DEL PAPEL AL VAPOR DE AGUA

La permeabilidad al vapor de agua⁶ es una propiedad muy importante en los papeles para empaque. Los paquetes para materiales higroscópicos secos, tales como las galletas saladas y cereales para desayuno, deben resistir la penetración del vapor de agua, o bien el alimento se hará pastoso y poco apetecible. La resistencia al vapor de agua y la resistencia al agua son dos propiedades diferentes. La resistencia al agua aumenta si se agregan materiales encolantes, pero el encolado tiene poco efecto en la transmisión del vapor de agua. El vapor de agua es un gas y se obtiene buena resistencia si se agrega un material tal como la cera, que rellena todos los poros del papel y no deja pasos por los que penetre el vapor de agua gaseoso. Un poco de vapor de agua se transmite aún, y es absorbido por las fibras expuestas en una de las superficies, migrando a través de la fibra, para ser liberado por el otro lado del papel o del cartón.

c) TIPOS DE PAPEL QUE REQUIEREN PROPIEDADES QUÍMICAS

Algunos tipos de papel en que las propiedades químicas⁶ son tanto o más importantes que las propiedades físicas, son: papeles fotográficos, de seguridad, papeles antimancha, papeles que requieren un alto grado de permanencia, papeles eléctricos y papeles para envolver alimentos. Estos tipos deben estar libres de productos químicos, y deben tener el pH adecuado, la acidez y el contenido de relleno adecuado para el fin a que se destine el papel. En los papeles para envolver tipo pergamino, utilizados para la mantequilla, más de 3 ppm de cobre o de 6 ppm de hierro soluble contribuyen a dar sabores desagradables.

PAPELES ANTIMANCHA

El papel antimancha⁶ es un tipo especial de papel utilizado para envolver productos de plata y artículos de acero pulido. Este papel debe estar libre de azufre, y no debe contener ácidos libres, cloro o álcalis fuertes, porque estos ocasionan manchas o señales como de agua fuerte en la superficie del metal. Los mejores tipos de papel antimancha se hacen con pulpa al sulfito o pulpa de trazo, purificadas y blanqueadas cuidadosamente, lavadas dos o más veces para eliminar todos los residuos del blanqueo. El papel que se imprimirá con tintas metálicas o se cubrirá con "pan de oro" debe hacerse en forma análoga, ya que el metal en la tinta o en el "pan" manchará si se pone en contacto con un papel que contenga azufre reducible en cantidad tan baja como de 2 ppm.

Algunos papeles antimancha utilizados para envolver productos de plata se impregnan con sales (por ejemplo acetato de cobre, acetato de plomo, o acetato de zinc) que reaccionan con sulfuro de hidrógeno, presente en la atmósfera, para evitar que el gas se ponga en contacto con la plata. Otro método consiste en precipitar sobre la fibra del papel compuestos de cobre, plomo, zinc, o cadmio insolubles, agregando sales solubles de dichos elementos, y precipitándolos con

carbonato de sodio. Entre el 0.1 y 4% de cobre, metálico, se requiere para lograr una protección completa. Otra técnica consiste en impregnar el papel con una mezcla de nitrato de dicitohexil amonio y de fumarato de dicitohexil amonio en una relación de 5:1. Estos productos químicos dan un vapor protector que impide la corrosión de los artículos de metal envueltos en el papel.

La cantidad de azufre reducible debe ser menor del 0.0008 para los papeles antimancha. Además deben de tener un pH no menor de 5, así como un contenido de cloruro menor del 0.05%, y un contenido del sulfato inferior al 0.25%

PAPELES SEGURIDAD

Los papeles seguridad⁶ son una clase especial, tratada de tal manera que se reduce al mínimo la facilidad para permitir las falsificaciones y alteraciones. Para impedir falsificaciones, los papeles de seguridad se hacen con marcas de agua, fibras de seda, planchetas (trozos diminutos de confeti de color) o con una lámina metálica en el papel; o bien pueden grabarse de un modo muy complejo, o mediante otro tratamiento difícil de imitar. En algunos casos, el papel puede laminarse con una capa central, coloreada con un tinte fácil de blanquear.

Para impedir las alteraciones, el papel debe tratarse para hacer difícil, cuando no imposible, el borrado y/o el duplicado de la escritura o de la impresión. Una practica usual consiste en tratar el papel de manera que muestre algún tipo de reacción con los agentes que se utilizan para quitar lo escrito o lo impreso. Algunos de los métodos requieren el empleo de tintas indelebles, de productos químicos en el papel que "fijen" la tinta o la impresión, productos químicos en el papel que produzcan colores o manchas cuando se trata de borrarlos químicamente, colorantes volátiles en el papel que se destruyan fácilmente, o el empleo de un papel muy suave y absorbente, difícil de alterar sin destruir el papel. También se utilizan impresiones mecánicas en los cheques, las cuales perforan el papel, impidiendo así su alteración. También se ha utilizado la impresión invisible con productos químicos fluorescentes en papeles para boletos o cupones.

d) PROPIEDADES ELÉCTRICAS DEL PAPEL

El papel está entre los más baratos y los mejores de los materiales eléctricos conocidos. No obstante que la cantidad de papel consumida en el terreno eléctrico no es muy grande comparada con la que se utiliza en otros campos, el papel es un material aislante importante en las industrias de la radio, telefónica y análogos.

Los papeles eléctricos⁷ deben cumplir ciertas normas físicas y químicas; además deben reunir las especificaciones correspondientes a sus propiedades eléctricas. En general, estas dependen de las propiedades físicas y químicas del papel. Se utilizan papeles impregnados para muchos propósitos. Las propiedades eléctricas importantes de un buen papel para el aislamiento eléctrico son 1) elevada constante dieléctrica (capacidad inductiva específica), 2) elevada resistencia dieléctrica (resistencia eléctrica), 3) bajo factor de potencia (pérdida dieléctrica) y 4) ausencia en partículas conductoras. En la *tabla 2*, se indican las propiedades eléctricas de la celulosa y las de un papel típico para aislar.

<i>Muestra</i>	<i>Constante dieléctrica</i>	<i>Factor de potencia</i>	<i>Resistividad (Ω/cm)</i>	<i>Resistencia dieléctrica (V, DC)</i>	<i>Densidad</i>
100% de celulosa.	8.1	—	E 18	25 E 6	1.56
Papel	1.2 a 4	0.001 a 0.002	> E 18	2 E 5	0.2 a 1.2

Tabla 2. Propiedades dieléctricas de la celulosa y del papel

TIPOS DE PAPELES ELÉCTRICOS

Los papeles sin impregnar, los impregnados y los vulcanizados, están entre los tipos que se usan para el aislamiento eléctrico. En la *tabla 3* se muestran algunos tipos de papeles eléctricos con expresión de sus propiedades más importantes.

<i>Tipo</i>	<i>Propiedades importantes</i>
Papeles para bobina	Alta resistencia dieléctrica, rasgado, calibre.
Papeles para cables	Alta resistencia dieléctrica, tensión y rasgado.
Papeles para saturación	Uniformidad, contracción uniforme, calibre, porosidad.
Papeles para condensadores	Calibre, resistencia dieléctrica, elevada estabilidad, características de baja pérdida, uniformidad.
Cartones	Calibre, estabilidad.
Fibra vulcanizada	Resistencia dieléctrica, rigidez, densidad.

Tabla 3. Papeles eléctricos

PAPEL PARA CONDENSADOR (CAPACITOR)

El tejido condensador es un papel de peso ligero⁷ que se utiliza en los condensadores eléctricos para radios transmisores y receptores, así como en los equipos telefónicos. No debe confundirse con el papel para condensadores electrolíticos, el cual es un papel mucho más pesado; este es abierto y poroso, para que capte la cantidad máxima de electrolito. El tejido para condensador se hace tan delgado como sea posible y con buenas propiedades de aislamiento eléctrico.

Impregnado con cera o con líquido el papel de los condensadores, puede soportar tensiones (resistencia dieléctrica) tan elevadas como de 800 V/25 μm (0.001 de pulgada). Está expuesto a temperaturas hasta de 100°C. El papel no actúa como un separador inserto; por el contrario, tiene una acción química ya que las reacciones del cambio producen benéfico efecto amortiguador. El papel para condensadores debe estar virtualmente libre de electrolitos; ya que estos ocasionan electrólisis, así como un elevado factor de potencia y afectan la vida útil del mismo. Los cloruros y el ácido son especialmente perjudiciales. El agua del proceso utilizado en la manufactura del papel para condensadores debe estar libre de sodio, de fierro y de aluminio y muy bajo en manganeso y iones de calcio, lo que es difícil de lograr, por eso se usa el tratamiento de agua por intercambio iónico.

PAPEL PARA BOBINAS

El tejido aislante, o el papel para embobinar, es un papel delgado, con calibre que va desde 12.7 hasta 76.2 μm (0.0005 a 0.003 de pulgada) usado para forrar los alambres de transformadores, los de radios y los imanes. En general, el gramaje va desde 8 a 49 g/m^2 (5 a 30 lb). Las exigencias son en gran medida las mismas que las de los papeles para condensador⁷. El papel no debe contener materiales corrosivos que puedan atacar los delgados alambres de cobre.

PAPEL PARA CABLES

El papel para cables⁷ es un papel fuerte, utilizado en el devanado de los cables de alta y baja tensión y en los transformadores, bobinas e imanes. En general, el papel se aplica espiralmente, en forma de tiras. El devanado se hace a máquina a alta velocidad y con gran tensión, de manera que se requiere que el papel tenga una resistencia a la tensión y elongación elevada en dirección de la máquina, y una resistencia a la explosión alta en dirección transversal. Con frecuencia el devanado se realiza en condiciones de humedad controlada. El papel es relativamente pesado; en general su gramaje es entre 81 y 203 g/m^2 (50 a 125 lb). El papel hecho con cáñamo de manila se consideró durante mucho tiempo como el estándar, debido a las exigencias relacionadas con su elevada resistencia, sin embargo, ahora se utilizan mezclas de pulpas de diferentes procesos de plantas no leñosas y se han obtenido buenos resultados.

CARTÓN PRENSADO

Los cartones prensados⁷ hechos en una máquina húmeda, con calibres de 127 a 3175 μm (0.005 a 0.125 de pulgada) se utilizan como medio separador y aislante en los equipos eléctricos. En general, la pasta que se utiliza es de trapo. Se utiliza fibra vulcanizada para el

aislamiento eléctrico en el devanado de las armaduras de motor. Las características deseables de la fibra vulcanizada son una buena resistencia mecánica y una elevada resistencia dieléctrica.

PAPEL CONDUCTOR

En algunos instrumentos registradores se ha utilizado un tipo especial de papel eléctrico. Este papel⁷ debe tener una elevada conductividad y, en consecuencia se le rellena con 50% o más de negro de carbono. El calandrado mejora la conductividad y reduce la humedad.

e) PAPEL CON RESISTENCIA EN HÚMEDO

En los primeros días de producción de papel⁷, cuando este se utilizaba exclusivamente para escritura, impresión e ilustrar, la resistencia en húmedo tenía muy poca importancia. La gran diversidad en los usos del papel, característica de la era moderna, llevó a reconocer la importancia de la resistencia en húmedo. Aún cuando su utilidad es razonablemente evidente, a continuación se presenta una lista que resume tales usos:

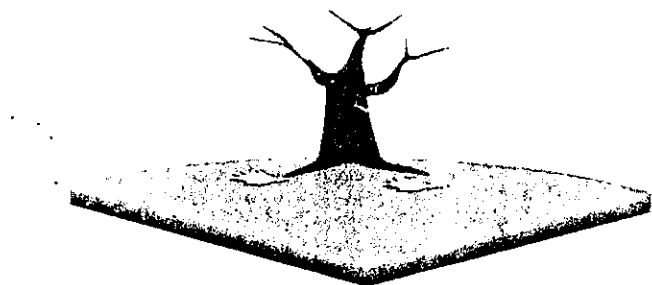
1. *Exposición al agua de los productos de papel utilizados para secar y limpiar.* Como ejemplos, toallas de papel, servilletas de papel, tejidos para secar los cristales parabrisas, toallas para enjuagado industrial, papel para limpiar lentes y el papel facial.
2. *Exposición al clima.* Como ejemplos, cajas de empaque, carteles exteriores, papeles para construcción, bolsas de papel, mapas y papel para proteger plantas.
3. *Envoltura de materiales húmedos.* Como ejemplos, los papeles para envolver en carnicerías, envolturas para cajas de frutas y vegetales, los paquetes de alimentos congelados y preparados y los productos envueltos en papel aluminio.
4. *Exposición al agua por inmersión en una operación del proceso.* Como ejemplos, papel fotográfico, papel impresor de copias, papel filtro, papel secante y bolsas de papel para té.
5. *Desechables utilizados en vez de tejidos.* Como ejemplos, sábanas para hospital, batas para hospital y otras prendas sanitarias de un solo uso.

La resistencia en húmedo permite a los productos de papel actuar eficientemente. Además al permitir pesos base más bajos en algunos productos, contribuye a un ahorro en fibras. Se ha criticado la resistencia en húmedo, por la posible interferencia con la eliminación de basura y el reciclaje. Por ejemplo, en los productos de papel sanitario, la resistencia en húmedo se ha considerado que posiblemente reduzca el proceso de digestión en las fosas sépticas o en las plantas de eliminación de aguas de desecho. Sin embargo, se demostró que no existe interferencia por parte de las resinas usuales de resistencia en húmedo en cuanto a la degradación biológica de papel. Las pruebas dermatológicas y de toxicidad han demostrado que estos papeles son seguros en cuanto al contacto con la piel o para envolver alimentos.

La fabricación de papel ha ido en constante aumento, desde que se inició la fabricación de papel y se transformo de producción artesanal a fabricación a gran escala, además se están usando productos alternativos que están substituyéndolo, por ejemplo el plástico (especialmente para empaque) y los medios electrónicos (telecomunicaciones y dispositivos de almacenamiento

digital, como el CD-ROM). Es posible que el papel perderá importancia para las industrias de información y entretenimiento debido al desarrollo de los medios electrónicos. La revolución de la información electrónica aún no produce la tan prometida oficina sin papel. La proliferación de computadoras, impresoras y fotocopiadoras ha incrementado el uso del papel.

Existen dos puntos de vista radicalmente opuestos sobre el consumo del papel, el sector empresarial argumenta que el papel puede producirse de una manera ambientalmente eficiente y que no deben establecerse límites en su consumo. Los grupos ambientalistas y sociales, por su parte, argumentan que tal ecoeficiencia puede resultar útil, pero que no será suficiente para responder a las demandas de una explotación ilimitada de los recursos naturales.



Dibujo 10. Explotación de los recursos naturales

2.4. LA BASURA

¿Qué es?

Se llama basura¹ a todo residuo sólido o semisólido (exceptuando los excrementos humanos y/o animales, así como los desechos de cosecha) que se descarta por inservible y que se produce como consecuencia del desarrollo de actividades domésticas, comerciales e industriales, predominantemente.

La basura sigue un flujo de ciclos⁴ que pueden tomar varias rutas que nos afectan diariamente, los desechos llegan al basurero donde se reciclaran, se reutilizarán o se enterrarán en el subsuelo (esta posibilidad es la más frecuente en los basureros del país). Enterrar la basura no es adecuado desde la perspectiva de manejo eficiente de recursos, porque los basureros son el espacio para la interacción de los desechos con el ambiente inmediato formado por suelos receptores y aguas adyacentes. En los basureros se generan sustancias toxicas que se filtran más allá de sus confines y contaminan el agua y la tierra. Esta infiltración es un problema muy serio que debe evitarse, pues pueden contaminarse los mantos freáticos.

El costo de su manejo representa un problema ya que requiere un sistema y una infraestructura de enormes proporciones que, cuando no son administradas eficientemente, generan pérdidas considerables. Aunado a esto, se carece de una normatividad clara que defina los problemas y fortalezca las bases para un manejo apropiado de los residuos sólidos de diversos tipos. La basura representa un problema cuando tales intereses no tienen voluntad suficiente para prevenir, frenar o corregir problemas ecológicos derivados de un manejo precario.

2.4.1. DIFERENTES TIPOS DE BASURA QUE SE ORIGINAN EN LA CIUDAD DE MÉXICO

En la Ciudad de México habitan más de 19 millones de personas³⁴ en una superficie menor a tres mil quinientos kilómetros cuadrados de los cuales 115 km² corresponden al área urbana. La Ciudad de México se divide en dos principales sectores el Distrito Federal, con 1 547 km² y la zona metropolitana con 1 728 km². Se estima que cada habitante de la Ciudad de México diariamente desecha un promedio de mas de un kilogramo de basura, lo que significa que diariamente son desechadas más de 23 mil toneladas que necesitarán un espacio donde ser depositadas.

La generación de basura ha aumentado⁴ considerablemente a lo largo de este siglo, gran parte de este aumento se debe al incremento de la actividad económica; el consumo y la producción de bienes han aumentado en las últimas décadas. En 1950 la basura per capita era 0.37 kilogramos diarios, en 1990, el promedio saltó a un kilogramo. Actualmente en el año 2001, se calcula que los habitantes del D.F. arrojan 1.3 kilogramos de basura al día. En la *tabla 4*, observamos a través de los años como la generación de basura ha incrementado:

Año	Cantidad	Lugar
1998	12000 ton/día	D.F.
1990	15000 ton/día	D.F.
1991	15000 ton/día	D.F.
1993	15000 ton/día	D.F.
1994	15000 ton/día	D.F.
1995	20000 ton/día	D.F.
2001	23000 ton/día	D.F.

Tabla 4. Niveles de generación de basura

La composición de la basura también ha cambiado, en 1950 el 5% correspondía a desechos no biodegradables, actualmente la mitad de la basura corresponden a este tipo de desechos. Esto significa que la actividad industrial que genera bienes de consumo, así como la composición de estos bienes se ha visto modificado debido a los avances tecnológicos y al aprovechamiento de otros recursos.

En México se tienen tres tipos de basura²⁰:

- a) *Basura residencial*: Corresponde a la que cada persona desecha de sus hogares.
- b) *Basura municipal domiciliaria*: Es la que se genera en los hogares, y se le agregan desechos de oficinas, comercios y otros establecimientos como escuelas y restaurantes. El monto global constituye lo que denominamos la basura municipal.
- c) *Basura urbana*: Comprende los dos tipos anteriores más los desechos de origen industrial no peligroso. Esta es la categoría más amplia de las tres aquí presentadas, si sumamos la basura urbana de una ciudad y la dividimos entre el total de sus habitantes tenemos un promedio de desechos que representan la basura urbana per cápita.

La basura urbana²⁰ en México tiene un alto porcentaje de desechos sólidos orgánicos debido al alto consumo de verdura y fruta frescas. En los países industrializados el porcentaje de residuos sólidos orgánicos es notablemente más bajo, es decir, hacer un jugo de naranja en casa origina más residuos de cáscara y de bagazo que comprar una lata de jugo concentrado. Mientras que hacer 2 litros de jugo de naranja en casa produce varios cientos de gramos de desechos orgánicos, la misma cantidad se compra como jugo concentrado en un empaque de cartón con tapa de metal que no llega a pesar 50 gramos.

Precisar la cantidad de basura que se produce en la zona conurbana de la Cd. de México es difícil por la complejidad de factores involucrados en el proceso. El estudio de Ortiz monasterio et al. (1987) asienta que en la república mexicana se producían diariamente 32 mil toneladas de basura municipal domiciliaria y 50 mil ton de desechos industriales, de los cuales 7,500 son residuos peligrosos. En el año 2001 se calcula, de acuerdo a estudios realizados por el

departamento de limpieza³⁵ del DF, que la cantidad de basura se ha incrementado a 48 mil ton de basura municipal domiciliaria y 62 mil ton de desechos industriales.

El problema de la basura tiene proporciones alarmantes y plantea una serie de retos, entre ellos su adecuado manejo, recolección y transporte, y su disposición y tratamiento final. Además de los costos en personal y de una infraestructura gigante de unidades recolectoras, centros de transferencia, transporte especializado, barredoras, carritos de mano y sitios de disposición final. Semejantes volúmenes de basura ocasionaran, como en el pasado, serios problemas de contaminación en diversas áreas capitalinas y se extenderán a otras zonas circunvecinas.

2.4.2. EL CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos sólidos conforman un ciclo compuesto²⁰ de diferentes etapas estrechamente vinculadas, a partir de la producción de los artículos de consumo, se está iniciando la generación de residuos, estos se almacenan, recolectan, transfieren y se llevan al transporte primario y secundario, tratamiento y disposición final de los mismos, por lo que cualquier cambio o modificación que sufra alguna de las etapas, habrá de generar un efecto directo sobre las demás. La interrelación de etapas antes mencionadas, se ilustra en la *figura 3* de este capítulo, mientras que la descripción genérica que identifica y caracteriza a cada una de las etapas⁷ mencionadas, se presenta a continuación:

➤ *Generación*

Se refiere a la acción de producir una cierta cantidad de materiales orgánicos e inorgánicos en un cierto intervalo de tiempo.

➤ *Almacenamiento*

Es la acción de retener temporalmente los residuos sólidos, en tanto se coleccionan para su posterior transporte a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

➤ *Tratamiento inicial*

Es el proceso de transformación que sufren los residuos sólidos en la misma fuente generadora, antes de ser almacenados. Esta transformación puede involucrar desde una simple separación de subproductos reciclables hasta un cambio en las propiedades físicas y/o químicas de los residuos.

➤ *Colecta*

Es la acción de tomar los residuos sólidos de sus sitios de almacenamiento, para depositarlos dentro de los equipos destinados a conducirlos a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

➤ *Colecta con separación simultánea*

Es el proceso mediante el cual se lleva a cabo la colecta de los residuos sólidos de manera separada, pero en un mismo vehículo. También se identifica con la actividad de coleccionar los residuos de manera integrada, pero separándolos en ruta.

➤ *Transporte primario*

Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos colectados en las fuentes de generación, a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

➤ *Transferencia*

Es la acción de cambiar de sitio los residuos sólidos de las unidades vehiculares de recolección, a las unidades vehiculares de transferencia, con el propósito de transportar una mayor cantidad de los mismos a un menor costo, optimizando por lo tanto el sistema.

➤ *Tratamiento final*

Es el proceso que sufren los residuos sólidos para hacerlos reutilizables y/o eliminar su peligrosidad, antes de su destino final. Esta transformación puede implicar una simple separación de subproductos reciclables, o bien un cambio de las propiedades físicas y/o químicas de los residuos.

➤ *Transporte secundario*

Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos hasta los sitios de disposición final, una vez que han pasado por las etapas de transferencia y/o tratamiento o viceversa.

➤ *Disposición final*

Es el confinamiento permanente de los residuos sólidos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños a los ecosistemas y propiciar su adecuada estabilización.

➤ *Acondicionamiento de reciclables*

Es el proceso que sufren exclusivamente los materiales reciclables, para darles un valor agregado que incremente el precio de su venta, o bien que los acondicione para un mejor aprovechamiento.

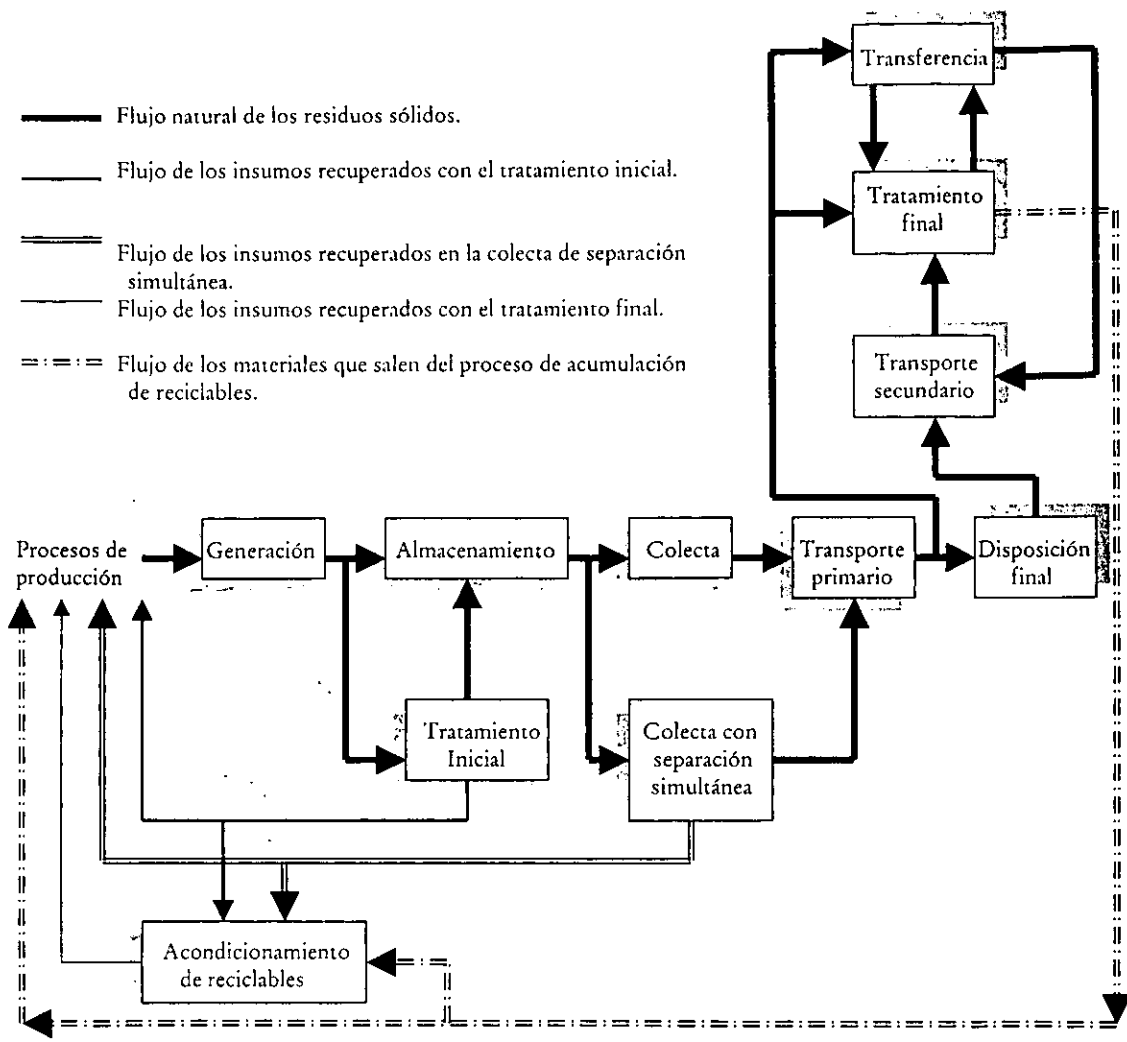


Figura 3. Ciclo de los residuos sólidos

EL CICLO ECOLÓGICO DE LA BASURA

Se inicia cuando la basura se entierra sin las debidas precauciones, sus componentes inician un ciclo ecológico²⁰ que provoca, a mediano y largo plazo, contaminación ambiental, ya que solo se recupera un 35% de la basura. Un concepto clave para entender el problema es lo que la ingeniería sanitaria denomina lixiviados o lechada²⁰ (más adelante se examina el tema de los lixiviados).

Ambos vocablos implican la presencia de sustancias tóxicas que antes se encontraban en los desechos y ahora han sido disueltas en un flujo acuoso, el líquido que las transporta es el agua proveniente de los desechos mismos, de las lluvias y de la que se riega sobre la superficie del basurero.

2.4.3. LOS BASUREROS

En México se han utilizado enormes áreas para la disposición final de la basura. Por mucho tiempo se ignoraron los riesgos ecológicos asociados con los basureros que ahora son motivo de preocupación y estudio. Los basureros²⁰ se clasifican según sus características de diseño, construcción y operación. En cinco tipos principales:

- 1) *El tiradero a cielo abierto*
- 2) *El relleno sanitario antiguo*
- 3) *El quasi-relleno*
- 4) *El relleno sanitario contemporáneo*
- 5) *Los sitios de confinamiento para residuos peligrosos*

Los desechos confinados en cada uno de estos basureros interactúan de manera diferente con el ambiente, y de tal interacción se derivan los riesgos de contaminación a los que se ven sujetos los habitantes de la región.



Dibujo 11. Los basureros

1) EL TIRADERO A CIELO ABIERTO

La forma más simple para deshacerse de la basura ha sido el tiradero a cielo abierto, que puede ser de tipo localizado o difuso. El primero es un sitio donde se acumulan desechos sistemáticamente; el segundo se forma con múltiples focos dispersos a lo largo de zonas

habitacionales. Esta manera de depositar la basura ha sido la más utilizada desde épocas prehistóricas y de hecho una buena parte de la arqueología se dedica al estudio de tales depósitos.

Los tiraderos tradicionalmente²⁰ se han ubicado en barrancas, bordos, pequeños cañones, el vaso de alguna laguna o lago seco, la orilla de un río o alguna depresión natural en el terreno. Todos estos sitios son "rellenados" con los desechos. Muchos de esos lugares son señalados hoy por los expertos como los más peligrosos debido a que entran fácilmente en contacto con los escurrimientos de lluvia, cauces y mantos freáticos. Los factores para la localización de tiraderos han sido por lo general arbitrarios, pues no consideran su impacto ambiental. Se imponen elementos como el valor y la capacidad del predio, junto con los intereses políticos dominantes (a quien se quiere favorecer con la localización), y los derivados de los factores "estéticos" (que el tiradero no se encuentre a la vista de los turistas, las clases media y alta). Estos factores sin duda tienen un peso mayor en la ubicación de los tiraderos que el riesgo ecológico que se impone al ambiente circunvecino, lo cual significa que las consideraciones ecológicas aún no han tenido y aún no cuentan suficientemente en el diseño y operación de tales sitios. La interacción de la basura con el ambiente rara vez es monitoreada, los riesgos ecológicos son dejados al azar y no se procura mantener un control estricto sobre el confinamiento de los residuos ahí depositados.

En el DF. y zonas aledañas hay un sinnúmero de tiraderos oficiales³⁵, tiraderos clandestinos y ex-tiraderos. Todos ellos son un riesgo potencial constante; inclusive los ex-tiraderos, pues apenas comienza su control ambiental. A principios de los ochentas todavía funcionaban cuatro enormes tiraderos: Santa Cruz Meyehualco, Santa Fe, San Lorenzo Tezonco y Santa Catarina. Este último es el único tiradero oficial que continúa en operación junto con otros dos, el resto fue clausurado luego de una larga vida operativa. Juntos a estos grandes sitios existían otros menores como el de Tarango, Cerro de la Estrella, San Mateo Nopala, vaso de Texcoco, Tlalpan y Milpa Alta. En 1984 los tiraderos clandestinos de la capital sumaban 24 mil.

Tiraderos capitalinos como los de Santa Fe, Santa Cruz Meyehualco y San Lorenzo Tezonco ocasionaron múltiples problemas ecológicos, por ejemplo San Lorenzo Tezonco (Delegación Iztapalapa), se ubicó cerca de una batería de pozos para agua potable, la cual fue contaminada según reportes de las autoridades y colonos. El tiradero de Santa Fe (Delegación Álvaro Obregón), provocó una fuerte alteración del ambiente pues en sus 28 años de servicio se llegaron a depositar en él cerca de 20 millones de metros cúbicos de basura. Se convirtió en el principal foco de infección de la zona por emisiones de olores desagradables, la proliferación de fauna nociva, la contaminación del suelo y cuerpos de agua. Según del Departamento del Distrito Federal se han clausurado siete tiraderos a cielo abierto de los cuales destaca el de Santa Cruz Meyehualco (Delegación Xochimilco) con una área de 150 hectáreas y el tiradero de Santa Fe que tiene una extensión de 60 hectáreas.

En los tiraderos se deposita casi cualquier desecho, desde los domésticos hasta los residuos industriales peligrosos. En algunos tiraderos del DF. y su zona metropolitana, los residuos contaminantes de origen industrial han formado lagunas altamente peligrosas reportadas en diversos medios. Castillo Berthier (1984) se refiere a estas como "lagunas de descomposición" y relata como algunos residentes del ex-tiradero de Santa Cruz Meyehualco sufrieron quemaduras graves cuando entraron en contacto con las sustancias ahí presentes. En realidad estas no se forman por la descomposición de materia orgánica: son lagunas de lixiviados que

inundan las áreas del tiradero; también son concentraciones de residuos líquidos altamente contaminantes que fueron depositados directamente en los suelos. Otro caso conocido como el "chocolatazo", ocurrió en el municipio de Tlanepantla, estado de México, donde 20 niños y 2 adultos sufrieron quemaduras hasta de tercer grado al entrar en contacto con residuos, al parecer de materiales filtrados con algún contenido de grasas, que al mezclarse alcanzaron una temperatura de 600°C y formaron una zona pantanosa en este tiradero clandestino (diario Excélsior, Julio 20, 1984)²⁰.

Actualmente existen 1,200 tiraderos clandestinos de basura en donde la población acumula diariamente alrededor de 500 toneladas de residuos. Esta práctica se presenta en las 16 delegaciones del Distrito Federal. Además muchos de los rellenos sanitarios que existen actualmente tienen deficiencias. Sólo existen dos plantas separadoras de sólidos en la ciudad de México, la de San Juan de Aragón y la de Bordo Poniente. De las más de 8 000 000 toneladas generadas en el año 2000 en el D.F. estas plantas separaron y recuperaron 946,268 toneladas de material reciclable que solo representa el 12% del total de la basura.

2) EL RELLENO SANITARIO ANTIGUO

Este método de confinar la basura se inicia a finales del siglo XIX, pero se desarrolló y se adoptó ampliamente en la época de la posguerra. Entonces se pretendía básicamente prevenir la diseminación de enfermedades contagiosas, controlar los procesos de descomposición orgánica de los desechos y atenuar los olores e impresión visual que generaban los tiraderos a cielo abierto. La idea se materializó en una aplicación de técnicas de nivelación diaria de los desechos para cubrirlos finalmente con una capa de arena. El diseño se asemeja al concepto de un pastel en capas: cada día se agrega una capa de basura y una de arena; al saturar la capacidad del sitio se cubre el predio del relleno con una capa gruesa de tierra y vegetación de algún tipo. A diferencia del relleno sanitario contemporáneo, el antiguo no contaba con una capa impermeabilizante en el fondo para evitar las filtraciones al subsuelo.

En aquel entonces se asumía que los procesos de descomposición actuarían para transformar la basura en una composta no tóxica y rica en materia orgánica. Estas suposiciones eran válidas para un relleno sanitario sin contaminantes, pero con frecuencia estos sitios llegan a contener sustancias tóxicas.

El relleno sanitario²⁰ se empleó para recibir los residuos de las industrias químicas, sin considerar que podían ser peligrosos o que podían tener efectos desastrosos para el ambiente. También llegaban a los rellenos sanitarios residuos peligrosos provenientes de las pequeñas cantidades presentes en algunos productos empleados en el hogar.

El relleno sanitario antiguo ya no se emplea en esta época. Actualmente se exige un control riguroso de toda la basura que entra al sitio, así como de su disposición final, la cual debe realizarse de acuerdo a un programa de operación.

3) LOS QUASI-RELLENOS

Se trata de una combinación de diseño y operación frecuente en México, especialmente en el Distrito Federal. Un quasi-relleno²⁰ es un tiradero al que convierten, al menos en apariencia, en un relleno sanitario. La gran mayoría de las zonas de depósito de desechos en el DF. son o fueron tiraderos a cielo abierto, y las autoridades han tratado de amortiguar su impacto con acciones parciales que buscan transformar el tiradero en un relleno sanitario. Sin embargo, el relleno sanitario contemporáneo requiere de varios elementos básicos que se mencionan a continuación y que solo se cumplen parcialmente en los quasi-rellenos:

1. *Estudiar el sitio de ubicación*
2. *Instalar una capa protectora impermeabilizante de materiales sintéticos o arcillas en el fondo del sitio.*
3. *Instalar y mantener un ecosistema de recolección y tratamiento de lixiviados o lechadas tóxicas.*
4. *Establecer un control estricto de los desechos que entran, para que los residuos industriales peligrosos no tengan cabida bajo ninguna circunstancia.*

Es claro que los quasi-rellenos son una salida fácil que pretende transformar los tiraderos como por "arte de magia" en sitios de depósito seguro y controlado. El cambio de tiradero a relleno sanitario implica un trabajo enorme si se toman en cuenta las definiciones de cada tipo de basurero. Para lograrlo se tendrían que remover todos los desechos, nivelar o dar forma cóncava al terreno, aplicar una o más capas impermeables en el fondo y esparcir los desechos en capas, cubrirlos con arenas y arcillas, hasta llegar al límite de la capacidad del terreno y finalmente cubrir todo con una gruesa capa de arena, arcilla y concreto. Además se deben construir sistemas de drenaje captación y tratamiento de lixiviados, pozos de monitoreo de aguas fuera del predio y de venteo para el gas metano. Finalmente se tendría que mantener un sistema de monitoreo constante una vez cerrado el tiradero, y otro permanente para la captación y estudio de lixiviados que incluya su control estricto, Además se debe evitar al máximo la entrada de agua y humedad al relleno sanitario, pues incrementará el volumen de lixiviados.

Los rellenos sanitarios de la ciudad de México deben ser considerados, desde el punto técnico, como quasi-rellenos. Estos combinan elementos del relleno sanitario antiguo y del tiradero a cielo abierto. Se hizo un estudio en 1991 de los posibles 20 sitios que sustituirían o complementarían a los actuales, sin embargo, algunos de ellos ya fueron descartados pues se localizan en la reserva ecológica al sur del DF., o bien porque su infraestructura resulta muy costosa, como lo que ocurre con los localizados en Xochimilco y Tlalpan. A continuación en la *tabla 5* se enumeran los sitios del estudio.

<i>Relleno sanitario</i>	<i>Ubicación</i>
1. La Chinita	Tlalpan
2. Llano del Vidrio	Tlalpan
3. El Guarda (Parres)	Tlalpan
4. Planta de Asfalto	Coyoacan
5. Valle del Tezontle	M. Contreras
6. El Oyameyo	Tlalpan
7. Bordo Poniente	Mpio. Texcoco
8. Santa Fe I	A. Obregón
9. Santa Fe II	A. Obregón
10. Barranca de Tlapizahuaya	A. Obregón
11. Santa Catarina	Iztapalapa
12. Sn. Bartolo Xicomulco I	Xochimilco
13. Sn. Bartolo Xicomulco II	Xochimilco
14. Sn. Mateo Xalpa I	Xochimilco
15. Sn. Mateo Xalpa II	Xochimilco
16. Santiago Tepalcatlapan	Xochimilco
17. Santa Cruz Acalpixca	Xochimilco
18. Volcán Xaltepec	Tlahuac
19. Volcán Guadalupe	Tlahuac
20. Sta. Catarina Yecahuizotl	Tlahuac

*-Fuente: Unidad Departamental de Disposición Final y Análisis.
Dirección de Desechos Sólidos DDF.*

Tabla 5. Estudio en 1991 de posibles sitios para ser quasi-rellenos.

4) EL RELLENO SANITARIO CONTEMPORÁNEO

En sentido estricto, los rellenos sanitarios contemporáneos no existen en México²⁰. El más simple de este tipo de rellenos es el que sirve como depósito de lo que se llama "basura municipal domiciliaria", la cual incluye toda la basura "no peligrosa" generada por residencias, servicios, oficinas y comercios. El diseño de relleno sanitario contemporáneo le concede especial atención a su ubicación, para lo cual se considera su impacto ecológico: cercanía a las fuentes de agua, tipo de suelo, topografía, distancia a la zona urbana que genera los desechos y otros elementos más. El tiempo de la vida útil del sitio también se toma en cuenta para evaluar el impacto ambiental, siempre en el entendimiento de que si existieran razones suficientes para pensar en un grave riesgo ecológico, el relleno sanitario podría ser clausurado antes de completar su vida útil planeada originalmente.

Después de seleccionar los sitios, que serán los idóneos por sus características de aislamiento, se debe poner énfasis en un cuidadoso diseño de construcción. El terreno deberá escarbarse para darle una forma cóncava, luego se le añade un piso impermeable (capas de arcillas y/o material sintético) y se cubre también con materiales impermeables. La construcción incluirá un sistema interno de recolección, drenaje y fosa de captación de lixiviados o lechada para su extracción y tratamiento apropiado; los lixiviados son clasificados como residuos peligrosos. Por eso es necesario hacer pruebas constantes en el recipiente formado relleno sanitario, para detectar posibles filtraciones de lixiviados al subsuelo. Aunado a esto se perforarán y vigilarán pozos de monitoreo del agua en las zonas vecinas.

La operación del relleno sanitario implica:

- a) *Clasificar y controlar estrictamente el tipo de basura que ahí se depositará, la cual debe ser exclusivamente de residuos no contaminantes.*
- b) *Nivelar la basura depositada diariamente y taparla con una capa de arena y arcilla.*

A ciertos niveles de profundidad deberán sobreponerse capas especiales de materiales impermeables que sirvan para retener las filtraciones de lixiviados. Una vez que el relleno sanitario se encuentre a su máxima capacidad, la superficie se recubre con capas de tierras y arcillas y se planta algún tipo de pasto silvestre para evitar la erosión, se busca también mantener un control sobre el agua que entra en el relleno, cuidando de que ésta sea la menos posible. Esto es importante pues el agua es uno de los principales agentes que contribuyen a la formación y filtración de la lechada.

En esta última fase de operación se perforarán pozos dentro del relleno para el monitoreo y posible aprovechamiento de gas metano formado. Un elemento implícito del relleno es su continuo monitoreo hasta por un mínimo de 50 años o más después de que fue clausurado. Una vez que se pueda asegurar un control de los procesos del sitio se puede proceder a utilizar la superficie para fines recreativos, públicos y habitacionales, quizás los denominados rellenos sanitarios de prados de la montaña y Bordo poniente podrían clasificarse como tales, según los factores mencionados anteriormente. En la *figura 4* se presenta el diseño conceptual del relleno sanitario seguro:

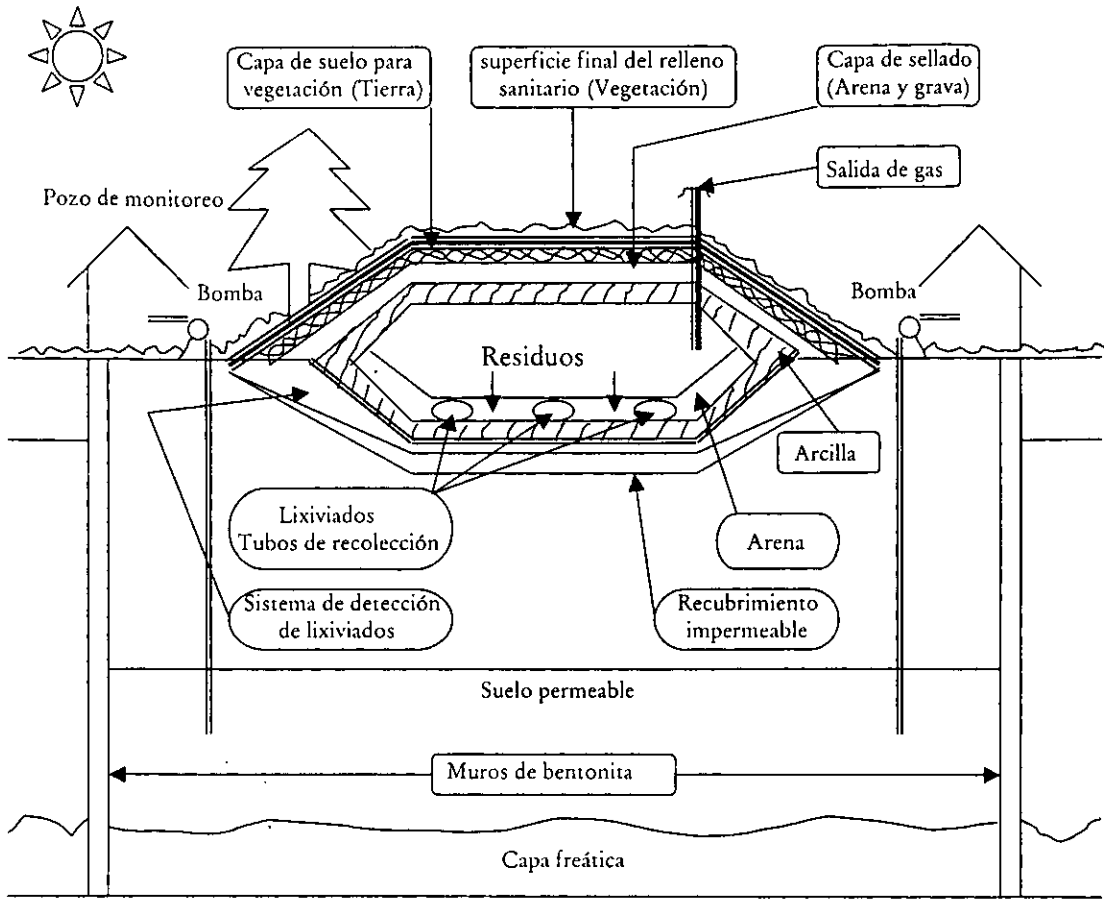


Figura 4. Sección transversal de un relleno sanitario seguro

LIXIVIACIÓN

Cuando el agua de lluvia o de los desechos mismos de la basura se filtra al relleno sanitario, lo primero que sucede es que dicha agua se acidifica por los procesos bioquímicos. El agua acidificada se percola a través de los desechos, disolviendo elementos y compuestos de los residuos para formar una solución altamente contaminante conocida como lechada²⁰. Más adelante, en la vida del relleno sanitario, se desarrollarán condiciones alcalinas que continuarán produciendo lechada. Si la capacidad²² del relleno sanitario para contener agua se excede, la lechada escapa al ambiente en cantidades, concentraciones y direcciones impredecibles. Las aguas superficiales y acuíferos vecinos, así como ecosistemas enteros son con frecuencia contaminados y dañados por la lechada.

El termino lechada, de uso popular se refiere a los mismos lixiviados y sus elementos contaminantes. Ambos vocablos implican la presencia de sustancias toxicas que antes se encontraban en los desechos y ahora han sido disueltas en un ciclo acuoso. El liquido que las transporta es el agua proveniente de los desechos mismos, de las lluvias y la que se riega sobre la superficie del basurero. En los anexos se presenta una lista con algunas sustancias que se encuentran en productos de uso común en el hogar y contribuyen en forma significativa a la formación de lixiviados o lechada. Esta no resulta únicamente de la mezcla de sustancias reconocidas como toxicas o peligrosas; algo tan cotidiano como los residuos de detergentes y cosméticos, inclusive algo aparentemente inofensivo como el periódico, puede contribuir (con las tintas usadas en la impresión y los ácidos utilizados en la preparación del papel) con porciones pequeñas pero que se suman a otra gran variedad de productos. Los residuos químicos tóxicos se combinarán al ser transportados por el agua hacia el fondo del basurero y finalmente alcanzan el subsuelo del sitio del depósito. Es de importancia mencionar que estudios recientes en los basureros municipales de zonas industrializadas aquí en México, se han encontrado altas concentraciones de materias contaminantes, como bario, aluminio, plomo, manganeso, fósforo, potasio, fosfatos, compuestos clorados solubles, paratión etílico y herbicidas (2,4-D). Si los lixiviados llegan a alcanzar el agua utilizada para consumo humano, pueden ocasionar a la población enfermedades, daños serios a la salud y aún a la muerte. Este es la parte del ciclo de la basura que se debe evitar con una planeación cuidadosa.

5) SITIOS DE CONFINAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Todas las sociedades producen desperdicios y la minimización de los residuos constituye una meta tecnológica y sociológica adecuada, pero su logro no significa que se elimine el problema de su disposición. Debido al crecimiento económico, en muchos países ha aumentado rápidamente el uso de sustancias químicas para diversos fines. Algunas de éstas afectan la salud humana, de animales y de plantas, cuando se liberan al medio ambiente. Estos compuestos químicos toman el nombre de peligrosos y cuando ya no se pueden aprovechar o se desechan se les denomina residuos peligrosos.

Los residuos²² se pueden encontrar en forma líquida, sólida, gaseosa, en forma de emulsiones, suspensiones o lodos, y casi siempre constituyen mezclas complejas de diversos compuestos químicos.

Dada la diversidad de procesos que emplean las industrias, las características de los residuos generados van desde los altamente peligrosos hasta los que no representan riesgo. Tradicionalmente la industria ha depositado sin control los residuos en terrenos en forma clandestina y en ocasiones se ha advertido la contaminación de cuerpos de agua, así como la capa vegetal del suelo. De acuerdo con la agencia de protección ambiental (EPA) de Estados Unidos, un residuo peligroso se define como:

- Un residuo sólido o una combinación de residuos, los cuales debido a su cantidad, concentración, sus características físicas, químicas o infecciosas pueden:

1. *Causar o contribuir significativamente a incrementar la mortalidad o las enfermedades serias, irreversibles o que produzcan incapacidad.*
2. *Poseer un peligro sustancial o potencial para la salud humana o el ambiente cuando se tratan, almacenan, transportan o se disponen inadecuadamente.*

Aun cuando la agencia de protección ambiental de Estados Unidos(EPA), menciona el término "residuo sólido", esta definición también incluye residuos semisólidos, líquidos y gaseosos(EPA, 1990).

Se identifica como residuo peligroso a cualquier residuo sólido que presente una o más de las siguientes características(Norma Técnica Ecológica 001/88):

- ❑ Corrosividad
- ❑ Reactividad
- ❑ Explosividad
- ❑ Toxicidad
- ❑ Inflamabilidad
- ❑ Biológico infeccioso

La organización de las Naciones Unidas presenta la siguiente clasificación:

Clase 1. Explosivos

División

- 1.1 Explosivos con peligro de reacción en cadena
- 1.2 Explosivos con peligro de proyección
- 1.3 Explosivos con peligro de incendio
- 1.4 Explosivos con peligro de detonación
- 1.5 Explosivos muy sensibles

Clase 2. Gases

División

- 2.1 Gases inflamables
- 2.2 Gases no inflamables
- 2.3 Gases tóxicos
- 2.4 Gases corrosivos

Clase 3. Líquidos inflamables

División

- 3.1 Temperatura de inflamación menor de -18°C
- 3.2 Temperatura de inflamación de -18°C a 23°C
- 3.3 Temperatura de inflamación de 23°C a 61°C

Clase 4. Sólidos inflamables, materiales espontáneamente combustibles y materiales húmedos peligrosos

División

- 4.1 Sólidos inflamables
- 4.2 Materiales espontáneamente combustibles

- 4.3 Materiales peligrosos cuando se humedecen
- Clase 5. Oxidantes y peróxidos orgánicos
 - División
 - 5.1 Oxidantes
 - 5.2 Peróxidos orgánicos
- Clase 6. Materiales tóxicos y etiológicos
 - División
 - 6.1 Materiales tóxicos
 - 6.2 Materiales etiológicos
- Clase 7. Materiales radioactivos
- Clase 8. Materiales corrosivos
- Clase 9. Otros materiales peligrosos

México es un país con abundancia mineral, la explotación minera genera un alto porcentaje de los residuos peligrosos nacionales, algunos con características peligrosas especiales por el alto contenido de metales pesados, como son el arsénico, selenio, plomo, cadmio, entre otros. Los procesos siderúrgicos de fundición de chatarra, generadores de polvo o lodos conteniendo metales pesados, están concentrados mayormente en las grandes ciudades como lo son: la zona metropolitana de la ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, Veracruz, Puebla y algunas otras. En la *figura 5*. Se muestra un esquema de la generación de residuos peligrosos y no peligrosos.

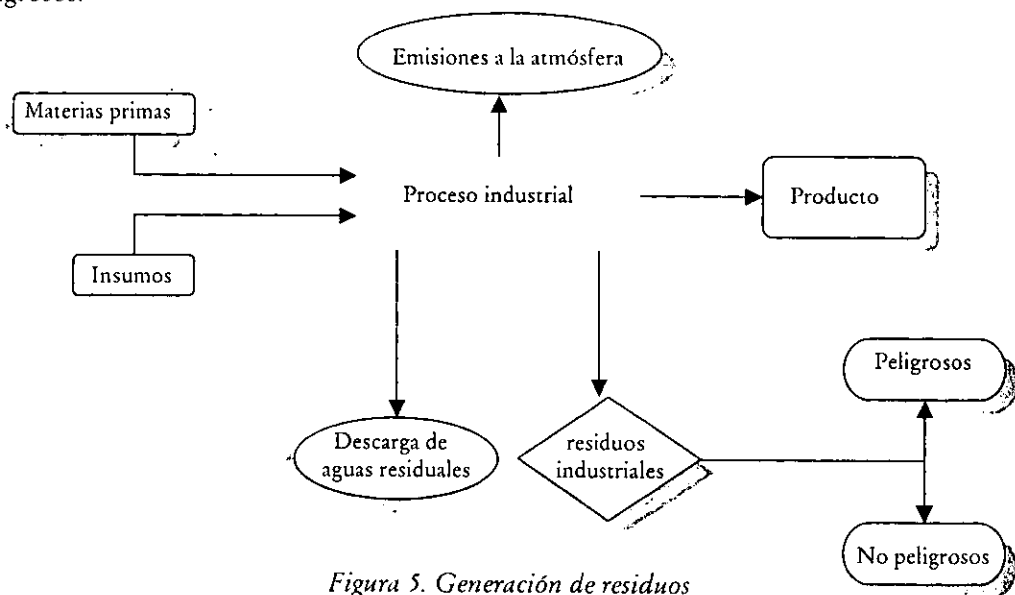


Figura 5. Generación de residuos

Los procesos químicos, orgánicos e inorgánicos, posiblemente sean los que más contribuyen con altas concentraciones de residuos peligrosos²². Los tratamientos de superficie generan altas concentraciones de metales pesados, como es el caso del cromo, y en los procesos

de templado, donde se usan cianuros, se obtiene residuos con características altamente peligrosas.

Los procesos petroquímicos, son grandes generadores de residuos tóxicos e inflamables. Según el inventario de las actividades de refinación y transformación de la industria petrolera y petroquímica primaria, se ha cuantificado un volumen de más de 1 710 448 toneladas por año de residuos industriales generados en sus centros productivos. El 90.2% son semisólidos, constituidos principalmente por lodos de pretratamiento de agua y los aceites provenientes de fondos de almacenamientos de tanques de crudo y de los sistemas de separación. Con base en su composición, se calcula que aproximadamente el 11% de estos residuos es susceptible de reciclarse. Hasta la fecha, sólo se recicla menos del 7% y PEMEX trabaja en programas con el fin de alcanzar las metas del porcentaje estimado.

Para los residuos aceitosos se ha implementado un programa de recuperación de fase aceitosa, disposición en confinamiento de la torta estabilizada; el reciclaje de residuos químicos clorados; la destrucción de residuos clorados de alta peligrosidad, como son los hexas o bifenilos policlorados y el tratamiento químico de bases y ácidos gastados.

Por lo que se refiere a la generación de solventes, sobre todo en los procesos químicos y petroquímicos, y sin olvidar a las industrias petroleras y a las industrias maquiladoras de exportación(en el lavado de microcircuitos), se tiene un inventario de generación de más de 70 millones de litros por año de los siguientes disolventes principalmente:

- Alcohol isopropílico
- Cloruro de metileno
- Dicloroetano
- Tricloroetileno
- 1,1,1-tricloroetano
- Triclorotrifluoroetano

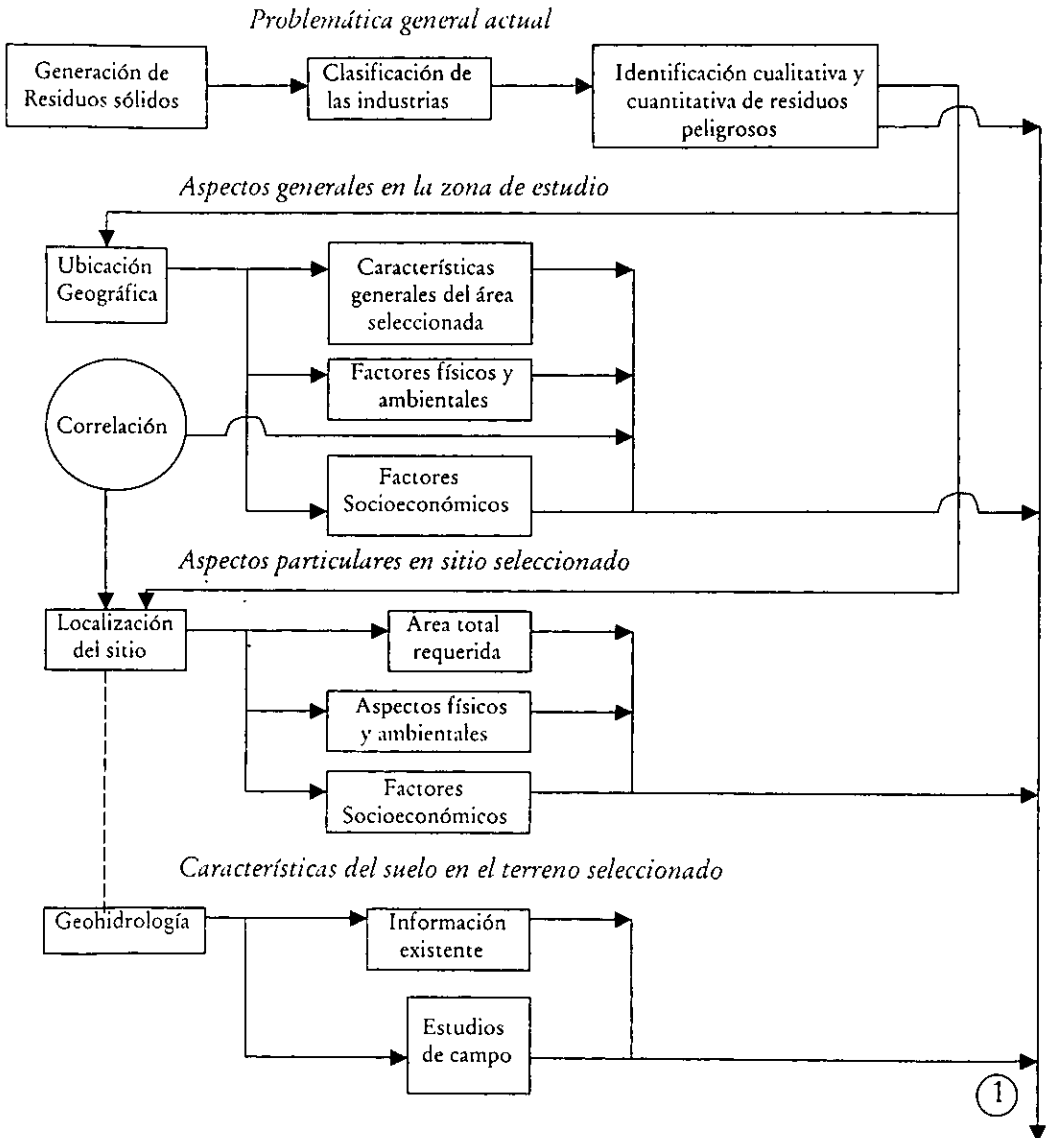
Existen algunos sitios de depósito especializados que han sido diseñados para almacenar en forma temporal o definitiva los desechos peligrosos que provienen principalmente de las plantas industriales. Destacan aquellos para el manejo de desechos radioactivos, de residuos de asbestos, diversos productos químicos, de cenizas provenientes de incineradores, para el confinamiento de lixiviados y lodos contaminados, presas de jales para residuos de actividades minerales y otros más.

El diseño, construcción y operación de estos sitios, debe realizarse con normas mucho más estrictas y materiales capaces de contener cualquier escurrimiento, derrame, accidente o filtración de los residuos confinados. Dada las características especiales de los residuos a depositar, los sitios de confinamiento requieren un mayor cuidado para su diseño y operación eficiente. En la *figura 6*. Se muestra la secuencia de actividades que se debe de seguir para la implementar un confinamiento controlado.

Las dificultades para ubicar confinamientos controlados en la República Mexicana son amplias y se debe de hacer un estudio sumamente cuidadoso, ya que existe una legislación³⁵ referente al tema y se deben de tomar en cuenta aspectos técnicos, ambientales, sociales, etc.

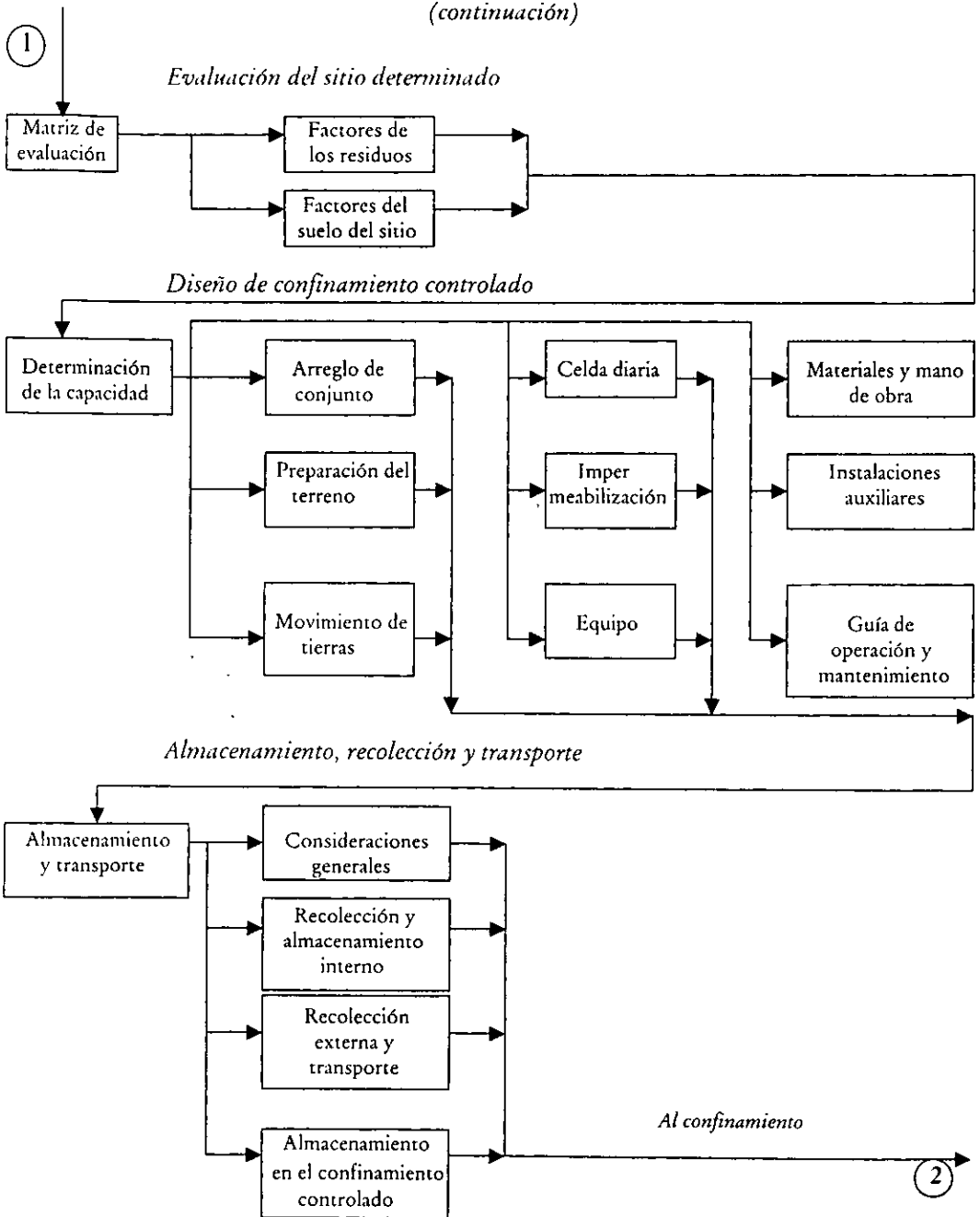
1. *Marco legal:* Cumplir con la Norma Técnica Ecológica NTE-CRP-008/88, que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos excepto los radioactivos.
2. *Carácter técnico:* Identificar y localizar los sitios que cumplan con los requisitos geofísicos y geohidrológicos básicamente establecidos en la NTE-008/88.
3. *Técnica y uso del suelo:* Dificultad para adquirir los terrenos, los cuales tienen que ser seguras para las áreas vecinas.
4. *Carácter social:* Hacer del conocimiento de la comunidad, la función de un confinamiento controlado para evitar rechazo o resistencia para su instalación. El confinamiento deberá cumplir con todas las normas para evitar que el rechazo que generalmente tiene la sociedad hacia estos sitios, esté justificada.

SECUENCIA DE ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CONFINAMIENTO CONTROLADO



SECUENCIA DE ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CONFINAMIENTO CONTROLADO

(continuación)



SECUENCIA DE ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CONFINAMIENTO CONTROLADO

(continuación)

ANÁLISIS DE COSTOS Y DETERMINACIÓN DE TARIFAS

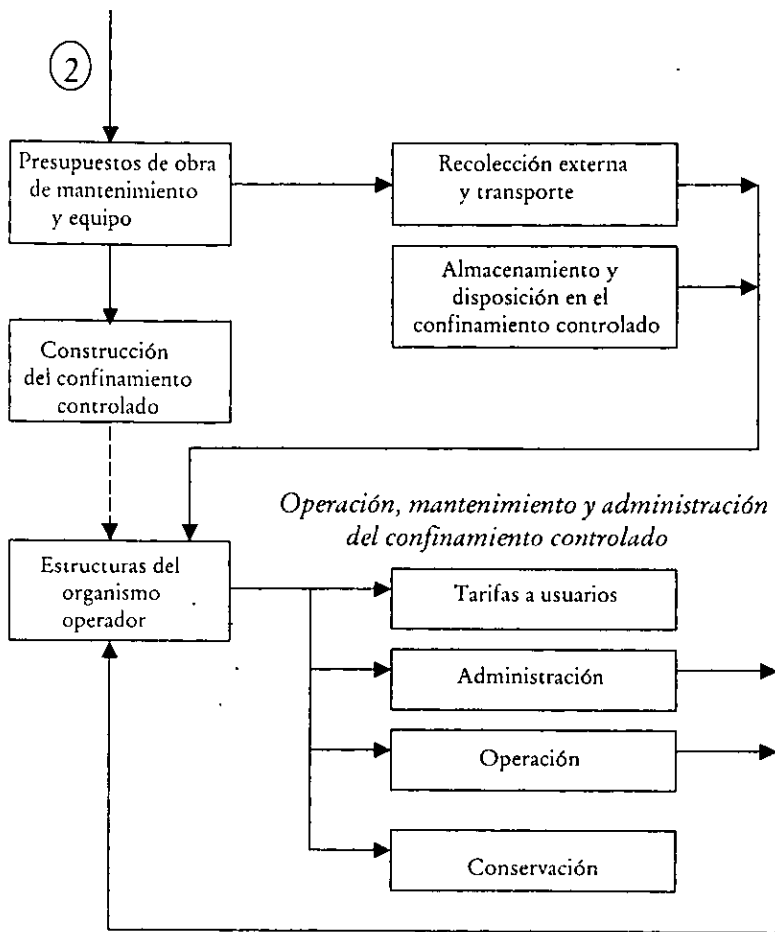


Figura 6. Secuencia de actividades para la implementación de un confinamiento controlado

2.4.4. LOS DESECHOS DOMÉSTICOS CONTAMINANTES

La necesidad de reconsiderar la creencia de que la basura doméstica es inofensiva al ambiente, la plantearon diversos autores hace más de una década. Dunlap y colaboradores (1976)²⁰ presentaron uno de los primeros estudios que hicieron evidente el potencial tóxico de los desechos sólidos no industriales. Reportaron la presencia de sustancias tóxicas de tipo industrial en cuerpos de agua subterráneos, localizados bajo los basureros municipales donde solamente se depositaba basura residencial. Se comprobó que las sustancias encontradas se originaron a partir de artículos altamente usados en los comercios y en los hogares. Tal es el caso de los cosméticos y productos para el mantenimiento automotriz depositados como basura cotidiana en los basureros municipales.

Los desechos domésticos contaminantes (en adelante identificados como DDCs) no tienen el grado de toxicidad ni producen los altos niveles de contaminación que los desechos industriales o los agroquímicos, pero sí generan un gran volumen de basura y proporcionan un impacto ecológico desfavorable. Estos residuos son resultado del uso generalizado de numerosos productos caseros que contienen sustancias químicas, que cuando se tiran a la basura, inician un ciclo ecológico dañino para el ambiente y la salud.

En México, el reglamento de salud en Materia de Control Sanitario define a los desechos contaminantes (DCs) como "los productos, materias primas o subproductos ya no utilizables en el proceso industrial, que conservan principios activos que pueden constituir riesgos a la salud humana". Los clasifica según los siguientes factores de riesgo (Diario oficial de Enero 18 de 1988):

- *Las características de las sustancias utilizadas en la composición.*
- *El estado físico del producto o sustancias.*
- *La vía de absorción por el organismo humano.*
- *El grado de toxicidad.*
- *La existencia de antídotos específicos.*
- *Las características de su utilización.*
- *La acción mutagénica, carcinogénica o teratogénica.*
- *El grado de acumulación y efecto residual.*
- *La inflamabilidad, explosividad, reactividad y características corrosivas.*

En algunos sitios del DF, los riesgos se incrementan pues se ha llegado a depositar basura industrial junto con la residencial (Castillo, 1983). Los métodos de tratamiento de residuos sólidos peligrosos y residuos sólidos no peligrosos, presentan dificultad para obtener un resultado óptimo; sin embargo, actualmente se trata de clasificar adecuadamente los residuos sólidos, aun que una clasificación adecuada no conlleva la minimización de los riesgos que representan.

2.4.5. CLASIFICACIÓN Y REGISTRO DE LOS DDCs

El primer paso para clasificar y cuantificar²⁰ sistemáticamente los DDCs es identificar aquellos productos domésticos que contienen elementos que podrían definirse como DCs (*Ver Anexos*). Deberán incluirse aquellos productos con alta concentración de sustancias contaminantes, así como los que contienen elementos aislados que pueden combinarse con otros productos en el basurero o relleno sanitario y formar lechada.

Los DDC's se han clasificado en ocho categorías²⁰:

- Categoría 1. *Limpiadores Domésticos*: destapacaños, limpia pisos, detergentes para ropa, pulimentos de pisos y muebles, limpia hornos, detergentes para trastos, aromatizantes de ambiente y otros.
- Categoría 2. *Productos automotrices*: utilizados para el mantenimiento de vehículos, aceites y grasas lubricantes, aditivos, ceras, líquidos para frenos, transmisión o radiador y otros.
- Categoría 3. *Productos para el mantenimiento de la casa*: pinturas, barnices, lacas, epóxicos, pegamentos, solventes, selladores y otros.
- Categoría 4. *Productos para el jardín y plagas: artículos para el tratamiento de plantas y el control de insectos y otras plagas*: herbicidas, insecticidas, sustancias específicas para combatir plagas que sufren las mascotas, fertilizantes y otros.
- Categoría 5. *Pilas y eléctricos*: incluye baterías eléctricas para autos, así como pilas para radios, relojes, calculadoras; partes eléctricas, como apagadores, algunos tipos de reflectores, soldadura eléctrica y otros.
- Categoría 6. *Medicinas y fármacos*: esta es una categoría abierta, donde se incluyen todas las que requieren receta médica y también las que no requieren para su compra; se indica la marca del producto así como el tipo, caducidad y desperdicio del producto.
- Categoría 7. *Cosméticos*: casi todos los artículos de higiene personal y los cosméticos contienen algún tipo de elemento contaminante; entre las excepciones están el lápiz labial y la crema para la piel. La lista incluye pintura para uñas, removedor de esmalte para uñas, perfumes, aerosol (fijador) para pelo, champú, desodorantes, bases, delineadores, rimel, sombras, tintes de pelo.
- Categoría 8. *Otros*: agrupa productos que se utilizan en pasatiempos y en ciertas actividades artísticas: pinturas de óleo, tintas, fotoquímicos, etc. También se incluyen los ácidos para albercas y otros más difíciles de clasificar en las categorías previas.

Cabe señalar que la agrupación de estos productos no corresponde a la similitud de componentes químicos, sino a su semejanza para usos y actividades específicas dentro del hogar. En los anexos se proporciona una lista, de los ingredientes activos y los más frecuentes contaminantes presentes en los productos domésticos.

2.4.6. LOS PEPENADORES

Los llamados "pepenadores"²⁰¹ son un grupo importante de personas cuya función es recuperar los materiales reciclables presentes en la basura y canalizarlos a los centros de acopio. El proceso de deposición de los desechos no acaba cuando el ciudadano elimina algo, cuando esto sucede apenas es el inicio de una gran cadena de interacciones. Entre las formas en las que las personas eliminan lo que ya no les es útil, está la de darle la basura al barrendero que limpia su zona, dicha persona recoge la basura ciertos días de la semana. Una vez el barrendero ha llenado su "carrito de basura", se dirige a donde se encuentra un camión recolector para vaciar en él el contenido de su carrito.

El barrendero recibirá por recoger la basura alguna compensación, de las que los conductores de los camiones pedirán una parte. El camión que usualmente lleva al chofer y dos ayudantes, que a veces van acompañados de voluntarios, irá clasificando la basura para después vender parte de ella en uno de los negocios de compra de desechos industriales.

Una vez que la basura llega al tiradero, se lleva a un espacio o tramo, el cabo del tramo tendrá el control de un número de familias de pepenadores, él decide a que familia le corresponderá que zona y también a cual familia no le corresponderá trabajar. La familia del pepenador clasificará los desechos y formará bultos, pacas o costales que después de ser amarrados serán llevados al pesadero, aquí serán pesados y pagados. El pesador almacenará durante algunos días los productos y luego los venderá a empresas o a intermediarios.

Como podemos apreciar, la basura es una fuente de ingresos que le da trabajo y alimento a grandes grupos de familias y proporciona una gran suma de dinero a quienes los explotan. Estos grupos de recolectores de basura están organizados bajo líderes, los cuales se relacionan con grupos políticos. Los pepenadores se han opuesto a la mecanización de la recuperación de basura pues perderían sus "modus vivendus". Esta forma de explotación de la basura constituye un monopolio controlado por un grupo cerrado de integrantes, al que es difícil tener acceso. Es evidente los riesgos para la salud de el grupo de pepenadores. Si se lograra mecanizar la separación, podría recuperarse una mayor cantidad de materiales reciclables con el consecuente beneficio para las industrias recicladoras. Los pepenadores deben incorporarse a cualquier proceso de modernización en el manejo de la basura y deberán quedar protegidos como todos los trabajadores de acuerdo a la ley.

III. CAMPAÑA DE RECICLAR, REUSAR, REDUCIR Y RECUPERAR.

"UNA MANERA DIFERENTE DE PENSAR"

SUMARIO DEL PAPEL

RECICLAR, REUSAR, REDUCIR Y RECUPERAR ¿SABES LO QUE SIGNIFICA...

RECICLAR

Significa volver a procesar los materiales de desecho, con el fin de emplearlos como materia prima, para obtener nuevos productos.

... REUSAR

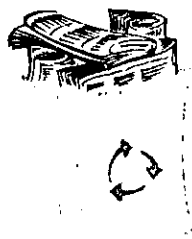
Significa dar un uso máximo a ciertos productos, usar varias veces todo aquello que sea susceptible de ser usado en varias oportunidades, o permitir que lo usen otras personas.

...REDUCIR

Significa utilizar la menor cantidad posible de materiales o productos en la fuente u origen

... RECUPERAR

Significa volver a poner en servicio lo que estaba inservible.



Dibujo 12. Reciclar, reusar, reducir, recuperar.

3.1. GENERALIDADES SOBRE EL RECICLAJE.

El reciclaje⁴⁵ es el proceso mediante el cual los desperdicios son utilizados como materia prima para la elaboración de otros productos; mediante este proceso, no sólo se evita la acumulación de basura sino que se consiguen ahorros importantes en recursos naturales (árboles, agua, bauxita, petróleo) y se ayuda a la conservación de algunas especies, sobre todo aquellas que habitan en los bosques.

➤ *Los beneficios que ofrece el reciclaje son:*

- Conserva los recursos naturales
- Disminuye el consumo de agua y electricidad
- Contribuye a la economía del hogar y de las industrias
- Prolonga la vida de los rellenos sanitarios
- Crea fuentes de trabajo en las industrias recicladoras

Para facilitar el proceso del reciclaje y aprovechar algunos desechos, primero se tienen que seleccionar, aunado a los buenos hábitos de consumo.

➤ *Recomendaciones para los desechos sólidos:*

- Recuperar el material antes de que se mezcle en la basura con otros residuos.
- Reciclar todo el material posible
- Retornar la materia orgánica al suelo para convertirla en composta

➤ *Hábitos de consumo*

- Reducir el consumo de productos no retornables
- Rechazar sustancias que dañen al ambiente

El reciclaje como opción ya se planteaba en la época de la segunda guerra mundial, pero después cuando se inició la llamada época del consumismo de lo desechable, el concepto era considerado absurdo. En las últimas cuatro décadas al reciclaje se le ha dado no sólo una razón social y ambiental sino también económica.

VENTAJAS ECONÓMICAS DEL RECICLAJE:

- Reduce los costos de disposición final de los desechos o residuos sólidos, ya que, al haber menor cantidad de desechos, el costo disminuye.
- Reduce los costos por daños y perjuicios. Al reducir desechos, disminuye la probabilidad de accidentes y por lo tanto, bajan las primas de los seguros. Adicionalmente, disminuyen los costos de posibles demandas legales por eventos inesperados.
- Ayuda a las relaciones públicas y mejora la imagen corporativa de la empresa. Al incidir positivamente en el ánimo de los consumidores, la reducción, reuso y el reciclaje de residuos sólidos lleva a un beneficio económico intangible para la empresa, ya que repercute en la confianza por parte de los compradores.

LAS DESVENTAJAS DEL RECICLAJE SON:

- Los procesos de reciclaje son costosos, debido a los métodos de recolección y preparación de la materia prima que se va utilizar, por el proceso de transformación que se tiene que llevar a cabo para los productos.
- Se presta al desperdicio de materia prima, ya que la basura es una fuente de materia prima barata e interminable.
- Se le considera una moda ecologista
- El reciclaje, de algunos productos principalmente existe de manera no regulada, desarrollada como la economía informal exenta de obligaciones fiscales y por lo tanto, esa derrama económica no se reintegra a la economía nacional.

Desde el punto de vista económico, la industria del reciclaje puede ser estimulada mediante las siguientes propuestas teóricas:

- *Impuestos*; Se aplican a materiales vírgenes o a productos fabricados con ellos.
- *Preferencias*; A los materiales reciclados, se les da preferencia en precios.
- *Campañas de reciclaje*; Para impulsar el mercadeo de materiales reciclados a través de vender la idea del consumo "verde" usando lemas de campaña que apoyen y convencan al consumidor de las ventajas del reciclaje.

3.2. PAPEL RECICLADO

El papel reciclado⁶ se define como aquel en cuya fabricación se ha utilizado como materia prima exclusivamente papel usado por el consumidor: periódicos, revistas, papeles de oficina, impresos, etc., y cuyo único destino sería su incorporación al proceso para obtener papel (1 mismo papel se puede reciclar de 3 a 8 veces, conservando una buena calidad), evitando su eliminación en rellenos sanitarios o vía incineración. Es a principios de los años 60's, cuando empieza la industria del reciclaje de papel, al establecerse el primer molino que fabrica papel a partir de papeles reciclados en la ribera de Wissahickon Creek, cerca de Philadelphia, Pennsylvania (Estados Unidos).

La industria papelera siempre ha reciclado su propio desecho, como en el caso de los fabricantes de empaque y los impresores. El papel y cartón usados se recolectan, se separan y posteriormente se mezclan con agua para ser convertidos en pulpa. La pulpa de baja calidad se utiliza para fabricar cartón para cajas. Las impurezas y algunas tintas se remueven de la pulpa de mejor calidad y se utilizan en la elaboración de papel reciclado para impresión y escritura.

3.2.1. PRODUCCIÓN DE PULPA CON FIBRAS SECUNDARIAS, CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y APLICACIONES DEL PAPEL RECICLADO

La producción⁶ de pulpa con fibras secundarias implica la necesidad de volver a producir pulpa con base en papeles y cartones de desperdicio. Los métodos aplicados son básicamente los mismos con algunas operaciones adicionales como:

- a) *Desbaratadores, cernidores y separadores centrífugos, esta es la parte mecánica del proceso.*
- b) *Una combinación de factores químicos y mecánicos, en la que los productos químicos se utilizan en la etapa de producción de pulpa para eliminar la tinta y otros contaminantes.*

La fibra secundaria es la segunda fuente de abastecimiento de fibra para papel y cartón en Estados Unidos, y el porcentaje de reuso de la fibra es mayor en Europa y en Japón que en Estados Unidos. En la *tabla 6*, se exponen los diferentes tipos en la calidad de papel de desperdicio.

PAPELES DE DESPERDICIO

Papeles de desperdicio mezclados. Contienen diferentes clases y cantidades de papel que no se limitan en cuanto al tipo o contenido de fibra. El material no deseado, es decir, papel con contaminantes. Estos no puede exceder del 2% y los desperdicios no pueden exceder del 10%, en el proceso. El papel de desperdicio mezclado se utiliza para techados y para tejas de asfalto bituminoso, artículos moldeados, la capa central en los cartones múltiples para cajas, muros secos estructurales y cartones comunes de bajo costo.

Papeles de desperdicio tipo corrugado. Contiene superficies exteriores Kraft con recubrimiento doble y un centro ondulado. Incluye también los cortes corrugados con recubrimiento doble, los cortes corrugados, los cortes corrugados Kraft nuevos y los contenedores o cajas corrugadas. El material no deseado no puede exceder el 1%, y los rechazos no pueden exceder del 5%. Este tipo se utiliza en la producción de cartones recubiertos, medios corrugantes tableros para pared seca y para techos.

Papel de desecho libre de tintas (conocido también como sustituto de la pulpa). Está formado por papeles blancos sin imprimir, de una blancura razonablemente uniforme y sin material indeseable por contaminantes. Los desperdicios no pueden exceder del 0.5%, esta calidad se utiliza en vez de la pulpa virgen blanqueada para producir papeles finos y papeles para publicaciones.

PAPELES DE DESPERDICIO

(continuación)

Papeles entintados. Son papeles que han sido impresos, o que tienen color o contenido de pasta mecánica, y que se pueden tratar en un proceso de destintado que elimina el color, la tinta de impresión, y las impurezas. No deberá contener material indeseable, es decir, con contaminantes y estos no pueden exceder del 0.25% del total de papel. Este grado se utiliza para la producción de papeles finos, papeles para libros, sobres, y todos los tipos de papeles destinados al consumo.

Periódicos: Formado por periódicos en pacas, escogidos, recientes y secos, no quemados al sol y sin incluir papeles de revistas, papeles blancos, excedentes de prensa y papeles distintos de los de periódico, conteniendo no más del porcentaje normal de secciones en rotograbado y en color. El empaque no deberá contener alquitrán. No se permite ningún material no permitido. Los rechazos no pueden exceder del 0.25%. Se usa para hacer papel periódico y diferentes tipos de papel de baja calidad.

Material no permitido: Cualquier material que por su presencia en las pacas, más allá de la cantidad autorizada, hará que dicha paca sea adecuada e inutilizable para el grado de calidad especificada en cada empresa recicladora, ya que cualquier material contaminante puede causar daños físicos al equipo.

Desperdicios: Todos los papeles que se procesan o tratan de tal manera que resultan inadecuados para su consumo en el grado de calidad especificado.

Tabla 6. Grados de calidad en papeles de desperdicio.

El papel de desperdicio mezclado^{6, 7} constituye una categoría particularmente difícil de trabajar para la producción de pulpa, debido a su alto grado de contaminantes, tales como:

- Partículas metálicas
- Piedras
- Botellas
- Cintas
- Trapos y cuerdas
- Materiales plásticos, tales como: poliestireno, polietileno, estireno soplado, estireno espumoso, fundidos calientes y asfalto bituminoso.

Se requiere un sistema de recuperación que elimine en forma continua estos contaminantes hasta un grado que permita hacer papel con base en las fibras recuperadas. El material puede volverse a convertir en pulpa mediante el sistema que se ilustra en la *figura 7*, y se explica más adelante, es ampliamente utilizado en Estados Unidos.

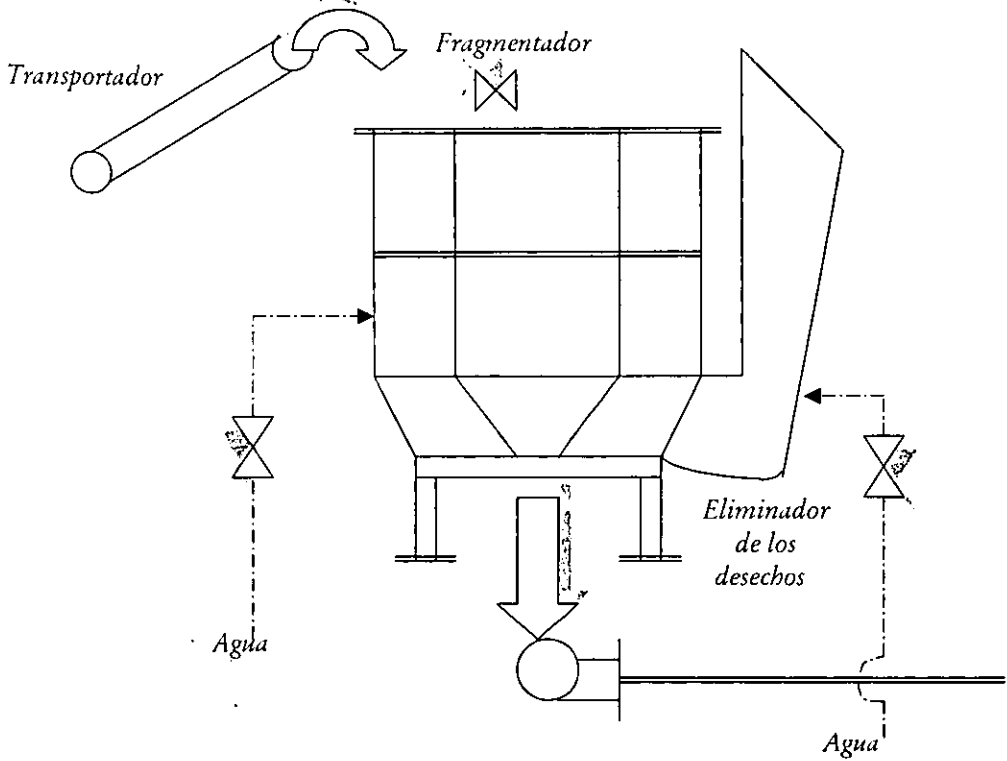


Figura 7. Sistema convencional para la producción de pulpa con papel de desperdicio³.

CARTÓN EN CILINDRO MULTICAPA

Muchas de las fibras, secundarias se utilizan para producir cartón en cilindro multicapa, el que se hace en una máquina cilíndrica en la que se juntan capas separadas de papel hasta lograr el grueso deseado. Son muchos los tipos de papel usados para el cartón de cilindro, los cuales se indican en la *tabla 7*. Las fibras secundarias se utilizan casi siempre en las capas de relleno, en tanto que la pulpa virgen se utiliza en las capas exteriores o de recubrimiento. En general, es necesario contar con sistemas preparadores de la pulpa cuando se va a producir materia para recubrir y materia para rellenar.

TIPOS DE PAPEL CARTÓN MULTICAPA Y APLICACIONES

Cartón de hoja. Es un cartón producido en la máquina de cilindro que contiene el mismo material en todos sus pliegues, proveniente del papel de desperdicio. Este cartón se produce en un amplio margen de espesores y en grados "plegables" y "no plegable".

Bristol de fábrica y Bristol falso. Los papeles Bristol de fábrica, denominados así para diferenciarlos de los Bristol de índice hechos con máquinas *Fourdrinier*, se utilizan sobre todo para cartulinas de anuncios. En general, los papeles Bristol falsos se hacen con cierto número de clases diferentes de materiales, tales como desperdicios mezclados, papel de periódico, periódicos sin imprimir, pulpas vírgenes. Se utilizan para producir tarjetas baratas, boletos y boletos de color.

Cartones para cajas plegables. Cuando son necesarias las cualidades de plegado, como ocurre en los cartones para cajas plegables, las dos capas exteriores del cartón deberán hacerse con material de fibras largas, tales como las pulpas al sulfito o al sulfato, blanqueadas. Con frecuencia son adecuados los grados de entrada directa. El material debe estar moderadamente refinado, para que desarrolle la resistencia necesaria al plegado y reduzca la cantidad de rizo en la hoja, pero el calandrado del material se conserva en un mínimo a fin de preservar las cualidades de plegado. Por el contrario, el material de relleno, que habitualmente se obtiene de papeles de desperdicio mezclados, se refina intensamente, para eliminar los grumos de material no desfibrado o los mazos de fibras, los que han pasado por los sistemas de limpieza y de cernido. Los grados principales son el manila blanqueado, el revestido con blanco patente, y el recubierto con arcilla en la máquina. Se usan en envases para; cereales, jabón en polvo, cigarrillos, vestidos y productos similares. Entre las especificaciones se incluyen el peso, el calibre, la resistencia a la rotura, la blancura (de la capa alta), el apresto, la resistencia a la tensión, el conteo de basura, el contenido de humedad y el color. Las propiedades de impresión tienen una gran importancia, y como la mayoría de los cartones se utilizan para empaquetar, las propiedades adhesivas son también muy importantes.

Cartón combinación manila. Otro grado, que se conoce como cartón combinación manila, sirve para designar un cartón en el que una o dos de las capas exteriores son de una materia prima diferente y/o color que la capa intermedia, en tanto que un cartón normal o sólido tiene en todo su grueso el mismo material. El relleno puede estar formado por aproximadamente 40% de pulpa al sulfito sin blanquear y 60% de

TIPOS DE PAPEL CARTÓN

(continuación)

pulpa mecánica. Puede utilizarse el revestimiento con arcilla, y en general, estos cartones se utilizan para la impresión muy blanca.

Cartón preparado. Este cartón se diferencia del cartón por cajas plegables en que en él se requieren buenas cualidades de plegado. Se hace con materiales de fibra corta, tales como de madera molida, periódico, paja, o papeles mezclados. En algunos casos el recubrimiento se hace con material blanco blanqueado, con el fin de mejorar la apariencia. El cartón se utiliza para hacer cajas rígidas, y puede ser cartón sólido o una combinación, según sea el tipo de la caja; su grueso varía desde 0.405 a 1.650 mm (0.016 a 0.065 de pulgada) y con pesos de 290 a 1 005 g/m² (60 a 206 libras/1 000 pies²); la rigidez, la tiesura y la resistencia al mal trato son cualidades esenciales.

Otras clases de cartón. Entre los demás tipos de cartón de cilindro están el cartón de lavandería, el cartón para calendarios (habitualmente cartón recubierto con blanco patente o cartón recubierto de arcilla), para dulces (usualmente cartón con recubrimiento de yute), cartón para tapas de botellas (por lo general recubierto con papel al sulfito) y cartón para cajas de cerillos (bien sea un cartón blanqueado con recubrimiento de manila o un cartón con recubrimiento blanco patentado). En el caso de los tapones de botella, es deseable que haya una adherencia débil entre dos de las capas, de manera que sea posible que una lengüeta se levante fácilmente de la tapa al quitar ésta de la botella. El debilitamiento de la unión puede lograrse agregando una emulsión de cera a una de las capas, en el punto en que debe ocurrir la separación. Se hace con pulpa blanqueada de primera, y usualmente tiene un grueso de 16 a 30 puntos, dependiendo esto del calibre real del tipo y tamaño del envase, el que puede ser de un cuarto o de medio galón principalmente.

Papel dúplex. El papel dúplex es un tipo especial de dos capas que se hace con una máquina de dos cilindros o con un cilindro de combinación con máquinas *Fuordrinier*. El producto se utiliza para bolsas de papel, por ejemplo los sacos dúplex para harina, que tienen una capa blanca en el exterior y una capa azul oscuro en el interior. La capa azul se hace con 100% papel de fibra textil y la capa exterior tiene parte de fibra textil y parte de pulpa al sulfito. La capa interior se refina hasta lograr que sea más delgada que la del material correspondiente a la capa exterior, y se ha tenido mucha dificultad para obtener una buena adherencia entre las capas. Es necesario que las capas estén muy húmedas en su punto de contacto, regulando la presión en prensas húmedas con el fin de reducir el peligro del aplastamiento.

TIPOS DE PAPEL CARTÓN

(continuación)

Soportes (Pulpa de cartón de calidad para respaldar el proceso del cartón multicapa). Se le llama soportes a la pulpa de cartón de buena calidad para mezclarlo en el proceso de cartón nuevo. Con todos los tipos anteriores de cartón es posible utilizar un soporte de un material diferente entre el llenador y la capa superior. Este soporte mejora la limpieza, la blancura y la formación del cartón y por ello es eficaz en cuanto al mejoramiento de la superficie de impresión. El objetivo es cubrir el material de relleno oscuro y lograr una base mejor para el material de relleno. El material de periódico constituye un tipo común que se utiliza como relleno y un cartón hecho de esta manera se dice que tiene un "respaldo de nata de periódico". El manila puede usarse también como "nata".

Tabla 7. Clases diferentes de cartón de cilindro

3.2.2. EL PROCESO DE RECICLAJE DEL PAPEL

"SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE PULPA CON FIBRAS SECUNDARIAS"

El sistema mecánico^{6,7} utilizado para volver a producir pulpa con base en el papel y el cartón de desperdicio se describe a continuación. Hay distintos sistemas, con diseños diferentes, los sistemas implican el empleo de un desbaratador que rompa los mazos o balas de papel de desperdicio; un dispositivo para eliminar la basura pesada; otro que elimina los trapos, cuerdas y alambres metálicos; un sistema de cernido para eliminar las partículas de mayor tamaño y un separador centrífugo. El objetivo es eliminar los contaminantes de todos los tipos, empleando el mínimo gasto de energía.

Los sistemas para la producción de pulpa a partir de fibras secundarias^{6,7}, deben tener un parámetro a la salida de estos, es decir, dosificar el tonelaje de salida, con una concentración determinada, produciendo pulpa que fluya bien en la máquina de papel, estas operaciones no deben producir contaminantes al elaborar esta. La cantidad de energía consumida en la producción de pulpa con fibra secundaria es uno de los factores más importantes que se debe tener presente, y depende del tipo de materia prima a utilizar, ya que la cantidad de pulpa obtenida mediante un sistema bien diseñado, puede servir para remplazar la fibra virgen en muchos casos. Los sistemas de producción de pulpa de tipo secundario con baja densidad disponibles actualmente incluyen:

1. *Producción de pulpa con baja densidad Black Clawson (LIP)*
2. *Sistema turbo separador Voith-Morden*

3. Sistema Beloi-Jones Belcor

4. Sistema fiberizador Escher Wyss

A continuación se explica brevemente el sistema actual de más uso para la producción de pulpa con fibras secundarias, el sistema Black Clawson⁷.

SISTEMA BLACK CLAWSON DE PRODUCCIÓN DE PULPA CON BAJA DENSIDAD.

Es un sistema relativamente nuevo para el procesado de fibras secundarias. Requiere un mínimo de energía de entrada, de aproximadamente 36 Kwh. (2 hpd) por tonelada, lo que hace que su costo de operación sea bajo. La degradación de los contaminantes es mínima, lo que hace más eficaz su eliminación. El sistema de producción, que se ilustra en la *figura 8*, opera en forma continua, dependiendo en la extracción por orificios de 1.59 a 2.54 cm (5/8 a 1 pulgada), y requiere tan sólo 18 Kwh. (1 hpd) por tonelada de desfibrado. El papel de desperdicio utilizado normalmente en este productor contiene casi 5% de contaminantes, de manera que incluso si el sistema resulta eficiente en un 98%, será perceptible un porcentaje del 5% de contaminación en la suspensión. El sistema lleva a cabo una eliminación continua de cuerdas y trapos, y la caja de basura elimina los contaminantes pesados, que resultan demasiado grandes para pasar por los orificios de la placa de extracción. La materia extraída se bombea a través de los limpiadores centrífugos que eliminan los contaminantes pesados. La caída de presión por el limpiador deberá ser de 69 a 103 kPa (10 a 15 libras por pulgada cuadrada) y, debido al elevado volumen de rechazos, se cuenta con un sistema automático de descarga de los mismos. El material entra a continuación en un cernidor a presión equipado con perforaciones de 0.2 a 0.3 cm (0.079 a 0.125 de pulgada) accionado por 225 Kw (125 hp) con consistencia del 4%. El material desfibrado aceptado por la criba se mueve hacia abajo para su posterior limpieza y cernido. El flujo de rechazo procedente de la criba a presión se eleva al 40% del peso de la fibra, y contiene cierta cantidad de material desfibrado, el que actúa como vehículo para transportar los contaminantes. El flujo de rechazos, con una cantidad aproximada del 5%, pasa a un desfibrador, formado por una máquina con sistema de separación ajustable, diseñada para manejar la gran cantidad de trozos no desfibrados presentes en el papel y los contaminantes. El desfibrador solamente actúa sobre los trozos de papel con las tijeras hidráulicas, dejando intacto el contaminante. El desfibrador requiere de 18 a 27 Kwh. (1 a 1.5 hpd) por tonelada. El flujo de rechazos continúa hacia una criba vibratoria equipada con agujeros de 0.47 a 0.95 cm (3/16 a 3/8 de pulgada) con una concentración del 3%. El material aceptado por la criba se vuelve al productor de pulpa y se eliminan los rechazos ligeros, conduciendo al solución acuosa a los depuradores ranurados de alta presión, con la finalidad de librarlos del exceso trozos de papel no disueltos y estos mismos son regresados a un tanque de dilución. Finalmente la solución acuosa y libre de contaminantes es llevada a un espesador donde se alimentan dos flujos de salida, uno de ellos es para un tanque de agua blanca para ser regresada al proceso y no desaprovechar su consistencia, el otro flujo es conducido a un recipiente donde se almacena la pulpa de calidad para hacer papel.

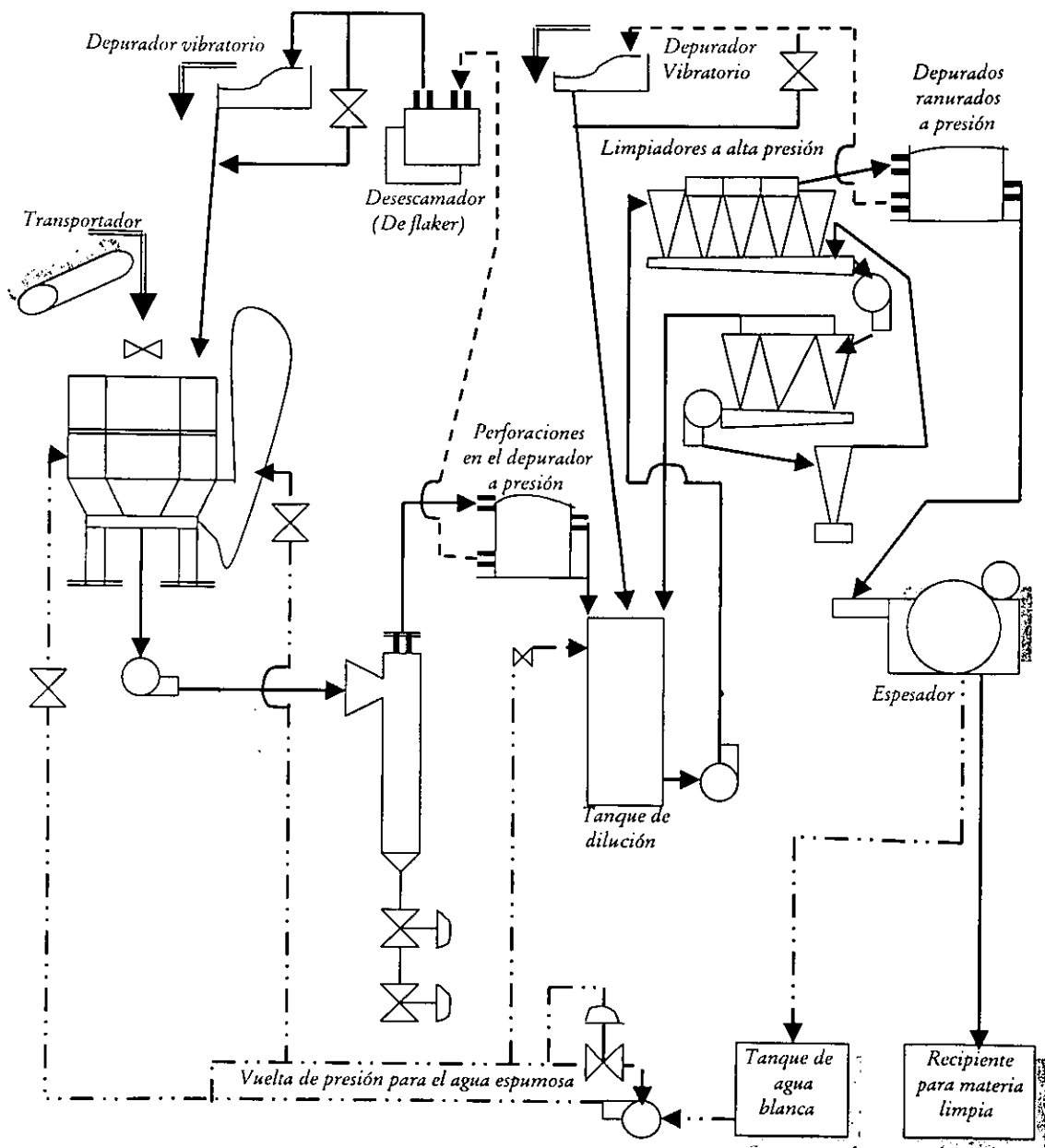


Figura 8. Sistema para la producción de pulpa de fibras secundarias con baja intensidad.

3.2.3. EL PROCESO DEL DESTINTADO

DESTINTADO DE LOS PAPELES VIEJOS

Para producir una pulpa blanca con base en el papel de desperdicio⁶, de manera que sea adecuada para producir papeles para libros y otros similares, es necesario eliminar la tinta que tiene el papel de desperdicio. El proceso orientado a dicha finalidad se denomina destintado. Son dos los pasos básicos del destintado para papel:

1. *Disolver o aflojar la tinta por métodos químicos.*
2. *Eliminar la tinta presente en la pulpa mediante un lavado mecánico*

Todos los sistemas de destintado consisten en las siguientes etapas:

1. *Desbaratado o desfibrado en presencia de productos químicos.*
2. *Limpieza y depuración.*
3. *Lavado.*
4. *Eliminación del agua y del espesado.*

PROCESO DEL DESTINTADO

La producción puede ser intermitente o continua⁷. El método intermitente permite un mejor control del agua, de los productos químicos y del papel de desperdicio que se agrega al hidrapulper. El lote con una concentración y temperaturas predeterminadas, se procesa durante un periodo igualmente predeterminado, lo cual permite un control positivo de las condiciones en que se realiza la producción, sin importar el tamaño de las perforaciones en la máquina a través de las cuales haya de retirarse el material. Por lo general, el desfibrado se completa del 98 al 100%, y se deja tiempo suficiente para que se produzca la reacción química deseada. Pueden tomarse muestras antes de retirar el lote, con el fin de asegurarse de que el proceso terminó. En general, el proceso intermitente se considera el mejor en el destintado, aún cuando la productividad será 25% menor que la que se puede obtener mediante operación continua.

La producción continua, permite lograr un máximo de productividad en relación con el tamaño de la unidad productora de pulpa. El agua, los productos químicos y el papel de desperdicio se exponen a una solución química y a la acción de desfibrado hasta que las partículas son lo bastante pequeñas para retirarlas por las perforaciones situadas en la placa de extracción. El tiempo de retención en la unidad de producción de pulpa varía, y no todo el papel de desperdicio tiene la misma exposición a la acción química y al desfibrado. El grado de desfibrado depende de la velocidad de extracción. Es posible tomar muestras, aunque éstas no siempre son representativas del estado final del lote.

TIPOS DE PAPELES UTILIZADOS EN EL DESTINTADO

La calidad de la pulpa destintada queda fundamentalmente determinada por el tipo de papeles de desperdicio utilizados en la planta de destintado. Por ello es conveniente obtener únicamente los papeles de desperdicio más blancos, y que todo éste sea del mismo tipo en general. En algunos casos el papel de desperdicio puede obtenerse de plantas con gran uso de papel, ya que no requiere separación. El procedimiento de separación a mano se elimina paulatinamente (debido a los altos costos en mano de obra), orientándose hacia el empleo de métodos de destintado basados en un correcto equilibrio de productos químicos y de operaciones mecánicas con el fin de lograr los resultados finales deseados a la vez que la utilización de una amplia variedad de papeles. Los papeles más convenientes para el destintado son los recortes finos, los trozos, el material usado para papel de contabilidad y el material para revistas. Los papeles mezclados pueden separarse a fin de eliminar los papeles indeseables, y otros contaminantes tales como papel carbón, papeles encerados, impregnados, papel cristal, pergamino, trozos de tela, cintas de máquina de escribir, trocitos de madera y de basura, las portadas de colores muy vivos y los carteles, así como los papeles resistentes a la humedad. Tal separación es costosa y su aplicación en la industria desaparece poco a poco.

Las especificaciones de compra para el papel de desperdicio destinado al destintado limitan en ocasiones el contenido de papel proveniente de madera molida, porque éste es difícil de destintar; se pone pardo durante la operación de destintado, y sólo puede ser blanqueado con hipoclorito. Los papeles viejos de pulpa de madera son particularmente difíciles de desfibrar y tienden a formar mazos reducidos y duros de fibras. Originalmente se excluían los papeles de pulpa de madera en la mayor parte de las fábricas de destintar, pero con el uso generalizado de la madera molida para papeles de impresión y otras categorías, cada vez es más difícil obtener papel de desperdicio sin madera molida que llegue a satisfacer la demanda de las plantas de destintado. Por ello se han creado procesos especiales para manejar los papeles hechos con madera molida. Cuando el contenido en madera molida supera al 10%, deberá diseñarse un método de destintado capaz de manejar la madera molida. En estas circunstancias se requiere un proceso especial de blanqueo, para lograr niveles de blancura del 70% o más.

Los papeles que contienen madera molida pueden identificarse mediante la reacción al color que se logra cuando el papel se colorea con sulfato de anilina (amarillo) floroglucinol (rojo), o una solución de hidróxido de sodio (amarillo). El papel resistente a la humedad no es aceptable, por razón de su resistencia a la separación de fibras, requiriéndose temperaturas altas y bajo pH para la desintegración de estos papeles. El papel cristal y el pergamino son difíciles, aunque no imposibles, de desfibrar. El papel encerado, el impregnado con resina, y los papeles recubiertos con resina resisten al agua y no se pueden desfibrar aplicando métodos ordinarios de destintado. El celofán no se dispersará, pero, a menos que sea excesivamente quebradizo, se mantiene de un tamaño suficientemente grande para que se pueda eliminar al cernir.

Los materiales tratados con materiales del tipo de goma o termoplásticos originan problemas al destintar. Una cantidad tan reducida como de un Kg de material semejante a la goma puede arruinar más de 100 toneladas, si no se le dispersa adecuadamente. Los papeles de libros recubiertos con pigmento se destintan fácilmente. Los papeles coloreados presentan

ciertos problemas al destintar, particularmente si los tintes aplicados al papel son resistentes, rápidos o químicos. La mayoría de las tintas básicas y ácidas se destruyen mediante una cocción alcalina, y pueden reducirse con hidrosulfito de zinc, aún cuando los tintes básicos tienden a reoxidarse a largo plazo. La mayor parte de los tintes directos se pueden eliminar bien sea con álcali, cloro o hidrosulfito, pero hay excepciones, tales como los amarillos de estilbeno, los naranjas, los azules turquesa, todos los cuales se consideran destintables. Se pueden emplear varias clases de pigmentos, se mencionan algunos a continuación.

1. *Los amarillos cromo y los azules hierro se destruyen mediante el álcali*
2. *Los tipos azoicos se consideran como no destintables, pero se pueden descargar mediante un cloruro directo*
3. *Las lacas foscotúngstico-molibdicas, no presentan problemas, ya que se destruyen fácilmente mediante el blanqueo por hipoclorito.*

PRODUCTOS QUÍMICOS UTILIZADOS PARA DESTINTAR

En gran parte, el destintado⁶ se lleva a cabo con simple álcali, pero en ocasiones se utilizan detergentes y agentes dispersantes, tales como jabones, aceites sulfonados, bentonita, metasilicato de sodio o pentahidrato del silicato y otras sustancias activas, en combinación con el álcali, este último se utiliza en las formulas de destintado con dos objetivos:

1. *Eliminar la absorción de colonia del papel*
2. *Saponificar el vehículo de la tinta liberando de ésta el pigmento.*

En general se usa entre el 0.5 y 2.0% de tinta en relación con el peso del papel, dicha tinta deberá eliminarse por completo si va a producirse pulpa blanca. Desde el punto de vista de la facilidad en el destintado son cuatro los principales tipos de tinta:

1. *Tintas secantes con base de aceite.*
2. *Tintas no secantes con base de aceite.*
3. *Tintas con base de resina sintética.*
4. *Tintas metálicas con base de látex.*

El tipo y la cantidad de álcali requerido para el destintado dependen del tipo de tratamiento mecánico y de la temperatura y duración de la cocción. Para destintar se utilizan mucho el carbonato de sodio y el hidróxido de sodio. El carbonato de sodio es un agente más suave que el hidróxido de sodio, y produce una oxidación menor de la fibra y una pérdida más reducida de la misma. El hidróxido de sodio produce la pulpa más rápidamente. Sin embargo, el empleo de una sosa cáustica demasiado concentrada puede atacar de manera grave la celulosa, ya que ésta se encuentra en un estado particularmente susceptible por ser grande la superficie de exposición. El máximo utilizado de hidróxido de sodio es de aproximadamente 5%. Una fórmula típica para destintar con sosa cáustica el papel blanco para contabilidad incluye una solución de

hidróxido de sodio al 3%, a temperatura de 71°C. El hidróxido de sodio concentrado deberá diluirse siempre si se le agrega directamente a las fibras. En ningún caso deberá aplicarse una concentración mayor del 17% a una mezcla de fibras y de agua, porque lo cáustico de esta concentración disolverá la celulosa y contaminará el lote con costras viscosas.

La mayoría de las fórmulas utilizadas en los procesos comerciales de destintado son relativamente sencillas. En el caso de los papeles para contabilidad coloreados, las tarjetas, los impresos de computadora, y otros desperdicios seleccionados de fibras químicas, se emplean las siguientes fórmulas:

1. *Hidróxido de sodio, 4%.*
2. *Hidróxido de sodio 2.5%, más 2.5% de silicato de sodio, más 3% de carbonato de sodio.*
3. *Hidróxido de sodio, 3%, más 2% de silicato de sodio.*
4. *Hipoclorito de sodio, 0.8%, expresado como cloro, más 4% de hidróxido de sodio.*

En el caso de los papeles coloreados para contabilidad y de los papeles sin carbono y recubiertos, los que se hacen con arcilla activada y tinta en cápsulas, la fórmula 4 es la mejor. Se utiliza el hipoclorito para liberar el color. Se le agrega al agua a 60°C, desfibrándose el lote durante 5 minutos. El hidróxido de sodio en solución a no más de 10% de concentración se agrega a continuación, y se continúa el desfibrado durante otros 15 minutos. Las cartulinas para etiqueta y los papeles de contabilidad con bajo contenido de madera molida pueden procesarse utilizando las fórmulas 2 o 3. El papel periódico se puede destintar mediante soluciones que contengan; 1) 2% de peróxido de sodio más 5% de silicato de sodio, 2) 2% de peróxido de sodio más 3% de silicato de sodio, más tierra de diatomáceas, o 3) 1% de hidróxido de sodio, más 1.5% de silicato de sodio y 0.7% de peróxido de hidrógeno. La temperatura debe mantenerse por debajo de 54°C cuando se destinta la madera molida. Una fórmula para destintar papeles hechos con madera molida, que puede utilizarse a temperaturas altas, está formada por 1% de hidróxido de sodio, más 8% de perborato de sodio, más 2% de carbonato de sodio. Después de producir la pulpa se elimina el agua del material hasta darle una consistencia del 20%, mediante extractores helicoidales inclinados, y se rediluye para la limpieza en limpiadores centrífugos con alta caída de presión, y se la cierne en cribas a presión con ranuras de 0.014 de pulgada. Deberá tenerse cuidado de no eliminar agua más allá de una concentración del 20%, ya que la tinta, que se encuentra parcialmente saponificada y blanda, ennegrecerá las fibras por presión en el roce.

3.2.4. VENTAJAS DE RECICLAR PAPEL

El desarrollo sostenible, compatible con la conservación del medio ambiente son las claves para el futuro de nuestra calidad de vida. Estos dos conceptos requieren actitudes responsables por parte de la industria así como por parte de los consumidores. El reciclaje de papel es una opción factible que permite disminuir la contaminación de agua, la acumulación de basura, se minimiza una porción de residuos en los rellenos sanitarios obteniendo como resultado el reaprovechamiento de material usado como el papel.

Otras ventajas⁴⁵ serían:

1. La reducción del consumo de agua y energía, ya que el papel reciclado solo requiere el 10% de agua y el 55% de la energía para obtener la pulpa para papel. Se ahorran 7000 galones de agua y más de 4000 kilowatts de energía.
2. La fibra reciclada se mezcla con celulosa virgen para hacer productos de papel que contengan un porcentaje de material reciclado. Esto contribuye a la poca utilización de pulpa proveniente de los árboles.
3. Se salvarían miles de árboles por día. Al reciclar una tonelada de papel, se salvan 17 árboles. El consumo de madera para papel excede los 250 millones de toneladas por año en el mundo.
4. La contaminación originada por los reactivos químicos se reduce en un 25% cuando se produce papel con fibras recuperadas.
5. Al evitar que el papel se vaya a la basura, se aprovecha un 20% más de espacio, éste puede llegar hasta un 40% a medida que los programas de recuperación de papel tengan más éxito.

3.2.5. DESVENTAJAS DE RECICLAR PAPEL

1. Un mismo papel solo se puede reciclar entre tres y ocho veces, ya que las fibras de celulosa se van rompiendo en cada procesado y por lo tanto existe un límite. Por eso se mezcla con pasta virgen en diferentes proporciones.
2. El uso de papel reciclado requiere de un cambio de hábitos en los usuarios. La calidad del papel deberá estar de acuerdo con el uso que se le va a dar, para evitar el consumo de papeles costosos y elaborados en situaciones que pueden ser cubiertos con papeles más sencillos. Un ejemplo se tiene en la comercialización de papeles no blanqueados para uso en el hogar (servilletas, papel sanitario). La aceptación dependerá del comportamiento que el consumidor asuma con respecto al cuidado ambiental.
3. Es difícil el proceso de recolección de papel de un solo tipo.
4. En algunas ocasiones se introduce papel reciclado de baja calidad cuyo precio de venta es superior a papeles provenientes de pasta virgen, sólo por el hecho de llevar el distintivo de "Papel Reciclado". Esto puede desalentar el consumo de papel reciclado.
5. Los procesos de reciclaje utilizan menos energía que los que manejan celulosa virgen; sin embargo, dependen más de los combustibles fósiles, por lo que las emisiones de gases de invernadero pueden aumentar

3.2.6. RECOMIENDACIONES PARA EL RECICLAJE DE PAPEL

“EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN MÉXICO”

- El reciclaje exige diversas condiciones²⁰, entre otras; los materiales deben estar limpios y separados del resto de la basura; los proveedores deben garantizar un mínimo del producto entregado a plazos fijos, el no cumplimiento de esas condiciones eleva el costo del reciclaje. En la mayoría de los países industrializados la separación de objetos comienza en el hogar. Los recogedores de basura pudieran tener unidades con varias separaciones donde se podría depositar los diferentes tipos de basura. Lo más esencial para separar sería el papel, vidrio, plástico, metal y materiales tóxicos.
- Introducir esquemas de "paga cuando tires", cobrando por el volumen del desecho doméstico recolectado y estableciendo un sobreprecio si se excede un cierto volumen, esto ayudaría a mejorar las instalaciones de los rellenos sanitarios, y en las comunidades de escasos recursos a diferencia de pagar por tirar, sería cobrar por tirar, es decir, cambio de la basura casera limpia y no revuelta se podrían otorgar vales de dispensa o simplemente boletos de transporte y eso empezaría a crear el hábito del reciclaje.
- Desde el punto de vista económico el reciclaje es costeable, sí el papel se recoge separado y limpio. Esto requiere del esfuerzo y de la participación de la comunidad.
- Deben surgir comités de reciclaje, donde la cooperación de todos es necesaria, y se tiene que contar con alguien que fomente el cambio de actitud frente a este problema.
- Se deben modificar los hábitos de consumo y es una prioridad reducir la cantidad de desecho mediante una disminución en el consumo o una mayor eficiencia en la utilización del papel.
- Se requiere que el reciclaje sea percibido como parte de un plan más amplio de administración de desechos que incluya otras opciones para ciertos tipos de papel y alternativas para la reducción de los desechos.

OTRAS RECOMENDACIONES PARA FACILITAR EL RECICLAJE

- *Centros de acopio:* Instalarlos en sitios estratégicos, como mercados o centros comerciales, las personas depositan en recipientes especiales botellas de vidrio, latas vacías, papel y cartón. Los productos de mayor demanda para ser reciclados se clasifican en celulósicos como papeles y cartones; fibras textiles de algodón, seda y lino; vidrio, plásticos y metales (aluminio y hierro), el más solicitado es el papel.
- *Separar adecuadamente los desechos:* Evitar mezclar y ensuciar el papel de desecho, ya que cuando se trata de desecho mezclado y sucio, la incineración con recuperación de energía o el composteo pueden ser más adecuados.

- *Campañas de información:* Mayor difusión de las ventajas del reciclaje. Esto se puede hacer a través de grandes campañas publicitarias y educativas. A través de medios de comunicación, carteles en lugares públicos. Todo esto debe formar parte de un proyecto de educación ambiental.
- *Crear estrategias económicas:* Crear incentivos tanto para reciclar papel como para reducir desechos. El material recuperado tiene un valor comercial.
- *Mejorar los métodos:* Mejorar los métodos para recuperar, con alto rendimiento la fibra secundaria.

3.2.7. RECOMENDACIONES PARA LA INDUSTRIA PAPELERA

- Crear un espacio de expresión de debate internacional para el papel y el desarrollo sostenible que cumpla con la función de informar los avances que se tienen para beneficio del ambiente y el hombre, así como los riesgos que representa para el trabajador el uso de compuestos tóxicos en el proceso del papel; por ejemplo el uso de cloro. Esto propiciará la investigación sobre nuevos procesos hasta llegar a procesos limpios.
- Tener un continuo asesoramiento a nivel técnico operativo en las empresas que no cumplen con las normas establecidas, para mejorar su desempeño y por consiguiente ayudar al ambiente.
- Apoyar al desarrollo sostenible global. La industria papelera podría fomentar la reforestación y desarrollar (junto con la SEP), campañas en las escuelas primarias del país.

3.3. SOLUCIONES ESPECIFICAS PARA LA BASURA

“ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LA BASURA RESIDENCIAL Y MUNICIPAL”

En México se han planteado, desde hace varios años, medidas para reducir el volumen de basura generada²⁰ en el DF, algunas de ellas fueron propuestas en 1985 por el Centro de Ecodesarrollo y la SEDUE al realizarse por primera vez una exposición de basura que se llamo “Dime que tiras y te diré quien eres”, en terrenos del Museo Tecnológico, en el Bosque de Chapultepec. Cinco años después, el CECODES participó en el “I Seminario-Taller de Educación Ambiental no Formal, para estudiar los desechos sólidos municipales, organizado por la SEDUE³⁰ y la fundación Friedrich Ebert Stiftung, este evento reunió a 30 especialistas de instituciones públicas y privadas, así como a organismos civiles para analizar no sólo lo referente a la generación de basura, sino reconocer las experiencias registradas en varios estados de la república sobre el manejo y el aprovechamiento de los mismos, y para analizar la importancia de la educación ambiental en el desarrollo de proyectos para mitigar el problema ocasionado por la basura. De esta reunión emanaron una serie de conclusiones y recomendaciones que involucran la participación activa del gobierno federal y las entidades estatales y municipales, las instalaciones legislativas; el sector industrial y el comercial; y los diversos estratos de la población.

Enterrar la basura debe considerarse como la última alternativa²² dentro de un plan integrado de manejo de desechos sólidos, aunque siempre habrá una parte de la basura que deberá depositarse en los suelos, lo ideal sería reducir esa cantidad al mínimo posible y al mismo tiempo disponer de los desechos con responsabilidad ecológica. En la *figura 9*. Se establece la jerarquía de los métodos de tratar a los residuos sólidos no peligrosos:

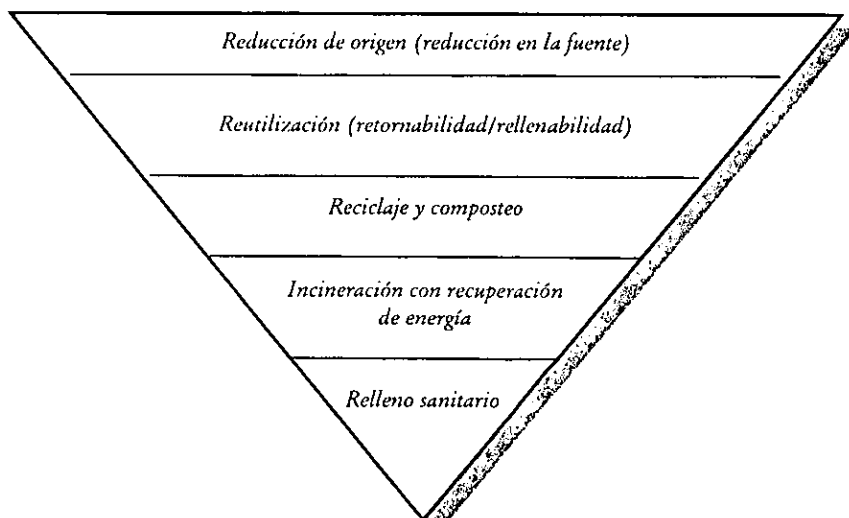


Figura 9. Jerarquía de los métodos para el tratamiento de los residuos sólidos.

La estrategia del triángulo invertido²² consiste en analizar todas las posibles soluciones para controlar la acumulación de la basura, tratando de evitar los daños ambientales que se generan por el mal manejo, cada opción presentada como posible solución debe ser analizada objetivamente, ya que cada una presenta ventajas y desventajas a considerar, las opciones serían:

1. *Reducir la cantidad de residuos sólidos generados.*
2. *Re-usar el material para el propósito que fue creado originalmente.*
3. *Reciclar los materiales que no pueden re-usarse.*
4. *Incinerar la basura y transformarla en energía térmica, recobrar energía de los residuos sólidos que no pueden ser re-usados o reciclados, pero siempre que la planta de transformación de la basura en energía preserve la calidad del aire, agua y suelos.*
5. *Disponer de los desechos que no pueden re-usarse o reciclarse, o de los cuales no puede recobrase energía, en rellenos sanitarios u otros métodos a determinar.*

Una meta deseable de reaprovechamiento eficiente de desechos sería intentar reutilizar la mitad de basura recolectada, en una primera etapa de reciclaje. Se deben seguir de cerca los basureros y se debe de cuidar el nivel de saturación de los mismos, ya que las consecuencias de un manejo inapropiado de los desechos contaminantes ya comenzaron. Se debe pugnar por la aplicación de las normas ecológicas vigentes (ver capítulo VI) y al mismo tiempo denunciar irregularidades y luchar por mejorar las condiciones en el diseño para mejorar las técnicas de tratamiento de los residuos sólidos en los tiraderos y quasi-rellenos.



Dibujo 13. Símbolo del reciclaje

3.3.1. PRIMERA FORMA DE DISMINUIR EL IMPÁCTO ECOLÓGICO DE LA BASURA RESIDENCIAL Y MUNICIPAL.

a) REDUCCIÓN DEL VOLUMEN DE LA BASURA

Un primer paso para controlar los desechos es tratar de reducirlos en la propia fuente que los genera²⁰, De esta manera, los hogares, los comercios, las oficinas y otros establecimientos

deben buscar caminos para reducir el monto de la basura que producen. Producir la menor cantidad de basura es el punto básico. Cada área ofrece sus propias soluciones: las oficinas y las escuelas pueden separar los papeles de los desechos totales, para su reciclaje, es decir, tener un centro de acopio de papel, en los mercados donde hay desechos orgánicos de todo tipo, vegetales principalmente, no ubicarlos como basura, si no como alimento complementario para alimentar animales de rápido crecimiento para consumo humano. Los hogares, deben de reducir los desperdicios de comida así cómo sus desechos de empaques; demandar artículos con menos empaques o que sean susceptibles de reciclaje o re-utilización, separar parte de sus envases y materiales para canalizarlos a rutas de reaprovechamiento. Algunos autores han sugerido que el imponer cuotas diferenciales para recolección de basura en base al peso y volumen de desechos semanales puede motivar a los usuarios a reducir sus volúmenes de residuos.

Existen muchos productos de consumo que son innecesarios en la vida cotidiana, por lo que una recomendación fundamental es utilizar solo lo que realmente se necesite, lo que sea indispensable para vivir bien, debe existir una educación ambiental que nos permita hacer un uso más racional de los recursos. Las formas de conseguir la reducción de desechos son:

1. La cantidad de material empleado en la manufactura y elaboración de nuevos productos puede reducirse.
2. La vida útil del producto puede incrementarse.
3. La cantidad de materiales empleados en empaques y mercadeo de los bienes de consumo puede reducirse.

En la figura 10. Se presenta un esquema de las técnicas posibles de reducción o minimización de desechos.

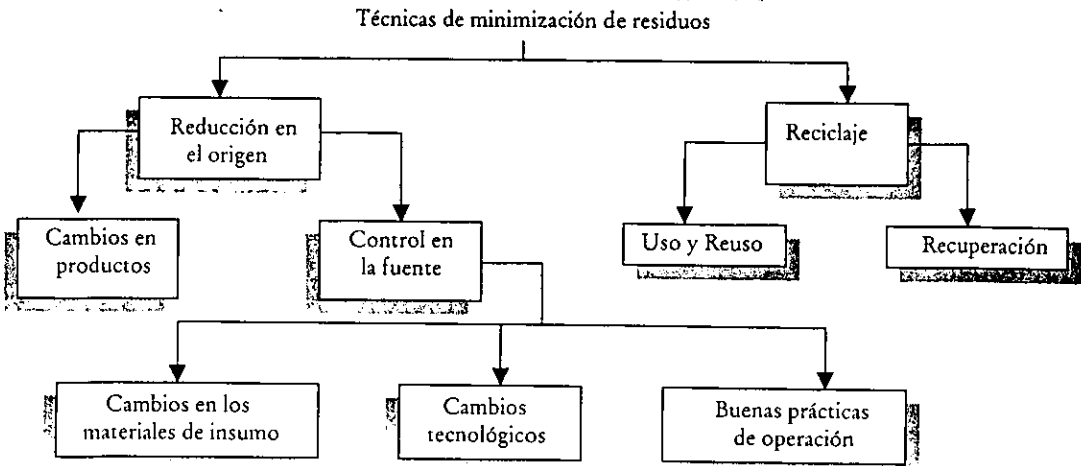


Figura 10. Técnicas de reducción de desechos. Adaptado de la EPA

1. *Cambios en relación a los productos:*
 - Sustitución de productos.
 - Conservación de productos.
 - Cambios en la composición de productos.
2. *Uso y Reuso:*
 - La materia prima virgen en un proceso puede ser sustituida por los productos de desecho.
3. *Recuperación*
 - Recuperación de recursos energéticos.
 - Aprovechamiento de sub-productos.
4. *Cambios en los materiales de insumo:*
 - Purificación de materiales.
 - Sustitución de materiales.
5. *Cambios tecnológicos*
 - Cambios en el proceso químico.
 - Cambios en el equipo, por ejemplo en la tubería o el rediseño del proceso.
 - Cambios en las variables de operación
6. *Buenas prácticas de operación:*
 - Medidas de procedimiento
 - Prevención de pérdidas
 - Prácticas de administración
 - Separación de desechos
 - Mejoras en el manejo de materiales
 - Programación y calendarización de la producción

Día con día se reduce el espacio habitacional, las áreas verdes y lo que aumenta es la especie humana y el volumen de la basura, así como, sus consecuencias. Es necesario una educación ambiental para proteger el ambiente y dejar los malos hábitos que nos llevan a desperdiciar, hay que utilizar menos recursos, ya es momento de generar menos basura.

En el DF la reducción del peso de la basura en los hogares se ha dado más por disminución del presupuesto familiar que por conciencia ciudadana en materia ecológica. En la década pasada la drástica devaluación del peso y los problemas económicos impactaron significativamente el poder de compra de los habitantes, forzándolos indirectamente a un programa de reducción de desechos, vía un consumo más limitado. Los desechos orgánicos tienen el mayor porcentaje en la basura total, es factible reducir más estos desechos, siempre y cuando se le ofrezca al consumidor una mejor educación nutricional y el conocimiento suficiente en cuanto a la conservación y el manejo de alimentos dentro del hogar, ya que una parte considerable de los desechos orgánicos de cocina representan desperdicios de comida. Sin embargo, la mayor parte de los desechos orgánicos de cocina son residuos no comestibles (huesos, cáscaras y otros restos de la preparación de comida), que pueden ser materias primas para la elaboración de composta utilizable en los suelos agrícolas.

Existen otros componentes de la basura que bien podrían estar sujetos a control o reducción, se habla específicamente de los empaques. El incremento generalizado de empaques de plástico es doblemente preocupante debido al uso de pigmentos tóxicos y de metales pesados en las tintas para impresión sobre plástico y cómo elementos químicos estabilizadores en el proceso de producción industrial de plásticos. La tendencia hacia mayor producción y consumo de envases de plástico constituye un contaminante serio por dos razones principales:

1. *No es biodegradable*
2. *Su producción y su consumo son enormes (no todos los envases al mismo tiempo, se reciclan, y aunque ya se cuenta con una empresa recicladora de plástico en México, todavía no es suficiente para resolver el problema). Los envases, contenedores, bolsitas y paquetes de dicho material tienen una vida útil muy corta (de semanas o meses, a lo sumo), por lo que se tiran a la basura constantemente.*

Un plástico no se puede degradar de la forma convencional como por ejemplo; la madera, el papel, las fibras naturales o incluso el metal y el vidrio, estos inician un proceso de descomposición reduciéndose en moléculas sencillas, mediante la acción de organismos vivientes, gracias a la acción de la humedad, el oxígeno y bacterias naturalmente presentes en el medio y el plástico no lo puede iniciar, porque no es biodegradable. En los plásticos no se puede hablar de biodegradación sino de fotodegradación, y es que, actualmente se cuentan con catalizadores adicionales a la mezcla total para hacer ciertos plásticos, para que se degraden una vez expuestos a la luz ultravioleta proveniente del sol, provocando una degradación tal que reduzca su masa, inclusive a polvo en algunos casos.

Recientemente se han desarrollado aditivos que catalizan la fotodegradación de los plásticos de mayor uso, entre estos se encuentran:

- Poligrade I. (Ampacet Co.), recomendado principalmente como aditivo fotodegradable para el polietileno aplicado en 5% de la mezcla total en la fabricación de bolsas de plástico.
- Poligrade II. (Ampacet Co.), producto derivado de almidones naturales, recomendado en un 15% de la mezcla total. Estos aditivos adulteran el plástico, el cual permanece como polvo después que los aditivos se liberan al ambiente.
- Dow Chemical. Es una empresa que vende un producto del mismo nombre. Es un polietileno fotodegradable, no biodegradable, que se descompone dependiendo de la cantidad de rayos UV en la región.
- Du Pont: Fabrica anillos de polietileno de los que se emplean en los "six-packs" fotodegradables. Los anillos no son biodegradables, sino que se degradan al exponerse a rayos UV.

En los productos plásticos se encuentra un grupo llamado "producto ambientalmente amigable, surge entonces, la necesidad de distinguir entre un producto ambientalmente amigable

de uno fotodegradable. Aunado a estos conceptos, se menciona la definición de empaques y embalajes degradables.

- *Producto ambientalmente amigable*: Es aquel que no es tóxico, que es reciclable o bien fabricado con materiales reciclados y/o diseñados para alentar al reciclaje por parte del consumidor. Como ejemplos de estos productos están los materiales de construcción fabricados a partir de algunos papeles y/o plásticos, los azulejos hechos con vidrio reciclado.
- *Empaques y embalajes degradables*: Son los fabricados con sustancias basadas en celulosa u otras que sean fácilmente atacadas, descompuestas, asimiladas o de cualquier otra forma completamente oxidadas u degradadas por bacterias u otros organismos biológicos naturales, o de forma alternativa, aquellos capaces de degradarse doce meses después de su fabricación, en fragmentos más pequeños relativos al tamaño original, o en partículas de peso original, o en partículas de peso molecular bajo comparado al del material original.

Para el reciclaje de plásticos se han desarrollado cuatro términos que se diferencian entre sí, por la tecnología empleada para reciclarlos:

- *Reciclado primario*: Es la conversión de desechos de plásticos hacia productos con características de desempeño equivalentes a las de los productos originales, fabricados de plásticos vírgenes, a través de métodos comunes de procesamiento. Se refiere principalmente al reciclado de los desechos de producción y por lo tanto no es una tecnología de reciclado de artículos de post-consumo. Por acuerdo, no se considera al reciclado primario como parte del reciclado de polímeros industriales porque los desechos de producción normalmente no llegan a los residuos sólidos municipales.
- *Reciclado secundario*: Es la conversión de desechos plásticos a productos con especificaciones de desempeño menores a las del material original, a través de una o varias operaciones unitarias.
- *Reciclado terciario*: Las tecnologías de proceso para producir sustancias químicas y combustibles a partir de desechos plásticos.
- *Reciclado cuaternario*: Las tecnologías de proceso para recuperar energía de desechos plásticos a través de la incineración. Se lo considera más como la recuperación de recursos que una tecnología de reciclaje, por ejemplo, la pirólisis se convierte en una alternativa para aprovechar el alto contenido energético para generar electricidad; ya que los plásticos emanan aproximadamente el doble de la energía que tiene el carbón. En la *figura 11*. Se presenta el ciclo de vida de los envases de plástico.

EL CICLO DE VIDA DE LOS ENVASES DE PLÁSTICO

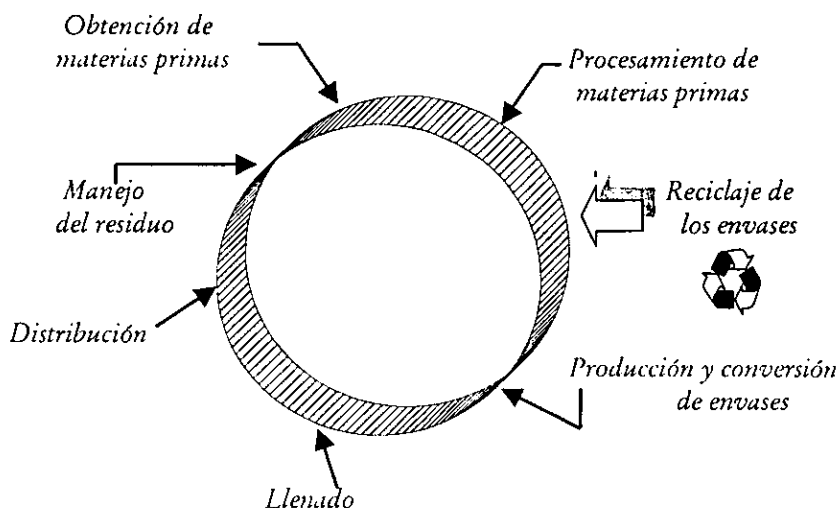


Figura 11. Ciclo de vida para los envases de plástico

En el DF la Ley General del equilibrio ecológico establece que la SECOFI “promoverá la fabricación y utilización de los empaques y envases para todo tipo de productos cuyos materiales permitan reducir la generación de residuos sólidos” (Art.141).

b) EL REUSAR

Es utilizar materiales o empaques sin transformarlos en productos nuevos. Cuando se desecha un residuo se piensa que ya no sirve, sin embargo, existen numerosos productos que podrían reutilizarse, además de producir un impacto favorable al ambiente.

Las empresas productoras de envases de refrescos, desde hace un tiempo los venden bajo el concepto de retornables, donde se aprovecha como estrategia de mercadotecnia, ya que el costo del producto es más bajo.

Existen lugares en el mundo Europeo, en su mayoría occidentales, que utilizan el etiquetado ambiental o eco-labelling, concepto en el cual todos los productos comerciales deben de tener una etiqueta en la cual se describe el proceso de elaboración del producto y se señala si este es ambientalmente amigable o perjudicial. De esta manera la gente adquiere mayor conciencia y se incentiva la compra de productos que no deterioran el ambiente. En el criterio para implementar este etiquetado se tiene que tomar en cuenta el deterioro ambiental en torno a tres factores:

1. *La fabricación del bien.*
2. *El empaquetado del bien.*
3. *El bien en sí mismo.*

Es de esperarse que este etiquetado, aplicado en México, presionaría a los industriales y consumidores a tomar una mayor acción en favor del equilibrio ecológico.

En una planta industrial, el reusar consiste en utilizar los materiales de desecho como insumos y/o materias primas en los procesos de producción propios. En la *tabla 8*. Se presenta el reuso dentro de la planta o complejo industrial.

Solución propuesta	Reuso directo dentro de la planta o complejo industrial.
Como se logra	El contaminante se recupera y/o recircula a otra planta dentro del complejo para ser reusado, o bien, hacia otro proceso dentro de la planta.
Ventajas	No hay costos de tratamientos de desechos asociados a la producción. No hay daños al medio ambiente. Los costos de producción se reducen al ahorrarse sustancias químicas empleadas como insumos.
Problemas asociados	Debe identificarse a los posibles reusadores. El contaminante puede necesitar modificación previa a su reuso.

Tabla 8. Reuso directo de la planta o complejo industrial

c) EL RECICLAR

El reciclar es separar materiales y reintroducirlos al sistema de producción para transformarlos en nuevos productos, disminuye el deterioro ambiental y contribuye a la formación de empleos en las plantas industriales.

Esta alternativa centra su atención inicialmente en recobrar, de múltiples maneras, los artículos y materiales que de otra forma terminarían enterrados como basura, y es que, los materiales son seleccionados y acumulados de acuerdo a tipos de productos. Después de la separación, parte de ellos se podrán vender directamente, mientras otros requerirán procesamiento en plantas especializadas en transformar residuos. De ahí saldrán materiales aprovechables para la industria nacional y composta para mejorar los suelos agrícolas del país.

EXISTEN CUATRO ESTRATEGIAS PARA EL RECICLAJE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS:

1) Separación de origen.

Requiere que los usuarios del sistema de limpia separen la basura en diferentes contenedores de acuerdo al tipo de material: papel, papel periódico, cartón, vidrio, aluminio y otros materiales. Aunque este tipo de estrategia es deseable, su establecimiento en la capital del país representa varios retos. Primero, se necesitaría regularizar el sistema vigente de recolección de basuras. Es difícil pensar que se puede organizar la separación de origen si no existe un sistema de recolección que dé servicio a toda la población, y además en muchas áreas de la ciudad los vecinos simplemente depositan por las noches la basura en ciertas esquinas o camellones. La separación en el origen requiere un sistema de recolección bien establecido, como el de algunos estados de la República mexicana, entre ellos, el Estado de México y las ciudades de San Luis Potosí y Morelia²⁰. Algunas colonias y fraccionamientos podrían dar un paso adelante en dicho sentido y hacer pública su voluntad de participar en la mencionada estrategia de reciclaje. En la *tabla 9*. Se observa como puede ser dicha separación de los materiales de desecho.

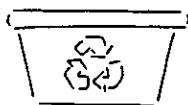
SEPARACIÓN DE ORIGEN		
<i>Material</i>	<i>Separar en</i>	<i>Comentario</i>
Papel del hogar	Libretas, periódico, cartón, papel bond, fólderés, hojas para computadora, sobres sin ventana.	El papel debe estar libre de contaminantes como: Grasa, metales, papel Calca, y debe estar seco.
Papel de oficina	Papel de fotocopiado, memorando, y fólderés; sin grapas ni clips, hojas de uso en computadoras, libretas y libros de desecho, folletos, papel de propaganda, planos de diseño, cajas, periódicos y revistas, correspondencia en general (sin grapas ni clips)	Siendo el papel uno de los principales desechos de las oficinas, se debe adoptar un programa de separación de papel, para recuperar parte del mismo y mandarlo a reciclar. Se deben instalar contenedores individuales de papel seco y contenedores de desechos orgánicos.
Vidrio	Envases de: alimentos, de Jugos y bebidas, de cerveza. Vidrios (provenientes de ventanas).	El vidrio debe estar separado por colores en blanco, ámbar y verde.
Plástico	Vasos de plástico, carpetas de plástico, Vasos de unicel, envases de alimentos, bolsas de supermercado, juguetes de plástico.	Los envases de uso automotriz se deben separar por contener aceite, ya que se requiere otro tipo de tratamiento. El 66% de los empaques de plástico

SEPARACIÓN DE ORIGEN

(continuación)

<i>Material</i>	<i>Separar en</i>	<i>Comentario</i>
Aluminio	Latas de jugos, latas de refresco y cerveza sin el gancho que sirve para destaparlos, ya que, es de otro material (aleación de estaño), papel aluminio.	son tirados a la basura inmediatamente después de abrirlos. El ciclo de los envases se analiza más adelante en este capítulo.
No separables	Cajas de pizza, papel encerado, comida, pañales y papel sanitario, focos, plumas desechables fuente, envolturas de productos para consumo alimenticio como: papitas, chocolates, panecillos, etc.	El proceso para obtener latas nuevas para su uso, es relativamente sencillo Una lata de aluminio tarda de 200 a 500 años en degradarse.
Desperdicios en pasillos	Contenedor amarillo: Todo tipo de papeles Contenedor naranja: Comida Contenedor azul: Plásticos y latas de refresco	Esta clasificación se refiere a todo lo que no se nombró
Desperdicios en comedores y cafeterías	Contenedor amarillo: Todo tipo de papeles Contenedor naranja: comida Contenedor verde: artículos de unicel y plásticos. Contenedor azul: Latas de refresco y popotes	Se plantea una situación general en escuelas, hospitales, oficinas, etc. Se deben colocar tres contenedores de diferente color, para la clasificación de desechos en lugares estratégicos, sin reducir espacio, para no quebrantar las normas de seguridad y protección civil, respetando las salidas de emergencia. El verdadero objetivo es educar y fomentar el cambio en la cultura del "reciclaje".
		El límite para instalar contenedores debe ser de cuatro, "es una estrategia de ahorro de tiempo". La gente casi nunca se detiene a clasificar sus desechos, por eso la rápida ubicación de dichos contenedores.

Tabla 9. Separación de los materiales de desecho



Dibujo 14. Contenedor para acopio de desechos sólidos reciclables

2) Separación de materiales en una planta industrializadora de basura.

Por principio no requiere que los ciudadanos separen la basura, esta se recolecta normalmente y se lleva a la planta donde se clasifican los materiales que circulan en bandas móviles. Estas plantas utilizan personal para ciertas funciones, pero además recurren a sistemas de separación por sistemas de aire, por magnetismo, por mallas de diversas medidas y otros más. El DF cuenta con una planta industrializadora de basura y, aunque no ha logrado funcionar con eficiencia, sus experiencias servirán para cimentar futuras acciones de este tipo.

3) Centros de recolección de material reciclable.

En algunas ciudades estadounidenses y mexicanas se establecieron centros de recolección que pueden funcionar permanentemente o en fechas fijas. Ciertos centros son lugares establecidos exclusivamente para tal fin, otros más funcionan como unidades móviles. En Tucson cada primer sábado de mes se organizan centros de recolección manejado por voluntarios; se ubica con grandes contenedores para cada tipo de material, en el establecimiento de un centro comercial. En la capital de San Luis Potosí, el grupo Operación Nueva Vida, A.C. inició en 1989 un programa de instalación de centros de acopio de desechos sólidos domésticos, el cual ha tenido éxito debido a la concertación establecida con el gobierno (Departamento de Limpia), los industriales (compradores de materiales) y la ciudadanía (generadores y comercializadores). Estos centros de recolección pueden instalarse en la Cd. de México sin mucha dificultad.

4) La separación y comercialización de materiales por los pepenadores.

En el DF las actividades de recobrar y reutilizar el material de desecho han sido efectuadas durante muchos años por los, pepenadores. Ellos impulsaron un mercado de recuperación, recolección y venta de residuos, y con ello dio apoyo y estimuló a la industria del reciclaje. Ellos ocupan una de las dos áreas principales de separación: la primera, formada por el personal de recolección del departamento de limpia del DDF junto con sus voluntarios; y la segunda, por los pepenadores que operan en los tiraderos. En el DF y en general en todos los países del tercer mundo, los pepenadores han estructurado su propia estrategia de trabajo para recuperar con la mayor eficiencia posible los residuos; se han instalado permanentemente en los tiraderos y ha hecho de la basura su medio de vida. El trabajo de los pepenadores ha sido reconocido en

diversos foros nacionales e internacionales, ya que quienes trabajan en los tiraderos separando papel, plástico y metales, hacen el trabajo más completo de reciclaje y recuperación de materiales en el mundo. Aunque esto no signifique que la labor no puede ser mejorada.

El mecanismo de recuperación de materiales en los rellenos sanitarios se maneja de acuerdo a la demanda de artículos específicos. Por ejemplo, si un comprador necesita 50 toneladas de vidrio, todos los pepenadores se dedicarán exclusivamente a ésta tarea y dejarán de rescatar otros materiales y productos que serán enterrados. Si el comprador no acude el día indicado para su entrega, el material será enterrado. La filosofía de este mecanismo es "lo que se separa y no se vende hoy, se entierra..., mañana llegará más pues la materia prima es infinita". En estudios realizados, se llega a la conclusión de que el 36 % de la basura doméstica es factible de incorporarse a procesos industriales, como materia prima y la totalidad de los desechos orgánicos para elaborar alimentos destinados a la cría y desarrollo de animales de granja para consumo humano y/o composta. De esta manera, el volumen de la basura generada en la zona metropolitana y que necesita depositarse en tiraderos se reduciría en 45%.

En la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en su Título IV (Protección al ambiente), Capítulo VI, Art. 152, se establece que: "La SEMRNAP (ahora SEMARNAT) promoverá programas tendientes a prevenir y reducir la generación de residuos peligrosos, así como a estimular su reuso y reciclaje". Para los residuos sólidos municipales la LGEEPA, en el Art. 134, fracción III establece que: "Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos municipales e industriales, incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficiente". El reciente reglamento de Limpia del DDF dedica algunas líneas al tema del reciclaje y recuperación: Art. 10, párrafo final; "Los usuarios procurarán separar los desechos sólidos en orgánicos e inorgánicos, de conformidad con el procedimiento que al efecto emita el DDF". Además, reconoce que se podrá seleccionar, procesar y aprovechar industrialmente la basura (Art.16, Art.17, Art.18). Para poder ver las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental, ver el capítulo VI, ya que, analiza lo referente a la situación jurídica ambiental, actual en México.

En México existen organizaciones que dan empleo y ayudan al ingreso familiar, este es el ejemplo del Instituto Nacional de Recicladores (INARE) donde existen 7 mil empleos actualmente generados por el sector reciclador, en el país existen 72 mil empleos que provienen de esa actividad.

De acuerdo con el INARE la basura adquiere más valor entre mayor grado de separación se haya logrado, por esto es necesario considerar algunas acciones relacionadas con el reciclaje:

- a) *Reciclar cuando sea sencillo y económicamente viable hacerlo.*
- b) *Desechar los residuos en rellenos sanitarios debidamente contruidos, regulados y mantenidos.*
- c) *Aplicar alternativas del reciclaje como la de recuperación energética a partir de residuos sólidos como combustible, un ejemplo, sería la pirólisis. En esta alternativa se aprovecha el alto contenido energético para generar electricidad, por ejemplo. Los plásticos tienen aproximadamente el doble de la energía del carbón.*

En la *tabla 10*. Se muestran las opciones de reuso y reciclaje de los productos que generalmente se desechan.

<i>Material de Desecho</i>	Opción de Reuso	Centros de Acopio	Productos del Reciclaje
<i>Papel de oficina</i>	Usar las hojas por ambos lados. Origami. Recortar y armar libretas de notas.	Recuperadoras de papel periódico o cartón	Papel periódico o cartón, papel higiénico, servilletas, papel para escribir.
<i>Papel periódico</i>	Para empaçar o envolver regalos. Papel artesanal e industrial.	Recuperadoras de papel periódico o cartón	Papel artesanal, productos de papel reciclado, cuadernos, cartón.
<i>Cartón</i>	Maquetas, juguetes artesanía, cajas para guardar cosas.	Recuperadoras de papel de oficina y papel periódico	Cajas nuevas, material de empaque
<i>Goma Espuma</i>	Picar y usar como relleno de cojines y juguetes.	Mueblerías y tapicerías	Relleno de cojines, almohadas, juguetes
<i>Plástico</i>	Se pueden reusar los envases para guardar otros productos, excepto kerosén, Thinner o gasolina.	Recuperadoras de envases de plástico, centros de acopio.	Bolsas, envases, cubiertos, artículos escolares y del hogar
<i>Poliestireno (reglas y escuadras)</i>	Marca libros, juguetes. Para conservarlas en buen estado evita colocarlas al sol.	Fabricas de poliestireno, centros de acopio de plásticos	Láminas, artículos escolares
<i>Cauchos</i>	Columpios, maceteros, protección de muelles, y defensas de vías terrestres.	Fábricas de cauchos y reencauchadoras	Cauchos, reencauchados, aditivo para el pavimento

<i>Batería</i>	Ninguna. Si se mantiene en buen estado se puede usar por más tiempo.	En los depósitos de metales y papel	Baterías reconstruidas
<i>Metal, Chatarra</i>	Se funde y se vuelve a usar, es utilizado en artesanía.	Depósitos de metales	Nuevos productos de metal
<i>Aluminio</i>	Los envases y el papel aluminio se pueden usar varias veces, se fabrican juguetes y artesanías.	Centros de acopio de aluminio (latas de refresco)	Papel de aluminio, latas nuevas, revestimientos de envases, marcos para ventanas.
<i>Acero</i>	Se funde para volver a usar.	Recuperadoras de acero y chatarra	Cabillas, tubos, material para estructuras.
<i>Hojalata</i>	Artesanía, juguetes para piñatas.	Recuperadoras de acero y chatarra	Latas nuevas y láminas.
<i>Residuos de Alimentos y de Jardín (hojas secas y otros residuos)</i>	Abono.	No existen centros de acopio. Se pueden recolectar en los restaurantes, las escuelas o en el hogar.	Compostaje: transformación de residuos en abono para plantas.
<i>Residuos orgánicos industriales</i>	Cada empresa lo usa según su necesidad.	Muchas de las empresas que lo generan poseen programas de reciclaje.	Para algunos alimentos de animales y abono.
<i>Vidrio</i>	Usar los envases para guardar y conservar alimentos.	Fabricas de vidrio soplado	Nuevos envases de vidrio, tablas de surf.
<i>Madera</i>	Con paletas de helado se hacen artesanías, en las cajas se pueden guardar juguetes.	Carpinterías, mueblerías	Muebles, estantes. El aserrín compactado es materia prima para el cartón piedra.

Textiles	Cojines, muñecas, adornos, artículos para el hogar, con los retazos se hacen colas de papagayo.	No existen centros de acopio, se reciclan según tu necesidad.	Cojines, ropa, juguetes, artesanía
----------	---	---	------------------------------------

Tabla 10. Opciones de uso y reciclaje de algunos productos

Existe un número considerable de recicladoras, pero estas no son suficientes para poner en marcha un proyecto a gran escala. Existen recicladoras especializadas en algunos desechos, como: fierro, vidrio, papel, lata, plásticos. Inclusive dentro del rango del vidrio existen especificaciones ya que si se separa el vidrio ámbar del vidrio verde y del vidrio transparente este adquiere un mayor valor comercial. En el caso de los plásticos, estos tienen un pequeño signo con un número en medio del signo. Esta marca señala que tipo de plástico es de acuerdo con su fabricación, si se pueden almacenar todos los plásticos de la misma composición entonces el valor por kilo del plástico aumenta considerablemente. Algunas de las empresas que usan plásticos reciclados en México, se presentan en la siguiente *tabla 11*, según información del Instituto Mexicano del Plástico Industrial, S.C.

Compañía	Plástico Post-consumo	Proceso empleado	Producto reciclado
Clorox Co.	HDPE	Soplado	Botellas
Plastipak	HDPE, PET	Soplado	Botellas
Webster Industries	LDPE	Extrusión	Bolsas
Continental Plastic Container	HDPE, PET	Soplado	Botellas
Plasco Group	HDPE	Extrusión	Bolsas
Comercial Products	LLDPE	Extrusión	Contenedores
Jonson Controls	HDPE, PET	Soplado	Botellas
Poly Anna Plastic Products	HDPE	Inyección	Cubetas

Tabla 11. Empresas recicladoras de Plástico en México

RECOMENDACIONES PARA LAS EMPRESAS INTERESADAS EN INVERTIR TECNOLOGÍA PARA RECICLAR

Las empresas que son recicladoras de cualquier residuo y las que emprenden un negocio de reciclaje, deben cumplir con un mínimo de condiciones que, si bien no pueden garantizar al 100% el éxito de un negocio, si pueden despejar obstáculos conocidos previsibles. A

continuación se mencionan algunas condiciones a considerar, antes de invertir en tecnología para reciclar:

1. *El reciclaje debe ser sólido desde el punto de vista financiero, es decir, debe ser un negocio viable.*
2. *La materia prima puede no tener una buena calidad, y necesitar procesos de limpieza. Esto incrementará los costos del material a procesar.*
3. *La demanda de los artículos de reciclaje está a extensas de cambios y su precio variará. Esto es la oferta y la demanda.*
4. *El proceso del reciclaje debe tener buena ciencia y tecnología.*
5. *Los aspectos climáticos, geográficos y sociales, modifican las características del reciclaje.*

En varias regiones del mundo el reciclaje se está convirtiendo en una fuente de ingresos y ha originado el establecimiento de plantas procesadoras, y a través de programas educativos y de incentivos fiscales y ambientales muchas ciudades en el mundo ya separan su basura. En el Distrito Federal sólo se recicla el 30% de la basura total, lo que hace ver la necesidad de impulsarlo.

d) LA COMPOSTA

La composta¹⁷ es un abono de gran calidad obtenido a partir de la descomposición de residuos orgánicos y se utiliza para fertilizar y acondicionar los suelos, mejorando su calidad. El desecho orgánico que constituye casi la mitad de la basura en el Distrito Federal podría utilizarse para hacer composta.



Dibujo 15. La composta, es una solución al problema de la acumulación de basura y es una alternativa para ayudar al medio ambiente.

COMO HACER COMPOSTA Y EN DONDE UTILIZARLA

Para la fabricación de composta —el llamado “compostaje” —, los residuos se mezclan con cal y tierra y se colocan en capas. Las bacterias y otros organismos del suelo forman humus mediante la descomposición de los residuos (el humus resultante contiene de un 1 a un 3% de nitrógeno, fósforo y potasio, según los materiales utilizados). La formación del humus se ve favorecida por una buena ventilación, un removido frecuente y un grado de humedad suficiente.

Sólo se necesita una caja de tamaño mediano, un poco de aserrín en la parte inferior, y el parte superior irían los desechos orgánicos, finalmente, se utiliza tierra para cubrir la caja. La adición de material orgánico a la composta debe repetirse un par de veces por semana, después de 20 á 40 días se convierte en humus, abono, magnífico para jardines en; el hogar, en parques, en camellones, etc. Es una alternativa bastante buena y sobre todo educativa. En la *tabla 12*, se mencionan las consideraciones de diseño¹⁷ para el proceso de abono.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO PARA EL PROCESO DE ABONO.

<i>Partida</i>	<i>Comentario</i>
Tamaño de partícula	Para obtener resultados óptimos, el tamaño de los desperdicios sólidos debe ser entre 25 y 75 mm.
Sembrado y mezclado	El tiempo de obtención del abono se puede reducir al sembrar con desperdicios sólidos parcialmente descompuestos hasta aproximadamente 1 a 5% en peso. También se puede agregar sedimento del drenaje a los desperdicios sólidos preparados. Cuando se agrega sedimento, el contenido final de humedad es la variable de control.
Mezclado y volteado	Para prevenir el secado, entortado y acanalamiento de aire, el material en el proceso de obtención del abono debe mezclarse o voltearse mediante un programa regular o según se requiera. La frecuencia del mezclado o volteado dependerá del tipo de operación para la obtención del abono.
Requerimiento de aire	Aire con al menos 50% de la concentración inicial del oxígeno debe llegar a todas partes del material para obtención de abono, con objeto de obtener resultados óptimos, especialmente en los sistemas mecánicos.

CONSIDERACIONES IMPORTANTES DE DISEÑO PARA EL PROCESO DE ABONO.

(continuación)

<i>Partida</i>	<i>Comentario</i>
Requerimiento de oxígeno total Contenido de humedad	Se puede estimar la cantidad teórica de oxígeno no requerida. Durante el proceso de obtención de abono, el contenido de humedad debe variar entre 50 y 60%. El valor óptimo es aproximadamente 55%.
Temperatura	Para obtener mejores resultados, la temperatura debe mantenerse entre 322 y 327 K (50 y 54 °C) para los primeros días y entre 327 y 333 K (50 y 60 °C) por el resto del período activo de obtención de abono. Si la temperatura es superior a 339 K (65.85 °C) la actividad biológica se reduce en forma significativa.
Razón carbono a nitrógeno	Las razones iniciales de carbono a nitrógeno entre 35 y 50(en peso) son las óptimas para la obtención de abono. A razones inferiores el amoniaco se disipa y la actividad biológica se ve impedida. A razones superiores, el nitrógeno puede ser el nutriente limitante.
pH	Para reducir al mínimo la pérdida de nitrógeno en forma de amoniaco gaseoso, el pH no debe ser mayor a aproximadamente 8.5.
Control de patógenos	Si el proceso se lleva a cabo adecuadamente, pueden matarse todos los organismos patógenos, hierbas y semillas durante el proceso de obtención de abono. para ello la temperatura debe mantenerse entre 333 y 344 K(60 y 71 °C) durante 24 horas.

Adaptado de G. Techobanoglous, H. Teisen, R. Eliassen, *Solid Wastes: Engineering Principles and Management Issues*, McGraw-Hill, New York, 1977

Tabla 12. Consideraciones importantes de diseño para los procesos de composta¹⁷.

VENTAJAS DE LA COMPOSTA:

- ✓ Presenta un bajo costo de inversión y operación.
- ✓ No daña al ambiente.

- ✓ El problema que representa la basura, se resuelve de alguna forma incorporándola al ciclo de descomposición de materia orgánica.
- ✓ No solo la composta abarca la basura hogareña, sino también se extiende su proceso a los residuos industriales como las productoras de carnicos., madereras y alimentos en general.
- ✓ Es un fertilizante eficiente.

DESVENTAJAS DE LA COMPOSTA:

- Para lograr una producción eficiente de composta, se requiere de un periodo que abarca desde los 4 meses a los 2 años aproximadamente, dependiendo de la cantidad deseada.
- Su comercialización es baja.

Podemos lograr compostas de diferente calidad, desde la de uso casero hasta la de uso comercial para abonar invernaderos y con resultados totalmente satisfactorios, se pueden usar diversas técnicas, como por ejemplo la adición de estiércol líquido, que puede potenciar la actuación de los microorganismos y el enriquecimiento de la composta con nutrientes, haciéndola sumamente apropiada para la fertilización, otro ejemplo para acelerar el proceso de la composta es el de agregar calcio (podrían ser huesos triturados de res) a la mezcla de la composta, esto es para se acelere el proceso de descomposición de la misma y en lugar de estar 6 meses esperando a que este lista, se reduciría el tiempo a 4 meses.

La utilización de la composta perdió importancia a raíz de la industrialización de la agricultura pero, con la aparición de la agricultura biológica, ha empezado a recuperarla. Las plantas de compostaje modernas utilizan como materia prima fangos de depuradoras y basura doméstica (desechos alimenticios).



Dibujo 16. La composta, una opción para el tratamiento a los residuos orgánicos.

e) LA INCINERACIÓN

Un método de eliminación de los residuos sólidos urbanos

La incineración¹¹ es uno de los procedimientos más utilizados para la eliminación de residuos sólidos, principalmente porque consigue reducir su volumen inicial en un 90% y se reduce el peso de los mismos en un 80%, aunque sus costos son elevados. La incineración es la combustión directa u oxidación completa para dar, como productos finales, sustancias gaseosas y cenizas sólidas; la combustión de material orgánico prácticamente produce sólo dióxido de carbono y agua. Las reacciones químicas que se producen generan calor y este es aprovechado en parte para precalentar los residuos.

Los factores más importantes a considerar en este proceso son los siguientes:

- *Exceso de oxígeno: 20-40%*
- *Temperatura de combustión: 600 – 1 300 °C*
- *Características de los residuos. Para saber si son apropiados para la incineración, deben reunir algunas características:*

1. *Físicas: Los residuos deben poseer baja densidad, el mismo tamaño, un mismo porcentaje de humedad.*

por ejemplo; diferente porcentaje de humedad.- Un contenido demasiado grande y/o desigual de agua supone un mayor costo energético a la hora de incinerar los residuos. Por eso es importante esta clasificación.

2. *Químicas: Los residuos deben tener un bajo contenido en azufre, cloro y nitrógeno, así como, contenido en inertes.*

por ejemplo; si los residuos tienen un alto contenido en cloro.- El material a incinerar no se quema, ya que, el cloro puede formar en la combustión dioxinas, y estos son contaminantes volátiles muy peligrosos para la salud.

Los gases de combustión contienen partículas en suspensión, que hay que separar, y diferentes cantidades de derivados clorados y de óxido de azufre y nitrógeno según el tipo de residuo procesado. Estos gases han de ser tratados adecuadamente para evitar la contaminación atmosférica.

por ejemplo; si los residuos tienen un alto contenido en inertes.- Los inertes no se ven afectados por la combustión por lo que estos residuos no pueden ser gestionados de esta forma. Por esta razón debe haber una preselección para separar este tipo de residuos y canalizarlos a otro tipo de tratamiento.

El poder calorífico de los residuos a incinerar es importante, ya que, cuanto mayor sea el poder calorífico de los residuos, más rentable será su combustión, puesto que producirán más energía para ser aprovechada. Los sistemas de incineración se complementan con un equipo de

recuperación de calor (caldera) y un sistema de utilización del mismo (vapor, turbina y generador). De este aprovechamiento de energía proveniente de la unidad de combustión en los incineradores se hablará mas adelante. La incineración se realiza en hornos de características muy especiales y de avanzada tecnología.

HORNOS INCINERADORES

Un sistema de incineración¹³ consta básicamente de un sistema de pretratamiento de los residuos, un mecanismo de alimentación y una cámara de combustión, que es el horno propiamente dicho. Se dispone también de equipos auxiliares para la depuración de los gases de combustión y la extracción de las escorias y cenizas.

El pretratamiento consiste en la trituración previa de los residuos para controlar el tamaño de los mismos. En cuanto a la alimentación, ésta se realiza mediante medios mecánicos, vibradores, tornillos de Arquímedes o cintas sinfín.

El horno de parrillas¹³ es el que más se utiliza para la incineración de los residuos sólidos urbanos, existen también para incinerar basura, los hornos de lecho fluidizado¹⁷ y los hornos rotatorios, sin embargo, se analizará el primer horno. Este consta de tres parrillas escalonadas:

- *Primer parrilla: se secan los residuos*
- *Segunda parrilla: se produce la incineración principal*
- *Tercer parrilla: se produce la combustión final, es donde aquellas materias cuyo paso por la segunda parrilla no se incineraron.*

Los residuos descienden de una a otra parrilla gracias a la inclinación y/o al movimiento de las mismas. En la *figura 12*. Se muestra un esquema de un horno de parillas.

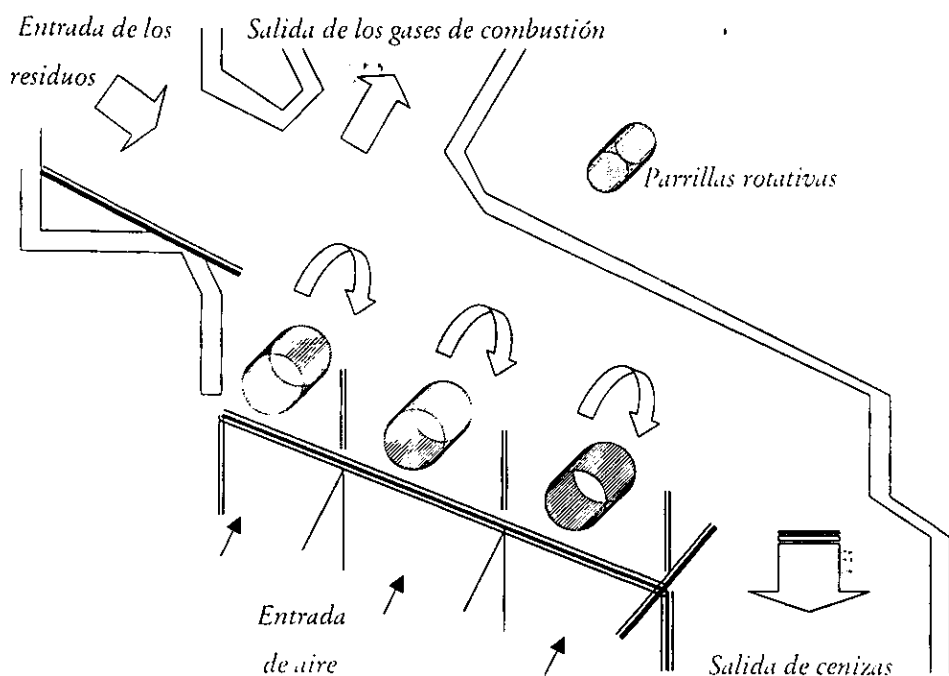


Figura 12. Esquema de un horno de parrillas

RESIDUOS PRODUCIDOS

Los residuos generados⁹ en el proceso de combustión son las cenizas y los gases de combustión. Las cenizas pueden ser eliminadas en un relleno sanitario controlado o ser utilizadas como material de construcción, una vez aislando los metales que pudiesen contener. Los gases de combustión han de depurarse, con lo cual generan otro tipo de residuos como: las cenizas volantes y, si se emplea un sistema húmedo de depuración, se tendrán también residuos líquidos.

- **Gases de combustión.** Los contaminantes del efluente gaseoso son dos, partículas y gases, los cuales se tienen que separar de la corriente residual. Para su captación se pueden utilizar un precipitador electrostático y/o filtros de mangas de alta eficiencia; ambos sistemas dan buenos rendimientos en la separación de partículas de menor tamaño. En cuanto a los contaminantes gaseosos; ácidos de cloro y azufre (entre los principales), para su eliminación los métodos más utilizados son:

1. **Método seco.** Consiste en la inyección de cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), la cual reacciona con los gases ácidos formando sales en estado sólido que se eliminan a continuación mediante un filtro de mangas.

2. *Método semiseco*. En este caso la cal se añade en forma de lechada de cal mediante pulverizadores. El residuo final también quedará seco y se eliminará mediante un proceso de filtración.
3. *Método húmedo*. La eliminación de los gases ácidos se consigue en este caso mediante disoluciones alcalinas en torres de lavado. Este método es el único que produce residuos líquidos.

- *Residuos sólidos*. Estos residuos están compuestos por las escorias y cenizas procedentes de la cámara de combustión, las cenizas volantes recogidas en la depuración de los gases y los fangos generados en el tratamiento de los efluentes líquidos (en caso de emplear un método húmedo para la depuración de los gases). Debido a las altas temperaturas de trabajo, las escorias y cenizas procedentes de la cámara de combustión son totalmente minerales, por lo que tienen un carácter de inerte, favoreciendo así su confinamiento en rellenos sanitarios. En cuanto a las cenizas volantes, su contenido en metales hace que se consideren como residuos tóxicos y peligrosos. El tratamiento de residuos peligrosos se analizará más adelante.
- *Residuos líquidos*. Estos residuos son principalmente los lixiviados producidos en la zona de almacenamiento de los residuos sólidos urbanos a la entrada de la planta de incineración, son lixiviados que proceden de la zona de almacenamiento de las escorias y cenizas, y también son los efluentes líquidos de la depuración de gases en el caso de emplear el método húmedo. Dependiendo de la composición de estos líquidos, podrán verterse directamente al relleno sanitario o tendrán que tratarse por un tratamiento físico y/o químico.

APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA: PROCESOS TÉRMICOS

El método de aprovechamiento de residuos sólidos de bajo contenido en humedad más sencillo es la combustión. La reacción de oxidación completa no sólo produce gases y cenizas (incineración)¹¹, sino que libera considerables cantidades de energía utilizable. Es por lo que generalmente se complementan los sistemas de incineración con un equipo de recuperación de calor (caldera) y un sistema de utilización del mismo (conducciones de vapor, turbina y generador). La energía obtenida puede destinarse a la producción de calor (en forma de agua caliente) para el uso doméstico o industrial, y a la producción de electricidad. La eficacia térmica de la combustión es elevada; si los residuos contienen menos del 20% de humedad, se obtienen rendimientos globales del orden del 30%, del mismo orden de magnitud que el de los procesos energéticos a partir de combustibles fósiles.

Actualmente se usan y se mejoran en su diseño cada día, procesos térmicos más sofisticados, principalmente en lo que respecta a la obtención de diferentes componentes energéticos. Se trata de la gasificación y la pirólisis¹⁷. En la *tabla 13*, se observan diferentes alternativas para recuperar energía¹⁷ a partir de residuos sólidos.

PROCESOS TÉRMICOS PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA EN LOS RESIDUOS SÓLIDOS

<i>Proceso</i>	<i>Producto de conversión</i>	<i>Pretratamiento</i>
<i>Biológico</i>		
Abono	Material tipo humus	Desmenuzamiento y separación con aire
Digestión Anaerobia	Gas metano	Desmenuzamiento y separación con aire
Conversión biológica a proteína	Proteína y alcohol	Desmenuzamiento y separación con aire
Fermentación Biológica	Glucosa y furfural	Desmenuzamiento y separación con aire
<i>Químico</i>		
Incineración con recuperación de calor	Energía en forma de vapor	Ninguno
Combustión complementaria del combustible en calderas	Energía en forma de vapor	Desmenuzamiento y separación con aire
Gasificación	Energía en forma de gas, con bajo contenido de energía	Desmenuzamiento y separación con aire y separación magnética
Pirólisis	Energía en forma de gas o aceite	Desmenuzamiento y separación magnética
Hidrólisis	Glucosa o furfural	Desmenuzamiento y separación con aire
Conversión Química	Aceite, gas, acetato de celulosa	Desmenuzamiento y separación con aire

Tabla 13. Los procesos biológicos y químicos utilizados para la recuperación de los productos de conversión de los desperdicios sólidos¹⁷.

GASIFICACIÓN

Bajo la denominación de gasificación¹⁷ se engloban los procesos de combustión en condiciones de defecto de oxígeno, con producción de monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrógeno y metano, en proporciones diversas, según la composición de los residuos y las condiciones de operación. La temperatura de gasificación oscila entre 700 y 1 100°C y el oxígeno se limita entre un 10% y un 50% del teóricamente necesario para la combustión completa.

Según se utilice aire u oxígeno puro, se contemplan dos procesos de gasificación sustancialmente diferentes en cuanto a los productos obtenidos. Así por gasificación de material biológico con aire, se obtiene un gas llamado "gas pobre", que se utiliza en unidades de combustión para obtener vapor y electricidad. Por otro lado, cuando se opera con oxígeno y vapor de agua, se obtiene "gas de síntesis", cuya importancia radica en que se puede transformar en combustibles líquidos (metanol y gasolinas). En la figura 13. Se observan los procesos de gasificación.

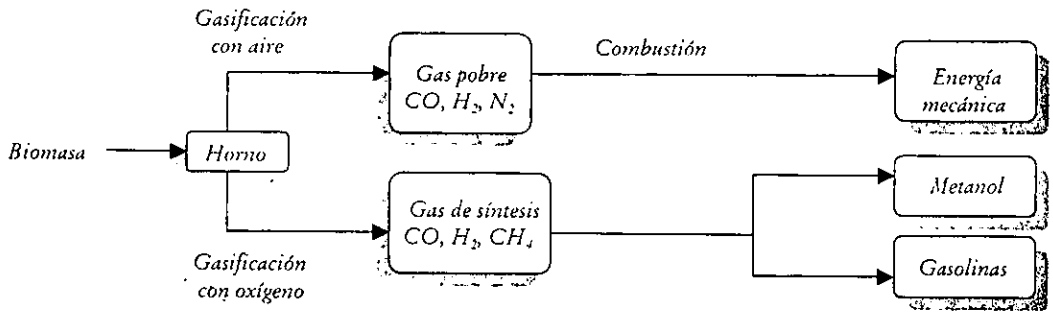


Figura 13. Procesos y productos de la gasificación.

PIRÓLISIS

La pirólisis¹⁷ consiste en la descomposición del material biológico por la acción del calor (entre 275 y 450°C) en ausencia de oxígeno. La naturaleza y composición de los productos finales (gases conteniendo hidrógeno, óxidos de carbono e hidrocarburos, líquidos hidrocarbonados y sólidos carbonosos) dependen de las propiedades del residuo tratado, de la presión y temperatura de operación y de los tiempos de permanencia de los residuos en el horno.

Una variante de la pirólisis consiste en añadir al proceso un gas reductor (monóxido de carbono, hidrógeno o gas de síntesis) a temperaturas entre 300 y 500°C y alta presión. A este proceso se le llama licuefacción y permite mejorar los rendimientos en combustibles líquidos.

f) PROCESOS DE TRATAMIENTOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS

Para estabilizar un residuo peligroso se debe de tomar en cuenta la naturaleza física y química de la sustancia a procesar, así como los productos que se pueden generar como resultado del tratamiento. La combinación de dos métodos es muy recomendable, así como continuar con un método de fijación-encapsulamiento, que minimice al máximo el riesgo de contaminación al ambiente. En la *figura 14*. Se observa las estrategias de manejo de los residuos peligrosos.

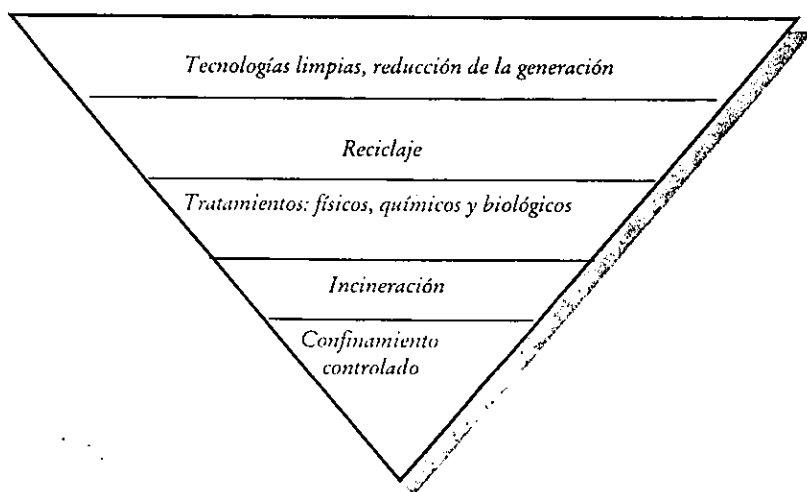


Figura 14. Estrategia de manejo de los residuos peligrosos.

Los métodos más utilizados para la disposición²² son los rellenos de confinamiento controlado y la incineración, sin olvidar, la alternativa que como ya se comentó, nos ofrece el reciclaje y por supuesto la disminución de residuos en la fuente. Estas estrategias ya se analizaron anteriormente, es por eso, que ahora se abordan los tratamientos físicos, químicos y biológicos.

TRATAMIENTOS FÍSICOS

Se aplican a residuos líquidos, sólidos y gaseosos. Los residuos líquidos son los más factibles de tratarse por estos métodos, ya que su función primordial es la de separar y reducir el volumen. Sin embargo, hay métodos que disminuyen la toxicidad, agilizan el tratamiento o se consideran adecuados para disponer a las sustancias de una manera definitiva y segura. Observar *tabla 14*.

Los residuos a tratar pueden ser de cualquier tipo, pues estas metodologías abarcan a los nueve tipos de compuestos considerados.

TRATAMIENTOS FÍSICOS			
Método	Función	Tipo de residuo	Forma del residuo
Aereación	Separación	1 2 3 4	Líquido
Separación con NH ₃	Reduc. vol. separación	1 2 3 4	Líquido
Adsorción en carbono	Reduc. vol. Separación	1 3 4 5	Líquido gas
Centrifugación	Reduc. vol. separación	1 2 3 4 5	Líquido
Dialísis	Reduc. vol. separación	1 2 3 4	Líquido
Electrodialísis	Reduc. vol. separación	1 2 3 4 5 6	Líquido
Encapsulamiento	Almacenamiento	1 2 3 4 5 6	Líquido sólido
Evaporación	Reduc. vol. separación	1 2 5	Líquido
Filtración	Reduc. vol. separación	1 2 3 4 5	Líquido gas
Floculación/sedimentación	Reduc. vol. separación	1 2 3 4 5	Líquido
Flotación	Separación	1 2 3 4	Líquido
Ósmosis inversa	Reduc. vol. separación	1 2 4 6	Líquido
Sedimentación	Reduc. vol. separación	1 2 3 4 5	Líquido
Separación con aire	Separación	1 2 3 4 6	Líquido sólido
Gravedad agua / aceite	Separación	2 4 9	Líquido
Ultra filtración	Separación	1 2 3 4 5	Líquido
Separación con vapor	Separación	1 2 3 4 6 7 8	Líquido
Microondas	Desintoxicación	1 2 3 4 5 7 8	Sólido líquido gas
Congel/cristal	Separación	1 2 3 4 5	Líquido
Separación magnética	Separación	1 2 3 4 5 6	Sólido líquido gas
Coagulación	Separación	1 2 3 4 5	Líquido
Detonación	Desintoxicación	6 9	Sólido líquido gas
Separación aceite / agua	Separación	9	Líquido
Resina de absorción	Reduc. vol. separación	1 2 3 4 5 6	Líquido gas
Fotólisis	Desintoxicación	1 2 3 4	Líquido
Compensación	Mejora tratamiento		Líquido
Ajuste de Temperatura	Agiliza algunos tratamientos		Líquido

1= Compuesto inorgánico sin metales pesados

2= Compuesto inorgánico con metales pesados

3= Compuesto orgánico sin metales pesados

4= Compuesto orgánico con metales pesados

5= Compuesto radiológico

6= Compuesto biológico

7= Compuesto inflamable

8= Compuesto explosivo

9= Aceite / agua

Tabla 14. Tecnologías de tratamiento físico

Fuente: Rich, G., *Waste Treatment Technologies: the choice is yours*, Inglaterra, Pollut. Eng.

TRATAMIENTOS QUÍMICOS

Este tipo de proceso²² involucra el uso de reacciones químicas para transformar las corrientes residuales peligrosas en sustancias menos peligrosas. Los tratamientos químicos tienen mayor eficiencia de estabilización sobre los residuos peligrosos con bajo contenido de materia orgánica. Se presentará la disminución de volumen, la reducción de la toxicidad y la separación de contaminantes. Observar *tabla 15*.

TRATAMIENTOS QUÍMICOS			
Método	Función	Tipo de residuo	Forma de residuo
Calcinación	Reduc. vol.	1 2 3 4 5	Líquido / sólido
Intercambio iónico	Reduc. vol. sep. de sint.	1 2 3 4 5 6	Líquido
Neutralización	Desintoxicación	1 2 3 4	Líquido
Oxidación	Desintoxicación	1 2 3 4	Líquido
Precipitación	Reduc. vol. separación	1 2 3 4 5	Líquido
Reducción	Desintoxicación	1 2	Líquido
Extracción(Liq-Liq)	Separación	1 2 3 4 5	Líquido
Sorción	Separación	1 2 3 4	Líquido
Quelatación	Separación	2 4 5	Líquido
Disolución	Separación de sint.	1 2 4 5	Sólido
Hidrólisis	Desintoxicación	3 4	Líquido
Ozonización	Desintoxicación	1 2 3 4	Líquido / gas
Intercambio iónico	Reduc. vol. sep. de sint.	1 2 3 4 5	Líquido
Cloronólisis	Desintoxicación	3	Líquido
Electrólisis	Separación	2	Líquido

1= Sustancia inorgánica sin metales pesados

2= Sustancia inorgánica con metales pesados

3= Sustancia orgánica sin metales pesados

4= Sustancia orgánica con metales pesados

5= Sustancia radiológica

Tabla 15. Tecnologías de tratamiento químico

Fuente: Rich, G., op.cit.

TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS

El tratamiento biológico²² es una forma eficiente a bajo costo de remoción de sustancias peligrosas de aguas residuales y aguas subterráneas contaminadas, lixiviados de rellenos sanitarios y suelos contaminados. Los procesos biológicos se utilizan para tratar los residuos que contienen una carga orgánica alta; es decir, sus compuestos están constituidos por carbono, hidrógeno y

oxígeno, principalmente. Como se observa en la *tabla 16*, estas tecnologías se aplican a las sustancias orgánicas con o sin metales pesados.

TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS		
Método	Tipo de residuo	Forma de residuo
Lodo activado	3 6	Líquido
Laguna de aereación	3 6	Líquido
Digestión anaerobia	3 6	Líquido
Filtros anaerobios	3 6	Líquido
Filtros de escurrimiento	3 6	Líquido
Laguna de estabilización	3 6	Líquido
Biodiscos rotatorios	3 6	Líquido
Siembra biológica	3 6	Líquido
Composta	3 4 6	Líquido
Enzimático	3 4 6	Líquido

3= Sustancia orgánica sin metales pesados

4= Sustancia orgánica con metales pesados

6= Sustancia biológica

Tabla 16. Tecnología de tratamiento biológico

Fuente: Rich, G., op.cit.

La selección de las metodologías de tratamiento depende de muchos factores, entre los cuales se deben considerar:

- La naturaleza del residuo para tratar
- El estado físico del residuo
- La concentración de la corriente para tratar
- El equipo necesario
- El equipo auxiliar
- Pre o pos tratamiento requerido
- La efectividad y el costo de la tecnología.

3.4. EL PROGRAMA DE RECICLAJE DE PAPEL EN LA FACULTAD DE QUÍMICA DE LA U.N.A.M.

En el año de 1997 se formó el Comité de reciclaje de residuos sólidos del IMIQ (Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos). Este comité surge ante la necesidad de tener un organismo coordinador y responsable de la planeación y operación del destino final del papel usado en los exámenes, trabajos, planos, libretas y todo tipo de papel encontrado en la facultad de química. Dicho organismo es una unidad interdisciplinaria que permite un constante intercambio de ideas y experiencias en base a las cuales se tomarán decisiones encaminadas al mejoramiento continuo; este intercambio se verá reflejado en el buen funcionamiento del programa.

El programa como tal en el IMIQ se creó al amparo del departamento de Química orgánica contando con la valiosa orientación de la Profesora y Doctora Yolanda Caballero, quien con varios años de experiencia, opina que "A los jóvenes les cuesta trabajo inclinarse por un programa de este tipo, pero una vez que lo asimilan la respuesta es muy positiva, pues son los más trabajadores e inquietos por conocer más del proyecto, ya que salen concientizados y convencidos de lo importante que es el cambio de mentalidad con respecto al reciclaje y adquieren hábitos de beneficio para el medio ambiente", además esta campaña es válida para cumplir con su servicio social.

a) OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE RECICLAJE DE LA FACULTAD DE QUÍMICA:

➤ *Corto plazo...*

- Implementar las bases para la estructuración de un programa en pro del medio ambiente y en el cual participen los alumnos, académicos y trabajadores de la Facultad de Química en la UNAM.
- Hacer reuniones periódicas para diseñar las estrategias que permitan incrementar continuamente la cantidad de papel recolectado.
- Asignar los lugares de recolección de la Facultad entre los alumnos participantes en el programa para un mejor funcionamiento del mismo.
- Informar a la comunidad de la Facultad de Química los logros alcanzados a través del informe del presidente del IMIQ.

➤ *Mediano plazo...*

- Organizar actividades como conferencias impartidas por profesionales relacionados con la ingeniería química y con el reciclaje, Esto puede ayudar a despertar el interés por el tema.

➤ *Largo plazo..*

- ❑ Lograr que la sociedad participe activamente en los programas de acopio de residuos sólidos.
- ❑ Tratar de cambiar los hábitos de consumo a través de campañas de información.
- ❑ Lograr que no haya papel en la basura, sino que, se envíe a las recicladoras y que la comunidad incorpore a su educación el capítulo de la “educación ambiental”.

b) ACTIVIDADES DEL COMITÉ DE RECICLAJE:

- Rondas para la recolección de papel (2 veces por cada tres semanas), a todos los edificios de la facultad, incluyendo los administrativos y postgrado. Para ello se tienen instalados 52 contenedores de reciclaje por toda la facultad, entre edificios, laboratorios, departamentos académicos, áreas administrativas, patio en general.
- Organización de ponencias relacionadas con el tema, invitando a gente reconocida y preparada al respecto. Por citar un ejemplo en el mes de Abril de 1998 se llevo acabo la primera semana de protección ambiental, con excelentes resultados y apoyo de todos(existen constancias).
- Preparar visitas a plantas recicladoras y de producción de papel.

c) COMO SER PARTE DE ESTE PROGRAMA

El programa cuenta por el momento con la participación activa del IMIQ, del Depto. de Química Orgánica, él apoyo de la dirección y de la U.N.A.M y de todos aquellos convencidos de un mundo mejor, y está abierto a la colaboración de cualquier persona que lo desee. Se localiza el IMIQ en el edificio A de la Fac. de Química y es mejor conocido como el Cubo Amarillo y el Depto. de Química Orgánica también en el edificio “A”, 2º piso en el laboratorio A/B con la Dra. Yolanda Caballero.

“El éxito y vigencia del mismo dependerá de tu cooperación, se una persona integra y ambientalista, además es la opción de Servicio social de todas las carreras de la Facultad de Química; ya sabes donde encontrarnos”

Este es un cuestionario de apoyo a la campaña de acopio de papel para su reciclaje, que se aplicó a los alumnos del período escolar 97-II en la Facultad de Química de todos los semestres. Los resultados obtenidos de 100 estudiantes encuestados se observan en la *figura 15*:

Semestre..... Edad..... Nivel de estudio.....

a) ¿Cree que se produce una contaminación ambiental por los desechos?

SI	NO
94%	6%

b) ¿Este tema le preocupa?

SI	NO
11%	89%

c) ¿Usted sabe donde tiran la basura que saca diariamente?

SI	NO
51,7%	48,3%

d) ¿Usted clasifica la basura?

SI	NO
25,3%	74,7%

e) ¿Qué hace con los envases plásticos?

QUEMA	15,7%
RECICLA	21,3%
TIRA	62,9%

f) ¿En qué horario saca usted la basura?

8 a 12 hrs	12 a 18 hrs	18 a 21 hrs
6,2%	9,0%	84,8%

Figura 15. Cuestionario del programa de acopio de papel en la Facultad de Química

El cuestionario demostró lo poco enterados que estamos en materia ambiental, los conceptos de reducción-reuso-reciclaje se conocen, pero no se interpretan con la seriedad que representan. Este es un programa que no puede ser olvidado o retirado, las nuevas generaciones deben conocerlo y ejercerlo.

Lo que surgió como una simple idea y propuesta ahora es un compromiso con el reciclaje, participa y se uno mas de los millones de soñadores que quieren un mundo mejor, la Facultad de Química, el IMIQ, la UNAM, México y el planeta...contamos contigo. Este es el mensaje de todos los que estamos o estuvimos involucrados desde los orígenes de dicho programa, así como, los que formamos la mesa directiva del IMIQ-SE-FQ (1997-1998), y sólo resta decir...//GRACIAS!!

3.4.1 EL COMITÉ DE RECICLAJE

LA FORMA DE ORGANIZAR UNA CAMPAÑA DE RECOLECCIÓN DE CUALQUIER TIPO DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS, EN LAS ESCUELAS, COMUNIDADES, EDIFICIOS, Y/O EMPRESAS.

"UN CASO GENERALIZADO"

ORGANIZACIÓN DE UNA CAMPAÑA DE RECOLECCIÓN

Las campañas²² tienen diferentes formas de organización de acuerdo con las características de los desechos domésticos contaminantes que se piensen recolectar, y también depende de los recursos disponibles para su transporte y almacenamiento, así con para su tratamiento posterior. Los DDC's²² (desechos domésticos contaminantes) que no puedan ser reusados, deben destinarse a otros métodos de tratamiento de residuos; como las plantas recicladoras o los rellenos sanitarios; por ejemplo los aceites de motor usado se deben trasladar a una planta de tratamiento de aceites, y ésta es una mejor opción que desecharlo al drenaje.

Las campañas de recolección se dividen en dos comisiones:

- 1. La primera que se encarga de recolectar los DDC's y almacenarlos en un sitio adecuado, donde se reciben los desechos que ya no se utilicen.*
- 2. La segunda que se encarga de transportar los DDC's al deposito final, como puede ser una planta recicladora de papel, en el caso de tratarse de papel usado.*

Las campañas de recolección de residuos sólidos tienen muchas ventajas. la principal consiste en reducir significativamente los desechos contaminantes. Cualquier campaña de recolección debe ser supervisada por profesionales en el ramo, de otra manera podría ocasionarse un accidente. A continuación se presenta una lista de las actividades que se deben considerar en la organización de un comité de reciclaje.

LA ORGANIZACIÓN PREVIA

➤ *Consideraciones generales.*

- ✓ Identificar la fuente generadora del residuo que será objeto del programa.
- ✓ Elegir un coordinador de campaña.
- ✓ Reunir un equipo que complementa al comité de ciudadanos y que incluya todo tipo de personas.
- ✓ Buscar el sitio de confinamiento final que recibirá los residuos, ya sea para reciclar, incinerar y/o cualquier otro método de disposición final.
- ✓ Determinar si algunos materiales recuperables de los residuos se reusarán por el mismo comité.

➤ *Dar aviso a las autoridades*

- ✓ Dar aviso formal y obtener los permisos necesarios de las autoridades competentes.
- ✓ Presentar un plan de operación claro, aunque flexible, y cumplirlo obligatoriamente.

➤ *Hacer campaña de información a la comunidad enfocada a la recolección de residuos*


Un ejemplo de información pertinente del tipo de cartel para la propaganda de la campaña, se observa en la *figura 16*.

Representaría la parte final de una campaña, previa al programa de recolección.

- ✓ Indicar cuales son los residuos que se aceptarán y cuales no, así como las condiciones para la aceptación de ciertos productos. Por ejemplo, si es un centro de acopio de papel para destinarlo a reciclaje, especificar que tipo de papel se recibirá y que se encuentre libre de contaminantes como grasas, aceites, metales, etc.
 - ✓ Propiciar instrucciones de los procedimientos de recolección y que se espera del público-participante.
 - ✓ Dar un número telefónico o dirección donde se puede obtener información al respecto.
- El sitio de recolección
- ✓ Debe ser de fácil acceso.
 - ✓ Fuera de zonas de congestionamiento.
- El personal
- ✓ Puede ser voluntario.
 - ✓ Debe haber un control en el centro de acopio, es decir, contar con el número de personal con identificación, que tipo de preparación tienen, que responsabilidades a su cargo van a tener, brindar el entrenamiento necesario, propaganda informativa de procedimientos y rutinas.
- El equipo
- ✓ Lista de inventario de equipo y material necesario, como los contenedores propuestos para la separación en el origen.
 - ✓ Plan de adquisición y entrega del mismo.
- Consideraciones para el manejo de los residuos
- ✓ Diagrama de separación de los residuos por su composición orgánica, química e inerte; identificación, clasificación, almacenamiento, y preparación para su transporte.
 - ✓ Contar con:
 - un plan de acción para el manejo de residuos no previstos.

- Plan de manejo de residuos generados por la actividad de recolección.
- Plan de reuso del material recuperado.

CAMPAÑA DE ACOPIO DE PAPEL
PARA REICLAR EN LA FACULTAD
DE QUÍMICA EN LA UNAM



¡SALVA UN ÁRBOL!

Dibujo 17. Emblema utilizado para la campaña de acopio de papel en la Facultad de Química en 1997

LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LOS SITIOS DE RECOLECCIÓN:

- Cubo amarillo del IMIQ (en el edificio "A" de la Fac. Química)
- Depto. Química orgánica, 2º piso del Edif. "A", Lab. 2.A/B, Fac. Química con la Dra. Yolanda Caballero Arroyo

SE RECOLECTARÁ:

- Todo tipo de papel para escritura, papel para impresión, papel periódico, libretas, libros, cajas de cartón.
- El papel deberá entregarse según sus características.

NO SE RECOLECTARÁ:

- Papel carbón, papel de fax.

¡CONTÁCTO PARA MÁS INFORMACIÓN!

Figura 16. Ejemplo de un cartel de propaganda para la campaña de acopio de papel en la Facultad de Química en la UNAM

- Procedimientos de emergencia
 - ✓ Tener un equipo de primeros auxilios
- Planeación de actividades posteriores a la recolección

- ✓ Limpieza del sitio
- ✓ Plan de contingencia para almacenamiento prolongado

Campaña de recolección

- Instalación y preparación del sitio, esto es establecer:
 - ✓ Horario del personal
 - ✓ Las áreas de acceso restringido
 - ✓ Los Flujogramas de la dirección del tráfico del público participante
 - ✓ La hora de inicio de la recolección
- Área de acceso
 - ✓ Ubicar señalamientos apropiados y visibles
 - ✓ Personal para recibir los residuos
 - ✓ Designar un área para la distribución de literatura, información, cuestionarios, etc.
- Área de recepción
 - ✓ Es necesario para la identificación de los residuos cuando la persona que lo trajo esté aun presente
- Área de separación y clasificación de los residuos
 - ✓ Identificación y asignación de los productos por categorías para su almacenamiento específico
 - ✓ Personal: jerarquías, responsabilidades y nivel técnico
- Área de carga y descarga
 - ✓ Debe localizarse fuera del área de recepción y del tráfico de vehículos
- Salida de vehículos
 - ✓ Debe existir un coordinador del tráfico y salida de vehículos
- Área de almacenamiento de equipo
 - ✓ Debe ser accesible y que no obstruya el paso

Actividades posteriores a la campaña de recolección

- Inventario de logros
 - ✓ Revisión de la bitácora de recolección e un inventario general de productos recolectados.
 - ✓ Informar de los resultados al público y a los participantes.
- Críticas y retroalimentación
 - ✓ De los organizadores.
 - ✓ De las autoridades y contribuyentes
- Determinación de los planes futuros
- Notas de agradecimiento y reconocimiento a todos los participantes

Para llevar a cabo una buena campaña es necesario contar con la asesoría adecuada, con un equipo organizado, entusiasta y paciente que recolecte, almacene, transporte, y disponga de los

residuos en cantidades mayores. Además, las recolecciones necesitan mantenerse a un nivel local y empezar con metas pequeñas, ya que, sólo así se puede convertir con el paso del tiempo en un caso como el de la Facultad de Química en la UNAM. El programa de acopio de papel para reciclar ha tenido la respuesta favorable de todos los involucrados, tanto de los estudiantes, de los académicos, de los trabajadores y de las autoridades. La razón por la que ha funcionado desde el año de 1997 es que existía la inquietud como profesionales de la química de implementar un programa ambiental como éste, que a lo largo de los años ha permitido encauzar para su reciclaje toneladas de papel y estamos seguros que se ha conseguido salvar árboles, y eso para nosotros los del programa de reciclaje es un estímulo muy grande.

La solución al complejo problema de la contaminación rebasa cualquier esquema propuesto, y solo bajo el marco de una acción común de los ciudadanos se podrán obtener resultados que favorezcan el ambiente.

IV. LIDERAZGO, INTEGRACIÓN DE GRUPOS Y RELACIONES HUMANAS.

"UNA ORGANIZACIÓN DE COMITÉS DE RECICLAJE"

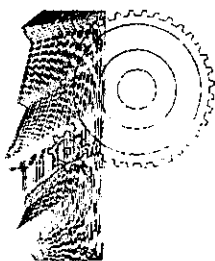
Justificación del tema: La importancia del reciclaje como hemos venido analizando debe ser impulsada por personas que generen y propicien un cambio en la forma de pensar y de actuar. Dichas personas deben de conocer sus propios límites y ser capaces de tomar de manera íntegra y transparente las decisiones adecuadas para estimular a la gente que los rodea, deben tener a su cargo un comité que ellos mismos se encarguen de dirigir. La persona que reúna las cualidades mencionadas, será considerada un líder.

4.1 LIDERAZGO

Es el arte²⁵ o proceso de influir sobre las personas para que se esfuercen voluntaria y entusiastamente para lograr las metas del grupo. En teoría se debe estimular a las personas para que desarrollen no solo la disposición para trabajar sino también el deseo de hacerlo con celo y confianza. El celo es ardor, ahínco e intensidad en la ejecución del trabajo; la confianza refleja experiencia y capacidad técnicas. Los líderes ayudan al grupo a lograr sus objetivos mediante la utilización máxima de sus capacidades. No se quedan atrás del grupo empujándolo y estimulándolo, sino que están al frente del mismo, facilitando su avance e inspirándolo para lograr las metas organizacionales.

Todo grupo de personas que dé el máximo rendimiento posible tiene al frente alguna persona apta en el arte del liderazgo. El líder debe de reunir, al menos las cuatro características siguientes.

1. Capacidad para usar el poder con eficacia y de un modo responsable.
2. Capacidad para comprender que los seres humanos tienen grados diferentes de motivación en distintos momentos y en situaciones diferentes.
3. Capacidad para inspirar e impulsar la productividad en el trabajo.
4. Capacidad para actuar en forma tal que desarrolle un ambiente que conduzca a responder a las motivaciones y fomentarlas.



Dibujo 18. Un líder debe tener la capacidad para comprender que los seres humanos tienen grados diferentes de motivación.

INGREDIENTES DEL LIDERAZGO:

- *El primer ingrediente del liderazgo es el poder*
- *El segundo elemento es el entendimiento fundamental con las personas.* El líder que conozca, por lo menos, el estado actual de la teoría de la motivación y que comprenda los elementos de la misma, estará más conciente de la naturaleza y la intensidad de las necesidades humanas y en mejor posición para definir y diseñar formas de satisfacerlas, para obtener las respuestas deseadas.
- *Un tercer componente es la capacidad de conducir a sus seguidores para que apliquen todas sus aptitudes a un proyecto.* Los líderes deben inspirar lealtad, devoción y un intenso deseo por parte de los seguidores de lograr lo que quieren los líderes.
- *El cuarto ingrediente del liderazgo es la facultad de influenciar en su grupo, para crear un ambiente de cordialidad entre los integrantes.* El equipo de trabajo tendrá mejores resultados cuando la relación de todos los miembros del equipo incluyendo la del líder sea la de amabilidad y respeto a la vez.

El principio fundamental del liderazgo es éste;

- Las personas tienden a seguir a quienes, desde su punto de vista, les ofrecen los medios para satisfacer sus metas personales, cuanto más comprendan los líderes qué motiva a sus subordinados y como operan estas motivaciones, en cuanto logren descubrir los estímulos adecuados, mayores probabilidades tendrán de ser líderes eficaces.

La corriente seguidora del alemán Max Weber¹⁴, considerado el fundador de la sociología moderna, distingue tres tipos de liderazgo que se refieren a otras tantas formas de autoridad:

- a) *El líder carismático*, al que sus seguidores le atribuyen condiciones y poderes superiores a los de otros dirigentes.
- b) *El líder tradicional*, que hereda el poder, ya sea por la costumbre de que ocupe un cargo destacado o porque pertenece a un grupo familiar que ha ostentado el poder desde hace mucho tiempo.
- c) *El líder legal*, que asciende al poder por los métodos oficiales, ya sean a través de las elecciones o de votaciones, o porque demuestra su calidad de experto sobre los demás. Esta figura se reconoce comúnmente en el campo de la política y de la empresa privada.

Una pregunta frecuente es si es posible enseñar los términos del liderazgo²⁵. El profesor Noel Tichy, de la Universidad de Michigan, estima que el 80% del desarrollo del liderazgo se deriva de la experiencia en el trabajo, mientras que el 20% se puede adquirir mediante la capacitación y el estudio. Esta afirmación es difícil de probar ya que mucho depende de la persona, sin embargo, pone en evidencia que la experiencia en el área laboral y el entrenamiento en el salón de clases tienen que ir de la mano.

4.1.1 CARACTERÍSTICAS DE UN LIDER

1) *Valor inquebrantable*: Se basa en el conocimiento de sí mismo y de la ocupación que el líder desempeña. No hay ningún subordinado que desee ser dominado por un líder al que le falta valor y confianza en sí mismo.

2) *Autodominio*: El hombre que no puede dominarse a sí mismo jamás podrá dominar a otros.

3) *Profundo sentido de la justicia*: Sin un sentido de nobleza y justicia, ningún líder puede influir en sus subordinados ni ser respetado por ellos.

4) *Decisión*: El hombre que duda al tomar decisiones demuestra que no está muy seguro de sí mismo y por ende no puede dirigir a los demás con éxito.

5) *Planeación*: El líder debe planear su trabajo y llevar a cabo su plan.

6) *Trabajo extra*: El líder trabaja más que los demás integrantes del equipo.

7) *Personalidad agradable*: Ninguna persona descuidada o desaliñada puede llegar a ser un líder de éxito, por lo contrario, una persona con simpatía y comprensión, llegará a ser un buen líder.

8) *Fomentar el trabajo en equipo*: El líder deberá propiciar el espíritu cooperativo en todos los aspectos.

Los líderes prevén el futuro; inspiran a los miembros de la organización y trazan el curso de la misma. Todo grupo de personas que dé el máximo rendimiento posible tiene al frente alguna persona apta en el arte del liderazgo, que cumpla con al menos estos requisitos:

- ✓ Debe tener visión para medir las oportunidades que tiene de lograr cierto proyecto, saber por donde comenzar en la solución de un problema y ser lo suficientemente práctico en sus decisiones.
- ✓ Pensar creativamente, concentrándose en los potenciales de los demás, no en sus limitaciones.
- ✓ Ser maestro, no sólo implica enseñar y adiestrar a otros para que también ellos puedan ver las cosas con la misma perspectiva y amplitud que él ha adquirido, sino requiere de dedicación al tiempo y esfuerzo para aprender a mantenerse al día con los adelantos.

4.1.2 LA CONDUCTA DEL LÍDER

El desempeño del liderazgo depende tanto de la organización como de los atributos del líder, que debe ser eficaz¹⁴. Si se desea aumentar la eficacia organizacional y del grupo es necesario crear un ambiente en el que el líder pueda desempeñarse bien, por eso es necesario clarificar y fijar metas con sus subordinados, ayudarlos a encontrar la mejor ruta para lograrlas y eliminar obstáculos.

La conducta del líder se clasifica en cuatro grupos:

- *La conducta del liderazgo de apoyo:* Considera las necesidades de los seguidores, muestra preocupación por su bienestar y crea un clima de trabajo en donde todos se sientan importantes en la labor que desempeñan, así los resultados son satisfactorios, ya que todos cumplen con su parte.
- *El liderazgo participativo:* Le permite a los seguidores influir en las decisiones de sus superiores, lo cual puede originar una mayor motivación.
- *El liderazgo instrumental:* Le da a los seguidores un asesoramiento específico y aclara lo que se espera de ellos, esto implica aspectos de planeación, organización, coordinación y control por parte del líder.
- *El liderazgo orientado hacia los logros:* Incluye metas que representen desafíos, que incrementen el nivel de desempeño y que den la seguridad de que los subordinados alcanzarán metas elevadas.

La conducta²³ de los líderes dependen de la situación que tengan presente, no todas las situaciones se resuelven de igual forma y mucho dependerá para resolverse, si el líder sabe decirles al grupo a su cargo que hacer y como encontrar en camino hacia la solución.

En resumen la clave para ejercer un buen liderazgo esta basada en que:

- La confianza de los miembros del grupo es la base para delegar autoridad. Así el líder consigue alcanzar los objetivos.
- Los líderes deben proporcionar una visión de las metas a conseguir logrando inspirar a los demás miembros a comprometerse con esa visión.
- Los líderes deben tomar el mando en los momentos de crisis.
- Correr riesgos, es parte de los triunfos(no riesgos imprudentes sino calculados).
- Es necesario que los líderes sean muy competentes en sus campos y obtengan el respeto de los miembros que forman su grupo.

Existen tres aspectos que ayudan a determinar cuál estilo de liderazgo es el más eficaz:

1. *Poder del puesto.* Es la medida en que el poder de un puesto, tal como se distingue de otras fuentes de poder como la personalidad o los conocimientos, le permite a un líder lograr que los miembros del grupo cumplan con las instrucciones.
2. *Estructura de la tarea.* El la capacidad para explicar con claridad las tareas y responsabilizar a las personas por ellas. Si las tareas son claras (y no imprecisas y poco estructuradas), se puede controlar con más facilidad la calidad del desempeño y establecer de un modo más definido la responsabilidad de los miembros del grupo por el desempeño.

3. *Relaciones líder-seguidor.* Esta es la más importante de las tres, debido a que el poder del puesto y la estructura de las tareas encomendadas están bajo el control de los miembros del grupo, ya que son ellos mismos los que eligieron a su dirigente. Por eso las relaciones del grupo con el líder deberán de ser de absoluta cooperación sin celos profesionales.

4.1.3 HERRAMIENTAS Y ESTRATEGIAS EN EL LIDERAZGO

a) *Autoridad:* La autoridad²³ puede expresarse de muchas formas. Existen variaciones legales, militares, familiares y organizativas en cuanto a reglas, sanciones y símbolos de autoridad. La toga del juez, el bastón del general o la gran mesa del director de una empresa son imágenes bien conocidas que transmiten el mensaje de que la autoridad es el poder legítimo.

Max Weber distingue tres tipos fundamentales de autoridad:

- *Tradicional:* La autoridad tradicional se basa en el principio de la costumbre y suele reflejarse en instituciones políticas con cargos hereditarios. Puesto que quienes ostentan la autoridad están legitimados por la fuerza de la costumbre, los cambios sólo pueden producirse si una porción de la población los desea.
- *Racional-legal:* Está basado en el derecho positivo. Es característica del Derecho civil o administrativo, destinado por lo general a restituir una condición o relación alterada más que a vengar o castigar. Refleja un reparto complejo de trabajo político-administrativo y se basa en el principio de legalidad, que supone la regulación de las relaciones de autoridad por medio de leyes confeccionadas de forma racional.
- *Carismática:* Esta relacionada con un sentimiento de identificación. Aquí, un dirigente se presenta como guía o representante de una revelación inspiradora. Líderes carismáticos han sido Jesucristo, Ghandi, Martín L. K., Doroteo Arango (Pancho Villa). Weber supone que la autoridad carismática, con el tiempo, tiende a convertirse en autoridad tradicional.

La autoridad difiere del poder en que no es sólo una fuerza, sino que va revestida de una combinación de los tres tipos de valores citados anteriormente. Además, la autoridad es conferida de algún modo por el pueblo, mientras que el poder es ejercido por los dirigentes, a veces en condiciones de coerción física.

b) *Poder:* Dominio, imperio, facultad y jurisdicción de la que dispone el individuo para mandar o ejecutar; capacidad de imponer la propia voluntad sobre los otros. El término, solo o acompañado, adquiere distintos significados en el ámbito jurídico.

c) *Responsabilidad:* La obligación de una persona para desempeñar lo mejor que pueda las funciones que se le asignen y que estas puedan expresarse en una lista de deberes, que debe existir para realizar tales funciones.

d) *Tipos de perfiles de los subordinados de un grupo.* Es claro que en una sociedad los rasgos personales sean lo que nos caracteriza como personas únicas y diferentes de los demás, al

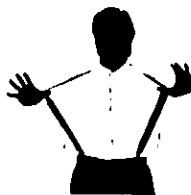
conformarse un grupo de trabajo por diferentes tipos de personas dan como resultado tres tipos principales de subordinados:

- ✓ *El subordinado hostil.* Se caracteriza por su falta de cooperación y su poca aceptación hacia el líder y sus propuestas.
- ✓ *El subordinado participativo.* Se distingue de los demás por demostrar el interés por trabajar en equipo y por fomentar esta actividad.
- ✓ *El subordinado Individualista.* Se orienta hacia el trabajo personal, le gusta elaborar sus propios procedimientos y usar sus métodos.

La relación que sostiene un líder²¹ con cada uno de los subordinados debe ser única y personal, pues cada quién tiene una personalidad diferente. Aunque las opciones para relacionarse varían según el caso, y es probable que el líder sea amistoso con todos en distintos grados, la apertura y la confianza, el apoyo y la cercanía, el respeto y la comunicación recíproca se desarrollan a partir de factores sutiles y de índole practica. Algunas recomendaciones para un líder son:

- Procure reunirse con frecuencia con su personal para analizar su trabajo.
- Muestre interés y entusiasmo por los progresos que logren sus subordinados en el desempeño de su trabajo.
- Manténgase al tanto de sus intereses fuera del trabajo, sus pasatiempos, su familia y otros.
- Comente acerca de sus intereses personales ajenos al trabajo, de la misma manera en que lo haría con un amigo. No oculte el hecho de que usted es tan humano como cualquier miembro de su personal.
- Demuestre al grupo que considera al grupo como un equipo, cuando se comunique con el personal, refiérase a los objetivos, desempeño y logros del grupo, para crear así un espíritu de equipo.
- Exprese interés en el trabajo que realiza su personal, reconozca esfuerzos y logros especiales, tales como la terminación de sus tareas y las aportaciones que manifieste.

Para conocer tips acerca del liderazgo ver anexos.



Dibujo 19. Un líder

4.2 INTEGRACIÓN DE GRUPOS

Justificación: El tema de grupos esta altamente relacionado con el liderazgo, es necesario conocer los términos y definiciones asociados al tema, ya que solo así, se podrán relacionar los temas de todo el documento, y se podrán integrar como una estrategia que de solución al problema ambiental que enfrentamos a principios del siglo XXI.

Los seres humanos son los animales sociales por excelencia, su misma existencia depende de grupos sociales, especialmente de la familia, que debe proveer a los niños del cuidado que necesitan, mientras haya seres humanos, habrá grupos sociales.

Un grupo es cualquier conjunto de seres humanos que obran directa y recíprocamente unos con otros y cuyo comportamiento se matiza parcialmente, de forma interdependiente, y en la cooperativa social más básica.



Dibujo 20. Los grupos

El ejemplo más simple de grupo es la pareja, la relación madre e hijo es probablemente la más importante de todos los grupos. Para un grupo formado por dos personas para trabajar, la adición de una tercera persona introduce nuevas dimensiones importantes, ya que el cambio generará una actitud poco cooperativa con el nuevo integrante y dependerá del líder, el desarrollar valores comunes y mantenerlos juntos.

El trabajo en equipo requiere la comunicación¹⁰ abierta entre todos los miembros, las interacciones grupales eficaces pueden afectar a la motivación. El liderazgo debe verse en el contexto de los procesos grupales, un entendimiento de los conceptos de grupo, ayudara a comprender las interacciones entre los líderes y los seguidores.

4.2.1 FUNCIONES Y VENTAJAS DE LOS GRUPOS

La función de la integración consiste en ocupar y mantener a los componentes de la estructura organizacional¹⁴ ubicados y unidos. Esto necesita de la identificación de objetivos de trabajo, inventario de personas disponibles y la organización del(los) grupo(s), así como la tarea que desempeña cada integrante del grupo en cuestión.

a) Organización de los grupos.

Una vez formado el grupo se deben poner en claro:

- ✓ Los objetivos comunes y personales.
- ✓ El papel que va a desempeñar cada miembro(rol).
- ✓ Definir la estructura organizacional(organigrama, procedimientos, etc.)
- ✓ Señalar y explicar las reglas a seguir.

b) Ventajas de pertenecer a un grupo:

- ✓ Proporciona satisfacción social a sus miembros, una sensación de pertenencia.
- ✓ Fomenta la comunicación a través del intercambio de opiniones unos con otros.
- ✓ Proporciona seguridad.
- ✓ Brinda oportunidades para fomentar la auto estimación mediante el reconocimiento y la aceptación de sus colegas.

4.2.2. ASPECTOS NECESARIOS PARA UN BUEN FUNCIONAMIENTO EN LOS GRUPOS.

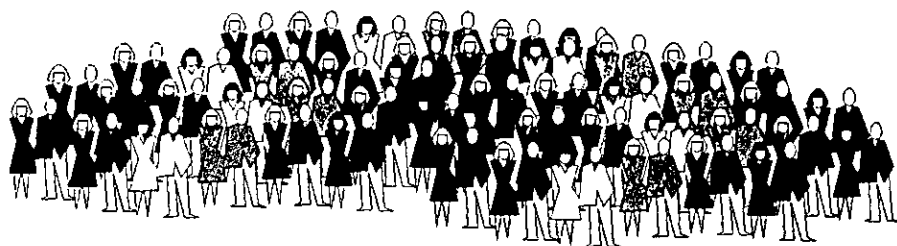
- **Comunicación:** Proceso en el cuál es posible la transmisión de ideas, sentimientos o creencias.
- **Metas:** Son los fines hacia los que se dirigen las actividades del grupo. Aquí surge la necesidad de que las metas individuales y las grupales guarden relación para que se satisfagan los intereses de ambas partes.
- **Cohesión:** Se refiere a la cantidad de presión ejercida sobre los miembros del grupo para que estos permanezcan en él. Cuanto mayor sea la cohesión, mayor será la necesidad que sientan los miembros de pertenecer al grupo. Existen dos tipos de factores que influyen en la cohesión; Socio-operativos(tarea) y socio-afectivos.
- **Identificación:** Se da en todos los grupos, pueden ser positivos o negativos, dependiendo de las características emocionales de los participantes. El aspecto físico, los antecedentes personales, la experiencia personal, la forma de pensar y de actuar, favorecen la identificación entre los miembros del grupo.
- **Tamaño y función:** La función del grupo y su tamaño se encuentran estrechamente relacionadas, ya que al aumentar o disminuir el número de participantes se ven afectados los patrones de participación y la interacción así como las propiedades del grupo.

- *Rol*: Es un modelo de conducta que se espera de una persona que ocupa cierta posición en un grupo u organización social.
- *Asimilación*: Es una tendencia de los grupos que favorece la socialización; en este proceso el grupo controla y se apropia de las características personales del individuo, logrando una cohesión de grupo.
- *Capacidad de auto dirección*: Se refiere a la disposición que tiene el grupo para regularse a sí mismo y dirigirse hacia la meta, por lo que es necesario una actitud democrática en el grupo.

La formación de un grupo va fuertemente relacionado con los objetivos en común de las personas que lo integren.

Las bases para estructurar un comité dedicado a la protección ambiental usando el reciclaje se han mencionado, sin embargo las personas que deben integrar dicho comité deberán tener las siguientes características:

- ✓ Personas preocupadas por formar parte de la solución al problema generado por el papel y la basura.
- ✓ Universitarios, académicos y personal en general de tu escuela.
- ✓ Todos aquellos que deseamos un mundo mejor.



Dibujo 21. Los grupos

4.3 RELACIONES HUMANAS

Justificación: Es de importancia este tema en los comites de reciclaje, ya que, crear un ambiente apropiado en los grupos, basado en una relación cordial entre sus integrantes, tendrá que ver mucho con el éxito del mismo. Sin lugar a dudas esta parte final del capítulo cinco, busca disipar algunas dudas de muchas preguntas que tenemos respecto a cómo llegar a tener una relación excelente con las personas de nuestro entorno. Para formar un comité de reciclaje, el primer paso sea el tener presente que el trabajo en equipo suele ser el más apropiado para impulsar un objetivo común. El ambiente dependerá del respeto que manifieste el hombre hacia él, y un comité de acopio de residuos sólidos, es el comienzo de buenas relaciones.

4.3.1 ¿QUÉ SON Y COMO SE MANEJAN LAS RELACIONES HUMANAS?

Por relaciones humanas¹⁴ se entiende la integración del elemento humano para el máximo aprovechamiento de su eficiencia mediante la satisfacción de las necesidades humanas y el mantenimiento de relaciones satisfactorias entre todo el personal; planear, organizar, dirigir y controlar no pueden existir sin la participación de gente. De ahí la importancia que debe otorgarse al elemento humano. Por tanto, se anticipa que el éxito de un comité de acopio de residuos sólidos depende de:

- ✓ Conseguir personas convencidas en apoyar la protección del medio ambiente, por medio de comités de acopio de residuos sólidos para canalizarlos a tratamientos.
- ✓ Exponer los objetivos.
- ✓ Explicarles la forma en que se desarrollarán las actividades.
- ✓ Darles responsabilidades a los involucrados.
- ✓ Estimularlos.

La verdadera concepción de cómo se manejan las relaciones humanas; es la que considera su objetivo final, y son “el conjunto de métodos y técnicas idóneas para crear buenas relaciones entre todos los pertenecientes a un grupo y que tiene como objetivo fundamental el elevar la dignidad de los individuos, el reconocimiento de esa dignidad y la consecución de la estrecha colaboración entre ellos”.

4.3.2 BUENAS RELACIONES DE UN COMITÉ

La relación humana es un trabajo de persuasión, y para lograr que una persona haga lo que deseamos es menester que nos pongamos en su lugar. Generalmente cuando se requieren los servicios de una persona, inmediatamente se le lleva al lugar en donde lo va a realizar, es decir, se le está considerando como una máquina a la cual nada más se le conecta y se le hecha a andar. Al ser humano se le tiene primero que presentar a sus compañeros de labores, al comité en donde va a prestar sus servicios, se debe expresar que es lo que se espera de él, las ventajas ambientales y sociales que se obtendrá participando en el grupo, en fin, que él sienta que es un personaje importante dentro del comité.

➤ *Las bases de las relaciones humanas son las siguientes:*

- ✓ Horario razonable para la realización de las actividades.
- ✓ Mando eficiente por parte del líder.
- ✓ Aceptación como miembro del grupo.
- ✓ Ambiente agradable en el comité de trabajo.

El llevarse bien con las personas es un arte y no una ciencia. Hay tres principios básicos que mejoran las relaciones:

- El principio de la comunicación.
- El principio del reconocimiento.
- El principio del crecimiento personal.

a) **EL PRINCIPIO DE LA COMUNICACIÓN.** *“Usted se llevara bien con las demás personas de modo que logre hacerse entender por ellas.*

Usted se da a entender, en parte, por medio de preceptos, acciones, escritos, pero principalmente por medio de la palabra hablada, cuidadosamente escogida y enunciada. Será de provecho para usted desarrollar un buen vocabulario, adquirir fluidez, expresar sus ideas y opiniones con claridad. Puede ser útil un vocabulario accesible y no rebuscado.

Las palabras escritas pueden escogerse más cuidadosamente que las habladas, pero deben reflejar una imagen exacta porque carecen de inflexión y del movimiento de la expresión. A continuación se presentan algunas claves de comunicación:

- ✓ Es importante la forma en que se expresa uno.
- ✓ Para persuadir, hay que enseñar
- ✓ Es necesario volverse extrovertido
- ✓ Hay que saber escuchar

b) **EL PRINCIPIO DEL RECONOCIMIENTO.** *“Los demás simpatizarán con usted hasta el grado en que les otorgue reconocimiento”*

El otorgar reconocimiento a una persona se puede hacer de muchas formas. Las más usuales son: un saludo, una palmada en la espalda, un halago. Varias situaciones presentan oportunidades únicas para otorgar reconocimiento a los demás y deben aprovecharse al surgir, no perseguirlas cuando se han ido. En seguida se presentan algunas formas de reconocimiento:

- ✓ El uso de las palabras con las que se reconoce la importancia de los demás.
- ✓ El elogio
- ✓ Recordar el nombre de la persona
- ✓ La tolerancia
- ✓ La participación

c) EL PRINCIPIO DEL CRECIMIENTO PERSONAL. "Mejorará sus relaciones con los demás por medio de su crecimiento personal"

El llevarse bien con las personas depende en un 90% de usted. Diciéndolo de otra forma; si no se lleva bien con la gente, será culpa de usted en un 90%. En la vida de una persona primero se manifiesta el desarrollo físico, después el mental aunado al social y emocional. La madurez social nunca cesa. Toda la vida es un constante avance hacia la sabiduría. Mientras más importante se vuelve usted, menos abusará de los demás; mientras más humilde se vuelva usted, más lo elevarán y admirarán los demás. A continuación se presentan algunos factores relacionados con el crecimiento personal:

- *Los buenos y los malos puntos:* El conjunto de rasgos favorables para lograr llevarse bien con los demás, son los rasgos, que debemos conservar, y los malos hay que desechar.
 - Unos ejemplos de los buenos serían: el sonreír, el ser extrovertido, el tener tacto para tratar a la gente, el ser paciente, el ser servicial, el ser amigable, el ser calmado, el estar seguro de sí mismo, el tener una personalidad agradable.
 - Unos ejemplos de los malos serían: el ser huraño con los demás, el ser introvertido, el ser malhumorado, el ser temeroso, el estar lleno de preocupaciones, el ser gruñón, el ser criticón, el ser impaciente, el estar lleno de resentimiento.
- *Personalidad.* Las características relacionadas con la personalidad serían entre otros: la amistad, la paciencia, la honestidad, la perseverancia.
- *Madurez emocional.* Se relaciona con el saber canalizar las emociones.
- *Inferioridad.* Algunas personas se venden a menor precio del que verdaderamente valen, eso es conocido, como complejo de inferioridad. Tienen miedo de enfrentarse a tareas difíciles, a personas dominantes, de tomar parte en juegos de competencia. La estrategia para sobreponerse al complejo de inferioridad es tratar de elevar la estima propia, enfrentar, analizar y actuar con seguridad, se debe sustentar con el convencimiento de que valemos igual que cualquier persona exitosa.

Resumiendo algunas reglas fundamentales para iniciar las relaciones humanas exitosas son:

- ✓ Llamar a las personas por su nombre
- ✓ Sonreír
- ✓ Dar las gracias
- ✓ Simpatizar con las personas
- ✓ Escuchar con interés
- ✓ Nunca ser altanero
- ✓ Saber discutir con argumentos
- ✓ Tratar de resolver los problemas razonablemente y evitar entrar en dificultades

Las relaciones humanas juegan un papel predominante para el buen funcionamiento de cualquier grupo. En éstos es necesaria la cooperación y la buena voluntad de todos y cada uno de

los miembros que lo conforman, pero no en forma individual y desordenada, por que ello entrañaría la dispersión de las fuerzas puestas en acción

Para conocer tips acerca de las relaciones humanas ver anexos



Dibujo 22. Las buenas relaciones humanas.

V. PROGRAMAS AMBIENTALES, GRÁFICAS Y ESTADÍSTICAS

5.1. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

El interés de México por la solución de sus problemas ambientales se inicia en 1971, cuando fue decretada la primera *Ley federal para prevenir y controlar la contaminación ambiental*. En esos años, la política ambiental se centró más en «prevenir y controlar» los efectos que en las causas y se orientó esencialmente a las tareas de conservación de los recursos naturales y de saneamiento ambiental en el Distrito Federal.

Los residuos sólidos¹ han representado un problema sanitario en la sociedad, por esto se reglamentó en el año de 1981 su manejo en la legislación mexicana. En este año se establece la necesidad de un manejo adecuado de los residuos sólidos (*Ley federal de prevención y Control de contaminación*, Arts. 23 al 28).

La actual estrategia oficial del manejo de la basura, esta expuesta principalmente en dos documentos: “*Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente de 1988*” y el “*Reglamento para el servicio de limpia en el DF, publicado en 1989*”. En la primera se adopta un enfoque integral del desarrollo sustentable, esto es, asociando la problemática ecológico-ambiental al desarrollo económico y social, adoptando como ámbito de acción a la zona metropolitana.

En esta etapa de estrategias es cuando surgen en todas las entidades federativas del país leyes locales y reglamentos de protección al ambiente, así como documentos administrativos que se abocan a la aplicación y seguimiento de la normatividad ecológica y al desarrollo de programas y proyectos de tipo ambiental. Sin embargo, ninguno de estos instrumentos normativos hace referencia al ciclo de contaminación de aguas y suelos que se desencadena en los basureros a partir de la filtración de lechada tóxica. La ley se preocupa por preservar los ecosistemas acuáticos, identificando como problema principal de la contaminación generada por aguas residuales provenientes de drenajes urbanos. Hace referencia (Art. 120, fracción VI) a las filtraciones que afectan los mantos acuíferos, pero no identifica los basureros y ex-tiraderos como posibles fuentes de tal tipo de contaminación, ni tampoco establece medidas de prevención y control al respecto.

En el caso del Distrito Federal y de la zona conurbana, se han creado³⁰:

- *Comisión para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en la Zona Metropolitana del Valle de México (8 de enero de 1992).*
- *Ley de desarrollo urbano del Distrito Federal (23 de diciembre de 1995).*
- *Ley ambiental del Distrito Federal (1o. de julio de 1996).*
- *Comisión Ambiental Metropolitana (establecida mediante el Convenio de Coordinación del 17 de septiembre 1996 para reemplazar a la anterior Comisión).*
- *Ley de protección al ambiente para el desarrollo sustentable del Estado de México (febrero, 1998).*

En materia de residuos sólidos municipales, la ley se limita a dividir jurisdicciones entre las entidades federativas y los municipios: a las entidades locales les corresponde autorizar y supervisar directamente todas las actividades, desde su recolección hasta la disposición final de residuos (Art. 137); mientras que la SEDUE se queda a cargo del control de residuos peligrosos (Art. 151 y Art.152). Con respecto a los residuos sólidos, a la SEDUE se le asigna una participación limitada que incluye la publicación de las normas técnicas ecológicas para la operación de rellenos sanitarios(Art.137) y promover "acuerdos de coordinación y asesoría de gobiernos estatales y municipales" para establecer mejores sistemas de manejo de residuos sólidos, así como para buscar "alternativas de reutilización y disposición final" de los mismos(Art.138). La ley es clara y bien definida cuando asume la diferenciación entre residuos sólidos municipales y residuos peligrosos. Los generadores son: por un lado los hogares y por otro las industrias. Es deseable enfocarse, como lo hace la ley referida, al control de los residuos altamente tóxicos, los cuales han sido identificados por las normas técnicas ecológicas correspondientes. Sin embargo el punto crucial es que los residuos que no son considerados peligrosos por la ley también pueden resultar contaminantes tóxicos y peligrosos.

La ley deja en claro una buena disposición para cambiar las estrategias de manejo de residuos. Recomienda reducir el monto de desechos, buscar alternativas y establecer acciones de reciclaje y re-uso de materiales(Art.134). Designa a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial(SECOFI) como promotora de la producción de empaques que minimicen los residuos(Art.141). Pero sus buenas intenciones no se han materializado en planes de acción concretos que convezan de que habrá cambios en tal sentido.

El reglamento de limpia del DDF (vigente desde Julio de 1989) se limita a promover una ciudad menos sucia y a mejorar algunas acciones sobre la recolección de las basuras municipales. Pero no aborda en toda su dimensión el enorme problema que genera la basura y que se agudiza con el tiempo. El texto del reglamento se concentra en definir las acciones del estado: coordinar la colaboración de los usuarios para cumplir con el reglamento, instalar y dar mantenimiento a contenedores y depósitos, así como barrer y recolectar los desechos sólidos, atender quejas, diseñar, construir y operar instalaciones, sancionar infractores y prohibir ciertas actividades de los vecinos. La población sólo tiene cabida como usuario, al depositar la basura en el lugar y horario asignado, y a mantener limpio el frente de su domicilio o propiedad.

Las autoridades mexicanas en materia ecológica consideran en la norma técnica ecológica NTE-CRP-001/88, que "un residuo es peligroso, cuando, por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas infecciosas o irritantes, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente". En la presente norma se equiparan las características venenosas, biológicas infecciosas e irritantes de un residuo, a las de toxicidad del mismo."(Diario oficial, 6 de Junio de 1988).

5.2 NORMALIZACIÓN

5.2.1. NORMAS TÉCNICAS ECOLÓGICAS

En materia de normalización se cuenta con Normas Técnicas Ecológicas que establecen los límites máximos permisibles de contaminantes presentes en residuos. Las Normas Técnicas Ecológicas se emitieron por parte de la Secretaría de Desarrollo Social(sedesol), las normas publicadas se muestran a continuación en la *tabla 17*.

NTE-CRP-001/88	Establece los criterios para la determinación de residuos peligrosos y el listado de los mismos(6 de Junio de 1988)
NTE-CRP-002/88	Establece los procedimientos para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente (14 de Diciembre de 1988)
NTE-CRP-003/88	Establece los procedimientos para determinar la incompatibilidad de dos o más de los residuos considerados como peligrosos por la NTE-CRP-001/88(14 de Diciembre de 1988)
NTE-CRP-008/88	Establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos excepto de los radioactivos(6 de Junio de 1988)
NTE-CRP-009/89	Establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de confinamientos controlados para residuos peligrosos((de Septiembre de 1989)
NTE-CRP-010/88	Establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de confinamiento controlado para residuos peligrosos determinados por la NTE-CRP-001/88 (14 de Diciembre de 1988)
NTE-CRP-011/89	Establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligroso(13 de Diciembre de 1989)

Tabla 17. Normas técnicas Ecológicas

5.2.2. NORMAS OFICIALES MEXICANAS(NOM)

Estas son inicialmente las Normas Técnicas Ecológicas, sin embargo, en 1992 se les incorporan los lineamientos de la Ley federal de Metrología y Normalización, la cual define a la NOM como una regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias de la administración pública federal. Las NOM establecen límites máximos permisibles de emisión de contaminantes a diferentes medios y condiciones. En las tablas 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25. Se mencionan las Normas Oficiales Mexicanas vigentes en el año 2001, para la protección ambiental.

*Normas Oficiales Mexicanas
Para Control de Residuos Peligrosos*

NOM-052-ECOL-1993. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. (22-October-1993)

NOM-053-ECOL-1993. Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. (22-October-1993)

NOM-054-ECOL-1993. Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana. (22-October-1993)

NOM-055-ECOL-1993. Establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radiactivos. (22-October-1993)

NOM-056-ECOL-1993. Establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos. (22-October-1993)

NOM-057-ECOL-1993. Establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos. (22-October-1993)

NOM-058-ECOL-1993. Establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos. (22-October-1993)

NOM-083-ECOL-1996. Establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales. (Aclaración: 7-Marzo-97) (25-Noviembre-1996)

NOM-087-ECOL-1995. Establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generan en establecimientos que presten atención médica. (Aclaración: 12-Junio-96). (7-Noviembre-1995)

Tabla 18. NOM para el Control de Residuos Peligrosos

Normas Oficiales Mexicanas
Para Control de contaminación de los recursos naturales

NOM-059-ECOL-1994. Especies y subespecies de Flora y Fauna Silvestres terrestres y Acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, especificaciones para su protección. (16-May-94)

NOM-060-ECOL-1994. Manifestación de efectos adversos en Suelos y Cuerpos de Agua por el aprovechamiento Forestal. (13-May-94)

NOM-061-ECOL-1994. Mitigación de efectos adversos en Flora y Fauna Silvestres por el aprovechamiento Forestal. (13-May-94)

NOM-062-ECOL-1994. Mitigación de efectos Adversos sobre Biodiversidad por el cambio de usos del suelo de terrenos Forestales Agropecuarios. (13-May-94)

NOM-131-ECOL-1998. Que establece lineamientos y especificaciones para el desarrollo de actividades de observación de Ballenas, relativas a su protección y la conservación de su hábi-tat. (10-Ene-00)

NOM-126-ECOL-2001. Por la que se establece las especificaciones para la realización de actividades de colecta de científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestre y otros recursos biológicos en el territorio nacional. (20-Mzo-01)

Tabla 19. NOM Para Control de contaminación de los recursos naturales

Normas Oficiales Mexicanas
Para el control de la contaminación atmosférica en la industria

NOM-039-ECOL-1993. Plantas productoras de ácido sulfúrico.(Bióxido y Trióxido de Azufre) (22-Oct-93)

NOM-040-ECOL-1993. Fabricación de cemento.(Emisiones Fugitivas). (22-Oct-93)

NOM-043-ECOL-1993. Partículas sólidas provenientes de Fuentes Fijas. (22-Oct-93)

Normas Oficiales Mexicanas
Para el control de la contaminación atmosférica en la industria
(continuación)

NOM-046-ECOL-1993. Procesos de producción de ácido dodecibencensulfónico en Fuentes Fijas. (22-Oct-93)

NOM-051-ECOL-1993. Gasóleo industrial que se consume por Fuentes Fijas en la ZMCM. (22-oct-93)

NOM-075-ECOL-1995. Compuestos orgánicos volátiles provenientes del proceso de separadores agua-aceite de las refinerías de petróleo. (26-Dic-95)

NOM-085-ECOL-1994. Combustibles para equipo de calentamiento indirecto y directo por combustión. (2-Dic-94)

NOM-086-ECOL-1994. Contaminación atmosférica especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en Fuentes Fijas y Móviles. (2-Dic-94)

NOM-092-ECOL-1995. Instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo en el Valle de México. (6-Sep-95)

NOM-093-ECOL-1995. Sistemas de recuperación de vapores de Gasolina en estaciones de servicio y autoconsumo. (Método de prueba) (6-Sep-95)

NOM-097-ECOL-1995. Material particulado y óxidos de nitrógeno en los procesos de fabricación de vidrio en el país. (1-Feb-96)

NOM-105-ECOL-1996. Establece los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de partículas sólidas totales y compuestos de azufre reducido total provenientes de los procesos de recuperación de químicos de las plantas de fabricación de celulosa. (02-Abr-98)

NOM-121-ECOL-1997. Establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles (COV's) provenientes de las operaciones de recubrimiento de carrocerías nuevas en planta de automóviles, unidades de uso múltiple, de pasajeros y utilitarios; carga y camiones ligeros, así como el método para calcular sus emisiones. (14-Jul-1998)

NOM-123-ECOL-1998. Establece el contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COVs), en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos. (14-Jun-1999)

Tabla 20. NOM Para el control de la contaminación atmosférica en la industria.

*Normas Oficiales Mexicanas
Para el control de la contaminación atmosférica
Monitoreo ambiental*

NOM-034-ECOL-1993. Concentración de monóxido de carbono en aire ambiente, calibración equipos de medición. (18-Oct-93)

NOM-035-ECOL-1993. Concentración de partículas suspendidas totales en aire ambiente, calibración de equipos de medición. (18-Oct-93)

NOM-036-ECOL-1993. Concentración de ozono en aire ambiente, calibración equipos de medición. (18-Oct-93)

NOM-037-ECOL-1993. Concentración de bióxido de nitrógeno en aire ambiental, calibración equipos de medición. (18-Oct-93)

NOM-038-ECOL-1993. Concentración de bióxido de azufre en aire ambiental, calibración equipos de medición. (18-Oct-93)

Tabla 21. NOM Para el control de la contaminación atmosférica. El monitoreo ambiental

*Normas Oficiales Mexicanas
Para el control de la contaminación atmosférica
Calidad de combustible*

*NOM-086-ECOL-1994. Combustibles Líquidos y Fósiles para Fuentes Fijas y Móviles.
(2-Dic-94)*

Tabla 22. NOM Para el control de la contaminación atmosférica. La calidad de combustible

Normas Oficiales Mexicanas
Para el control de la contaminación atmosférica
Los vehículos

NOM-041-ECOL-1999. Vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible (Gases). (06-Ago-99)

NOM-042-ECOL-1999. Vehículos automotores nuevos en planta con peso bruto vehicular que no exceda los 3,856 kilogramos. (06-Sep-99)

NOM-047-ECOL-1993. Establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. (10-May-00)

NOM-044-ECOL-1993. Motores nuevos que usan diesel, con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos. (22-Oct-93)

NOM-045-ECOL-1996. Vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible. (22-Oct-93)

NOM-048-ECOL-1993. Motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible. (22-Oct-93)

NOM-049-ECOL-1993. Motocicletas en circulación que usan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible. (22-Oct-93)

NOM-050-ECOL-1993. Vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles. (22-Oct-93)

NOM-076-ECOL-1995. Emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta. (26-Dic-95)

NOM-077-ECOL-1995. Procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible. (13-Nov-95)

Tabla 23. NOM Para el control de la contaminación atmosférica. Los vehículos

*Normas Oficiales Mexicanas
para el control de ordenamiento ecológico e impacto ambiental*

NOM-113-ECOL-1998. Establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas de potencia o de distribución que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas. (26-Oct-1998)

NOM-120-ECOL-1997. Establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos. (Aclaración: 6-ene-99) (19-Nov-1998)

NOM-114-ECOL-1998. Establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión y de subtransmisión eléctrica que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas. (Aclaración: 1-feb-99) (23-Nov-1998)

NOM-116-ECOL-1998. Establece las especificaciones de protección ambiental para prospecciones sismológicas terrestres que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas y eriales. (24-Nov-1998)

NOM-117-ECOL-1998. Establece las especificaciones de protección ambiental para la instalación y mantenimiento mayor de los sistemas para el transporte y distribución de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso, que se realicen en derechos de vía terrestres existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales. (24-Nov-1998)

NOM-115-ECOL-1998. Establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación de pozos petroleros terrestres para exploración y producción en zonas agrícolas, ganaderas y eriales. (Aclaración: 29-ene-99) (25-Nov-1998)

NOM-130-ECOL-2000. Establece las especificaciones de protección ambiental - sistemas de telecomunicaciones por red de fibra óptica - especificaciones para la planeación, diseño, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. (23-Mzo-2001)

Tabla 24. NOM Para el control de ordenamiento ecológico e impacto ambiental

*Normas Oficiales Mexicanas
para el control de contaminación del agua*

NOM-001-ECOL-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales en aguas y Bienes Nacionales. (Aclaración 30-abril-1997) (6-Ene-97)

NOM-002-ECOL-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas Residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. (03-Jun-98)

NOM-003-ECOL-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. (21-Sep-1998)

Tabla 25. NOM Para el control de contaminación del agua

La siguiente *tabla 26*. Presenta algunas de las normas en elaboración, por el comité consultivo nacional de normalización para la protección ambiental:

*Programa de Normas Oficiales Mexicanas 1999
por elaborar*

Subcomité-I

Aprovechamiento de los recursos naturales

1. Determina las especies, subespecies de flora y fauna silvestres terrestre y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección (*Modificación a la NOM-059-ECOL-1994*).

Objetivo: Determinar las especies, subespecies y poblaciones geográficas de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción y amenazadas

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y XI, 36, 37, 83, 84 y 87 y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración: Un año.

Programa de Normas Oficiales Mexicanas 1999
por elaborar
(continuación)

2. Requisitos para realizar colecta científica sobre las especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional

Objetivo: Establecer las especificaciones de protección ambiental para llevar a cabo las citadas actividades

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y XI, 36, 37, 83, 84 y 87 y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración: Un año.

Subcomité-II

Ordenamiento ecológico e impacto ambiental

1. Establece las especificaciones de protección ambiental para llevar a cabo las actividades de dragado de mantenimiento en desarrollos marítimos portuarios

Objetivo: Minimizar los impactos ambientales en los ecosistemas marinos como consecuencia de las actividades de dragado de mantenimiento y de esta forma preservar y conservar los ecosistemas del lugar

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracción V, 28, 29, 36 y 37 y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración: Un año.

2. Establece las especificaciones de protección ambiental para la instalación de sistemas de comunicación telefónica por red de fibra óptica, que se realicen en zonas urbanas y en derechos de vía existentes de ferrocarriles, carreteras y líneas de transmisión eléctrica

Objetivo: Implantar las especificaciones de protección ambiental para llevar a cabo las citadas actividades

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracción V, 28, 29 y 36 y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

*Programa de Normas Oficiales Mexicanas 1999
por elaborar
(continuación)*

Tiempo de elaboración: Un año.

3. Especifica la protección ambiental para la instalación de sistemas de distribución de gas natural que se ubiquen en zonas urbanas, suburbanas, industriales, agrícolas, ganaderas y eriales

Objetivo: Minimizar los impactos ambientales en los ecosistemas donde se lleven a cabo las actividades de instalación

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracción V, 28, 29 y 36 y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración: Un año.

Subcomité-III

Residuos municipales, Materiales y Residuos peligrosos

1. Establece el procedimiento para el tratamiento térmico

Objetivo: Establecer especificaciones de protección ambiental para las instalaciones destinadas al tratamiento térmico de materiales y residuos provenientes de cualquier actividad, excepto los hornos industriales y calderas que utilicen combustible alterno, se excluye el tratamiento térmico de materiales y residuos radioactivos

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracción V, 36 y 150 y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración: Un año.

2. Proyecto de NOM-090-ECOL-1994. Requisitos para selección de sitios, proyectos, construcción operación y monitoreo de presas de jales publicado el 20 de septiembre de 1994.

Programa de Normas Oficiales Mexicanas 1999
por elaborar
(continuación)

3. Establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generen en establecimientos que presten atención médica Revisión de la NOM-087-ECOL-1995).

Elaboración conjunta: Con la Secretaría de Salud

Objetivo: Establece el manejo adecuado de los residuos biológico-infecciosos de manera segura

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y VI, 36 y 150 y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración: Un año.

4. Especificaciones para el manejo de bifenilos policlorados

Objetivo: Establecer especificaciones de protección ambiental en su manejo y de esta forma prevenir y proteger el medio ambiente en general y reducir los riesgos para la salud.

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y VI, 36 y 150 y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración: Un año.

5. Proyecto de NOM-084-ECOL-1994. Especificaciones de protección ambiental para el diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario publicado el 22 de junio de 1994.

6. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente (Modificación a la NOM-052-ECOL-1993

Objetivo: Establecer con mayor precisión las características y clasificaciones de los residuos peligrosos para el equilibrio ecológico y el ambiente.

*Programa de Normas Oficiales Mexicanas 1999
por elaborar
(continuación)*

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y VI, 36 y 150 y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración: Un año.

7. Establece las especificaciones de protección ambiental para el diseño, construcción, operación, seguridad y mantenimiento de las diferentes estaciones de servicio (124).

Objetivo: Establece las especificaciones de protección ambiental para el diseño, construcción, operación, seguridad y mantenimiento de las diferentes estaciones de servicio

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y VI, 36 y 150 y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración: Un año.

Subcomité IV

Aire

1. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyen diesel como combustible. (Modificación a la NOM-045-ECOL-1996).

Objetivo: Establece las emisiones de CO, HC y Nox con el fin de coadyuvar en la protección al medio ambiente

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y XII, 36, 111 fracciones III y IX y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración: seis meses.

2. Límites máximos permisibles de emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs) provenientes de las fuentes fijas.

Programa de Normas Oficiales Mexicanas 1999
por elaborar
(continuación)

Objetivo: Establecer límites máximos permisibles de (COVs) en fuentes fijas con el fin de prevenir y controlar la contaminación ambiental

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y XII, 36, 111, fracción III, 111 bis y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47.

Tiempo de elaboración: Un año

3. Establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos (Modificación a la NOM-047-ECOL-1993).

Objetivo: Actualizar las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de contaminantes provenientes de los vehículos automotores

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y XII, 36 y 111, fracción VIII y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47.

Tiempo de elaboración: Un año

4. Establece los niveles máximos permisibles de HC, CO, y humo provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-Aceite como combustible(048) y establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de contaminantes de motocicletas en circulación (Modificación a las NOM's-048 y 049-ECOL-1993).

Objetivo: Regula las emisiones de CO, HC, Nox, estableciendo el procedimiento de prueba correspondiente, con el fin de contribuir en la prevención de la contaminación ambiental.

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y XII, 36 y 111, fracción IX y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración: Un año

Programa de Normas Oficiales Mexicanas 1999
por elaborar
(continuación)

5. Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible (Modificación a la NOM-050-ECOL-1993).

Objetivo: Establecer límites máximos permisibles de emisiones contaminantes a los vehículos automotores que utilicen los citados combustibles con el fin de proteger el ambiente

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y VII, 36, 111 fracciones III y IX y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47.

Tiempo de elaboración: Un año

6. Establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible. (Modificación a la NOM-077-ECOL-1995).

Objetivo: Actualizar el procedimiento de medición de emisiones contaminantes de los citados vehículos con el fin de proteger el ambiente

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y XII, 36, 111 fracción IX y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración: Un año

7. Fuentes fijas, que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones que establece los niveles máximos permisibles de emisión de humos, partículas suspendidas totales, bióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno. (Modificación a la NOM-085-ECOL-1994)

Objetivo: Establece algunos ajustes tanto en las emisiones como en el procedimiento y tiempo de medición de manera que sean operantes

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y XII, 36, 37 bis, 111 fracción III y 111 bis y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47.

Programa de Normas Oficiales Mexicanas 1999
por elaborar
(continuación)

Tiempo de elaboración:. Un año

8. Establece especificaciones de protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles. (Modificación a la NOM-086-ECOL-1994).

Objetivo: Establece especificaciones de protección ambiental en la producción de combustibles fósiles con el fin de prevenir y controlar la contaminación atmosférica

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y XII, 36, 37 bis, 111 fracción III y 111 bis y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración:. Un año

9. Establece las especificaciones de protección ambiental y la prohibición del uso de compuestos clorofluorocarbonos en la fabricación e importación de refrigeradores, electrodomésticos, comerciales y acondicionadores de aire tipo cuarto

Objetivo: Establecer la prohibición del uso de CFC-11, CFC-12 y R-502 con el fin de proteger la contaminación a la atmósfera

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y XII, 36, 37, 111 fracción III y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración:. Un año

10. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. (Modificación a la NOM-041-ECOL-1996

Objetivo: Establecer los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y XII, 36, 37 bis, 111 fracción III y 111 bis y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Programa de Normas Oficiales Mexicanas 1999
por elaborar
(continuación)

Tiempo de elaboración:. Un año

11. Establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible que usan gasolina, gas licuado de petróleo (gas L.P.) gas natural y otros combustibles alternos, con peso bruto vehicular de 400 a 3857 kg (Modificación a la NOM-042-ECOL-1996

Objetivo: Establecer nuevos parámetros permisibles de emisión de gases provenientes de vehículos automotores nuevos en planta, tomando en consideración los adelantos tecnológicos con que salen equipados.

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracciones V y XII, 36, 37 bis, 111 fracción III y 111 bis y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración:. Un año

12. Proyecto de NOM-123-ECOL-1998. Establece el contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COVs) en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos publicado el 17 de febrero de 1998.

Subcomité VIII

Temas transversales

1. Manejo de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales

Objetivo: Establecer especificaciones de protección ambiental para el manejo de lodos generados en los procedimientos de tratamientos de aguas residuales

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracción V, 7 fracción VI y 36 y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración:. Un año

*Programa de Normas Oficiales Mexicanas 1999
por elaborar
(continuación)*

2. Identificación de envases y embalajes
elaboración conjunta Con la Secretaría de Salud

Objetivo: Establecer especificaciones de protección ambiental para el manejo de los mismos. (Residuos sólidos), así como su reciclaje.

Fundamento legal: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5o., fracción V, 7 fracción VI y 36 y Ley Federal sobre Metrología y Normalización, artículo 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47

Tiempo de elaboración: Un año

Tabla 26. Programa de Normas Oficiales Mexicanas 2001, por elaborar

En el ámbito internacional existen acuerdos para el control de los desperdicios tóxicos. En 1989, en Basilea, Suiza, se reunieron 117 países, entre ellos México, y aprobaron la Convención Internacional sobre el control de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su eliminación. Este es uno de los acuerdos mundiales más importantes en materia ecológica.

El acuerdo prohíbe la exportación de esas materias a los países que no quieran su introducción; también analiza el tráfico ilícito de residuos peligrosos o de otros desperdicios sujetos a regulación penal y prohíbe la eliminación de residuos al sur del paralelo 60 del hemisferio sur, en la Antártica. Asimismo contiene diversos apartados que insisten en la necesidad de lograr una cooperación internacional con miras a lograr una disposición ecológicamente racional de estas materias. Por ello los países que suscribieron la Convención están obligados a limitar la producción de residuos peligrosos, sin embargo, no se logró un acuerdo con respecto a la responsabilidad e indemnización en caso de que se produzcan daños como resultado del movimiento transfronterizo lo cual requerirá de la cooperación futura de las naciones con el fin de adoptar un protocolo sobre dicho asunto. Los acuerdos alcanzados en la convención no deben ser un instrumento estático, sino que, deben ser reforzados y ajustados para que se limite y controle eficazmente el transporte de residuos peligrosos, en este sentido, es importante la intervención del programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)²⁹ y de otras organizaciones internacionales que se ocupan del asunto.

Por otra parte, nuestro país enfrenta un peligro al negociar el Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos: existen intenciones claras en grupos de empresarios y algunos "ecologistas" norteamericanos para que se incrementen en suelo mexicano el ritmo

de la re-localización de actividades productivas que generan desechos industriales peligrosos. De lograr sus propósitos tendremos que esperar una mayor transferencia de sustancias peligrosas para ser desechadas en nuestro país cuando cumplan su ciclo de eficiencia productiva. Algunos consorcios internacionales norteamericanos tratarán de evitar lo posible los altos costos y la regulación estricta asociada al manejo y disposición final de los desechos industriales peligrosos en su país. La intención de desplazar desperdicios tóxicos hacia naciones menos experimentadas en su control, que además ofrecen costos mínimos en este rubro, esta siendo tácitamente apoyada por algunos grupos ecologistas regionales del suroeste de los Estados Unidos pues ven con beneplácito que una parte de sus problemas se desplacen hacia México.

5.3. ACCIONES DE SUSTENTABILIDAD EN MÉXICO

a) Calidad del Aire

Las medidas para controlar los niveles de contaminación del aire en el Valle de México han dado resultados favorables en el caso del plomo y el bióxido de azufre, ya que en este siglo XXI, ambos se han mantenido por debajo de sus respectivas normas; el monóxido de carbono ha presentado excedentes ocasionales a su norma.

No obstante, aún persiste la problemática del ozono(O_3) como un contaminante que rebasa cotidianamente su norma. Esta situación es resultado de la quema diaria de más de 44 millones de litros de combustibles por parte del transporte, la industria, los servicios y los hogares, lo que provoca la emisión de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno, contaminantes que participan en una serie de reacciones químicas promovidas por la radiación solar.

Un problema de calidad del aire que ha tomado relevancia en los últimos años, es la presencia de niveles altos de partículas, especialmente aquellas denominadas como fracción respirable (PM10 y PM2.5), debido a su impacto en la salud de la población. Sin embargo, esta situación no es generalizable a todo el Valle de México.

Algunos de los esfuerzos institucionales contra la contaminación atmosférica son:

- *Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica de la ZMCM (PICCA)*
- *Programa Hoy No Circula (HNC)*
- *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México, 1995-2000*
- *Programa de Contingencias Atmosféricas (PCA)*

b) Gestión en Agua y Suelos

El tema del agua en el Distrito Federal ha sido enfocado tradicionalmente como un problema de abasto del recurso y de cómo deshacerse de las aguas residuales. Sólo desde mediados de los 90's a la fecha(2001) se ha incorporado el concepto de reutilización del recurso.

c) Tratamiento de aguas residuales en el Distrito Federal

En la Ciudad de México se generan aproximadamente 24 m³/seg de aguas residuales, de los cuales 65% proviene de casas habitación, 20% del sector industrial y 15% restante lo aportan los servicios y comercios. De este volumen se estima que solamente 6.25 m³/seg reciben tratamiento.

Se cuenta con más de 20 plantas de tratamiento, la mayoría de las cuales eliminan material en suspensión y retiran grasas por tratamiento primario, emplean lodos activados para eliminar material orgánico suspendido y microorganismos patógenos llamado tratamiento secundario. Sólo una de ellas (cerro de La Estrella) tiene capacidad para tratamiento terciario, consistente en eliminar metales pesados, solventes y residuos tóxicos. Sin embargo, la mayoría de ellas trabajan a menos de 60% de su capacidad.

d) Red de Monitoreo Automático del Agua

Actualmente (año 2001), la Secretaría del Medio Ambiente tiene en proceso la instalación de una Red Automática de Monitoreo de la Calidad del Agua en el Distrito Federal, cuya operación permitirá geo-referenciar las industrias y sus descargas de aguas residuales, conocer las características físicas, químicas y biológicas de las mismas, verificar el cumplimiento de la normatividad y orientar a sus propietarios acerca de los beneficios económicos como resultado del cumplimiento de las normas. Todo ello aumentará las posibilidades de reutilizar agua dentro del propio Valle de México.

Otras medidas y proyectos son: verificación industrial de aguas residuales, convenios de autorregulación en agua, proyecto de recarga del acuífero.

e) Otros Recursos Naturales

La superficie de bosques, pastizales naturales y matorrales en el Distrito Federal (año 2001), se estima en 50,000 ha., las cuales hay que proteger de manera tal que sigan cumpliendo con sus funciones ambientales, como son: la regulación de las condiciones ambientales; la infiltración del agua de lluvia hacia los mantos acuíferos; la minimización de los efectos de las tolvaneras para evitar la presencia de partículas suspendidas en el aire.

Estos daños ambientales exigen la renovación de compromisos entre sociedad y gobierno bajo el enfoque del desarrollo sustentable y la organización de comités de reciclaje de papel y de basura, en el que las medidas de bienestar social estén acordes con el cuidado del ambiente y del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Entre 1979 y 1998 los incendios forestales ascendieron en promedio anual a 875, dañando 3,250 ha, la Secretaría del Medio Ambiente, en coordinación con la SEMARNAT³⁰ (antes SEMARNAP³⁰), ejecutaron entre octubre de 1997 y junio de 1998, un programa coordinado de prevención y combate a estos incendios. Este periodo está catalogado como el más crítico de los últimos tiempos, habiendo provocado 1,932 siniestros, que afectaron a 5,735 ha. (2.97 ha. por incendio).

Más allá de combatir las emergencias debidas a los incendios, las medidas se abocan a la protección de los recursos. Se mencionan a continuación algunas de ellas:

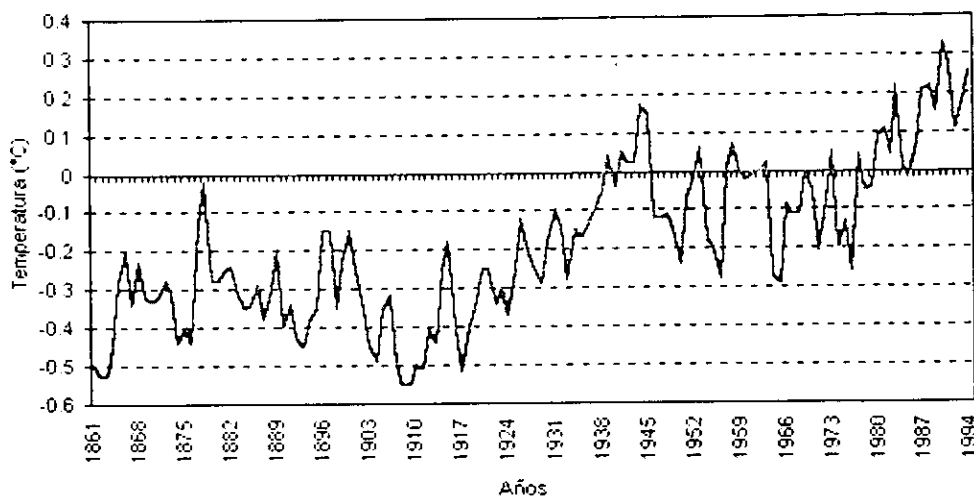
- *Programa Integral de Recuperación de Bosques y Áreas Verdes del Distrito Federal:* El programa original de reforestación para 1998 estableció una meta de 5.5 millones de plantas, de las cuales 0.7 millones correspondían a las zonas urbanas y 4.8 millones a la zona rural. Sin embargo, ante la necesidad de restaurar las áreas afectadas por los incendios forestales y la sequía, a mediados de 1998 se incrementó la meta de reforestación rural a 10 millones de árboles y la reforestación urbana a 2 millones de árboles, lo que da un total de 12 millones de plantas para todo el Distrito Federal.
- *Regulación del Uso de la conservación del suelo:* En respuesta a la ocupación urbana anárquica que se ha presentado en el suelo de reserva natural, la Secretaría del Medio Ambiente ha establecido lineamientos generales para el Ordenamiento Ecológico Territorial, que comprenden, entre otros, el control de los asentamientos humanos dentro del suelo de conservación.
- *Coordinación de acciones de defensa de los recursos naturales:* En las nueve delegaciones que cuentan con suelo de conservación se han instalado Comités de Protección y Desarrollo de las Áreas Naturales y del Suelo de Conservación, con el fin de propiciar procesos de corresponsabilidad social e institucional que permitan definir políticas, estrategias y acciones que incidan en la solución de la problemática de los asentamientos humanos en suelo de conservación. Algunos de los beneficios que se obtendrían son: preservación de áreas forestales y agropecuarias; protección y recuperación de los ríos, escurrimientos, barrancas y subcuencas, necesarias para la recarga de los mantos acuíferos del Distrito Federal y otros recursos naturales. Por otro lado, los comités constituyen la base institucional para la concertación e instrumentación del ordenamiento ecológico, incluyendo el decreto de nuevas Áreas Naturales Protegidas. En septiembre de 1998 se instaló el Comité de Desarrollo y Protección de las Áreas Naturales y el Suelo de Conservación, como parte de la estrategia entre el gobierno de la Ciudad de México y la Asamblea Legislativa de coordinar opciones viables para la solución de la problemática del suelo de conservación.
- *Áreas Naturales Protegidas:* El Distrito Federal cuenta con una superficie natural protegida de 11,931.2 ha. bajo diversas modalidades previstas dentro de la Ley Ambiental del Distrito Federal. La transferencia de las Áreas Naturales Protegidas del Gobierno Federal al local, significa avanzar en la integración territorial, que a su vez permita disminuir la pérdida de los recursos naturales, así como una mejor protección de los mismos.

5.4. GRÁFICAS Y ESTADÍSTICAS DE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS.

a) *Variación de la temperatura global.*

Una de las consecuencias de las actividades humanas más amenazadoras es la contaminación del aire y la alteración del clima de la tierra derivada del aumento en su temperatura promedio mundial de 0.3°C por década, con un rango de incertidumbre de 0.2 a

0.5°C, desde 1861 al año de 1994, son fechas en las que se registró el mayor incremento de temperatura. Actualmente (2001) el incremento de temperatura ha llegado a se de +1°C, en comparación con 1861. En la *figura 17* se puede observar el periodo de mayor incremento en la temperatura del planeta.



Fuente: World Resources Institute, 1992. *Atmósfera y Clima*, Washington, D.C.

Figura 17. Gráfica de la variación de la temperatura global

b) Concentraciones de gases invernadero a nivel global

Durante los últimos 30 años las concentraciones atmosféricas de los gases que producen efecto invernadero a nivel mundial han aumentando significativamente, como resultado de las actividades antropogénicas tales como el uso de combustibles fósiles, los procesos industriales, actividades agrícolas, y los gases que producen los tiraderos a cielo abierto, los tiraderos clandestinos y los rellenos sanitarios mal manejados, entre los más importantes. En las *figuras 18, 19, 20, 21, 22, y 23*, se observa el incremento de estos gases.

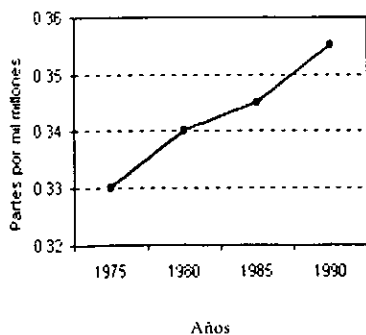


Figura 18. Gráfica del aumento emisiones de bióxido de carbono

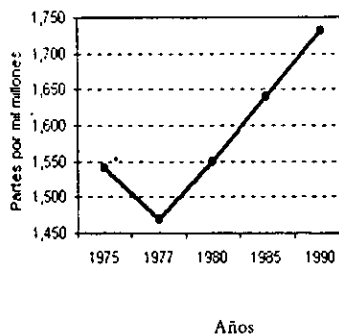
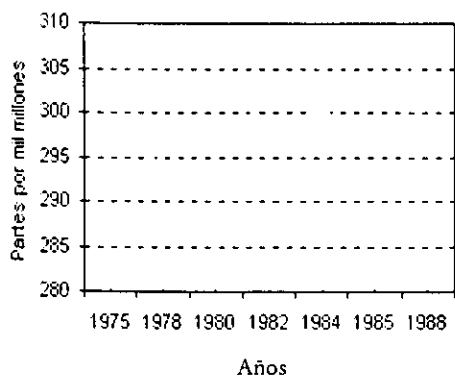


Figura 19. Gráfica del aumento de emisiones de metano



Fuente: OCDE, 1991. *Environmental indicators*. Pág. 35

Figura 20. Gráfica del aumento de emisiones de Oxido nitroso.

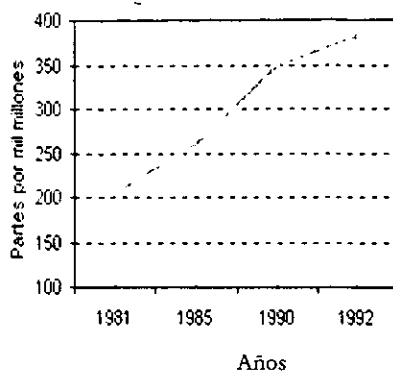
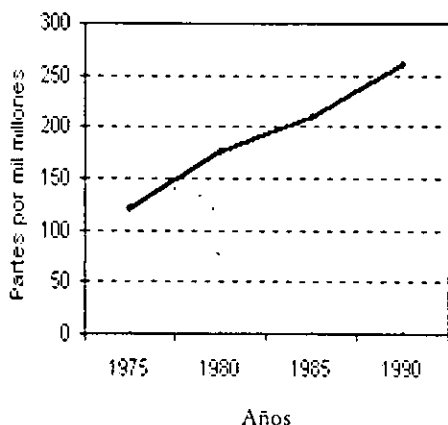


Figura 21. Gráfica del aumento de emisiones de CFC-11 y CFC-13.



Fuente: OCDE, 1991. *Environmental indicators*. Pág. 35

Figura 22. Gráfica del aumento de emisiones de CFC-12.

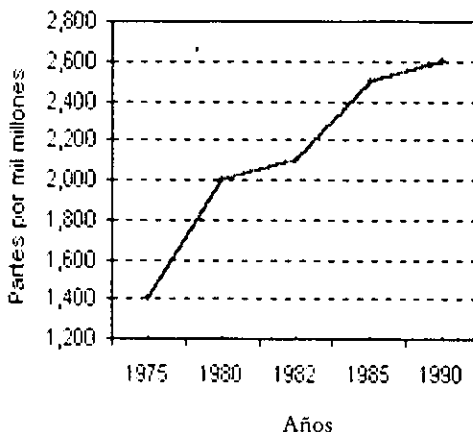
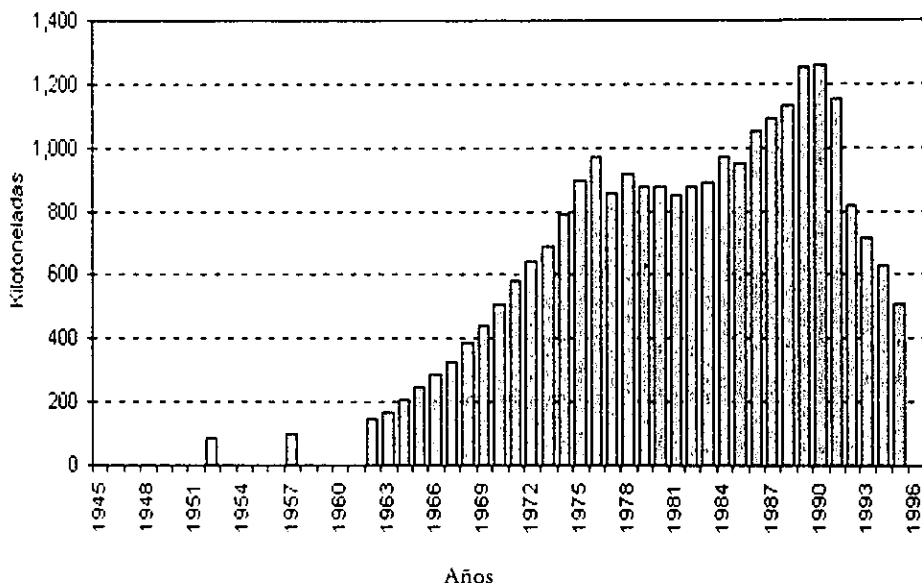


Figura 23. Gráfica del aumento de emisiones de Cloro.

c) Producción y consumo de clorofluorocarbonos a nivel mundial

La producción mundial de las sustancias responsables de la disminución del ozono estratosférico (CFC-11, CFC-12, CFC-112, CFC-114 y CFC-115), se incrementó a nivel mundial desde la década de los 50 hasta 1988, cuando comenzó a declinar debido a las medidas tomadas en el marco del Protocolo de Montreal, instrumento internacional que surge como consecuencia del conocimiento del peligro que entrañaban para la vida en el planeta.

Fue necesario reducir la producción de los CFC's y más importante era aún detener el consumo de éstos. Así que se decidió en el año de 1996 eliminar³⁴ la producción de los CFC's (clorofluorocarbonos); tanto en producción industrial como para consumo en el hogar, actualmente en el siglo XXI, la producción de CFC's es mínima, en la *figura 24* se observa la producción de los CFC's.

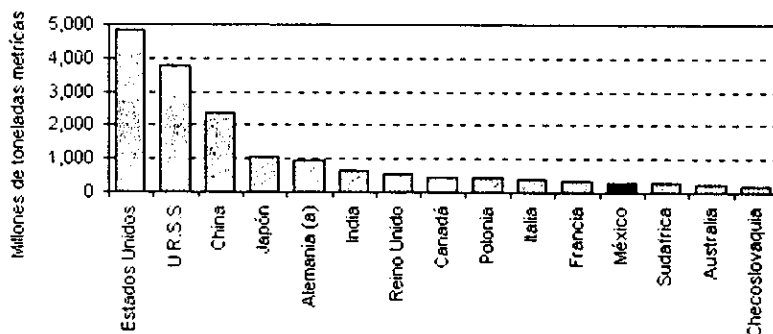


Fuente: World Resources Institute, 1992. *Atmósfera y Clima*, Washington, D.C.

Figura 24. Gráfica del aumento de producción de clorofluorocarbonos

d) Emisiones de gases de efecto invernadero

A continuación en la *figura 25*. Se encuentran los primeros quince países con las emisiones industriales más altas de bióxido de carbono, registradas en 1989.



(a) Incluye las dos Alemanias

Fuente: World Resources Institute, 1992. *Atmósfera y Clima*, Washington, D.C.

Figura 25. Gráfica del aumento de emisiones de bióxido de carbono en 1989

5.5. MÉXICO; GRÁFICAS Y ESTADÍSTICAS DE SU CONTROL AMBIENTAL

a) *Calendario oficial de reducción de las sustancias agotadoras de la capa de ozono según el Protocolo de Montreal.*

México, ha propiciado la eliminación de los CFC's siguiendo lo establecido por el Protocolo de Montreal²⁵. Las acciones establecidas para cumplir con los objetivos son:

- Controlar la producción de SAO (Substancias agotadoras de la capa de ozono).
- Fomentar y asesorar el uso de sustancias alternativas, que minimicen los impactos en la capa de ozono.
- Capacitar a los sectores usuarios sobre las medidas de conservación de la capa de ozono.

En la *tabla 27*. Se muestran las fechas calculadas en las que México se comprometió a eliminar las SAO, según el protocolo de Montreal.

<i>Substancia</i>	<i>Calendario de eliminación</i>
CFC-11	1993 Congelar el consumo para el año de 1989(año base)
CFC-12	1994 Reducir en 20% del total
CFC-13	1995 Reducir en 40% del total
CFC-113	1996 Reducir en 60% del total
CFC-114	1997 Reducir en 70% del total
CFC-115	1998 Reducir en 80% del total
HALON-1211	1999 Reducir en 85% del total
HALON-1301	2000 Reducir en 90% del total
CFC	Congelar consumo en el 2016 a niveles del 2015 Eliminar en el año de 2040
MBr (bromuro de metilo)	2002 Congelar consumo a niveles del promedio de 1996-1998 2005 Reducir en 20% del total

Tabla 27. Fechas calculadas para eliminar las SAO

Fuente: INE, SEMARNAP, 1995. Coordinación de la Unidad de Protección al Ozono.

b) *Reducción en el consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono e incremento en las sustancias alternativas*

La reducción en el consumo de SAO se ha realizado conforme a las metas planteadas. paralelamente se ha sustituido con sustancias alternativas, lo cual se ve reflejado en el notable incremento de el consumo de éstas. En el año 2001 el consumo del SAO se encuentra por debajo de las dos mil toneladas. En las figuras 26 y 27 se pueden observar los periodos de más consumo, de las SAO y de las sustancias alternativas.

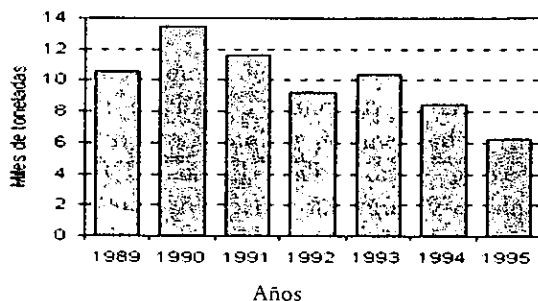


Figura 26. Gráfica del consumo total de las sustancias agotadoras de la capa de ozono
Fuente: INE, SEMARNAP, 1995. Coordinación de la Unidad de Protección al Ozono.

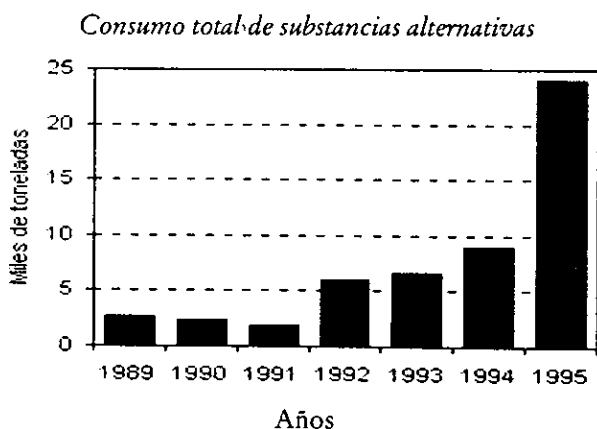


Figura 27. Gráfica del Consumo total de sustancias alternativas
Fuente: INE, SEMARNAP, 1995. Coordinación de la Unidad de Protección al Ozono.

c) *Financiamiento para la adaptación de tecnologías limpias de uso en México.*

El gobierno mexicano, a través de las dependencias encargadas, ha llevado a cabo una serie de acciones tendientes a la protección del ozono estratosférico desde el año de 1996 a la fecha, financiadas con fondos del Banco Mundial y por medio del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), para la realización de proyectos de inversión con empresas nacionales a fin de reducir, recuperar, substituir y eliminar el consumo de los CFC's a nivel nacional. En las figuras 28, 29, 30, 31, 32, 33 34, 35 y 36, se observan los proyectos logrados y los proyectos por completar.

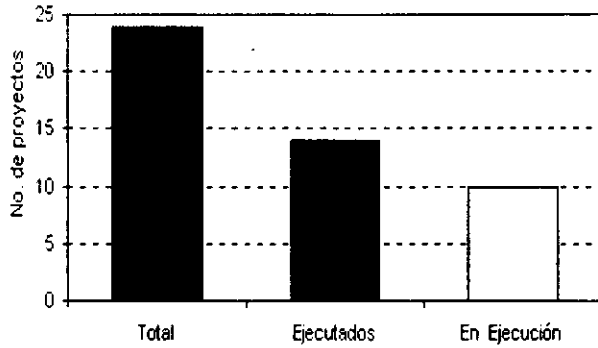
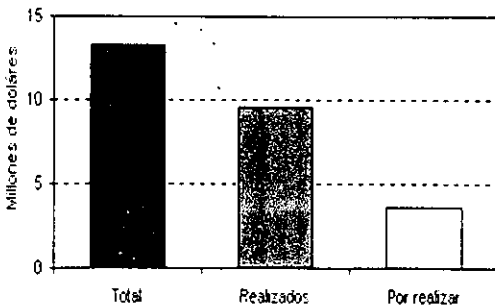


Figura 28. Gráfica del Número de proyectos de inversión para la protección de la capa de Ozono en 1996



Fuente: INE, SEMARNAP, 1995. Coordinación de la Unidad de Protección al Ozono.

Figura 29. Gráfica representativa de los montos de los proyectos de inversión realizados y por realizar 1996.

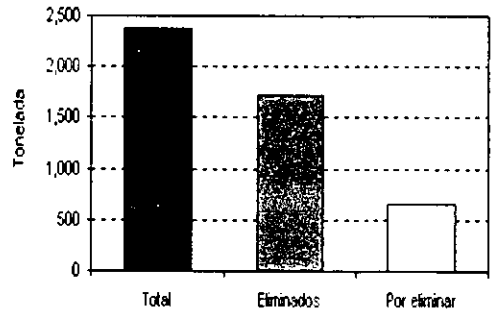
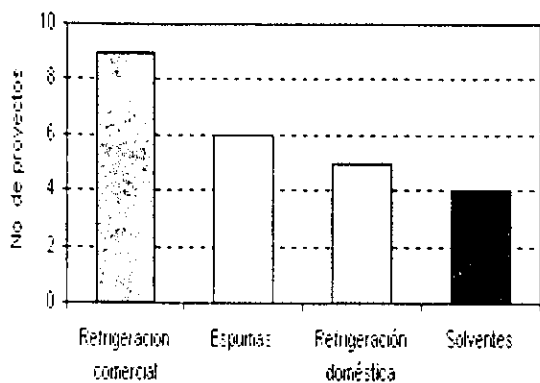


Figura 30. Gráfica representativa de los clorofluorocarbonos eliminados y por eliminar 1996



Fuente: INE, SEMARNAP, 1995. Coordinación de la Unidad de Protección al Ozono.

Figura 31. Gráfica representativa del número de proyectos de inversión por tipo de sector industrial 1996

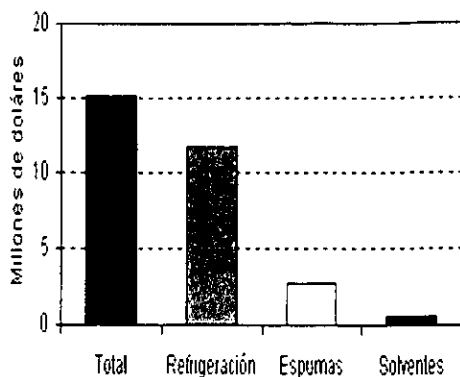


Figura 32. Gráfica representativa de las inversiones realizadas por el tipo de sector industrial, 1996

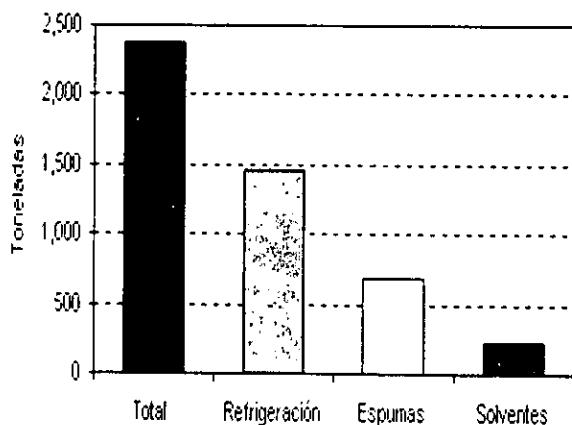


Figura 33. Gráfica representativa de los clorofluorocarbonos eliminados por tipo de industria, 1996

Fuente: INE, SEMARNAP, 1995. Coordinación de la Unidad de Protección al Ozono.

Emisiones nacionales por tipo de gas

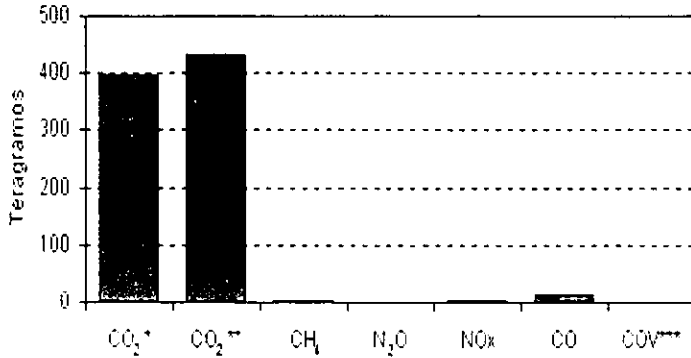
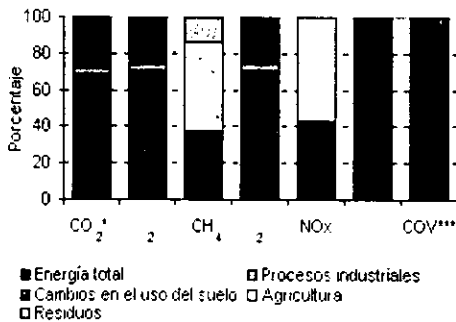


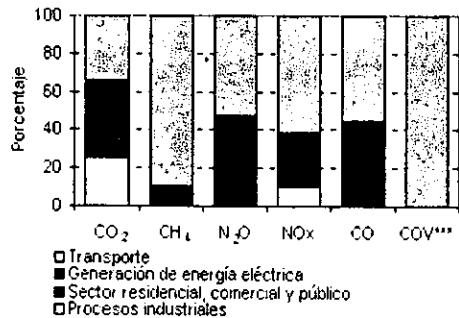
Figura 34. Gráfica representativa de las emisiones de gases de efecto invernadero en México (inventario)

Fuente: SEMARNAP, INE, 1995. Preliminary National Inventory of Greenhouse Gases: México. Pág. 8.

Emisiones por tipo de actividad



Emisiones por consumo de energía



Bottom-up (398.425 Tg) ** Top-down (433.721 Tg)

*** Compuestos orgánicos volátiles no-metano

Energía total: Combustión de gasolina más fugas.

Teragramos (Tg) = 1 E12 g.

Gigagramos (Gg) = 1 E9 g.

(Bottom-up), (Top-down): Metodologías para el cálculo de emisiones de CO₂;

Figuras 35 y 36. Gráficas representativas de las emisiones por tipo de actividad y por consumo de energía.

Fuente: INE, SEMARNAP, PNUMA, USCSP, 1995. Preliminary National Inventory of Greenhouse Gas: México. Pag. 8.

5.6. PREDICCIONES DEL CLIMA EN MÉXICO; AFECTADO POR SU VULNERABILIDAD EN RESPUESTA AL CAMBIO CLIMÁTICO MUNDIAL.

Cumplimiento de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Como país de industrialización reciente, la contribución de México al incremento de gases de invernadero en la atmósfera es menor que la de los países industrializados. Sin embargo, México firmó su participación en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático²⁹ en 1992, y la ratificó a principios de 1993. Desde entonces ha mantenido un esfuerzo constante para cumplir con los compromisos ahí adquiridos (Artículo 4.1 de la convención). De esta manera, dentro del estudio de México (llevado a cabo por INE/SEMARNAT, U.S: Country Studies Program Support for Climate Change Studies y la UNAM) ha realizado el inventario nacional de emisiones, por fuentes, y por sumideros de gases de invernadero, publicado en Septiembre de 1995, así mismo, se han llevado a cabo investigaciones sobre escenarios futuros de emisiones y escenarios climáticos y estudios sobre la vulnerabilidad del país ante el cambio climático. Algunos resultados de estas investigaciones se mencionan a continuación.

5.6.1. LA VULNERABILIDAD DE MÉXICO ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL, LAS PREDICCIONES.

Se evaluó la vulnerabilidad al cambio climático en las siguientes líneas: ecosistemas forestales, agricultura, sequía meteorológica, zonas costeras, asentamientos humanos, hidrología y en los sectores de energía e industria, para ello se construyeron escenarios base (actuales) y de cambio climático (a partir de modelos de circulación general) y se obtuvieron las regiones más afectadas en cada una de las líneas. Algunos de los resultados obtenidos por las investigaciones en donde participo la UNAM son los siguientes:

a) Ecosistemas forestales

La vulnerabilidad se determinó con base en las posibles modificaciones en los tipos de vegetación. Los resultados fueron que cerca del 50% de la cobertura vegetal del país sufriría modificaciones, siendo los bosques pertenecientes a los climas templados los más afectados.

b) Sequía meteorológica

Las áreas que presentarían mayor vulnerabilidad a la desertificación en los modelos de cambio corresponden a las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, así como a los lugares donde se concentra la población y las actividades económicas como el centro del país. En el sur los valores de alta vulnerabilidad están ligados a la extracción de los recursos forestales y al manejo inadecuado de los suelos destinados a la agricultura y ganadería. Con respecto a la sequía meteorológica, para la cual se utilizó un índice de severidad, los resultados arrojados por los modelos indican que más del 70% de la superficie del país

presentaría un índice alto y muy alto, en la *figura 37* se observan las zonas más afectadas, que serían el norte, la costa del Pacífico y parte del centro del país.

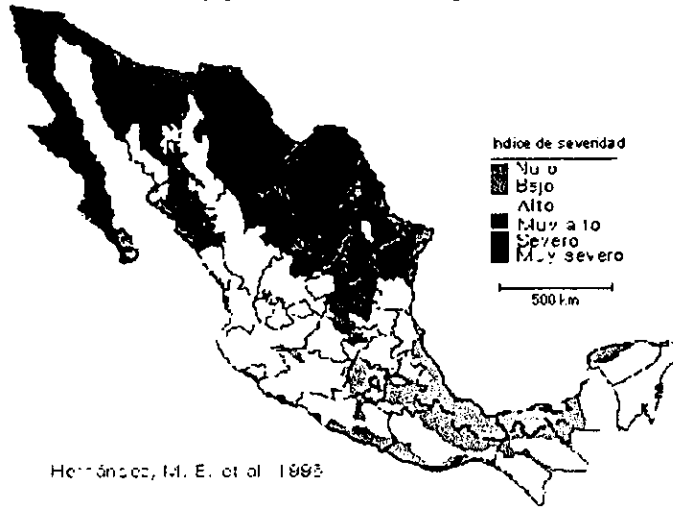


Figura 37. Severidad de la sequía meteorológica.
Fuente: INE, SEMARNAP, 1995. *Estudio de País México. Informe final. En prensa*

c) Asentamientos humanos

La vulnerabilidad de los asentamientos humanos se evaluó en función de factores climáticos (cambios en la temperatura y la precipitación), así como no climáticos (densidad de población, crecimiento de la población urbana, morbilidad y consumo de agua por habitante), los cuales al combinarse, pueden recrudecer o disminuir los efectos ante un posible cambio climático. Por ello, los asentamientos humanos más vulnerables serían los que ya en la actualidad se encuentran en zonas de gran presión ambiental, como es el caso de las grandes zonas urbanas, zonas con deficientes dotaciones de servicios y malas condiciones sanitarias. Se pueden observar estos asentamientos en la *figura 38*.

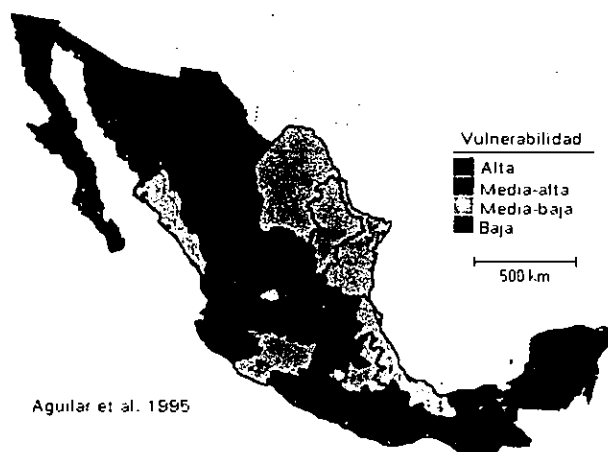


Figura 38. Vulnerabilidad de los asentamientos humanos ante el cambio climático

Fuente: INE, SEMARNAP, 1995. Estudio de País México. Informe final. En prensa

d) Zonas costeras

Para este estudio se evaluó el estado actual de las condiciones fisiográficas de la costa del Golfo de México a partir de las características geomorfológicas del litoral, a partir de ello se dividió la costa en dos zonas: la cubierta alternativamente por marea o zona intermareal (escenario base) de impacto directo en las variaciones del nivel del mar y la franja adyacente comprendida entre el nivel medio de las pleamares altas y dos metros de altura aproximadamente (escenario futuro), que por su disposición constituye un área de amortiguamiento o riesgo potencial. Las zonas costeras se observan en la *figura 39*.

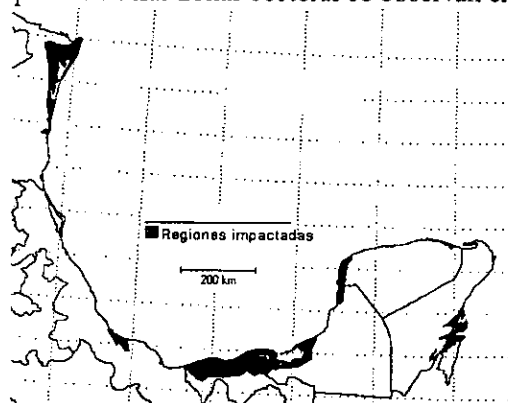


Figura 39. Zonas costeras

Fuente: INE, SEMARNAP, 1995. Estudio de País México. Informe final. En prensa

e) Energía

Algunos resultados de esta línea se pueden observar en al *figura 40* y muestra a la región centro del país con una vulnerabilidad del sector energético entre muy alta y alta.

También sobresale la vulnerabilidad de las plataformas petroleras en las costas del Golfo de México, como resultado de un posible aumento en el nivel del mar. El ascenso de la temperatura tendría como consecuencia la redistribución del recurso hídrico. Al haber escasez de agua, su costo aumentaría, afectando directamente al costo de la energía eléctrica y de los combustibles fósiles.

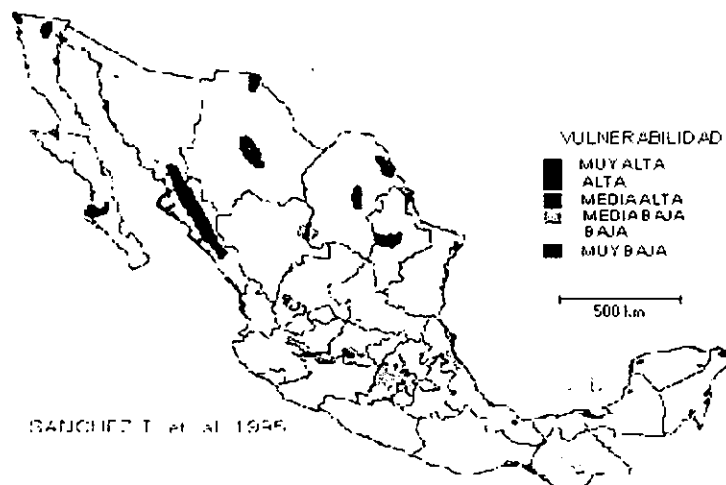


Figura 40. Vulnerabilidad del Sector Energético.

Fuente: INE, SEMARNAP, 1995. Estudio de País México. Informe final. En prensa

f) Industria

Siguiendo el estudio, las instalaciones industriales y la infraestructura de conexión serán las más vulnerables por el ascenso del nivel del mar. El ascenso de la temperatura aumentará la vulnerabilidad de las empresas que requieren de procesos de congelación o enfriamiento. Las empresas que dependan de materias primas derivadas de actividades que resulten afectadas por las variaciones en la distribución del agua y la temperatura como pueden ser la industria maderera, la textil, la de celulosa y papel, la alimentación, etc. Las zonas que más se verían afectadas serían la zona Centro y Norte de México principalmente, como se observan en la *figura 41*.

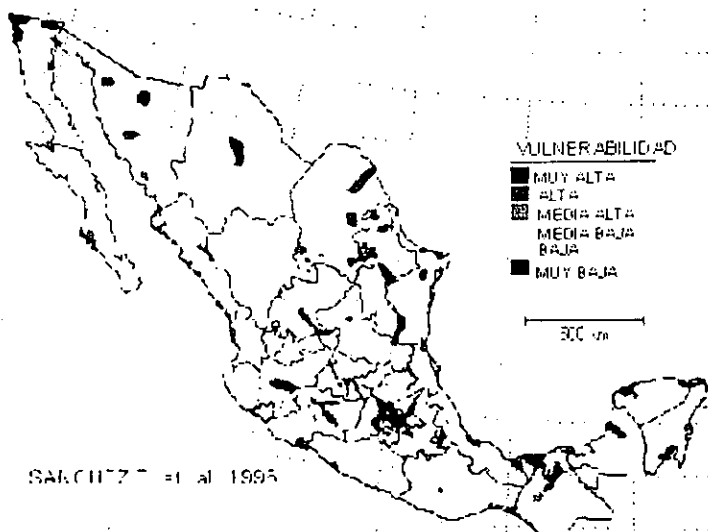


Figura 41. Vulnerabilidad del Sector Industria.

Fuente: INE, SEMARNAP, 1995. Estudio de País México. Informe final. En prensa

Como se puede observar, los cambios climáticos nos afecta a todos, y es de gran importancia que se logren avances para poder frenar los daños ya causados. No falta mucho tiempo para que la vida como la conocemos cambie y modifique nuestra forma de vida, basta con sólo leer el daño ambiental que se vive a principios del siglo XXI en artículos como el de la revista NATIONAL GEOGRAPHIC²⁶, *El frágil mundo de las ranas*. En verdad será tan frágil o tan solo ellas se están adelantando a la catástrofe que podría el ser humano enfrentar algún día; el de la extinción.

El Día Mundial para la Protección del Medio Ambiente es el 5 de junio.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este trabajo se orientó hacia el análisis de las causas del creciente deterioro ambiental. Si el medio ambiente continúa degradándose el futuro de la especie humana es incierto. Se requiere de la colaboración de todos y la propuesta de acciones concretas y efectivas.

Las causas del deterioro ambiental son muy variadas: Lluvia ácida, tala de árboles desmesurada, hábitos de consumo inadecuados que llevan a la generación de grandes cantidades de basura y otros más que se comentaron a lo largo de este trabajo.

Los procesos de fabricación de la pulpa y el papel, son una fuente de contaminación del agua, del suelo y del aire. Son procesos que fueron diseñados sin las debidas precauciones ambientales, esos mismos procesos químicos pueden ahora revertir en parte los problemas que generaron, la cual es misión de un Ingeniero Químico.

El ingeniero químico juega un papel de gran importancia por las investigaciones, el rediseño y mejoramiento de los procesos. Una alternativa para hacer papel consiste en utilizar materia prima no proveniente de los árboles, como por ejemplo, pulpa de plantas no leñosas, pulpa de fibras sintéticas y pulpa de papel reciclado, como se propone en el presente trabajo. El reciclaje de papel como propuesta representa una opción viable ambiental y económicamente, no se trata de una quimera ecologista o de una moda, se trata de una acción prioritaria, la humanidad debe reconocer que el medio ambiente es vulnerable y que la explotación inadecuada de los recursos naturales, pone en peligro la supervivencia de su propia especie.

El agua es el medio para que exista vida y es un recurso insustituible en el uso agrícola, industrial y doméstico, de seguir contaminándola podría llevar a una crisis en el siglo XXI. La infiltración de los mantos acuíferos subterráneos por la lechada es un problema serio que debe ser detenido y los métodos bien controlados de relleno sanitario y confinamiento de residuos peligrosos ofrecen una opción para evitar el problema de las infiltraciones de los lixiviados o lechada a los mantos acuíferos.

Si la basura causa tantos problemas, la solución inmediata parecería no generarla, solución que parece utópica, pero que esta a nuestro alcance disminuir el problema. El mejor residuo es el que no se produce, porque ahorra recursos, ahorra materiales y economiza energéticos y además no contamina. "La solución es evitar su formación, anticipándose para que no se produzcan o al menos generar la mínima cantidad de residuos."

El reducir, reusar y reciclar son parte de los criterios que han de aplicarse para la solución del deterioro ambiental. Esto es posible si modificamos nuestros hábitos de consumo.

Uno de los objetivos del trabajo, es el comunicar a la comunidad las opciones que se tienen para el manejo de la basura, siendo una de ellas el reciclaje cuyas características fueron expuestas en el trabajo.

No solo se requieren de recursos económicos y tecnológicos para detener el deterioro ambiental, se requiere de una actitud más comprometida y activa por parte de todos los componentes de la sociedad.

De ninguna manera se pretende que la vida cambie de manera radical y que no sea la misma de antes, pero, se ha hablado de que por mínima que sea la basura producida por una

persona, sumándola con los millones que habitan en esta ciudad, la contaminación y las cantidades de desechos aumentan de manera alarmante. Basándose en este dato, se puede plantear la situación al revés, imaginar que una persona cambia solo un poco su forma de actuar con conductas de no desperdicio o separación de basura, sumando esta actitud a los millones de personas que lo hicieran, el resultado sería benéfico para el ambiente, reduciéndose en gran cantidad la producción de desechos, por otra parte, los ya generados deben tratarse por el método adecuado. Por ejemplo formación de composta y uso de incineradores. Este último requiere de la participación más activa de los ingenieros.

En resumen la basura es un problema serio y la solución para resolverlo está en nuestras manos, si cambiamos nuestra forma de actuar tan sólo un poco.

Las soluciones están planteadas, y con voluntad se puede llevar a cabo un programa de reciclaje en el cual se recicle gradualmente toda la basura. Este programa podría empezar en algunas colonias, escuelas y universidades (como el caso comentado en el trabajo, de la Facultad de Química; con su programa de acopio de papel), e industrias, Las empresas privadas podrían donar contenedores de bajo costo con un logotipo o comercial anunciando sus productos en los contenedores. De tal manera, los contenedores servirían para separar la basura en diferentes recipientes. Estos residuos se separarían en varios contenedores y luego se llevarían al centro de acopio donde un camión de alguna industria de reciclaje comprara los residuos sólidos. Si queremos llevar a cabo este tipo de programas es necesario que nos preocupemos por la totalidad de la población. Los recolectores informales de basura o pepenadores podrían obtener un mejor empleo en una empresa de este tipo.

Es necesario un cambio de hábitos que ayuden a la permanencia del genero humano en este planeta, este cambio debe de tomar en cuenta aspectos que armonicen al hombre con la naturaleza.

ANEXOS

SUSTANCIAS PELIGROSAS EN PRODUCTOS CASEROS

(continuación)

<i>Productos domésticos contaminantes</i>	<i>Substancias peligrosas contenidas en los productos</i>
<i>Limpiadores de amonio.</i>	Hidróxido de amonio Surfactantes Alcoholes etoxilados Xileno Hipoclorito de sodio Fenoles Dietilenglicol
<i>Líquidos para pulir muebles, madera, metales, vinil.</i>	Tricloroetano Destilados de petróleo Aceite mineral Solventes de petróleo Ácido oxálico Etanol Isopropanol Ácido fosfórico
<i>Acabados para pisos</i>	Dietilenglicol Solventes de petróleo Hidróxido de amonio
<i>Desodorantes ambientales</i>	Alquilfenoxipolietoxietanol Isobutano Propano Aceite mineral Cloruro de benzalconio Dodecibencen sulfato de sodio Fenol Morfolina Nitrito de sodio
<i>Limpiadores para hornos y otros</i>	Hidróxido de sodio y potasio
<i>Desmanchadores</i>	Cloruro de metilo Destilados de hidrocarburos saturados Percloroetileno (Tetracloroetileno) Metanol

SUSTANCIAS PELIGROSAS EN PRODUCTOS CASEROS

(continuación)

*Productos domésticos
contaminantes*

*Substancias peligrosas
contenidas en los productos*

b) Artículos automotrices:

*Aceites y líquidos para
transmisión (grasa, fluido,
aceite de motor y aceite
para usos múltiples)*

*Aditivos y limpiadores
para motor y transmisión
y limpia carburador.*

Enfriador/Anticongelante

Ceras para auto

*Otros productos para auto:
Solventes de grasa y de óxidos,
refrigerantes.*

c) Mantenimiento de la casa:

Pinturas (latex de aceite, oleos, etc)

Thinner y removedores de pinturas

Destilados de petróleo
Plomo

Destilados de petróleo
Aceite mineral
Tricloroetano
Cloruro de metileno
Xileno
Tolueno

Etilenglicol
Metanol

Destilados de petróleo

Tolueno
Hidrocarburos alifáticos
Dicromato de potasio

Xileno
Tolueno
Cloruro de metileno
Hidrocarburos halogenados
Aceite mineral

Tolueno
Hidrocarburos alifáticos
Esteres
Alcoholes
Hidrocarburos halogenados
Cetonas

SUSTANCIAS PELIGROSAS EN PRODUCTOS CASEROS

(continuación)

*Productos domésticos
contaminantes*

*Substancias peligrosas
contenidas en los productos*

Lacas, barnices y selladores

Pentaclorofenol
Cloruro de metileno
Aceite mineral
Petróleo
Alcohol etílico y metílico
Benceno
Plomo

Pegamentos(epóxicos y uso en general)

Tolueno
Metil-etil-cetona
Acetonas
Hexano
Cloruro de metileno
Fibras de asbesto o cemento

*Otros
(asfaltos, recubrimientos,
cartón con chapopote)*

Clorurodemetileno
Tolueno
Tricloroetileno
Benceno
Asbesto
Cetonas

d) Plaguicidas y artículos para jardín:

Fertilizantes

Concentrados de potasio,
Amonio, nitrógeno y
Fósforo

Plaguicidas

Hidrocarburos aromáticos
Destilados de petróleo
Naftaleno
Xileno
Carbamatos
Hidrocarburos clorinados
Organofosforados
Urea
Uracil
Triazinas
Piretrinas
Cumarinas

SUSTANCIAS PELIGROSAS EN PRODUCTOS CASEROS

(continuación)

*Productos domésticos
contaminantes*

*Substancias peligrosas
contenidas en los productos*

<p><i>Herbicidas</i></p> <p><i>Tratamientos para mascotas: control de pulgas y otros</i></p> <p>e) Baterías y eléctricos:</p> <p><i>Baterías para auto y pilas eléctricas</i></p> <p>f) Medicinas y fármacos:</p> <p>g) Cosméticos: <i>Quita esmalte, spray para pelo, removedor de maquillaje, tintes y otros</i></p> <p>h) Otros productos: Químicos para albercas, Para fotografía y otros hobbies</p>	<p>Fenóxidos clorinados Dipiridilos Nitrofenoles</p> <p>Carbaril Diclorofeno Clordano Otros hidrocarburos clorinados</p> <p>Oxido de mercurio Ácido sulfúrico</p> <p>Diversos compuestos contaminantes</p> <p>Solventes a base de hidrocarburos Compuestos aromáticos Acetato de etilo y butilo Tolueno Alcoholes Ftalato de dibutilo</p> <p>Sodio Dicloro-s-triazinetriona</p>
---	---

FUENTE: Wilson, D. 1985. *The Implications of Behavioral Aspects of the Production and Discard of Household Hazardous Waste. Tesis de Maestría. Universidad de arizona, Tucson, Az. E.U.A.*

Tabla 28. Lista de sustancias peligrosas en productos caseros.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO DE MATERIAL POCO CONTAMINANTE EN LUGAR DEL MATERIAL COMERCIAL TÓXICO

IDEAS DE OPCIONES

Una de las formas básicas para disminuir el problema de la contaminación por productos domésticos es sustituyéndolos por otros menos perjudiciales para el ambiente, a continuación en la *tabla 29*, se presenta una lista de productos alternativos:

PRODUCTOS Y TÉCNICAS ALTERNATIVAS DE USO EN EL HOGAR. SUSTITUTOS DE:

Limpiadores con hidróxido de amonio.

Vinagre + Sal + Agua = Limpiador de superficies

Bicarbonato de sodio + Agua = Limpiador para baños

Destapacaños.

½ taza de bicarbonato de sodio + 1/3 taza de vinagre blanco tibio

Instrucciones: Vacíese en el drenaje y deje reposar 15 minutos, vierta ½ cubeta con agua hirviendo para disolver los cristales formados.

Limpia hornos.

Bicarbonato de sodio + Agua (proporción; 30/70)

Instrucciones: Vierta la solución en una botella atomizadora manual y aplique, deje reposar unos minutos y talle varias veces con fibra y jabón.

Limpiador de sanitarios.

Bicarbonato de sodio + Agua + Jabón (proporción; 30/60/10)

Instrucciones: Una vez a la semana agregue la solución a la taza, talle suavemente con una lija fina para agua en todos los bordes y en conducto de salida. Oprima la palanca para desaguar.

**PRODUCTOS Y TÉCNICAS ALTERNATIVAS DE USO
EN EL HOGAR.**

SUSTITUTOS DE:

(continuación)

Limpieza de brochas para pintura vinílica.

Vinagre

Instrucciones: Deje reposar en una charola con vinagrè a las brochas durante ½ hora, después hierva a fuego lento (con Agua), deje reposar unos minutos y apague. Lave la brocha con jabón y agua caliente.

Recomendable para brochas de metal o plástico rígido.

Lustrador e insecticida para plantas.

1 cucharadita de pimienta negra molida

1 cabeza de ajo

1 cebolla chica

1 chile en polvo (Chile verde, cuaresmeño)

1 Litro de agua

1 cucharada sopera de detergente biodegradable en polvo

Instrucciones: Pique la cebolla y el ajo, añada el chile + pimienta + detergente + agua. Deje reposar mínimo 1 hora antes de usar.

Aplique a las plantas con un atomizador manual.

Nota: En refrigeración dura 1 semana.

Limpiadores de madera.

1 parte de jugo de limón

2 partes de aceite vegetal

Instrucciones: Mézclese y utilícese en lugar de pulidores para muebles.

Desinfectantes.

½ taza de bórax + 3 ½ litros de agua

Instrucciones: Mezclar y usar inmediatamente en pisos y superficies.

**PRODUCTOS Y TÉCNICAS ALTERNATIVAS DE USO
EN EL HOGAR.
SUSTITUTOS DE:
(continuación)**

Recomendaciones generales:

Pinturas de aceite.

Sustitúyalas en lo posible por pinturas de base latex o vinílica.
Cal + agua . Puede ser empleado como blanqueador para paredes

Plaguicidas.

La mejor alternativa es mantener las áreas libres de polvo y los alimentos bien tapados, procure tener botes de basura con tapa y no deje residuos alimenticios en mesas, cocina y suelos.

Insecticidas y cucarachidas.

En ocasiones se puede evitar el paso de los insectos con sólo regar un poco de polvo de chile, en las entradas de las puertas y ventanas.

Otro ejemplo es el de aplicar una formula compuesta por bicarbonato de sodio con bórax y azúcar, esta mezcla se emplea para evitar el paso de cucarachas y hormigas.

*Fuente: Guía del consumidor No. 140.
Tabla 29. Técnicas alternativas de uso en el hogar*

A continuación en la *tabla 30*, se mencionan los ingredientes para preparar productos limpiadores y otros productos domésticos de uso cotidiano. Estos productos no son completamente benignos, por lo que deben usarse con mesura.

<i>Ingredientes</i>	<i>Función alternativa</i>
Hidróxido de amonio	Limpiador
Bicarbonato de sodio	Limpiador, desodorizante, extinguidor
Agua hirviente	Herbicida, destapacaños
Bórax	Limpiador, matacucarachas, auxiliar para desmanchar y lavar ropa.
Cloro	Limpiador, desinfectante
Jabón para loza (líquido)	Limpiador, plaguicida
Limón	Limpiador, desodorizante, desmanchador
Alcohol industrial	Limpiador
Sal	Limpiador
Vinagre	Limpiador, desodorizante
Carbonato de sodio hidratado	Limpiador auxiliar
Para el lavado de ropa	

Tabla 30. Ingredientes básicos para preparar productos limpiadores y otros productos domésticos de uso cotidiano.

LAS COSAS QUE HACEMOS A DIARIO Y DESCONOCEMOS EL DAÑO AMBIENTAL CAUSADO.

- *Fumar un cigarro*³⁸. El humo de los cigarrillos contienen más de 2000 compuestos tóxicos para la salud humana y contribuyen a la formación de smog.



Dibujo 23. Humo y contaminación

- *Comprar una libreta hecha con papel no reciclado*³⁶. Al utilizar papel no reciclado contribuimos al agotamiento de nuestros bosques, Por cada tonelada de papel y cartón que se produce se cortan 17 árboles.
- *Usar objetos de unicel*. Al fabricarlos se emplean substancias que provocan la destrucción de la capa de ozono.
- *Consumir carne de res*. Al comprar carne de res que no se produzca en establos controlados estamos contribuyendo a la deforestación, pues se talan árboles para establecer zonas de pastoreo.
- *Comer frutas y verduras*. Muchas de las frutas y verduras que comemos se cultivan con fertilizantes y plaguicidas altamente tóxicos, que al paso del tiempo resulta dañino para la salud y deterioran aire, agua y suelo.
- *Usar insecticidas*. Los insecticidas que utilizamos comúnmente en nuestras casa pueden causar: cáncer de hígado, leucemia, cirrosis, enfermedades neurológicas y padecimientos dermatológicos entre otras cosas.
- *Consumir productos enlatados*. Las latas tardan más de 500 años en degradarse, por ejemplo, si los Europeos hubieran traído su comida en latas cuando llegaron a este continente, éstas apenas ahora se estarían degradando.
- *Al tirar dos latas de aluminio*, despilfarras mas energía que la que consume diariamente una de los miles de millones de habitantes de los países pobres. Con el reciclaje de latas de aluminio Estados unidos ahorró en 1988, mas de once mil millones de Kilovatios-hora, electricidad suficiente para abastecer a los hogares de la ciudad de Nueva York durante medio año(ref: National Geographic). Reciclar el aluminio reduce en un 95% la contaminación atmosférica generada durante su fabricación. Fabricar aluminio a partir de aluminio reciclado requiere el 90% menos de energía que hacerlo a partir del mineral.
- Una familia de cinco personas producen un metro cúbico de basura al mes.
- La energía que se ahorra en el reciclaje de una botella de vidrio encendería un foco de 100 watts, durante 4 horas.

Estas son sólo algunas de las cosas que están pasando en nuestro mundo... ¿Quieres seguir sin hacer NADA? "Cuando hayamos talado el último árbol, secado el último río, pescado el

último pez, nos daremos cuenta entonces que el dinero no se come". Hay que hacer una conciencia en nuestras mentes para poder mejorar nuestro ambiente. Sólo hay que empezar a trabajar.

CÓMO COLABORAR CON EL AMBIENTE

- Clasificar la basura que se genera en el hogar para su posterior reciclaje, separar en papel, vidrio, latas, plásticos, orgánicos, etc.
- Reducir el consumo de productos empaquetados. Realizar la compra a granel o en envases reutilizables.
- Reutilizar en la medida de lo posible los envases de plástico.
- Reducir el consumo de jabones y detergentes, con un jabón para vajillas y vinagre se puede limpiar casi todo. Desechar detergentes con fosfatos y, en general, productos con componentes tóxicos.
- Leer detenidamente la etiqueta del producto. A veces un producto se anuncia como ecológico por el simple hecho de utilizar un envase reciclado, pero sus componentes siguen siendo tóxicos.
- Si hay un cambio de actitud en la compra, se conseguirá un cambio de actitud en el fabricante. Se ha demostrado que si entre el 2 y el 10% de los consumidores dejan de adquirir un determinado producto, los fabricantes se ven obligados también a cambiar de actitud y optar por medidas que respetan más el ambiente.

CONSEJOS PARA SER UN BUEN LÍDER.

1.- *No creas que el líder nace.*

Los líderes no nacen, se forjan a sí mismos. El liderazgo, más que por cualquier otra cosa, se obtiene por decisión propia.

2.- *Debes ser disciplinado.*

Para llegar a ser líder hay que pagar un costo, llamado "autodisciplina". El liderazgo no cae del cielo.

3.- *No tengas baja autoestima.*

Un líder sin alta autoestima es como un ciego guiando a otros ciegos. Confía en tí, para que los demás puedan hacer lo mismo.

4.- *Se proactivo.*

Debes ser proactivo, o sea, como el ave que vuela al frente y al centro de la "V", para guiar a la parvada.

5.- *Evita usar un paradigma incorrecto.*

El paradigma básico del líder es la interdependencia, que no es otra cosa más que el "nosotros"; no se valen ni el "yo" ni el "tú".

6.- *No dejes de entrenarte en materia de comunicación.*

La comunicación es para el líder como la batuta para el director de orquesta. No dejes de afinar tus habilidades comunicativas.

7.- *Recuerda utilizar la creatividad y la innovación.*

En el liderazgo no hay caminos, es el líder quien los hace al andar. Se creativo, pero sin dejar de ser innovador.

8.- *Debes ser congruente.*

No hay líder más débil que el que dice algo y hace lo contrario. ¡Enarbola la bandera de la congruencia!

9.- *Nunca te dejes vencer.*

El líder se encuentra con frecuencia en el ojo del huracán. Vence todos los contratiempos. ¡Para eso eres el líder!

10.- *No te sirvas de tus seguidores.*

El líder esta para servir a sus seguidores y nunca para servirse de ellos. Liderazgo y servicio, son sinónimos.

CONSEJOS SOBRE LAS RELACIONES HUMANAS

1.- *Conoce la regla áurea.*

Pon siempre en práctica la regla de oro, trata a los demás como quieres ser tratado.

2.- *No esperes.*

Debes poner la muestra a la gente, dando el primer paso hacia una relación amistosa. Si esperas, corres riesgo de que nunca nadie se te acerque.

3.- *No temas al rechazo.*

Pon a prueba tu tacto y tu paciencia para comenzar una relación humana. No temas a un posible rechazo inicial. ¡Insiste!

4.- *Nunca pongas "cara de palo".*

Procura poner a los demás la mejor de tus sonrisas. Nadie quiere acercarse ni relacionarse con los "cara de palo". ¡Sonríe siempre que puedas!

5.- *No renuncies a la cortesía.*

Pon en juego tu amabilidad, en el hablar y en el actuar. Encarna la cortesía como una forma de vida.

6.- *No debes restar.*

Debes poner el mejor de tus esfuerzos por "sumar" y nunca "restar". Evita hablar mal de alguien y nunca serás transmisor de rumores, chismes o mentiras.

7.- *Evita criticar.*

Pon a tus labios un candado, para evitar mencionar la paja que ves en el ojo ajeno, sin antes darte cuenta de la viga en el tuyo.

8.- *No minimices la empatía.*

Pon tus pensamientos y sentimientos en la mente y el alma de los demás. De esta manera lograrás comprenderlos.

9.- *Acuérdate de dar reconocimiento.*

Debes poner lo mejor de tí por relacionarte en forma fructífera. Serás agradecido y darás reconocimiento a quien lo merezca.

10.- *Interésate.*

Pon la fuerza de tu voluntad al interesarte sinceramente por tus semejantes. Solo así, ellos se interesarán por tí. Recuerda que, no harás a otros lo que no te gusta que te hagan.

VIII. GLOSARIO

- *Agentes encolantes en el papel.* colofonia, parafina, almidón, alcohol polivinilo, cola y caseína.
- *Albura.* Capa blanca y tierna que se encuentra en los troncos de determinados vegetales, bajo la corteza y antes de llegar a la médula.
- *Alquitrán.* Sustancia untuosa que se obtiene al destilar la hulla y la madera del pino y otras coníferas.
- *Anilina*($c_6h_5nh_2$). Aminobenceno, es un líquido incoloro o amarillento si tiene impurezas, de sabor irritante, tóxico. Se obtiene por reducción catalítica del nitrobenzol. Es materia prima de muchos colorantes de alquitrán.
- *Apical.* Porción terminal de un órgano.
- *Apresto.* Significa preparación de lo necesario para alguna cosa.
- *Calandrado.* Acción y efecto de calandrar.
- *Calandrar.* Pasar el papel o la tela por la calandria para satinarlo.
- *Calandria.* Máquina de prensar y satinar el papel y ciertas telas.
- *Caliza.* Carbonato cálcico llamado calcita ($CaCO_3$). Mezclado con arcilla forma *marga*. Materia prima para la obtención de la *cal viva*.
- *Caseína.* Sustancia albuminídea que forma parte de la leche y existe también en las semillas de las leguminosas, gramíneas, etc.
- *Catálisis.* Transformación química en que los cuerpos que la producen aparecen inalterados al terminar la reacción.
- *Catalizador.* Cuerpo capaz de producir la catálisis.
- *Celulosa.* Hidrato de carbono complejo; es el componente principal de la pared de todas las células vegetales.
- *Cerner.* Depurar, separar cualquier materia reducida a partículas pequeñas. Colar un líquido.

- *Cerúleo*. Aplícase al color azul del cielo despejado, de la alta mar o de los grandes lagos en calma.
- *Colofonia*. Resina amarillenta, sólida, translúcida y flamable que resulta de la destilación de la trementina.
- *Criba*. Tabique membranoso situado en el interior de los vasos cribosos de los vegetales.
- *Deletéreos*. Mortífero, venenoso.
- *Detrimento*. Destrucción leve o parcial.
- *Devanador*. Que devana. Alma de madera sobre la cual se devanan las madejas.
- *Disolvente*. Sustancia líquida que disuelve o disocia a otra sustancia en una forma más elemental, y que normalmente está presente en mayor cantidad que esa otra sustancia.
- *Elongación*. Diferencia de longitud, p.e. Distancia entre el planeta y el sol
- *Escorias*. Cosas despreciables y materia de ninguna estimación.
- *Estucar*. Blanquear algo con una mezcla de yeso blanco y agua de cola.
- *Eutrofización*. Incremento de sustancias nutritivas en aguas dulces de lagos provocando un exceso de fitoplancton.
- *Fieltro*. Paño que resulta de conglomerar lana, pelo o borra.
- *Filigrano*. Señal o marca transparente que se hace en el papel al fabricarlo.
- *Fotodegradación*. Descomposición por medio de la luz.
- *Fotón*. Porción de energía, es un quantum(cuanto) de energía.
- *Glabro*. Calvo, lampiño.
- *Impacto ambiental*. Término que define la alteración favorable o desfavorable que experimenta el ambiente como resultado de la actividad humana o de la naturaleza.
- *Légamo*. Cieno, barro pegajoso//Parte arcillosa de las tierras de labor.

- *Macerar*. Significa Ablandar
- *Marga*. Sedimento rico en carbonatos.
- *Medio ambiente*. Conjunto de elementos abióticos (energía solar, suelo, agua y aire) y bióticos (organismos vivos) que integran la delgada capa de la tierra llamada biosfera, sustento y hogar de los seres vivos.
- *Mucílago*. Sustancia viscosa que existe en algunos vegetales.
- *Podredumbre*. Calidad dañosa que toman las cosas y las pudre.
- *Polimerización*. Es un proceso químico en donde se unen muchos monómeros, para formar moléculas de elevado peso molecular, denominados polímeros (del griego; poly+ meros, muchas partes). Existen polímeros naturales tales como la celulosa y las proteínas.
- *Ralentiza*. Disminuir la velocidad de un proceso.
- *Resma*. Significa conjunto de veinte manos de papel.
- *Satinado*. Dar al papel tersura y lustre.
- *Traqueidas*. Vasos conductores de la savia, cuya pared esta reforzada por un filamento dispuesto en espiral.
- *Trocear*. Significa dividir en trozos

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar Rivero Margot, Reciclamiento de basura, "Una opción ambiental comunitaria", 1ª Edición, Editorial Trillas, México, 1999, pags. 37-39, 40-42.
2. Almozar Gomar David, III Jornadas de medio ambiente, Universidad de Cádiz, España, 1998, pags. 379, 380.
3. Brown Theodore L, LeMay H. Eugene Jr., Química; la ciencia central 3ª Edición, Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, México, 1987, pags. 28, 117, 376-390, 398, 399, 401, 402, 664, 866.
4. Careaga Juan, El reciclaje en el contexto del manejo integral de los residuos sólidos, PNUMA, UNAM, 1997 México, pags. 28, 36, 122, 136, 137.
5. Casey P. James, Pulpa y papel, Química y Tecnología, 1ª Edición, Editorial Limusa, México, 1990, Volúmen I, pags. 29-33, 71-73, 151-191, 200-203, 451, 452, 589-591, 674-679.
6. Casey P. James, Pulpa y papel, Química y Tecnología, 1ª Edición, Editorial Limusa, México, 1990, Volúmen II, pags. 213, 214, 219-221, 522-526, 554-559, 594, 595, 680-682, 686-693, 705-713, 751-753, 764-773, 793-795, 856-859.
7. Casey P. James, Pulpa y papel, Química y Tecnología, 1ª Edición, Editorial Limusa, México, 1990, Volúmen III, pags. 258, 259, 457-567, 471-473, 477, 579, 580.
8. Domenech, Xavier, Química atmosférica, Obra divulgativa; incluye el estudio de la capa de ozono y la polución urbana, 1ª Edición, Editorial Miraguano, Madrid, 1991, pags. 148-169.
9. Jarabo Friedrich Fco., Elortegui Escartín Nicolás, Jarabo Lizcátegui Jenny, Fundamentos de tecnología ambiental, 1ª Edición, Editorial S.A.P.T. Publicaciones técnicas, España, 2000, pags. 102-105.
10. Kast Fremont E., Rosenzweig James E., La administración en las organizaciones "un enfoque de sistemas", 1ª Edición, Editorial Mc.Graw-Hill, México, 1979, pags. 219-251.
11. Kern Donald Q., Procesos de transferencia de calor, 9ª Impresión, Editorial Continental, S. A., México, 1974, pags. 494-505.
12. Linus Pauling, Química general, 1ª Reimpresión, Editorial Aguilar, España, 1971, pags. 110, 111, 116, 117, 250-252.

13. Mendoza Roca José Antonio, Montañés Sn. Juan Ma. T., Palomares Gimeno Antonio E., Ciencia y Tecnología del Medio Ambiente, Universidad Politécnica de Valencia, Servicio de publicaciones, Libro docente, España, 1998, pags. 120-123, 156-159.
14. Mercado H. Salvador, Administración aplicada, Teoría y práctica, 5º Reimpresión, Editorial Limusa Noriega, México, 1995, pags. 707-715, 716, 721-722, 725-727, 731.
15. Moreno E., Efectos ambientales y rechazo social de una planta de reciclaje de basuras: propuestas para su minimización, Universidad de Barcelona, Barcelona España, 1996, pags. 235-239.
16. Perry H. Robert, Green W. Don, Maloney O. James, Perry. Manual del Ingeniero Químico, 3º Edición en español, Editorial McGraw-Hill, México, 1995, Tomo I, pags. 8-81, 9-9
17. Perry H. Robert, Green W. Don, Maloney O. James, Perry. Manual del Ingeniero Químico, 3º Edición en español, Editorial McGraw-Hill, México, 1995, Tomo II, pags. 23-50, 26-40, 26-41, 26-52, 26-54, 26-56, 26-58, 26-60, 26-61, 26-70, 26-71, 26-(74, 75, 76, 77, 78).
18. Pierce James B., Química de la materia, 5º Reimpresión, publicaciones cultura, México, 1979, pags. 581, 588
19. Rakof Henry, Rose Norman C., Química orgánica fundamental, Editorial Limusa-Wiley, 1º Reimpresión., México, 1973, pags. 34, 35, 330, 541, 549, 798-802.
20. Restrepo Iván, Bernache Gerardo, Rathje William, Los demonios del consumo, "Basura y Contaminación", 1º Edición, Centro de ECODESARROLLO, México, 1991.
21. Reyes Ponce Agustín, Administración moderna, 5º Reimpresión, Editorial Limusa, 1997, México, Pags. 564-583.
22. Rivero Serrano Octavio, Ponciano Rodríguez Guadalupe, La situación ambiental en México, Programa universitario de medio ambiente UNAM, México, 1996, pags. 123-129, 133-136, 400-409, 421, 432-441, 443-445, 477-481, 487-489, 490-495
23. Uris Áurea, 101 Ideas de los genios de la administración, 2º Edición, Editorial Limusa, España, 1992, pags. 111-123, 169-172.
24. Vázquez González Alba B., César Valdez Enrique, Impacto ambiental, IMTA, Facultad de Ingeniería, División de Ing. Civil, Topográfica y Geodésica UNAM, 1º Edición, México, 1994 pags. 1, 2, 3, 34-37, 62-64, 215-227.

25. Weirich Heinz, Koontz Harold, *Administración "Una perspectiva global"*, 10 Edición, Editorial Mc.Graw-Hill, México, 1994, pags. 490-494, 501, 504-508, 510.
26. Morell Virginia, Eliot John, *National geographic en español*, Mayo 2001, pags. 32-49, 50-65
27. Zimmer Carl, *National geographic en español*, Septiembre 2001 pags. 100, 101.
28. Lange Karen, *National geographic en español*, Octubre 2001 pags. 84-89.
29. INEGI, *Estadísticas del medio ambiente*, 2000
30. SEMARNAT, *Información de Medio Ambiente*, 2001
31. <http://www.greenpeace.org>
32. <http://www.nationalgeographic.com/espanol>.
33. <http://www.discovery.com>
34. <http://www.inegi.gob.mx>
35. <http://www.semarnat.gob.mx>
36. <http://www.paperlan.com>
37. <http://www.inare.org.mx>
38. <http://www.ambinet.org/ecolind/def/html>
39. <http://www.ine.gob.mx>
40. <http://www.papelamate.com>
41. <http://www.nasa.com>
42. <http://www.nobel.se/announcement95-chemistry.html>.
43. <http://www.unesco.org>
44. <http://www.hgpapermaker.com/paper.htm>
45. *UNIVERSUM*, Museo de ciencias, UNAM