



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

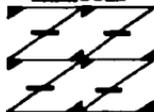
11  
2ej.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA

ESTUDIO DEL ESTADO DE LA TECNICA PARA EL  
TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA INDUSTRIA  
PETROQUIMICA

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A :  
**EUSTOLIA GARCIA LEGORRETA**

UNAM  
ZARAGOZA



LO HUMANANO ES  
DE NUESTRA REFLEXION

ASESOR: I.O. ROMAN CAMPILLO GOMEZ

OCTUBRE 1997

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

*A mis padres Alberto y Ma. de Jesús, por todo lo que me han dado, ya que gracias a su apoyo y cariño siempre he logrado cumplir satisfactoriamente mis metas que me he propuesto en cada etapa de mi vida.*

*A mis hermanos: Javier, Alberto, Lucía, Guillermina, Mercedes, Norma y Guadalupe, por la confianza que siempre me han brindado y hacer más fácil y agradable el camino.*

*A mis sobrinos: Javier, Christian, Jhonatan, Oscar, Graciela, Sarahí, Cinthia y Estefanía, por mostrarme siempre una sonrisa de aliento.*

*A Rolando, Gerardo, Oscar, Luis, Mauricio y Maricela, gracias por todo lo que me han brindado durante todo este tiempo.*

*A una persona muy especial por mostrarme su amor y cariño por seguir siempre a mi lado.*

*Al Ing. Román Campillo Gómez, mi reconocimiento y agradecimiento por su valiosa ayuda y comprensión, durante la elaboración del presente trabajo, así como al Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial en especial a: Aaide, Sandra, Laura y Verónica, muchas gracias.*

*A mis amigos: Adolfo, Alejandro, Enrique, Juan, Mónica, Angélica y Patricia, así como a todos aquellos que siempre me han brindado una amistad sincera, gracias.*

*A Isabel Ríos M. y Eduardo Vázquez J. que a lo largo del camino me dio su mano de amiga.*

*A la Fam. Vargas Espinoza, en especial a la memoria de Francisco Javier Vargas Espinosa, que siempre vivirá en mi pensamiento y en mi corazón.*

*Mi reconocimiento a todos los profesores, en especial a la "Facultad de Estudios Superiores Zaragoza", como a la Universidad Nacional Autónoma de México.*

*A Dios por estar siempre presente conmigo.*



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES \*ZARAGOZA\*  
JEFATURA DE INGENIERIA  
QUIMICA  
OF/082/014/97

**C. Eustolia García Legorreta**  
*Presente.*

**En respuesta a su solicitud de asignación de jurado para el Examen Profesional, le comunico que la Jefatura a mi cargo ha propuesto la siguiente designación:**

**Presidente: I.B.Q. Lorenzo Rojas Hernández**

**Vocal: I.Q. Román Campillo Gómez**

**Secretario: M. en C. Roberto King Díaz**

**Suplente: I.Q. Fernando Herrera Juárez**

**Suplente: I.Q. Balbina Patricia García Aguilar**

ATENTAMENTE  
"LO HUMANO EJE DE NUESTRA REFLEXION"  
México, D.F., 28 de Mayo de 1997

**Ing. Magín Enrique Juárez Villar**  
*Jefe de la Carrera*

## INDICE

		Página(s)
	Objetivo general	viii
	Objetivos particulares	ix
	Resumen	x
<b>CAPITULO 1</b>	<b>INTRODUCCION</b>	
1.	Petróleo	2
1.1.	Desarrollo histórico de la actividad petrolera	3
1.1.1	PEMEX y la protección ambiental	3
1.1.2.	Desarrollo de la gestión ambiental	3
1.2.	Petroquímica	5
1.2.1.	Etapas del desarrollo petroquímico	5
1.2.1.1.	Periodo entre las dos guerras	5
1.2.1.2.	La segunda guerra mundial	5
1.2.1.3.	Posguerra	6
1.2.1.4.	Años posteriores a 1950	6
1.2.2.	Desarrollo histórico de la petroquímica	6
1.2.3.	Aspectos principales del desarrollo de la petroquímica	8
1.2.3.1.	El problema de la materia prima: petroquímica	8
1.2.4.	Petroquímica y economía (desarrollo económico)	8
1.2.5.	Evolución y situación actual	8
1.3.	Descripción general de la actividad petrolera	9
1.3.1.	Producción primaria	9
1.3.1.1.	Explotación	10
1.3.1.2.	Explotación terrestre	10
1.3.1.3.	Explotación marina	10
1.3.2.	Transformación industrial	10
1.3.2.1.	Refinación	11
1.4.	Diagnóstico tecnológico	13
1.4.1.	Patrón especializado	13
1.5.	Competitividad	14
1.6.	Actualización de la tecnología (Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000)	14
1.7.	Estrategias generales de la política tecnológica	15
1.7.1.	Infraestructura tecnológica	16
1.8.	Políticas tecnológicas	16

	<b>Página(s)</b>
1.9.	Políticas para la promoción de la competitividad de la industria 16
1.9.1.	Fomento de integración de cadenas productivas 16
1.9.1.1.	Modernización tecnológica 17
1.9.1.2.	Promoción de calidad 18
1.10.	Integración industrial
<b>CAPITULO II</b>	<b>MEDIO AMBIENTE</b> 19
1.	Medio ambiente 20
1.2.	Contaminación de la biósfera 22
2.2.	Agua en la industria 22
2.3.	Acondicionamiento de las aguas industriales 23
2.3.1.	Reutilización y recirculación 23
2.3.1.1.	La reutilización 23
2.3.1.2.	La recirculación 23
2.4.	Tratamiento de efluentes industriales 24
2.5.	Factores específicos de contaminación 24
2.6.	Características de efluentes a tratar 25
2.6.1.	Tipo de efluente a tratar 25
2.7.	Industria petroquímica 25
2.8.	Principales fuentes de contaminación 26
2.8.1.	En la producción 26
2.8.2.	En el transporte 27
2.8.3.	En el refino 27
<b>CAPITULO III</b>	<b>CONDUCTAS ALTERNATIVAS</b> 28
1.	Conductas alternativas 29
3.1.	Identificación de los impactos de los procesos productivos de la actividad petrolera 32
3.1.1.	Industria petroquímica 32
3.1.1.1.	Impacto al medio físico 32
3.1.1.1.1.	Aire 32
3.1.1.1.2.	Agua 33
3.1.1.1.3.	Suelo 33
3.1.1.2.	Impactos al medio biótico 34
3.1.1.2.1.	Flora terrestre 34
3.1.1.2.2.	Fauna terrestre 34
3.1.1.2.3.	Flora acuática 34

	Página(s)
3.1.1.2.4. Fauna acuática	34
3.2. Análisis de las conductas alternativas	35
3.2.1. Metodología de análisis	35
3.3. Fundamentación de la propuesta de las conductas alternativas	36
3.4. Políticas ambientales para el subsector petrolero	40
<b>CAPITULO IV</b>	<b>ESTADO DE LA TECNICA</b>
1. Selección tecnológica	42
4.2. Tecnologías a nivel internacional para el tratamiento de efluentes	43
4.3. Tecnologías de tratamiento para efluentes peligrosos	45
4.3.1. Tratamiento físico	46
4.3.1.1. Separación por gravedad	48
4.3.1.1.1. Cambiador de gravedad tipo API	49
4.3.1.1.2. Separadores o interceptores de placas corrugadas (CPI)	49
4.3.1.2. Flotación por aire	50
4.3.1.2.1. Sistema de flotación con aire disuelto (DAF)	51
4.3.1.2.2. Sistema de flotación con aire inducido (IAF)	51
4.3.1.3. Coalescencia de aceites	51
4.3.1.4. Evaporación	52
4.3.1.5. Filtración	52
4.3.1.6. Adsorción con carbón activado.	53
4.3.1.7. Remoción con aire/vapor	55
4.3.1.8. Extracción líquido-líquido	56
4.3.1.9. Osmosis y osmosis inversa	57
4.3.2. Tratamiento químico	59
4.3.2.1. Precipitación química	60
4.3.2.2. Recuperación electrolítica	61
4.3.2.3. Intercambio iónico	61
4.3.2.3.1. Ablandamiento o suavización	62
4.3.2.3.2. Ablandamiento con zeolitas	62
4.3.2.3.3. Desionización y desmineralización	63
4.3.2.3.4. Oxidación y reducción química	64
4.3.3. Tratamiento térmico	65
4.3.3.1. Oxidación con aire húmedo	66
4.3.3.2. Oxidación supercrítica	66
4.3.3.3. Incineración o inyección líquida	66

	<b>Página(s)</b>	
4.3.4.	Tratamiento biológico	66
4.3.4.1.	Lodos activados	68
4.3.4.2.	Estanque de estabilización o lagunas aereadas	68
4.3.4.3.	Reactores de película fija	69
4.3.4.4.	Degradación anaerobia	70
4.4.	Estado de la técnica	71
4.4.1.	Otros procesos tecnológicos	71
4.5.	Tratamiento de efluentes para refinería	74
4.5.1.	Predeacetado	74
4.5.2.	Desacetado de efluentes en refinería	75
4.5.3.	Eliminación de sulfuros	75
4.5.4.	Depuración biológica	75
4.5.5.	Tratamientos terciarios	76
4.5.6.	Tratamiento de los fangos	76
4.6.	Fuentes de efluentes contaminantes	76
4.7.	Efluentes producidos por unidades de proceso	77
4.7.1.	Destilación primaria	77
4.7.2.	Aceite pesado de destilación al vacío	78
4.7.3.	Desintegración catalítica (FCC)	78
4.8.	Tratamiento y disposición	78
<b>CAPITULO V</b>	<b>PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS</b>	<b>79</b>
5.	Presentación y análisis de resultados	80
5.1.	Metodología	80
5.1.1.	Información de patentes	80
5.1.1.1.	Consulta de documentos para realizar la estrategia de búsqueda	82
5.1.1.2.	Fuentes de información	83
5.1.1.3.	Estrategia de búsqueda de patentes	83
5.1.1.3.1	La clasificación internacional de patentes	83
5.1.1.3.2.	Estructura	84
5.2.	Análisis	85
5.2.1.	Análisis: tratamiento físico	86
5.2.2.	Análisis: Tratamiento químico	89
5.2.3.	Análisis: Tratamiento Térmico	92
5.2.4.	Análisis: Tratamiento Biológico	92
<b>CAPITULO VI</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>98</b>
	Conclusiones	99
<b>BIBLIOGRAFIA</b>		<b>101</b>
	Bibliografía	102
<b>ANEXOS</b>		<b>105</b>

## INDICE DE FIGURAS

		Página(s)
Figura N° 1	Ubicación de los centros petroquímicos	30
Figura N° 2	Cambiador de Gravedad tipo API.	49
Figura N° 3	Separador o intercolector de placas corrugadas tipo CPI	50
Figura N° 4	Métodos de separación por gravedad empleando aire Flotación con aire disuelto (DAF).	51
Figura N° 5	Métodos de separación por gravedad empleando aire Flotación inducida con aire (IAF).	52
Figura N° 6	Sistemas para remover contaminantes por adsorción, con carbón activado en polvo: Reactor intermitente (Batch).	53
Figura N° 7	Sistemas para remover contaminantes por adsorción, con carbón activado en polvo Reactor de flujo continuo con agitación completa	54
Figura N° 8	Sistemas para remover contaminantes por adsorción con carbón activado granulado Columnas adsorbedoras	54
Figura N° 9	Sistemas para remover contaminantes por adsorción, con carbón activado granulado Reactor de lecho fluidizado	55
Figura N° 10	Sistema de remoción con vapor o aire	56
Figura N° 11	Remoción de contaminantes mediante un Sistema de Extracción líquido-líquido	57
Figura N° 12	Sistema de ósmosis, empleado para concentrar residuos y recuperar el agua purificada y/o los compuestos contaminantes presentes	58
Figura N° 13	Sistema de ósmosis inversa empleados para concentrar residuos y recuperar el agua purificada y/o los compuestos contaminantes presentes	58
Figura N° 14	Sistema de tratamiento precipitación química	61
Figura N° 15	Esquematzación del proceso de recuperación electrolytica	62
Figura N° 16	Sistema de intercambio iónico, en aguas residuales	63
Figura N° 17	Proceso de desmineralización de Agua residual	64
Figura N° 18	Proceso de degradación biológico de residuos, mediante el sistema de lodos activados	68
Figura N° 19	Sistema de tratamiento biológico mediante una laguna aerada	69
Figura N° 20	Proceso de biodegradación con un sistema de filtración por goteo.	70

## INDICE DE TABLAS

		Página(s)
Tabla N° 1	Factores específicos de contaminación.	24
Tabla N° 2	Conductas alternativas.	31
Tabla N° 3	Fundamentación de las conductas alternativas.	38
Tabla N° 4	Políticas para el sector petrolero.	40
Tabla N° 5	Tratamientos físicos, químicos, biológicos y térmicos.	46
Tabla N° 6	Tratamiento físicos para efluentes.	47
Tabla N° 7	Tratamiento químicos para efluentes.	59
Tabla N° 8	Tratamiento térmicos para efluentes.	65
Tabla N° 9	Tratamiento biológicos para efluentes.	67
Tabla N° 10	Clasificación de las tecnologías para el tratamiento de algunos sistemas de efluentes.	72
Tabla N° 11	Tecnología y origen.	73
Tabla N° 12	Fuentes y características.	77
Tabla N° 13	Fuentes de información	83

## INDICE DE DIAGRAMAS

		Página(s)
Diagrama N° 1	Flujo del proceso para seleccionar los niveles de tecnología más apropiados para el tratamiento de efluentes.	44
Diagrama N° 2	Esquema básico de la investigación bibliográfica	85

## INDICE DE GRAFICAS

		Página(s)
Gráfica N° 1	Tratamiento físico: Nacional	87
Gráfica N° 2	Tratamiento físico: Internacional	88
Gráfica N° 3	Tratamiento químico: Nacional.	90
Gráfica N° 4	Tratamiento químico: Internacional	91
Gráfica N° 5	Tratamiento térmico: Nacional	93
Gráfica N° 6	Tratamiento térmico: Internacional	94
Gráfica N° 7	Tratamiento biológico: Nacional	95
Gráfica N° 8	Tratamiento biológico: Internacional	98

## **OBJETIVO.**

**Presentar una metodología de trabajo para la determinación del grado de avance tecnológico en una área específica, llamada "el estado de la técnica", como base para la toma de decisiones en la selección de alternativas tecnológicas.**

### **OBJETIVOS PARTICULARES.**

- Analizar la política nacional en materia de efluentes.
- Determinar la evolución histórica de la tecnología.
- Determinar cuales son las técnicas maduras y de punta para el tratamiento de efluentes.
- Posicionar la técnica empleada en México en el campo internacional.
- Determinar las líneas de investigación más recientes.

## RESUMEN

En los recientes años, la industria petroquímica ha tenido gran importancia en relación con el tratamiento de efluentes que son generados día con día.

La falta de tratamiento de los efluentes lleva consigo la contaminación de ríos, lagos y mares, ya que el agua generalmente es empleada nuevamente como una recirculación.

Los métodos de tratamiento, conforme han ido transcurriendo los años, van mejorando para dar una mejor calidad de agua tratada, ya que para reutilizarla nuevamente dependiendo de su calidad, se pueda seleccionar.

A principios de siglo se generaron técnicas y procesos, cuya característica fundamental es la de acelerar los procesos naturales de purificación en varias órdenes de magnitud, a todas ellas se les denomina tratamiento de efluentes. Dentro de esta disciplina, se hace uso de tratamientos térmicos, físicos, químicos y biológicos.

La selección de una técnica, va a depender de la procedencia del efluente, ya que éste tendrá diferentes características; ésto es, la cantidad y el tipo de contaminante que varía de un efluente a otro, es decir:

- Si contiene contaminantes volátiles se tienen los procesos de evaporación, absorción con carbón activado, extracción líquido-líquido, y ósmosis inversa.
- Si contiene sólidos o gotas de aceite suspendidos, dependiendo del tamaño de estos pueden emplearse técnicas como la sedimentación, filtración, coagulación, flotación con aire o coalescencia.
- Si son metales los cuales se desean recuperar, se tienen los métodos de precipitación química, recuperación electrolítica, intercambio iónico y ósmosis inversa.
- Si hay compuestos inorgánicos y orgánicos disueltos en bajas concentraciones se tienen los procesos de precipitación química, intercambio iónico, oxidación y reducción química, lodos activados, lagunas aeradas, tanques de estabilización, filtros por goteo, reactores de película y degradación anaerobia.

Para llevar a cabo la selección de la técnica y tecnología más apropiada se debe caracterizar el efluente basándose en sus parámetros orgánicos, físicos, químicos y biológicos, de tal manera que se tengan identificados y cuantificados cada uno de los compuestos contaminantes.

De lo anterior, la nueva política tecnológica debe partir de un diagnóstico objetivo de la situación actual. La política debe coadyuvar a que México se beneficie de la economía basada en el conocimiento. Debe promover un mejor uso de los recursos naturales y alentar métodos de producción ecológicamente propicios en la agricultura, la industria, y los servicios, para evitar la degradación ambiental que típicamente ha acompañado los procesos de crecimiento. Asimismo, habrá de proporcionar la adopción de tecnologías de vanguardia en ciertos campos en que el retraso de nuestro país es evidente y en los cuales, por lo mismo, se pueden obviar etapas que otros países han debido pasar.

Es por ello que verificar el grado de avance de la tecnología sirve como una base para determinar y seleccionar las diferentes alternativas tecnológicas

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

## 1. PETROLEO

"Petróleo" es un término generalmente usado para describir una amplia variedad de sustancias de origen vegetal, animal y mineral. Se puede describir como un líquido aceitoso, de color oscuro, con olor característico, más ligero que el agua, constituido por una mezcla de hidrocarburos líquidos naturales que se encuentran generalmente almacenados en las rocas.

El petróleo pertenece a un grupo de sustancias bituminosas muy abundantes en la naturaleza, presentes en variadas formas, recibiendo diferentes denominaciones: petróleo bruto o crudo, aceite de piedra, nafta, asfalto, etc

Los hidrocarburos son los compuestos orgánicos más abundantes en el planeta, mismos que de acuerdo a la estructura de sus átomos pueden ser subdivididos en alquenos, alcanos, aromáticos y naftenos, entre otros.

Otros componentes del petróleo son los heteroatómicos de nitrógeno, azufre y oxígeno los cuales sustituyen algún átomo de carbono. También se encuentran metales, como el vanadio, níquel y hierro.

Los "crudos" son mezclas complejas y variables de hidrocarburos de diferente peso y estructura molecular que pueden contener cientos de compuestos. Los petróleos crudos originados en diferentes partes del mundo varían considerablemente en sus propiedades físicas y químicas.

De las diferentes hipótesis acerca del origen del petróleo, la más verosímil parece ser la que atribuye su origen a la transformación de sustancias optimamente activas. La formación de un yacimiento comprende las siguientes fases:

1. Genesis de hidrocarburos en el interior de las rocas madres
2. Migración primaria del petróleo originado en la fase anterior denominados rocas de almacenamiento.
3. Migración secundaria dentro de la roca de almacenamiento, hasta alcanzar las condiciones adecuadas para su acumulación en las denominadas trampas petrolíferas, que impiden su dispersión. En ocasiones, los yacimientos subterráneos presentan manifestaciones superficiales, como emanaciones gaseosas y acumulaciones de asfalto.

Esas diferencias son de gran importancia en relación con su comportamiento en el medio

## **1.1. DESARROLLO HISTORICO DE LA ACTIVIDAD PETROLERA EN MEXICO.**

Petróleos Mexicanos. PEMEX es un Organismo Público Decentralizado del Gobierno Federal, creado mediante Decreto Presidencial del 7 de junio de 1938. Es una de las empresas más importantes del país en el ámbito industrial, con una amplia gama de atribuciones, lo que ha provocado que sus actividades se regulen en ciertas normas jurídicas específicas, dispuestas en multitud de ordenamientos que han ido variando y ampliándose a través del tiempo.

PEMEX concretiza la política del Congreso Constituyente de 1917 al explorar soberanamente los hidrocarburos como parte del patrimonio de la Nación. En el largo camino recorrido desde la expropiación petrolera hasta el México actual, se han manejado diversas prioridades para el desarrollo integral de la actividad en función de las realidades de las diferentes etapas de desenvolvimiento histórico del país.

### **1.1.1. PEMEX y la protección ambiental.**

La variación de las prioridades establecidas por PEMEX para su desarrollo se ha visto reflejada en la política interna de protección ambiental, por lo que sus efectos también han variado históricamente. En contraste con el importante avance tecnológico de la empresa, reconocido internacionalmente, la atención a los problemas ambientales rezaga tanto en prioridades como en su desarrollo tecnológico. Es decir, conforme el tiempo ha ido pasando, se observan algunas diferencias con lo que respecta al nivel tecnológico y ambiental.

En la medida que PEMEX ha aumentado sus actividades, la sociedad ha tomado conciencia de los impactos a los recursos naturales y ambientales en general, por lo que la incorporación de la dimensión ambiental en la gestión de la actividad petrolera se ha convertido en una insistente demanda social.

La gestión ambiental representa para PEMEX un doble compromiso, por un lado aprovechar el recurso del petróleo de acuerdo al mercado generador de divisas y a las demandas internas de energéticos, y por otro, la responsabilidad que implica, en un estado de derecho ambiental mexicano.

### **1.1.2. Desarrollo de la gestión ambiental de PEMEX.**

Las bases legales que a partir de 1917 han regulado la apropiación y el uso de los recursos naturales, así como la protección ambiental, tienen como sustento, entre otros, los artículos 27, 73, y 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Con dicho fundamento, a partir de la década de los 30's, el legislativo promulgó leyes, reglamentos, decretos y acuerdos relacionados entre la sociedad mexicana, su entorno y sus recursos.

Los primeros avances jurídicos normaron aspectos concretos del Ambiente, pero desvinculados entre sí.

Bajo este esquema, el enfoque sectorial de dicha reglamentación, las competencias administrativas eran de carácter compartido. Por otra parte, los impactos ambientales aparentemente no fueron de gran envergadura y las necesidades socioeconómicas eran más apremiantes. PEMEX asumió responsabilidades básicamente con sus trabajadores, creando la Comisión Mixta de Normas y Seguridad Industrial.

En la década de los 70's el descubrimiento de grandes yacimientos, aceleró el crecimiento explosivo de la industria petrolera y las exportaciones tanto de crudos como de subproductos, lo que trajo consigo repercusiones ambientales aún más considerables.

Los acelerados procesos de crecimiento en el país alentaron a la sociedad civil y a sus representantes. Se expide entonces, el 23 de Marzo de 1971, la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, circunscrita a la regulación de los efectos de la contaminación.

En 1972, se creó la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente para atender preponderantemente los efectos de la contaminación sobre la salud humana, y dar cumplimiento a los acuerdos de la Organización de Naciones Unidas a este respecto.

El 22 de diciembre de 1981 se publica la Ley Federal de Protección al Ambiente donde se demanda la colaboración de diversas instancias al incluir aspectos de educación y difusión y buscar una mayor congruencia con la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Si bien continuó con énfasis sobre la contaminación, se constituyó en la primera ley marco en la materia.

Como respuesta, PEMEX modificó su estructura normativa y operativa a nivel de Subgerencia de Protección Ambiental, lo que amplió su marco de actuación, incrementando además sus recursos y funciones considerablemente. A partir de 1987 las actividades de gestión ambiental encomendadas a la Gerencia de Protección Ambiental se integraron a la Coordinación Ejecutiva para el Desarrollo de Zonas Petroleras.

Esta medida representó un notable avance en la concepción y atención integral de la problemática ambiental, reconociendo que las variables socio-económicas son parte fundamental de la gestión ambiental y viceversa. La actividad petrolera se concibe entonces como un detonador del desarrollo regional, por lo tanto se asocia a todas las potencialidades y limitaciones sociales, económicas y ecológicas de las diferentes regiones.

En 1982, al crear la Subsecretaría de Ecología, se formuló un Programa Nacional de Ecología en el marco del Sistema Nacional de Planeación, que enfatiza sobre las vinculaciones intersectoriales y desarrollo regional, en donde la ecología cobra mayor importancia.

Se conjuntaron en una sola gestión la preservación y el aprovechamiento de los recursos naturales y el mejoramiento del ambiente y se reconoce a la variable

ambiental como la base material y objetivo de calidad de vida para el desarrollo nacional.

En 1983, el Congreso de la Unión aprueba la Ley General de Equilibrio Ecológico de la que se deriven adecuadamente la nueva reglamentación establecida para las condiciones sociales y económicas, entre otras

## **1.2. PETROQUIMICA.**

La petroquímica es una rama de la gran industria química que utiliza como materias primas productos derivados del petróleo o del gas natural.

En el área de la petroquímica básica, cada proceso en particular presenta características específicas. En general se puede señalar que todos incluyen los procesos y operaciones unitarias de la ingeniería química: reactores sencillos y catalíticos; destilación, extracción, cristalización, absorción, adsorción, transferencia de calor, movimiento de fluidos, etc., requiriendo servicios de apoyo para su operación.

### **1.2.1. Etapas del Desarrollo Petroquímico.**

La historia de la petroquímica se divide en cuatro grandes periodos, que se caracterizan simultáneamente por la naturaleza de las fabricaciones

#### **1.2.1.1. Período entre las dos guerras.**

En el año de 1920 la única industria petroquímica del mundo consistía en la producción del negro de humo, dentro de ese periodo se establecieron las bases del gran desarrollo que pronto alcanzaría la petroquímica. Sin embargo en todo el mundo, de los años comprendidos entre 1920 y 1940, la química del carbón estaba en pleno auge y podría satisfacer cada vez mayores, los requerimientos, de productos orgánicos y de amoníaco. En vísperas de la guerra, la carboquímica alemana abarcaba ya la mayor parte de los sectores que la química americana industrializaría después de 1940, mediante el empleo del petróleo o del gas natural como materias primas.

#### **1.2.1.2. La segunda guerra mundial.**

A consecuencia de la guerra, y especialmente después del año de 1942, en los Estados Unidos se aceleró mucho el ritmo de desarrollo de la petroquímica. El aumento brusco de pedidos de muchos productos indispensables para el esfuerzo bélico (caucho, explosivos, solventes, etc.), fué una de las causas principales en el

desarrollo. La materia prima requerida por un aumento considerable de producción podía obtenerse más rápidamente con las industrias del petróleo y del gas natural que con la carbonización de la hulla. A menudo los procedimientos existían ya, habían sido perfeccionados algunos años o algunos meses anteriores, pero se aplicaban tan sólo en una escala semi-industrial. La intervención gubernamental permitió acortar los plazos normales necesarios para alcanzar una producción en masa, confiando al Estado mismo la construcción y explotación de las nuevas fábricas o bien asegurando un mercado abundante a los productores.

#### **1.2.1.3. Postguerra.**

Después de la guerra, la petroquímica americana siguió progresando, pero con un ritmo más lento que en el período anterior. Esta inestabilidad se reproduce en Europa, donde inmediatamente después de la guerra se elaboraron planes para desarrollar una industria petroquímica, de lo cual ninguna fábrica comenzó a funcionar antes de los fines de 1949. El problema era más complejo en Europa que en los Estados Unidos, la necesidad de reconstruir (especialmente las refinerías) antes de desarrollar, era en muchos países europeos, un factor de retraso desconocido en América del Norte.

#### **1.2.1.4. Años posteriores a 1950.**

La estabilización económica, el armisticio, la guerra de Corea y en Europa Occidental, al final de la reconstrucción industrial, pusieron fin a esta incertidumbre y falta de decisión. En los Estados Unidos en el año de 1950 se inicia el gran desarrollo de la petroquímica.

En los años posteriores a 1950 la petroquímica empieza a surgir también en algunos países subdesarrollados.

### **1.2.2. Desarrollo Histórico de la Petroquímica en México (Marco Legal).**

En primera instancia se fundamenta por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917, la cual en su artículo 27 (así como en el decreto de expropiación petrolera), establece que todas las materias relacionadas con el petróleo son propiedad de la Nación, señala entre otras consideraciones, que el dominio directo del problema y en todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos y gaseosos corresponden a la Nación, siendo este dominio inalienable e imprescriptible. También apunta que la explotación, uso o aprovechamiento de estos recursos por particulares o sociedades constituidas conforme a la legislación mexicana, no podrá efectuarse sino

mediante concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal, acorde a las reglas y condiciones que establezcan las leyes.

Para establecer las reglas básicas del desarrollo de la industria petroquímica, el Gobierno Federal decidió dedicar atención especial a esta actividad industrial, promulgándose en noviembre de 1958 la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, reservándose el Estado, la producción de petroquímicos básicos y creando una comisión intersecretarial para analizar los proyectos.

Se emitieron varias disposiciones que regulaban en específico esta actividad hasta la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo en Materia de Petroquímica el 9 de febrero de 1971, actualmente en vigencia, la cual derogó los anteriores ordenamientos estableciendo lineamientos de carácter general, entre los que destacan:

1. La industria petroquímica consiste en la realización de procesos químicos y físicos para la elaboración de compuestos a partir, total o parcialmente, de la transformación del petróleo, gas y sus derivados
2. Delimita claramente que el campo de acción de la petroquímica está reservado a la Nación
3. Da vida jurídica a la Comisión Petroquímica Mexicana cuyo objetivo es el de promover un desarrollo armónico de la industria petroquímica nacional, supervisando su apego a las disposiciones normativas contenidas en la legislación correspondiente y su atención a los lineamientos señalados en los planes y programas del Estado en ejercicio de sus atribuciones como órgano auxiliar técnico consultivo en materia de petroquímica, de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal

Una de las principales propuestas que se tienen contempladas dentro del plan nacional de desarrollo (1995-2000) es una estrategia para promover el uso eficiente y el aprovechamiento productivo de los recursos. Ello implica estimular el uso productivo de la mano de obra, una profunda desregularización, un impulso sin precedente a la actualización tecnológica y la capacitación laboral, y la formulación y ejecución de políticas sectoriales pertinentes.

El plan propone adoptar políticas claras para detener el deterioro ecológico, así como estimular la inversión en infraestructura y la actualización y difusión de tecnologías limpias, y velar por el cumplimiento de las normas de protección ambiental.

### **1.2.3. Aspectos principales del Desarrollo de la Petroquímica.**

#### **1.2.3.1. El problema de la materia prima: petroquímica.**

La petroquímica obtiene su materia prima de dos fuentes distintas:

- 1. La refinación del petróleo.** En la industria química de los derivados del petróleo se utilizan subproductos de una industria bien determinada, cuyo principal objeto es fabricar combustibles líquidos y lubricantes. Las fábricas de derivados químicos del petróleo pueden estar situadas cerca de los yacimientos, si la refinería tiene lugar allí mismo. La naturaleza y cantidad de subproductos del petróleo disponibles para la industria petroquímica no depende de las características geológicas sino del tipo de operaciones realizadas por las refinerías y su capacidad de tratamiento, es decir de factores puramente técnicos y económicos. Por lo tanto una fabricación de productos petroquímicos, al fijar la naturaleza y el volumen de su producción, debe tener en cuenta no solamente las posibilidades de su propio mercado sino también las posibilidades de sus proveedores. A menudo la empresa química y la sociedad petrolera establecen convenios para determinar la cantidad y calidad precisa de materia prima que será suministrada.
- 2. Del gas natural.** Cuando la industria química fabrica derivados del gas natural, no utiliza un subproducto sino una materia prima bruta. La forma económica de transportar gases es por medio de gasoductos; por consiguiente, las fábricas químicas que utilizan dicha materia prima están situadas cerca de los yacimientos o bien en el recorrido de esos gasoductos.

La petroquímica debe su propia existencia a una evolución técnica, que si bien en condiciones muy distintas según se trate de gas natural o subproductos de refinación, ha puesto a disposición de la industria química nuevas materias primas.

### **1.2.4. Petroquímica y Economía (Desarrollo Económico)**

La industria petroquímica mantiene un lugar prioritario y representa uno de los factores que influyen en mayor medida a nuestro crecimiento, en razón de su impacto en sectores tan diversos como agrícola, textil, automotriz, construcción y en las posibilidades que ofrecen sus productos para satisfacer requerimientos cada vez más diversos y complejos.

### **1.2.5. Evolución y Situación Actual.**

La industria petroquímica nacional fincó su desarrollo al final de los años cincuenta e inicio de los sesenta y fue concebida principalmente para satisfacer la demanda del

mercado interno y basada en la sustitución de importaciones de productos petroquímicos.

Esta industria se ha constituido por empresas elaboradoras de productos químicos derivados de la transformación de los hidrocarburos del petróleo y del gas natural mediante procesos físicos y químicos.

Debido a la gran variedad de productos que genera, ésta es una de las actividades productivas que ha tenido mayor relación intersectorial y de mercados con las demás ramas de la actividad económica, por lo que su desarrollo ha estado ligado íntimamente a la economía nacional.

El aprovechamiento de la petroquímica básica se debe a la existencia de plantas en fase de arranque o ampliaciones, a la operación de plantas de capacidades pequeñas en mercados muy divididos; al abastecimiento insuficiente e irregular de materias primas, y a la falta de concurrencia de las empresas en los mercados internacionales.

### **1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD PETROLERA.**

De acuerdo a las actividades de la industria petrolera, esta puede ser dividida en dos grandes grupos:

- 1° **Producción primaria:** que incluye las áreas de exploración y explotación, y donde las áreas productoras de cada zona se dividen en distritos, éstos a su vez en campos y estos en pozos.
- 2° **Transformación industrial:** que abarca refinación, petroquímica (básica y secundaria) y movimiento de productos.

#### **1.3.1. Producción primaria.**

Cuando se buscan hidrocarburos, uno de los pasos iniciales para localizar las estructuras que los poseen, es utilizar métodos geológicos, topográficos y geofísicos que permitan conocer la estructura de la roca subyacente.

En la actualidad las principales herramientas de prospección petrolera son los estudios geofísicos.

La prospección petrolera requiere de estudios geológicos de campo a fin de identificar condiciones y estructuras adecuadas para la contención de gas y de aceite, así como el análisis de fósiles superficiales que permitan dotar al sistema geológico; posteriormente a los estudios señalados.

#### **1.3.1.1. Explotación.**

La explotación de un campo petrolero terrestre o marino (en la plataforma continental) se lleva a cabo mediante la perforación, terminación y operación de pozos.

#### **1.3.1.2. Explotación terrestre.**

La fase de perforación exploratoria es seguida de pruebas para evaluar el prospecto. Una vez que éste ha sido localizado, comienza la fase de perforación de desarrollo e instalación de equipos superficiales de separación, bombeo y compresión.

Los pozos petroleros comúnmente producen una mezcla de gas y aceite, la cual requiere ser separada; para ello se instalan baterías de separación. Los separadores consisten principalmente, en tanques que, mediante la reducción de la presión y la fuerza centrífuga o barreras físicas, separan la fase líquida-aceite de la gaseosa.

El gas obtenido se trata mediante el proceso de endulzamiento para reducir su corrosividad, comprimiéndolo y enviándolo por gasoductos a las plantas petroquímicas o a los usuarios directos o, bien, se utilizan en el propio campo o se quema para aliviar presiones.

#### **1.3.1.3. Explotación marina.**

En el caso de explotación costa afuera es necesario considerar las diversas instalaciones (plataformas) requeridas para ello; en general, se clasifican en plataformas de perforación, de producción, de compresión y enlace.

Las plataformas de perforación son aquellas en las que se instala el equipo de perforación a fin de llevar a cabo la instalación de plataformas de un número dado de pozos direccionales; las de producción se utilizan para separar el crudo, el gas y el agua, enviando a tierra por ductos separados el aceite y el gas, tratando el agua por separado para poder tirarla al mar sin crear contaminación; las plataformas de compresión, como su nombre lo indica, se utilizan para comprimir el gas, deshidratándolo y en su caso, reutilizarlo en servicios de las propias plataformas, endulzándolo; por último, las plataformas de enlace.

#### **1.3.2. Transformación industrial.**

El rubro de transformación industrial tiene una operación sumamente compleja que permite obtener, a partir del petróleo crudo, una amplia variedad de productos comerciales tales como: combustibles, lubricantes y materias primas para la petroquímica básica.

Los procesos de transformación se dividen en tres grupos principales:

1. Destilación del petróleo crudo para obtener distintos condensados como gas licuado, gasolina, kerosinas o combustibles diesel.
2. Proceso de desintegración en los cuales se utilizan los residuos de la destilación, y se obtienen lubricantes básicos que con diferentes aditivos forman los lubricantes y las parafinas comerciales.
3. Purificación, en la cual se eliminan los compuestos que imparten propiedades indeseables a los productos, como son los derivados de azufre.

Para el desarrollo de estos procesos se cuenta con plantas primarias endulzadoras de gas, líquidos, crogénicas, destiladores, fraccionadoras, etc. La transformación industrial incluye dos áreas principales:

- 1° Refinación y
- 2° petroquímica.

#### 1.3.2.1. Refinación.

La refinación involucra preferentemente procesos físicos para la separación de los diversos componentes del crudo.

Los procesos utilizados se pueden agrupar en dos conjuntos: uno relativo al tratamiento y obtención del gas natural o gas licuado de petróleo (LP), y el segundo, correspondiente a la separación de los componentes del crudo

En el primer caso, los pasos o procesos fundamentales son la separación, el endulzamiento, la deshidratación y la absorción de los hidrocarburos condensables presentes.

El endulzamiento del gas busca eliminar las gases ácidos, como el ácido sulfhídrico y el dióxido de carbono, presentes en el gas natural; normalmente consiste en la absorción del ácido sulfhídrico en soluciones de etanolaminas y del dióxido de carbono en soluciones alcalinas.

La deshidratación, cuyo objeto es eliminar el agua presente en el gas, se logra generalmente por acción de trietilenglicol y la absorción de hidrocarburos condensables se efectúa mediante el uso de un aceite en el cual se solubiliza.

El gas natural purificado se envía por gasoducto a los centros de consumo como combustibles o como materia prima petroquímica.

En el caso del gas licuado de petróleo, su obtención inicial proviene de la destilación atmosférica del crudo, pudiendo requerir un tratamiento similar al descrito para el gas natural.

Los procesos utilizados en la refinación del crudo incluyen, a su vez, la deshidratación y la desalación del aceite y su refinación mediante procesos físicos como la

**destilación, cristalización, extracción con solventes, adsorción y absorción; y procesos químicos como desintegración térmica o catalítica y reestructuración molecular.**

**Todos estos procesos se integran para conformar una refinería, considerando tanto la calidad de los crudos por tratar como los productos a obtener, sin embargo los procesos fundamentales básicos son:**

- **Destilación atmosférica:** proceso en el cual por medio de calor, el crudo se somete a ebullición a efecto de vaporizar los componentes más volátiles; posteriormente éstos se condensan a diferentes temperaturas con lo cual se obtienen fracciones líquidas de diferentes composiciones: generalmente gas L.P. gasolinas, kerosinas, diesel y residuo
- **Destilación al vacío:** proceso similar al anterior y en el cual al mantener reducida la presión, se evapora posteriormente se condensan los componentes menos volátiles: diesel pesado, cortes laterales destilados para lubricantes y asfalto
- **Desintegración catalítica:** los cortes laterales de la destilación al vacío se someten a reacciones catalíticas que rompen las moléculas en forma selectiva transformándolas en productos livianos
- **Desintegración térmica:** proceso por medio del cual aplicando simultáneamente temperaturas y presiones elevadas, se logra romper las moléculas de los residuos pesados obteniéndose productos ligeros
- **Reformación catalítica:** este proceso permite, mediante la reacción de ruptura de moléculas largas, isomerización, ciclización y deshidrogenación, modificar la estructura de las moléculas alimentadas, generalmente gasolina, en moléculas con propiedades mejoradas como gasolinas de alto octanaje
- **Desulfuración:** siendo el azufre un elemento que provoca características indeseables en los diversos productos se requiere eliminarlo, lo cual generalmente se logra por reacciones con hidrógeno en presencia de un catalizador, formándose ácido, posteriormente se extrae para alimentar las plantas de recuperación de azufre

**En la extracción con solventes se utilizan solventes selectivos para la separación de componentes de interés, los cuales se recuperan posteriormente por destilación o cristalización**

**Todas las corrientes de ácido sulfhídrico procedentes de los procesos de endulzamiento o desulfuración, se someten a un proceso de oxidación (Claus) a efecto de obtener el azufre elemental.**

**En general los procesos, tanto de refinación como de petroquímica, exigen instalaciones industriales, las cuales en el caso de las refinerías y petroquímica básica normalmente son complejas y de gran magnitud.**

Adicionalmente, la operación de una refinería requiere diversos servicios generales tales como la generación de vapor, de electricidad, tratamiento de agua de alimentación, de enfriamiento, de vacío, etc.

#### 1.4. DIAGNOSTICO TECNOLÓGICO.

Al llevar a cabo un diagnóstico tecnológico de un sector industrial tan complejo e interdependiente como el petroquímico surge un conjunto amplio de consideraciones:

##### 1.4.1. Patrón Especializado.

En este análisis se considera como industria petroquímica a la industria de productos básicos, es decir, a los derivados directos de compuestos naturales del petróleo.

La característica fundamental de la industria petroquímica es su integración lineal en largas cadenas productivas siendo los productos petroquímicos básicos desarrollados en la industria del petróleo, los siguientes:

- |                  |                            |                            |
|------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1. Acetaldehído  | 2. Acetonitrilo            | 3. Acrilonitrilo.          |
| 4. Alfaolefinas  | 5. Amoniaco.               | 6. Benceno                 |
| 7. Butadieno     | 8. Ciclohexano.            | 9. Cloruro de Vinilo       |
| 10. Cumeno       | 11. Dicloroetano           | 12. Dodecibenceno.         |
| 13. Estireno     | 14. Etano                  | 15. Eter-Metil-Terbutílico |
| 16. Etilbenceno. | 17. Etileno.               | 18. Heptano                |
| 19. Hexano.      | 20. Isopropanol.           | 21. Negro de humo.         |
| 22. Metanol.     | 23. N-Parafinas.           | 24. Olefinas.              |
| 25. Ortóxileno   | 26. Oxido de Etilo.        | 27. Paraxileno.            |
| 28. Pentano      | 29. Polietileno A. D.      | 30. Polietileno B. D.      |
| 31. Propileno    | 32. Tetrámero de propileno | 33. Tolueno.               |
| 34. Xileno.      |                            |                            |

La integración de la industria petroquímica moderna depende de un número relativamente reducido de productos petroquímicos básicos fundamentales, ya que de ellos se derivan la gran mayoría de los productos intermedios y finales que requiere la industria actual, entre estos petroquímicos básicos, obtenidos directamente del fraccionamiento del crudo o del gas natural, destacan los siguientes:

- Amoniaco.
- Butadieno.
- Metanol.
- Tolueno.
- Benceno.
- Etileno.
- Propileno.
- Xilenos.

Los productos mencionados, amoniaco y metanol, se obtienen a partir del gas de síntesis (monóxido de carbono e hidrógeno producido preferentemente por reformación del gas natural). El propileno, el butadieno y los butilenos son subproductos que se obtienen en cantidades importantes cuando se parte de materiales más pesados que el etano.

### 1.5. COMPETITIVIDAD

La industria petroquímica nacional se ha desarrollado básicamente sobre la sustitución de importaciones. Los primeros huecos llenados en la cadena productiva fueron los productos terminados. Poco a poco el proceso productivo se fue integrando hacia la industria petroquímica.

El crecimiento del mercado de productos finales e intermedios han sido mucho más rápido que la construcción de plantas petroquímicas primarias, y en consecuencia, el suministro de petroquímicos básicos con producción nacional ha sido deficitario, PEMEX mediante un esfuerzo extraordinario de planeación e inversión de nuevos proyectos, empieza a estar en condiciones de abastecer la totalidad de la demanda de petroquímicos básicos. Si bien la industria petroquímica básica del país ha ido incorporando plantas de mayor capacidad paralelamente a lo que acontece con el resto del mundo.

Por otra parte, la falta de disponibilidad de algunas materias primas de carácter básico han obligado al uso de rutas obsoletas e insuficientes comparadas con el dinamismo de los avances tecnológicos que tienden a usar rutas más cortas o directas o bien, tienen la necesidad de obtener subproductos considerados como petroquímicos básicos; esto podría ocasionar seguir adquiriendo procesos obsoletos y aumentar con ello la brecha tecnológica.

### 1.6. ACTUALIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA (PLAN NACIONAL DE DESARROLLO: 1995-2000).

El cambio tecnológico ocurre con gran rapidez, lo que tiene implicaciones importantes para el uso eficiente de los recursos y para la competitividad internacional. La acumulación y el uso del conocimiento es más importante que las dotaciones de recursos naturales para determinar las ventajas comparativas y la acumulación de riqueza de las naciones. Esta circunstancia está dividiendo a las economías entre las

que pueden responder rápidamente para aprovechar las nuevas oportunidades tecnológicas, y las que se rezagan aún más por dejar crecer la insuficiencia tecnológica entre ellas y el resto del mundo.

La conciencia acerca de estas tendencias, el impulso a la educación y capacitación, y el desarrollo de una infraestructura tecnológica adecuada son factores esenciales para el aprovechamiento en términos de crecimiento económico y bienestar. Las mejoras en tecnología y productividad son particularmente importantes en el contexto de las dificultades económicas a que hoy se enfrenta México.

Es importante que el Gobierno asuma un papel catalizador en áreas donde el mercado no exista o funciona insatisfactoriamente, como en el caso del acopio y disseminación de información, la introducción inicial de nuevas tecnologías, y el financiamiento en investigación y desarrollo. De ahí que sea necesario introducir al sector privado a realizar un mayor esfuerzo tecnológico, que incluya la investigación y desarrollo. En las condiciones de tecnología consiste en asimilar y utilizar eficientemente el creciente acervo mundial del conocimiento tecnológico.

## 1.7. ESTRATEGIAS GENERALES DE POLITICA TECNOLÓGICA.

Se mejoran sustancialmente los mecanismos de coordinación para la planeación y presupuestación para la política tecnológica. Se establece, a partir de las experiencias existentes, un foro de coordinación entre el sector privado, los centros de investigación y el gobierno.

Se dará gran énfasis a la promoción del conocimiento como fuente de riqueza y bienestar. Se promoverá una nueva conciencia acerca de la importancia de la actualización tecnológica y el aprovechamiento del acervo mundial del conocimiento en favor de los intereses nacionales. Esta estrategia habrá de comprender las nuevas tecnologías, así como las innovaciones tecnológicas.

Se impulsará la asimilación y difusión de tecnología, para lo cual se promoverán los centros de información, no solo para recabar información tecnológica, sino para transmitirla con eficacia a los sectores productivos. Se dará gran impulso al desarrollo de las normas y los estándares, así mismo se impulsarán los servicios de extensión para la productividad y tecnología.

Se fortalecerá la infraestructura para el desarrollo tecnológico, tanto en los centros del sector público como propiciando, a través de apoyos financieros y un tratamiento tributario adecuado, la inversión del sector privado en este rubro.

Se estimulará un mayor contacto con los centros de generación de tecnología en el extranjero. Se hará promoviendo investigaciones conjuntas, intercambios de investigadores, acceso a redes de información tecnológica y a la inversión extranjera directa.

### **1.7.1. Infraestructura Tecnológica.**

Uno de los factores más importantes para el desarrollo de la industria petroquímica mexicana es la formación de una base sólida e infraestructura tecnológica en lo que se refiere a recursos humanos, materiales y técnicos.

### **1.8. POLITICAS TECNOLOGICAS.**

El desarrollo tecnológico de una industria como la petroquímica depende de la existencia de un conjunto de políticas descritas en el Programa Nacional de Desarrollo que establece:

1. La asimilación de tecnologías de proceso y productos adquiridos en el pasado.
2. El desarrollo de tecnologías para la fabricación de especialidades químicas;
3. El desarrollo de nuevas aplicaciones de los petroquímicos finales en vivienda, calzado, agricultura y alimentos

Dentro del programa de Política Industrial y Comercio Exterior, se analizan diferentes factores a nivel industrial, estos son Conformar a través de la acción coordinada con los sectores productivos, una planta industrial competitiva a nivel internacional, orientada a producir bienes de alta calidad y mayor contenido tecnológico Para ello se debe fomentar el desarrollo del mercado interno y la substitución eficiente de importaciones, para sustentar la inserción de la industria nacional en la economía internacional.

### **1.9. POLITICAS PARA LA PROMOCION DE LA COMPETITIVIDAD DE LA INDUSTRIA.**

#### **1.9.1. Fomento de integración de cadenas productivas.**

Esto es, promover la integración de cadenas productivas donde las posibilidades de integración son más promisoras o las deficiencias más graves, en la industria petroquímica y derivados.

Un mejoramiento de la infraestructura tecnológica para el desarrollo de la industria, la política de mejoramiento de la infraestructura tecnológica para la industria se compone de dos elementos:

- I. La modernización tecnológica
- II. La promoción de calidad.

#### 1.9.1.1. Modernización tecnológica.

El esfuerzo reciente para llevar a cabo una modernización, de la infraestructura tecnológica del país es aún limitada en relación a los estándares internacionales. Esta limitación se manifiesta en el relativamente bajo gasto en investigación y desarrollo en nuestro país; en la desvinculación entre la oferta de apoyo tecnológico y la demanda de la industria internacional; y, en una estructura industrial, cual sea caracterizada por la coexistencia de un pequeño grupo de grandes empresas, capaces de desarrollar tecnología propia, y una gran mayoría que no cuenta con recursos incluso para adoptar tecnologías ampliamente conocidas.

El rezago del país en materia tecnológica y la importancia del factor tecnológico para la competencia internacional, hacen indispensable realizar un esfuerzo extraordinario durante los próximos años, a fin de reducir la brecha que en esta materia separa a la industria nacional de sus competidores extranjeros.

La modernización tecnológica de las empresas significa mejorar su capacidad para innovar y para aprovechar los avances tecnológicos, creando nuevos productos y procesos.

Para este fin se debe elevar la capacidad del aparato productivo para aprovechar los avances tecnológicos e impulsar el uso de información con base fundamental en nuevas tecnologías productivas, a través de:

- a) Fortalecer la capacidad a las empresas para incrementar la eficiencia de sus procesos productivos y aprovechar al máximo sus recursos.
- b) Dotar a la industria de referencias acerca de la práctica tecnológica internacional, con el fin de establecer programas de normalización voluntaria en materia de ahorro de insumos básicos.
- c) Estimular la transferencia tecnológica del exterior, alentar la inversión en maquinaria y equipo.
- d) Fomentar la protección a la propiedad industrial, así como difundir la importancia de mecanismos para proteger las innovaciones tecnológicas.
- e) Construir el fondo de apoyo al desarrollo de inversiones para promover, en su etapa inicial, inversiones patentables que requieran demostrar su viabilidad técnica y apoyar la protección en el exterior de los desarrollos tecnológicos.

### 1.9.1.2. Promoción de Calidad.

El complemento de la política de modernización tecnológica es una política de promoción de calidad. La utilidad de los sistemas de calidad radica en su orientación hacia la mejoría gradual, pero constante, de procesos productivos ya existentes.

La promoción de calidad es fundamental desde una perspectiva internacional. Los estándares o normas internacionales de calidad establecen una base objetiva en las transacciones del comercio mundial y aseguran al comprador que los productos que adquiere presentan las características requeridas de desempeño y seguridad.

## 1.10. INTEGRACION INDUSTRIAL.

Una de las características de la industria es su integración en largas cadenas productivas en la que destaca precisamente la industria petroquímica. Gran parte de esta industria encamina su producción a otras de mayor densidad de mano de obra.

Ya que es frecuente que los países en desarrollo exportadores tradicionales de materias primas, sean al mismo tiempo importadores de productos derivados de sus propias materias primas, debido a la dificultad que se encuentran en procesos de integración de las cadenas productivas, así como a la intensidad de capital requerido y con frecuencia factores de índole tecnológico. En México se dan pocas las alternativas de integración nacional óptima de cadenas productivas, en las que destaca precisamente la de la industria petroquímica, gran parte de esa industria encamina su producción en otras con mayor densidad de mano de obra.

La petroquímica básica representa el primer eslabón de las cadenas mencionadas que se canalizan directamente al consumidor. El insumo es el valor de la petroquímica primaria como producto final es sumamente reducido, sin embargo se va multiplicando senciblemente en las etapas del proceso productivo. Del cual lleva un gran desarrollo de expansión a nivel nacional.

## CAPITULO II

## MEDIO AMBIENTE

## **1. MEDIO AMBIENTE**

En el medio ecológico la experiencia ha demostrado que es posible adoptar medidas que permitan mitigar los daños causados por este indispensable desarrollo industrial y su aplicación oportuna y correcta que puede permitir que el desarrollo sustentable sea factible en las regiones de trabajo de la industria petrolera.

La investigación técnica y la asimilación de experiencias sobre derrames accidentales de hidrocarburos y sus derivados a nivel mundial, proveen en la actualidad un conjunto de medidas en la prevención y control de la contaminación para cada una de las actividades que se realizan en la industria del petróleo, traducéndose en varios países en normas y reglamentos de protección ambiental.

En el caso de México, podemos mencionar algunos de sus aspectos en cuestión a lo que se refiere la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente.

Esta ley por lo general hace énfasis en la preservación, restauración y mejoramiento del medio ambiente. Cabe mencionar también el aprovechamiento racional de los elementos naturales de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos con el equilibrio de los ecosistemas, a la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo.

Para los efectos de ley, debemos tomar muy en cuenta al ambiente, entendiendo por tal, "al conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinados"; contaminación, a "la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico". Contaminante, "a toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora y fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural".

Debiendo tomarse en cuenta la formulación de los criterios ecológicos generales que deberán observarse en la aplicación de los instrumentos de la política ecológica, para la protección de las áreas naturales de la flora, fauna silvestres y acuáticas, para el aprovechamiento de los recursos naturales, para el ordenamiento ecológico del territorio y para la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo.

Con respecto a la evaluación del Impacto Ambiental, corresponde al Gobierno Federal evaluar el Impacto Ambiental de la industria química y petroquímica.

Para la prevención y control de la contaminación de la atmósfera, no podrán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser

observadas las previsiones y las disposiciones reglamentarias, así como las normas técnicas ecológicas.

Para la prevención y control de la contaminación del agua corresponde:

1. la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP):
  - a) Promover el reuso de aguas residuales tratadas en actividades agrícolas e industriales.
  - b) Promover la incorporación de sistemas de separación de aguas residuales de origen doméstico de aquellas de origen industrial en los drenajes de centros de población, así como la instalación de plantas de tratamiento para evitar la contaminación del agua.
2. A la SEMARNAP en coordinación con las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Salud.
  - a) Emitir opinión a la que deberán sujetarse la programación y construcción de nuevas industrias que puedan producir descargas contaminantes de aguas residuales, así como de las obras e instalaciones conducentes a purificar las aguas residuales de procedencia industrial.
  - b) Expedir normas técnicas ecológicas que deberán observarse para el tratamiento de aguas residuales de origen urbano que se destinen a la industria y agricultura. Para el ejercicio de esta atribución, dichas dependencias tomarán como base los estudios de la cuenca y sistemas correspondientes.

También se debe tomar en cuenta que todas las descargas en las redes colectoras, ríos, cuencas, vasos, aguas marinas, y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas técnicas ecológicas, y en su caso las condiciones particulares de descarga que se determinen.

Para la Prevención y Control de la Contaminación del Suelo, se considerarán los siguientes criterios:

1. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos.
2. Es necesario racionalizar la generación de residuos sólidos, municipales e industriales, e incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje.

Como medidas de seguridad se deben tomar en cuenta cuando existan riesgos inminentes de desequilibrio ecológico o casos de contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas, sus componentes, o la salud pública, la Secretaría

como medida de seguridad, podrá ordenar decomisos de materiales o sustancias contaminantes, la clausura temporal, parcial o total, de las fuentes contaminantes correspondientes, y promover la ejecución ante la autoridad competente, en los términos de la ley, de alguna o algunas de las medidas de seguridad que en dicho ordenamiento se establecen.

## **1.2. CONTAMINACION DE LA BIOSFERA.**

Entendiéndose como biosfera, al conjunto que forman los seres vivos en el entorno donde se desarrollan.

Debido al alto grado de contaminación existente a nivel nacional e internacional, se describe a los contaminantes, como:

- Sólidos (residuos).
- Líquidos (efluentes).
- Gaseosos (emisiones)

La mayor parte de este tipo de contaminantes, encontramos que son desprendidos de la industria y por ello, que se pretende dar un tratamiento a los diferentes tipos de contaminantes.

## **2.2. AGUA EN LA INDUSTRIA.**

El agua, las soluciones y las suspensiones acuosas desempeñan un papel muy importante dentro de los diversos tipos industriales. Cada uno de ellos posee, con respecto a la calidad del agua, sus propias exigencias, es decir que cada industria va a requerir de diferentes volúmenes de agua dependiendo de las características requeridas por dicha industria.

La industria va a requerir el tipo de calidad del agua, y el empleo necesario de técnicas diversas que incluye procesos elementales de depuración: físicos, químicos, a veces térmicos, e incluso biológicos. Por otra parte la industria necesita generalmente caudales de agua muy importantes, y produce en muchos casos una contaminación física o química.

## **2.3. ACONDICIONAMIENTO DE LAS AGUAS INDUSTRIALES.**

En circuitos de aguas limpias, especialmente si son cerrados, es frecuente el empleo de reactivos de acondicionamiento, para prevenir la incrustación o la corrosión y los lodos, cuando se trata de aguas sucias, y especialmente en el caso de recirculación de aguas de lavado o de fabricaciones diversas. En este caso deben tenerse en cuenta otros parámetros como son:

- la presencia de salinidad variable.
- la existencia de fangos que puedan absorber los productos secuestrantes y dar lugar, por lo tanto, a un exceso de consumo.
- el predominio de coloides cuya precipitación se impide mediante el empleo de dispersantes.

### **2.3.1. Reutilización y recirculación.**

El incremento de consumo de agua de buena calidad en la industria, y la necesidad de su economía con el fin de reducir simultáneamente la toma y el vertido, conducen a una utilización metódica del agua que puede manifestarse bajo dos aspectos principales:

- La reutilización y.
- la recirculación.

#### **2.3.1.1. La reutilización**

La reutilización o utilización en sene, consiste en el empleo del agua, en circuito abierto, en dos funciones sucesivas y diferentes, con una posible fase intermedia entre ellas, de toma o de tratamiento. La segunda utilización es, generalmente, más sencilla que la primera, por lo que puede emplearse agua de menor calidad.

#### **2.3.1.2. La recirculación.**

La recirculación por el contrario, consiste en reutilizar indefinidamente un agua para una misma función, compensándose con una aportación únicamente las inevitables pérdidas que puedan producirse, las purgas sistemáticas y la evaporación. El grado de recirculación del agua puede ser entonces muy elevado, y la concentración, ya sea en sales minerales u orgánicas, o en materias en suspensión acumuladas progresivamente, puede resultar rápidamente molesto y necesitar una depuración continua.

## 2.4. TRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES.

Generalmente las industrias, debido a su gran diversidad, necesitan una investigación propia de cada tipo de industria y la aplicación de procesos de tratamiento especificado por las vías de depuración, normalmente, deben definirse industria por industria. La definición de todo tratamiento deberá basarse en:

- el conocimiento de los diferentes contaminantes;
- la caracterización de los efluentes;
- la organización de los desagües y la separación de los efluentes;
- la elección entre los diferentes métodos de depuración fisicoquímica y/o biológica.

## 2.5. FACTORES ESPECIFICOS DE CONTAMINACION.

Estos factores se clasifican en función de los métodos de tratamiento que le son aplicables. Los que se muestran en la tabla N° 1.

**TABLA N° 1**  
**FACTORES ESPECIFICOS DE CONTAMINACION**

FACTOR	CONTAMINANTE
Elementos insolubles separables físicamente con o sin floculante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materias grasas, flotantes (grasas, hidrocarburos, alifáticos, alquitranes, aceites orgánicos, etc)</li> <li>• Materias sólidas en suspensión (arenas, óxidos, hidróxidos, pigmentos, azufre coloidal, latex, fibras etc)</li> </ul>
Elementos orgánicos separables por adsorción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colorantes, detergentes, compuestos macromoleculares, diversos compuestos fenolados</li> </ul>
Elementos separables por precipitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metales tóxicos o no, Fe, Cu, Ni, Be, Ti, Al, Pb, Hg, Cr, precipitables en una cierta zona de pH</li> <li>• Sulfitos, fosfatos, cianuros, sulfocianuros</li> </ul>
Elementos separables por agotamiento <<stripping>>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, alcoholes, fenoles, sulfuros</li> </ul>
Elementos que necesitan una de reacción óxido reducción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cianuros, cromo hexavalente, sulfuro, cloro, nitrato.</li> </ul>
Ácidos y bases.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido fluorhídrico, bases diversas</li> </ul>
Elementos que pueden concentrarse por intercambio iónico o por ósmosis inversa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radionucleidos tales como: Y*, Mo*, Cs*.</li> <li>• Sales de ácidos y bases fuertes; compuestos orgánicos ionizados (intercambio iónico) o no (ósmosis inversa).</li> </ul>

## **2.6. CARACTERISTICAS DE EFLUENTES A TRATAR.**

### **2.6.1. TIPO DE EFLUENTE A TRATAR.**

Las aguas residuales por tratar representan la materia prima principal por lo tanto, es importante conocer sus características tanto físicas como químicas y biológicas, para de esta manera determinar el proceso o la mezcla de procesos con los que debe de contar el sistema de tratamiento para lograr una adecuada remoción de contaminantes, además de una alta eficiencia en cuanto a operación del sistema

El efluente es el agua residual proveniente de la regeneración de resinas de intercambio iónico aplicado en la purificación de agua para proceso y/o producto dentro de la industria

El efluente proviene (en este estudio), de una etapa de purificación de agua para proceso, la cual contiene contaminantes removibles por tratamientos de tipo meramente físico, puesto que los contaminantes principales contenidos son iones metálicos y sus sales obtenidas durante la regeneración de las resinas de intercambio iónico

Para tener una buena definición de una estación de tratamiento de aguas residuales, es necesario disponer de los siguientes datos

- volúmenes diarios,
- caudales horarios mínimo y máximo,
- composición de agua de aportación a la fábrica
- fabricaciones continuas, discontinuas,
- importancia y periodicidad de las puntas de contaminación;
- posibilidad de la separación de los circuitos,
- posibilidades de tratamientos o de recirculaciones locales o parciales,
- contaminaciones secundarias, incluso débiles u ocasionales, que puedan afectar seriamente al funcionamiento de ciertos órganos de los equipos de tratamientos (colas, alquitranes fibras, aceites, arenas, etc.)

## **2.7. INDUSTRIA PETROQUIMICA.**

La industria petroquímica genera una contaminación principalmente constituida por los hidrocarburos, a los que se añaden otros compuestos de la naturaleza, como son:

- materias orgánicas, fenoles, ácidos sulfónicos, alcoholes, etc.;
- compuestos sulfurados (sulfuros, mercaptanos, tiosulfatos, etc.);

- sales de sodio;
- materias en suspensión (arenas, arcillas, brea de coque, catalizadores).

Los hidrocarburos representan el denominador en común de los contaminantes, por lo que los tratamientos comienzan generalmente, por un desaceitado en dos fases: una primera fase, de separación por gravedad, seguida de un afino mediante flotación, la depuración biológica eventual tiene que reservarse a aguas bien desaceitadas y exentas de sulfuros y metales pesados

## 2.8. PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINACION.

La contaminación principal del medio natural debida a los hidrocarburos procede de vertidos accidentales o sistemas que tienen lugar durante el transporte y, sobre todo, durante la utilización de los productos acabados, citándose así algunas fuentes conocidas, que se encuentran en las tres fases de la industria petroquímica:

- en la producción,
- en el transporte,
- en el refino

### 2.8.1. EN LA PRODUCCION.

Se encuentra en

- ⇒ Las aguas de formación (es decir, presentes en el yacimiento petrolífero), arrastradas con el petróleo crudo y separadas de estas en las operaciones de desemulsificación y del calentamiento del crudo
- ⇒ Las temperaturas de estas aguas son de 50 a 90°C. Son salinas y constituyen emulsiones mecánicas que contienen de 0.5 a 2g/l de hidrocarburos. Pueden deshabilitarse esencialmente para coalescencia, mediante la separación por gravedad en aparato de placas paralelas o por flotación mecánica.
- ⇒ Los fangos de pozos al realizarse éstos, se extraen grandes volúmenes de fondos ricos en bentonita, que a continuación es sometida a una sedimentación estática. El rebose de los depósitos contiene una emulsión estable de hidrocarburos en el agua que debe romperse y separarse por flotación antes del vertido.

### 2.8.2. EN EL TRANSPORTE.

- ⇒ Aguas terminales: según el tamaño de los petroleros representan del 25 al 33% de la capacidad útil de estos, estimándose que la cantidad de hidrocarburos contenida es aproximadamente del 0.4% del producto transportado, lo que corresponde a una concentración potencial del orden del 1% de hidrocarburos en el agua.
- ⇒ Estas aguas, en general muy salinas, se encuentran a la temperatura del agua de mar. Después de los almacenamientos reguladores acostumbrados, presentan unos contenidos bajos de materias en suspensión y de hidrocarburos, que pueden eliminarse mediante un simple tratamiento de flotación con aire disuelto, una vez floculadas con ayuda catiónica.

### 2.8.3. EN EL REFINO.

Según las organizaciones de las redes de alcantarillado, se encuentran varios tipos de efluentes:

- ⇒ aguas de procesos, que comprenden:
  - los efluentes de desalación (2 a 10% del caudal crudo), aguas relativamente calientes y salinas;
  - los condensados de destilación (1 a 1.5% de caudal crudo); estas aguas se someten generalmente a un tratamiento consistente en agotamiento
  - los condensados de desintegración <<craqueo>> catalítico (2 a 6% del caudal de crudo sometido a <<craqueo>>). Contiene una importante contaminación de amoníaco, sulfuros y fenol. Es indispensable un <<agotamiento>> con vapor.
  - los condensados de <<vapor - cracking>>, mucho menos contaminados.
- ⇒ Las aguas aceitosas (aguas pluviales, de lavado de circuitos, negro y purgas de depósitos). Estas aguas, de caudal muy variable, contiene una contaminación constituida especialmente por hidrocarburos y materias en suspensión.
- ⇒ Los efluentes concentrados: las sosas usadas, que necesitan generalmente unos tratamientos muy específicos

## CAPITULO III

### CONDUCTAS ALTERNATIVAS

## **1. CONDUCTAS ALTERNATIVAS.**

Una vez identificados los impactos de la industria petroquímica sobre el medio natural y su área de influencia, y haber analizado los procesos causa-efecto en el desarrollo de dicha actividad y las conductas en torno al sector a nivel internacional, se determina que, es necesario:

Contar con las bases técnicas que permiten incorporar la política ecológica nacional en el programa sectorial energético, en lo relativo al sector petrolero, para sustituir las conductas tradicionales del sector mediante una administración adecuada de los recursos y evitar las consecuencias de una rápida degradación del suelo, aire y agua, u otras pérdidas irreversibles de recursos potencialmente renovables.

Es así que se desprenden:

1. Los principios de la política ambiental de PEMEX y la regulación de instrumentos para su aplicación
2. Incorporación de dimensión ambiental para la preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente en las áreas de trabajo
3. Prevenir y controlar en las áreas de la contaminación del aire, agua suelo y biota (flora y fauna).

Siguiendo una caracterización sectorial producida en la industria petroquímica, considerando las regiones del norte, sureste y marina en la actividad petrolera, determinándose las afecciones ambientales para el medio físico, biótico y socioeconómico en cada uno de sus factores y componentes, para de esta manera poder situar las conductas alternativas, que se sugiere deben ser implementadas (ver figura No 1 y tabla No 2)

Gran parte del debate sobre el desarrollo sostenible se ha concentrado sobre las zonas marginales con escaso potencial de producción donde más grave suele ser el deterioro ambiental, por lo general las políticas aplicables para su solución deben conceder igual o relativamente mayor atención a las zonas de alto potencial, con el fin de un mejoramiento a la presión a la que se ven sometidas las zonas marginales, por lo que la estrategia debe tender hacia un equilibrio tomando en cuenta tres factores:



Figura N° 1 Ubicación de centros petroquimicos y unidades petroquimicas

TABLA No. 2

CONDUCTAS ALTERNATIVAS

TIPO DE OBRA	FASE	IMPACTOS O RIESGOS MAS SIGNIFICATIVOS	CAUSAS	CONDUCTA ALTERNATIVA
Petroquímicas	Construcción	Desmontes y cambio de uso de suelo	Instalación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboración de estudios previos que permitan conocer el componente ecológico al igual que los impactos que presentan la zona</li> <li>• Reglamentación del área requerida para la instalación</li> <li>• Reforestación dentro y en la periferia de la petroquímica reciclaje de las emanaciones producidas por procesos físicos</li> </ul>
	Operación	Contaminación	Proceso físicos y químicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento de los sistemas de tratamiento de agua</li> <li>• Realización de muestreos y análisis periodicos de cuerpos de agua</li> <li>• Capacitación permanente al personal</li> <li>• Mejoramiento de calidad de los combustibles utilizados</li> <li>• Mejoramiento del diseño de equipo e instalaciones</li> <li>• Rehabilitación de la zona dañada en caso de contingencias</li> <li>• Auditorias ambientales externas periódicas a las instalaciones</li> <li>• Investigación permanente aplicación de medidas y equipos anticontaminantes</li> <li>• Programa de manejo y control de residuos peligrosos y de ahorro de energía</li> </ul>

1. Ampliar la superficie utilizable de tierra de alto potencial con métodos razonables de exploración y explotación de los hidrocarburos.
2. Mejorar tanto la productividad como la equidad con unidades económicamente viables y servicios de apoyo
3. Intensificar la educación ambiental y las investigaciones en el subsector petrolero para poder disponer en el futuro de una corriente continua de tecnologías adicionales.

En lo referente a su interacción con los ecosistemas la producción de energéticos debe dar prioridad a las necesidades concretas en base a tipos de recursos:

- a) Tierras marginales de bajo potencial, donde la eficiencia y la irregularidad de las precipitaciones y las condiciones edafológicas o la topografía adversa limitan la producción de hidrocarburos y aumenta el riesgo de degradación crónica del suelo
- b) Zonas de alto potencial, que con prácticas adecuadas de exploración, explotación y operación permiten una producción sostenible con niveles altos y cada vez mayores de productividad
- c) Zonas de bosques, selvas y ecosistemas agroforestales o silvícolas que requieren medidas de protección y recuperación.
- d) Cuidado de la diversidad biológica y en zonas de protección ecológica.

En una estrategia que intenta promover el desarrollo y la conservación en las áreas de explotación y en las comunidades situadas en zonas de influencia, son esenciales los siguientes elementos.

- a) La consideración del medio ambiente como una realidad fundamental para la vida actual y futura
- b) Tecnologías más eficaces para economizar el consumo de energía.

### **3.1. IDENTIFICACION DE IMPACTOS DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA ACTIVIDAD PETROLERA**

#### **3.1.1. INDUSTRIA PETROQUIMICA**

##### **3.1.1.1. Impacto al medio físico.**

###### 3.1.1.1.1. Aire.

Existen dos grandes grupos de fuentes emisoras ligadas a esta etapa industrial; por una parte, las emisiones generadas por los diversos mecanismos de combustión, como calderas, motores de combustión interna, turbinas, etc. y por otra parte, las emisiones propias de los procesos petroquímicos.

Generalmente parte de estas emisiones son lanzadas a la atmósfera a través de chimeneas, lo cual permite estimar las áreas que son afectadas por ellas y la magnitud de tal afección; sin embargo, en los procesos petroquímicos también se presentan múltiples emisiones fugitivas provenientes de tanques de almacenamiento, de fugas de uniones y estoperos, etc las cuales son difíciles de determinar ya que dependen en gran parte de las características de operación y mantenimiento de las instalaciones involucradas.

Algunas de estas emisiones tienen carácter tóxico o de alto riesgo para la salud, como el ácido cianhídrico y el monómero de cloruro de vinilo; igualmente, la mayoría de ellas por su carácter orgánico presenta características de inflamabilidad y explosividad que es necesario considerar en estudios de riesgo.

#### 3.1.1.1.2. Agua.

La industria petroquímica consume grandes cantidades de agua, tanto dentro de los procesos, como la utilización en los sistemas de enfriamiento. En el primer caso se integra a los productos por elaborar o se desecha contaminación por subproductos indeseables; en el segundo una parte se evapora y otra se desecha con un alto contenido de diversas sales como purga de las torres de enfriamiento.

Las aguas residuales de la industria petroquímica puede tener diferente origen; así parte de los efluentes consiste en descargas de aguas servidas procedentes de los servicios sanitarios de las plantas, las cuales son incrementadas por aguas de lavado general de las instalaciones; otra parte corresponde a purgas de sistemas de enfriamiento y la parte restante, de mayor interés para este estudio, es la procedente del propio proceso.

En general los contaminantes presentes son sustancias orgánicas que incrementan la demanda de oxígeno de los efluentes, entre estos productos destacan aquellos como las grasas y los aceites no son miscibles en el agua y flotan en ella.

Como contaminantes peligrosos del agua deben prestarse atención a los cianuros, los metales pesados provenientes de catalizadores y a los diversos organocloruros.

#### 3.1.1.1.3. Suelo.

En forma directa los procesos petroquímicos no generan contaminación del suelo y en general, no producen desechos sólidos en cantidad apreciable; sin embargo, diversos subproductos no utilizables presentan problemas en su disposición final, la cual generalmente se hace depositándolos en tanques que posteriormente se entierran; este sistema ha probado ser no sólo ineficiente sino peligroso ya que puede migrar contaminación a acuíferos subterráneos e inutilizando al mismo suelo.

En forma general se considera importante clasificar los lodos procedentes del tratamiento de las aguas residuales de la misma industria, los cuales, contienen en promedio de 2 a 5% de sólidos en suspensión, se someten a clarificación a fin de obtener un lodo con 10 a 40% de sólidos dicho residuo requiere disponerse adecuadamente ya que contiene cianuros, organoclorados y metales pesados.

Adicionalmente, la industria petroquímica genera residuos no peligrosos del tipo de material de empaque, material de limpieza, estopas, etc que normalmente pueden disponerse conjuntamente con los desechos municipales.

### **3.1.1.2. Impactos al medio biótico.**

#### **3.1.1.2.1. Flora terrestre.**

Tomando en cuenta las emisiones atmosféricas señaladas, se puede esperar que una planta petroquímica afecte en mayor o menor grado a diversas especies vegetales.

Al respecto hay que considerar que el bióxido de azufre generado por los sistemas de combustión es tóxico para diversas especies, de igual forma el ozono producto de la contaminación fotoquímica generada por los hidrocarburos volátiles, los óxidos de nitrógeno y la luz solar, presentan características oxidantes muy marcadas que también afectan a diversas especies vegetales.

Por otro lado, las descargas de aguas residuales, si se permite que lleguen directamente a tierras cultivadas, afectarán diversas plantas de acuerdo con sus características, siendo importante sobre todo la presencia de metales pesados, de igual forma los gases y aceites contenidos en estas aguas pueden contaminar al suelo y volverlo improductivo, al respecto revisten mayor importancia de contaminación las plantas que a través de las cadenas alimenticias, pueden afectar la salud del hombre.

#### **3.1.1.2.2. Fauna terrestre.**

Un gran impacto que se ha detectado en la fauna por causa de las emisiones contaminantes de la industria petroquímica ha sido la intoxicación aguda de los animales domésticos o silvestres por descargas masivas accidentales de gases o la intoxicación crónica por acumulación por la ingestión de alimentos, como forrajes, contaminados con compuestos organoclorados o con metales pesados; por lo que, la cadena de alimentación juega un papel de concentrador que puede afectar al hombre.

#### **3.1.1.2.3. Flora acuática.**

Las descargas de las aguas residuales de la industria petroquímica afectan a la flora acuática dependiendo de su naturaleza y concentración, así, aguas conteniendo sustancias grasas sobrenadantes o sólidos en suspensión, afectan la transferencia de la luz aire-agua con el consecuente efecto en la fotosíntesis, aguas conteniendo orgánicos con características de nutrientes afectan al equilibrio ecológico, propiciando un desarrollo anormal de ciertas especies, por último la presencia de tóxicos puede destruir diversas especies o acumularse en otras.

#### **3.1.1.2.4. Fauna acuática.**

Con respecto a la fauna acuática son tres principales efectos que pueden originarse por la contaminación petroquímica: uno, la reducción de intercambio de oxígeno en la interfase aire-agua por la presencia de películas de sustancias grasas, otro es el que

corresponde a la concentración a través de la cadena alimenticia y el último, el efecto de descargas calientes que elevan la temperatura de los cuerpos de agua que modifica las condiciones de habitat para diversas especies.

### 3.2. ANALISIS DE LAS CONDUCTAS ALTERNATIVAS.

#### 3.2.1. METODOLOGIA DE ANALISIS

La descripción de los impactos ambientales identificados, nos hacen pensar en un sistema complejo de variables que interactúan en forma negativa sobre los recursos naturales.

Para ello se establece en primer lugar la clasificación de la actividad petrolera en: exploración, explotación, transformación y distribución. A través de un cuadro sinóptico, en función de los principales niveles secuenciales de obra, en los cuales se incorporan los siguientes aspectos

- **Tipo de obra:** En esta columna se presenta la actividad o tipo de obra que se desarrolla dentro del proceso productivo
- En algunos casos, considerando los procedimientos de construcción y operación, se consideran en un grupo representativo, como por ejemplo se determina como ductos a todas aquellas líneas de conducción que requieren ser incorporadas para la transportación de los diferentes tipos de hidrocarburos o de sustancias que requieren ser incorporadas dentro de un proceso determinado, como en el caso de las líneas de descarga, líneas de bombeo neumático, acueductos, gasoductos, oleoductos, carbo ductos, etc.
- **Fase:** Independientemente de las diversas fases en las que se pudieran clasificar las actividades que se llevan a cabo para el desarrollo de cada una de las etapas de la actividad productiva como en el caso de las investigaciones de campo y gabinete, los estudios preliminares, etc en esta columna se representan únicamente las fases de construcción y de operación para considerar que en estos dos momentos en los que se identifican los principales impactos al ambiente, y aquellos serán manejados en políticas globales de compartimiento
- **Impactos o riesgos más representativos:** En esta columna se señalan para cada fase aquellas afecciones que tienen un mayor impacto en el ambiente, o que representan un riesgo en virtud de los impactos que pudiera ocasionar en caso de un accidente. Este aspecto es de suma importancia, porque a pesar de que el porcentaje de incidencia de accidente o descontrol de un tipo de obra de PEMEX es muy bajo, la enorme concentración de este tipo de obras en un espacio determinado representa en su conjunto un alto riesgo, y generalmente, se representan impactos en el recurso local como tal

- En caso de los impactos que son señalados como desmontes, se consideran todos aquellos aspectos que representan por consecuencia, es decir; la afección de las especies vegetales, que en algunas ocasiones pueden involucrar especies en peligro de extinción, la modificación a los hábitos de la fauna mayor, en caso de que las obras se vean afectados hábitad peculiares, rutas migratorias, rompimiento de cadenas alimenticias, etc y la eliminación de un porcentaje determinado de especies menores; la modificación de la vocación natural del suelo; la erosión y las características del suelo.
- Los impactos que son señalados como contaminación consideran las afecciones provenientes de cualquier tipo (aire, agua, suelo, etc.)
- **Causas:** En esta columna se señalan aquellas actividades que producen, o en las que se presentan, la mayor incidencia de impactos.
- **Cambio de conducta:** Se representa un listado de alternativas conductuales que al implementarse mitiguen aquellos impactos que se señalaron como más representativos.
- Cabe señalar que en los procesos tecnológicos y el desarrollo de ingeniería que PEMEX ha establecido a lo largo de su historia son consideradas como de los mas avanzados a nivel internacional, sin embargo, se presentan dos problemas fundamentales
  - a) La antigüedad de la actividad petrolera en México, ya que se encuentra en operación instalaciones que fueron desarrolladas hace mucho tiempo y las cuales no han pasado por un proceso de modernización.
  - b) El curso que ha seguido el establecimiento de prioridades dentro de la política petrolera, para lo cual han intervenido como variables el recurso financiero como base de la economía nacional por lo que en cuanto se produce ya tienen un destino prioritario, la utilización de la empresa para la colocación de la mano de obra, la falta de consideración del recurso ambiental como un elemento frágil y de vital importancia entre otros

Es por ello que a pesar del nivel de ingeniería y las normas establecidas a nivel interno por PEMEX, los impactos ambientales de dicha actividad son evidentemente significativos y se requiere del establecimiento de políticas específicas y de proceso de concentración que promueve su adecuada, oportuna y obligada implementación.

### 3.3. FUNDAMENTACION DE LA PROPUESTA DE LA CONDUCTAS ALTERNATIVAS.

Las petroquímicas al igual que las refinerías y otras obras, necesitan realizar el desmonte para disponer del area necesaria para su instalación por lo que es importante normar o reglamentar el area promedio que se necesita para este tipo de

obra, ya que al hacerlo se elimina gran cantidad de vegetación que afecta directamente al aire, agua, suelo, flora y fauna del lugar.

Las petroquímicas al establecerse pueden encontrar ya situaciones de deterioro ambiental diferenciado como: contaminación atmosférica por bióxido de azufre ( $SO_2$ ), hidrocarburos volátiles ( $CH_4$ ), óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ), ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ), monóxido de carbono ( $CO$ ), entre otros, así como contaminación del agua por grasas y aceites, cambios en el potencial de hidrógeno, etc.

Similamente al establecimiento de una refinería los criterios para la instalación de una petroquímica son los siguientes:

- a) Suelo libre de posibilidades de adjudicación o usufructo por parte de la empresa.
- b) Agua en abundancia en las cantidades que demandan los procesos de transformación y asociados.
- c) Cuerpos de agua cauces y receptáculos naturales en que se pueden descargar los fluidos propios de los procesos de producción.
- d) Infraestructura carretera, ferroviaria, y de comunicaciones en general para desfogar y dar cauce a insumos y productos de la petroquímica.

Una vez instalada la industria petroquímica se debe fortalecer dentro (áreas verdes) y en la periferia para disminuir poco los impactos generados por la instalación.

De todo el proceso productivo de los hidrocarburos de la industria petroquímica es la que conlleva menores riesgos del impacto ambiental, en virtud de que la gran variedad de sus desechos son de alta toxicidad y generalmente no biodegradables.

Es importante fomentar la investigación que permita reciclar las emanaciones producidas por los procesos físicos ya que estos son quemados y arrojados a la atmósfera.

Pensado en la gran cantidad de agua que se amplie en los procesos de transformación y otros asociados y en los cuerpos de agua, cauces y receptores naturales en los que se descargan los fluidos de los procesos de producción contaminándolos, se recomienda:

Mejorar la cantidad de las plantas tratadoras de agua ya que muchas son muy antiguas y no operan de acuerdo a las condiciones actuales de producción, por lo que las descargas de aguas residuales pueden contener metales, aceites, aguas saladas o los restos de los reactivos demulsificantes, así como las aguas de descarga a alta temperatura y también pueden contener residuos de ácido carbónico, glicoles, carbonatos de potasio, sales de cloro, sulfato de sodio, cloruros, aldehídos, benceno, entre otros. A continuación se presenta un cuadro sinóptico de la fundamentación de las conductas alternativas (Ver tabla N° 3).

**TABLA No. 3**  
**FUNDAMENTACION DE LA CONDUCTAS ALTERNATIVAS**

TIPO DE OBRA	CAUSAS	CONDUCTA ALTERNATIVA	VARIABLES A CONSIDERAR				NIVEL DE CONCERN TUACION COMUNITARIA	NIVEL DE SERVICIO COMUNITARIO	PLAZO DE EJECUCION	DE
			DISMINUCION DE RIESGOS		FACTIBILIDAD					
			SALUD	ECOSISTEMAS	ECONOMIA	JURIDICA				
Petroquímicas	Instalacion	Elaboración de estudios previos que permitan conocer el componente ecológico al igual que los impactos que presentan en la zona	X	X	A	X	ALTO	ALTO	Quando se presente.	
	Procesos fisicos y quimicos	Reglamentación del area requerida para la instalacion.	X	X	A	X	ALTO	ALTO	Inmediato	
		Indemnización, en su caso, a los dueños del terreno			?	X	INADECUADO	ALTO	Inmediato	
		Reforestacion dentro y de la periferia de la petroquímica.	X	X	A	X	ALTO	ALTO	Inmediato	
		Reciclaje de las emanaciones producidas por los procesos fisicos.	X	X	?	X	ALTO	MEDIO	Mediano Plazo	
		Mejoramiento de los sistemas de tratamiento de agua.	X	X	A	X	ALTO	ALTO	Inmediato	
		Reaccion de muestreos y analisis periódicos de cuerpos de agua.	X	X	A	X	MEDIO	ALTO	Inmediato	

TABLA No. 3

FUNDAMENTACION DE LA CONDUCTAS ALTERNATIVAS (CONTINUACIÓN)

TIPO DE OBRA	CAUSAS	CONDUCTA ALTERNATIVA	VARIABLES A CONSIDERAR				NIVEL DE CONCIENCIACION COMUNITARIA	NIVEL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO	PLAZO DE EJECUCION
			DISMINUCION DE FACTIBILIDAD RIESGOS						
			SALUD	ECOSISTEMAS	ECONOMIA	JURIDICA			
		Capacitación permanente al personal	X	X	A	A	MEDIO	ALTO	Mediano Plazo
		Mejoramiento de calidad de los combustibles utilizados	X	X	M	X	ALTO	MEDIO	Mediano Plazo
		Mejoramiento del diseño de equipo e instalaciones	X	X	M	X	MEDIO	MEDIO	Mediano Plazo
		Mantenimiento periódico a equipo e instalaciones	X	X	A	X	ALTO	ALTO	Inmediato
		Rehabilitación de las zonas dañadas en caso de contingencias.	X	X	M	X	ALTO	ALTO	Inmediato
		Auditorías ambientales externas, periódicas a las instalaciones.	X	X	A	X	MEDIO	ALTO	Inmediato
		Investigación permanente, aplicación y medidas de equipos anticontaminantes	X	X	M	X	ALTO	ALTO	Inmediato
		Programa de manejo y control de residuos peligrosos	X	X	M	X	ALTO	ALTO	Inmediato
		Programa de ahorro y energía.	X	X	A	X	MEDIO	ALTO	Inmediato

### 3.4. POLITICAS AMBIENTALES PARA EL SUBSECTOR PETROLERO.

Las políticas que se proponen en materia ecológica para PEMEX se fundamentan en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las demás leyes aplicables, las cuales son de carácter general y particular. Entre las primeras podemos señalar las siguientes de:

- coordinación,
- regulación,
- concentración, y
- descentralización.

Y entre las segundas podemos vincular:

- la mitigación y prevención,
- el ordenamiento,
- la regulación,
- el aprovechamiento racional,
- la capacitación, y
- la restauración de ecosistemas entre otros.

Y las que se muestran en la tabla N° 4.

**TABLA No. 4**  
**POLITICAS PARA EL SECTOR PETROLERO**

<b>POLITICAS</b>	<b>APLICACIONES</b>
<b>Políticas de coordinación:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Crecimiento de la actividad petrolera</li><li>• Establecimiento de zonas prioritarias y restauración de equilibrio ecológico</li><li>• Equilibrio con los sectores económicos no petroleros</li><li>• Acciones necesarias para preservar, proteger y restaurar el equilibrio ecológico</li></ul>
<b>Políticas de regulación:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La creación de nuevos instrumentos de planeación.</li><li>• Reordenamiento de la actividad.</li><li>• Regulación del aprovechamiento</li><li>• Regulación de las actividades con materiales y residuos peligrosos.</li><li>• Dictaminación técnica.</li></ul>

**TABLA No. 4**

**POLITICAS PARA EL SECTOR PETROLERO (CONTINUACIÓN)**

<b>POLITICAS</b>	<b>APLICACIONES</b>
<b>Políticas de concertación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas que contrarrestan los equilibrios que se presentan en los centros de población.</li> <li>• Promover el uso de tecnologías apropiadas</li> <li>• Promover la participación de la actividad, y conciencia de la población</li> </ul>
<b>Políticas de descentralización:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concurrencia de PEMEX en la Entidad Federativa y Municipal.</li> </ul>
<b>Políticas de mitigación, prevención y aprovechamiento:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Areas de desarrollo para la actividad petrolera</li> <li>• Visión integral</li> <li>• Establecimiento de zonas intermedias de salvaguardias.</li> <li>• Alto riesgo de contaminación de suelos y presencia de contingencias</li> <li>• Prevención del ambiente.</li> </ul>
<b>Políticas de ordenamiento:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento de la actividad petrolera.</li> <li>• Políticas de PEMEX.</li> <li>• Desarrollo de programas para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.</li> </ul>
<b>Políticas de captación y formación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyecto integral de la restauración de PEMEX.</li> </ul>
<b>Políticas de restauración:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terrenos afectados.</li> <li>• Recuperación de aceites y grasas.</li> <li>• Aguas residuales de la actividad petrolera.</li> <li>• Programas para casos de emergencia.</li> </ul>

## CAPITULO IV

### ESTADO DE LA TECNICA

## 1. SELECCIÓN TECNOLÓGICA.

Para la industria y para la vida en general el agua es el compuesto más importante, por sus propiedades físicas y químicas. Por lo tanto la falta de tratamiento relacionada con el crecimiento industrial, trae consigo la contaminación, siendo de gran importancia que el agua reciba un tratamiento por razones primordiales, ya que:

- Es un recurso no renovable y que día a día escasea en mayor grado, tomándose en cuenta que toda el agua existente no es utilizada para un mismo fin.

Dependiendo de su procedencia, el agua contaminada tendrá características específicas. Es por ello que existe una amplia variedad de tecnologías para el tratamiento de aguas contaminadas, que van desde el empleo de métodos convencionales (sedimentadores, clarificadores, filtros, etc.) hasta el uso de técnicas específicas para la remoción de compuestos tóxicos (tratamientos térmicos)

En general el tratamiento de agua residual se clasifica en cuatro niveles ó tratamientos: primarios, secundarios, terciarios y cuaternarios, cada nivel de tratamiento esta dirigido hacia la remoción de contaminantes específicos. Los tratamientos primarios involucran un simple proceso físico que remueve sólidos y aceites suspendidos; los tratamientos secundarios están diseñados para remover material soluble no removido por métodos físicos y los tratamientos terciarios y cuaternarios son usados para mejorar la calidad del efluente removiendo contaminantes específicos que no fueron eliminados durante los tratamientos primarios y secundarios

En el diagrama No 1, se muestra la secuencia global para seleccionar los niveles tecnológicos más apropiados para el tratamiento de efluentes.

Para seleccionar la tecnología (tratamiento) más apropiado se debe de caracterizar el agua residual basándose en sus parámetros orgánicos, físicos y específicos. Por tanto, el grado de tratamiento requerido para un agua residual depende fundamentalmente de los límites del vertido para el efluente.



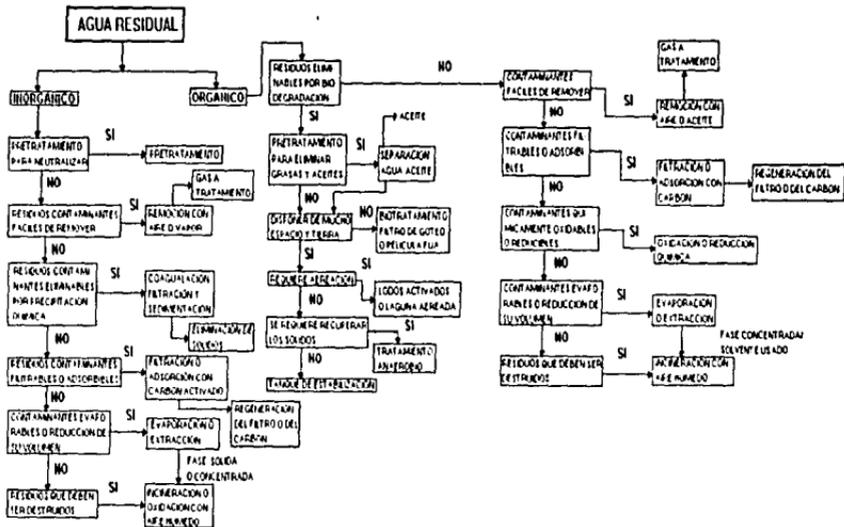


Diagrama No. 1. Diagrama de flujo general para seleccionar los niveles de tecnología más apropiados para el tratamiento de efluentes.

#### **4.2. TECNOLOGIAS A NIVEL INTERNACIONAL PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES.**

Los problemas ambientales que surgen con el desarrollo de las actividades industriales, la intensificación de las actividades comerciales y de servicios, el crecimiento demográfico y la distribución de estas actividades en el espacio, ocasionan diversos problemas relacionados con la calidad de vida de la población y con las perspectivas de un desarrollo autosostenido al ponerse en peligro la salud humana y en general el equilibrio de la naturaleza, como consecuencia de la contaminación del suelo, agua y aire

Para dar respuesta a tales problemas es imprescindible contar con tecnologías, sistemas, normas, procedimientos, políticas y lineamientos que, si bien se encuentran en una etapa de franco desarrollo en el país, aún carecen de los elementos que permitan implementar de manera efectiva, los diversos instrumentos que en materia de política ambiental se han desarrollado

En referencia a la actividad industrial, los aspectos de mayor importancia están constituidos por la generación, manejo, tratamiento y disposición de residuos industriales, ya sea porque provienen del consumo de gran diversidad y volumen como consecuencia del nivel tecnológico de los procesos, que en ocasiones representa un factor de despéndio de recursos y de riesgo ambiental por sus características de peligrosidad

#### **4.3. TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO PARA EFLUENTES PELIGROSOS.**

Las tecnologías de tratamiento son categorizadas frecuentemente como:

- Tratamientos físicos
- Tratamientos químicos.
- Tratamientos biológicos.
- Tratamientos térmicos.

En la tabla No.5. se presenta la clasificación de estos tratamientos.

**TABLA No.5**  
**Tratamientos Físicos, Químicos, Biológicos y Térmicos**

TIPO DE TRATAMIENTO	ALGUNOS PROCESOS
Físico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamización</li> <li>• Sedimentación.</li> <li>• Clarificación</li> <li>• Centrifugación.</li> <li>• Flotación</li> <li>• Filtración.</li> <li>• Adsorción</li> <li>• Evaporación y Destilación</li> <li>• Remoción</li> <li>• Osmosis Inversa</li> </ul>
Químico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solubilidad</li> <li>• Neutralización</li> <li>• Precipitación.</li> <li>• Coagulación y floculación</li> <li>• Oxidación y reducción.</li> <li>• Remoción.</li> <li>• Desinfección</li> <li>• Intercambio Iónico.</li> <li>• Sistemas de Estabilización.</li> </ul>
Biológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas Aerobios.</li> <li>• Sistemas Anaerobios.</li> </ul>
Térmico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidación con aire Húmedo.</li> <li>• Oxidación supercrítica e incineración.</li> </ul>

Fuente: Chemical Engineering Process, August 1995.

#### 4.3.1. TRATAMIENTO FÍSICO.

El tratamiento físico involucra una extensa variedad de técnicas de separación que son comúnmente practicados por la industria hace décadas.

El tratamiento físico toma en cuenta únicamente las propiedades físicas (viscosidad, densidad, etc.) por la separación sin reacción alguna.

Los tratamientos físicos traen consigo un cambio físico en las propiedades de la substancia en proceso (en el caso de estudio, de efluentes), mientras que su naturaleza química permanece inalterable. En estos tratamientos las propiedades físicas del residuo son manipuladas convenientemente para remover los contaminantes más agresivos que contienen (ver en la tabla No.6).

Algunos de los procesos de tratamiento físico típicamente empleados se muestran en la tabla No.6. A continuación se presenta la descripción de algunos de estos procesos.

**TABLA No.6**  
**Tratamiento físico para efluentes**

<b>PROCESO</b>	<b>APLICACION</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Separación por gravedad	Aceites libres Sólidos suspendidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo costo</li> <li>• Bajo mantenimiento</li> <li>• Elementos no metálicos</li> <li>• Relativamente seguro</li> <li>• Fácil de operar</li> <li>• Bajos costos de energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de emisiones volátiles</li> <li>• No remueve constituyentes disueltos.</li> <li>• Eliminación final de residuos acetosos y lodosos.</li> </ul>
Flotación de aire	Aceites y grasas. Emulsificados. Sólidos finamente suspendidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rompe emulsiones mecánicas</li> <li>• Bajo costo</li> <li>• Relativamente seguro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de emisiones volátiles</li> <li>• No remueve constituyentes disueltos</li> <li>• No rompe emulsiones químicas.</li> <li>• Requiere de aditivos químicos</li> <li>• Eliminación de la espuma generada.</li> <li>• Mantenimiento complicado.</li> <li>• Alto costo de energía</li> </ul>
Coalescencia de aceites	Aceites libres y emulsificados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento ocasional.</li> <li>• Sin elementos mecánicos.</li> <li>• Rompe emulsiones químicas.</li> <li>• Mayor remoción de aceites</li> <li>• No requiere de aditivos químicos</li> <li>• Relativamente seguro</li> <li>• Fácil de operar.</li> <li>• Bajos costos de energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No remueve constituyentes disueltos.</li> <li>• Eliminación final de aceites.</li> <li>• No rompe emulsiones químicas</li> </ul>
Evaporación	Compuestos orgánicos volátiles. Reducción del volumen de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce el volumen de agua</li> <li>• Remueve contaminantes disueltos</li> <li>• Relativamente seguro.</li> <li>• Fácil de operar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de emisiones contaminantes</li> <li>• Mantenimiento complicado</li> <li>• Alto costo de energía</li> <li>• Susceptible a la suciedad</li> </ul>
Filtración	Aceites libres y emulsiones Sólidos suspendidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de disolventes contaminantes</li> <li>• Fácil de operar</li> <li>• Bajo costo de energía</li> <li>• Relativamente seguro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones volátiles</li> <li>• Continuo mantenimiento</li> <li>• Alto costo de energía</li> <li>• Susceptible a la suciedad</li> <li>• Crecimiento de bacterias</li> <li>• Generación de malos olores</li> <li>• Requerimientos de lavado.</li> </ul>

Fuente: Chemical Engineering Process, August 1995.

**TABLA No.6**  
**Tratamiento físico para efluentes**

*(Continuación)*

PROCESO	APLICACION	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Adsorción con Carbón activado o aire	Compuestos orgánicos volátiles Compuestos orgánicos semivolátiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción de contaminantes disueltos</li> <li>• Fácil de operar</li> <li>• Bajo costo de capital</li> <li>• Relativamente seguro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificultad de mantenimiento</li> <li>• Alto costo de energía</li> <li>• Susceptible a la suciedad</li> <li>• Olores y desarrollo de bacterias</li> <li>• Eliminación o regeneración del carbón activado</li> </ul>
Extracción líquido-líquido	Compuestos Orgánicos Algunos compuestos inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de disolventes contaminantes</li> <li>• Fácil de operar</li> <li>• Bajo costo de capital</li> <li>• Poco seguro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo de energía</li> <li>• Dificultad de mantenimiento</li> <li>• Alto costo de energía</li> <li>• Susceptible a la suciedad</li> <li>• Olores y desarrollo de bacterias</li> </ul>
Osmosis inversa	Bajas concentraciones de metales orgánicos e inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de elemento disolvente</li> <li>• Recuperación del metal</li> <li>• Reactividad segura</li> <li>• Fácil de operar</li> <li>• Reuso del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto capital y costo de operación</li> <li>• Selección de eliminación</li> <li>• Dificultad de mantenimiento</li> <li>• Alto costo de energía</li> <li>• Susceptible a la suciedad</li> </ul>

Fuente: Chemical Engineering Process, August 1995.

#### 4.3.1.1. Separación por gravedad.

Usada como tratamiento primario, para cuando los contaminantes pueden ser separados como resultado de la gravedad específica siendo esta menor o mayor a la del agua (1.0). Los aceites, con gravedades específicas en el rango de 0.80 a 0.95, forman una capa superior flotante, mientras los sólidos con gravedades específicas en el rango de 1.05 a 2.60, se asientan en el fondo en una capa de lodo. A su vez los separadores por gravedad se clasifican en dos tipos:

1. Cambiador de gravedad tipo API.
2. Separador o interceptor de placas corrugadas (CPI).

#### 4.3.1.1.1. Cambiador de gravedad tipo API.

Usualmente son piletas sólidas rectangulares empotradas en el suelo, con los cuales se logra una separación efectiva si los residuos permanecen largos periodos de tiempo en condiciones de reposo; y cuando las gotas de aceites han ascendido a la superficie, éstas deben ser eliminadas mediante desnatado (ver figura No.2).

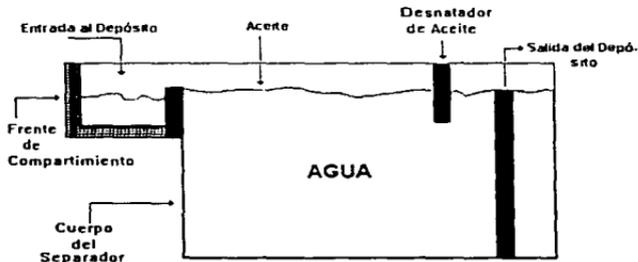
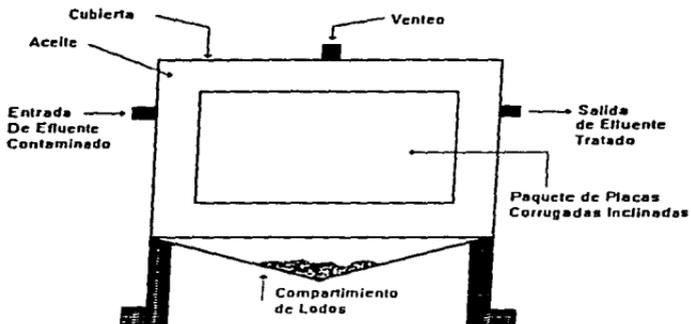


FIGURA No.2 Cambiador de Gravedad Tipo API

#### 4.3.1.1.2. Separadores o interceptores de plato corrugado (CPI).

Utilizan un medio insertado dentro de la cámara de gravedad para incrementar el área superficial sobre la cual fluye el residuo y de esta manera acelerar el ascenso de las gotas de aceite (ver figura No.3).



**FIGURA No.3.- Separador o Interceptor de Placas Corrugadas  
Tipo CPI.**

**CPI**

#### **4.3.1.2. Flotación de aire.**

Usado como tratamiento secundario, es un acelerador de los métodos de separación gravitacional, siendo útil para remover grasas y aceites presentes en la corriente residual mecánicamente emulsificados (o sea finamente divididos por mezclado turbulento, presurización o bombeo centrífugo) que para flotar naturalmente requieren de amplios espacios de tiempo, presentando un grave problema para los separadores por gravedad convencionales. El uso de una corriente de aire hace que las burbujas de aceite finamente dispersadas, se aglomeren, logrando que estos aglomerados floten hacia la superficie formando una capa espumosa. De este sistema existen dos arreglos diferentes:

1. Sistema de flotación con aire disuelto (D.A.F.)
2. Sistema de flotación con aire inducido (I.A.F.).

#### 4.3.1.2.1. Sistema de flotación con aire disuelto (DAF).

En el cual se introduce el aire al sistema bajo presión hacia el fondo del recipiente, como las burbujas de aire (ahora con una baja presión) van hacia la parte superior, aglomeran las pequeñas gotas de aceite, ayudando de esta forma a disminuir su gravedad específica y provocar un ascenso más rápido (ver figura No 4).

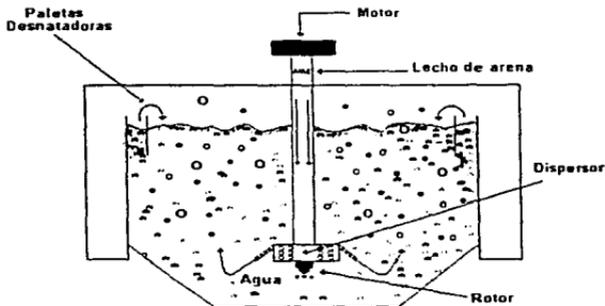


FIGURA No.4.- Métodos de Separación por Gravedad Empleando Aire: Flotación con aire disuelto (DAF).

#### 4.3.1.2.2. Sistema de flotación con aire inducido (IAF).

El aire es introducido mediante un rotor y dispersado usando difusores de aire, consiguiendo el mismo efecto que en un separador DAF (ver figura No.5).

#### 4.3.1.3. Coalescencia de aceites.

Puede ser usado como tratamiento primario o secundario, consiste en el uso de un filtro fijo (material fibroso atrayente de aceites) por el cual la gota de aceite tiene gran afinidad; cuando las emulsiones agua/aceite son forzados a través del dispositivo, las gotas de aceite (su tamaño se mide en micrones) crecen y pasan a través del dispositivo para después subir a la superficie y ser removidas por desnatado

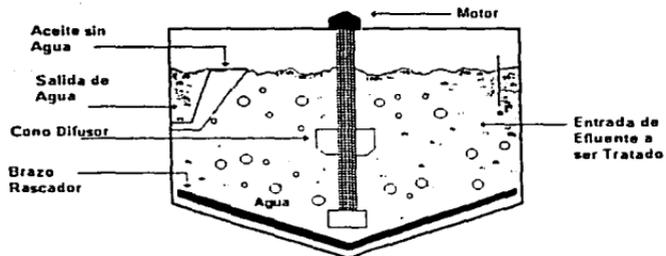


FIGURA No 5.- Métodos de Separación por Gravedad Empleando Aire: Flotación Inducida con Aire (IAF).

#### 4.3.1.4. Evaporación.

Esta involucra la vaporación de un líquido o pasta viscosa, siendo el objetivo concentrar una solución compuesta de un solvente volátil y un soluto menos volátil. Esta tecnología es útil para corrientes que contienen una alta concentración de sólidos o cuando la minimización del volumen de la fase líquida es necesaria para reducir los costos de eliminación. Los sistemas evaporadores más comunes son los de:

- película descendente,
- película ascendente y
- recirculación forzada.

#### 4.3.1.5. Filtración.

Los sistemas de filtración pueden separar sólidos suspendidos, utilizando como material filtrante vidrio, cerámica porosa, metales, plástico, arena, antracita, grafito, etc., los sistemas de filtración son susceptibles a la formación de espuma y al taponamiento, esencialmente en donde hay sólidos presentes.

#### 4.3.1.6. Adsorción con carbón activado.

Tratamiento secundario que involucra el uso de carbón activado con alta área superficial, puede usarse para remover una amplia variedad de contaminantes orgánicos e inorgánicos. Durante el proceso se eliminan un gran número de compuestos simultáneamente (el proceso es no específico) y debería considerarse generalmente para la eliminación de compuestos orgánicos no polares, de baja solubilidad y/o alto peso molecular.

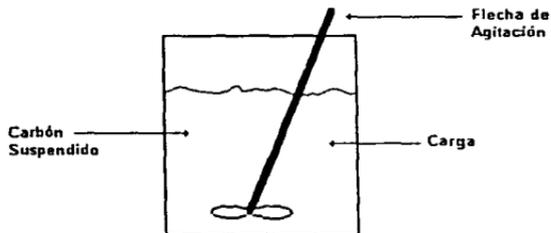
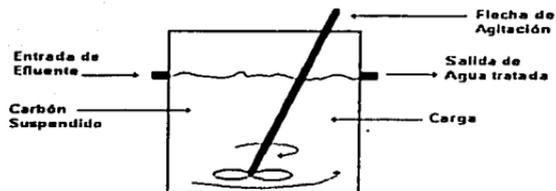
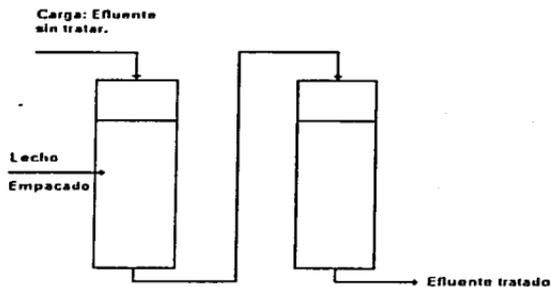


FIGURA No.6.- Sistemas para remover contaminantes por Adsorción, con carbón activado en polvo: Reactor Intermitente(Batch).

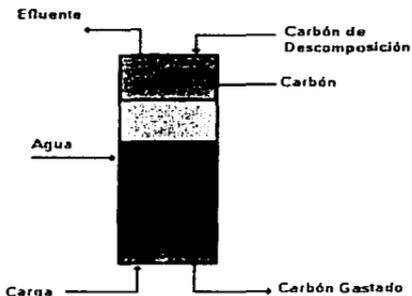
La adsorción en carbón activado es realizada con carbón activado en polvo (PAC) en reactores de mezclado completo (ver figuras No.6 y no.7) y carbón activado granular (GAC) en reactores de columna o lecho fluidizado (ver figuras No.8 y No.9). Los adsorbentes de columna se operan por lo general en pares, cuando el carbón de la primera columna se satura de contaminantes, esta sale a regeneración mientras la segunda columna continúa operando.



**FIGURA No.7.-** Sistemas para remover contaminantes por Adsorción, con carbón activado en polvo: Reactor de Flujo Continuo, con Agitación Completa.



**FIGURA No.8.-** Sistemas para remover contaminantes por adsorción con carbón activado granulado: Columnas Adsorbedoras.



**FIGURA No.9.- Sistemas para remover contaminantes por adsorción con carbón activado granulado: Reactor de Lecho Fluidizado.**

#### 4.3.1.7. Remoción con aire/vapor.

Tratamiento físico en el cual los contaminantes son transferidos de la fase líquida a la gaseosa. La remoción con aire está regulada por la relación de equilibrio de la ley de Henry; por lo tanto, el proceso solo aplica a contaminantes volátiles abajo de las condiciones atmosféricas normales. La clave para la remoción con vapor está en el equilibrio vapor/líquido entre el agua y el compuesto orgánico, pudiéndose remover algunos contaminantes semivolátiles o más solubles. (ver figura No.10).

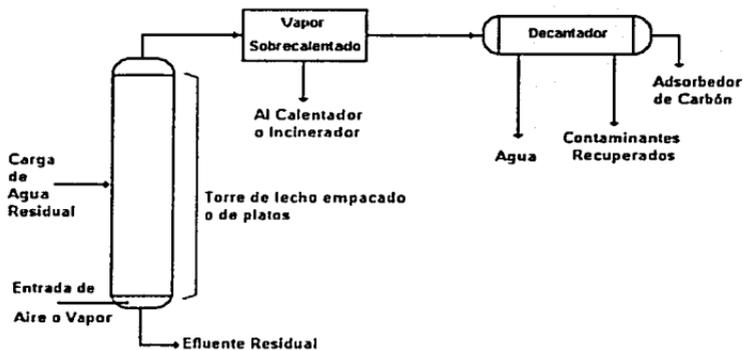


FIGURA No.10.-Sistema de Remoción con Vapor o Aire

#### 4.3.1.8. Extracción líquido-líquido.

Es la separación de constituyentes de una solución por contacto con otra en la cual los constituyentes son más solubles. La solución extrayente, es prácticamente inmiscible en agua a las condiciones de extracción. Los constituyentes al ser transferidos de una fase a otra no sufren cambios químicos. La extracción es aplicable para constituyentes que son completamente miscibles tanto en el solvente con el cual se va a realizar la extracción como el agua. (ver figura No.11).

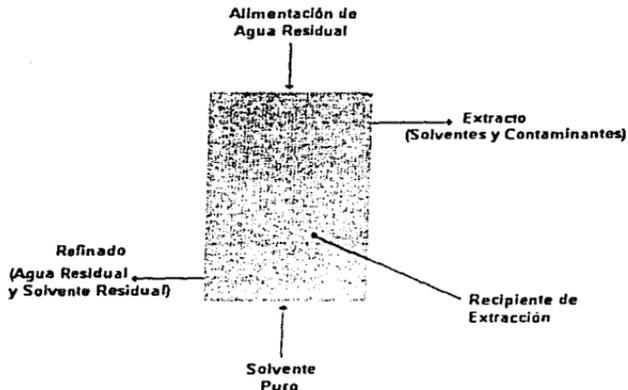


FIGURA No.11.- Remoción de contaminantes mediante un Sistema de Extracción Líquido-Líquido.

#### 4.3.1.9. Osmosis y Osmosis inversa.

Este proceso secundario, terciario o cuaternario consiste en la transferencia a través de una membrana semipermeable separando soluciones con diferentes concentraciones (normalmente el agua se transfiere de un sitio de mayor concentración hacia uno diluido). La membrana es permeable, pero retiene a los contaminantes disueltos tales como sales o compuestos de alto peso molecular. Con la ósmosis inversa se logra obtener un efluente de alta pureza (ver figura No. 12 y 13).

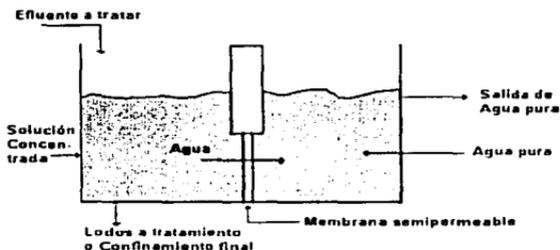


FIGURA No.12.- Sistema de Osmosis, empleado para concentrar residuos y recuperar agua purificada y/o los contaminantes presentes.

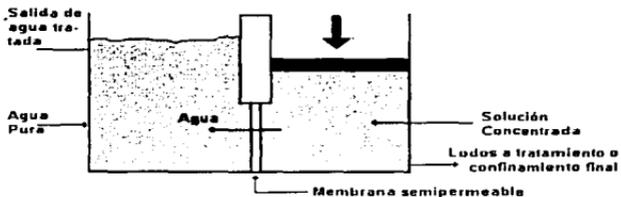


FIGURA No.13.- Sistema de Osmosis Inversa, empleada para concentrar residuos y recuperar el agua purificada y/o los contaminantes presentes.

#### 4.3.2. TRATAMIENTO QUÍMICO.

El tratamiento químico involucra el uso de reacciones para transformar corrientes de residuos peligrosos en sustancias de menor peligro.

Los tratamientos químicos manipulan las propiedades químicas de los contaminantes para facilitar su degradación o remoción del área afectada. Los productos finales del proceso de la descomposición química pueden entonces ser fácilmente separados o ser inofensivos y no causar problemas si permanecen en la solución (tal como bióxido de carbono o el agua).

La destoxificación química es un tratamiento tecnológico que ha sido empleado en procesos de tratamiento o usado para reducir la peligrosidad de un residuo en particular, previo al transporte, incineración y entierro.

Es importante recordar que en un proceso químico no pueden desaparecer mágicamente los lodos, puede sólo convertirlos a otra forma. Los productos de la destoxificación química causan menos problemas, pero es igualmente importante recordar que también pueden ser peligrosos, aunque en menor medida.

La gama de los métodos químicos incluye: neutralización, oxidación, precipitación y reducción. Un método óptimo debe ser rápido, no costoso y no tener residuos más peligrosos (ver tabla No 7).

**TABLA No.7**  
**Tratamiento químico para efluentes**

PROCESO	APLICACION	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Precipitación Química	Metales inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación del elemento disolvente</li> <li>• Bajo en mantenimiento</li> <li>• Recuperación del metal</li> <li>• Reactividad segura</li> <li>• Fácil de operar</li> <li>• Bajo costo de energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones volátiles</li> <li>• Propio manejo y almacenamiento de reactivos requeridos</li> <li>• Disposición de desperdicio de lodo</li> <li>• Selección de Eliminación</li> <li>• Requerimiento químico de aditivos</li> </ul>
Recuperación electrofítica	Alta concentración de metales orgánicos e inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disol. de eliminación del elemento.</li> <li>• Recuperación del metal</li> <li>• Reactividad segura</li> <li>• Fácil de operar</li> <li>• No desperdicio del lodo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto capital y costo de operación</li> <li>• Selección de eliminación</li> <li>• Dificultad de mantenimiento</li> <li>• Alto costo de energía</li> <li>• Susceptible a la suciedad</li> </ul>
Intercambio iónico	Baja concentración de metales orgánicos e inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de elemento-disolvente</li> <li>• Recuperación del metal</li> <li>• Reactividad segura</li> <li>• Fácil de operar</li> <li>• Reuso del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto capital y costo de operación</li> <li>• Selección de eliminación</li> <li>• Dificultad de mantenimiento</li> <li>• Alto costo de energía</li> <li>• Susceptible a la suciedad</li> </ul>

**TABLA No.7**

**Tratamiento químico para efluentes (Continuación)**

PROCESO	APLICACION	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Oxido/Reducción	Alta concentración de orgánicos e inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de disolvente contaminado</li> <li>• Alto grado de tratamiento</li> <li>• No existe corriente de lavado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto capital y costo de operación</li> <li>• Selección de eliminación</li> <li>• Dificultad de mantenimiento y operación</li> <li>• Alto costo de energía</li> </ul>
Aire húmedo (oxidación)	Alta concentración de componentes orgánicos tóxicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de elemento-disolvente</li> <li>• Tratamiento secundario de la corriente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto capital y costo de operación</li> <li>• Alto costo de energía</li> <li>• Dificultad de mantenimiento</li> <li>• Proceso peligroso, requiere sumo cuidado (personal especializado)</li> </ul>
Oxidación supercrítica	Alta concentración de componentes orgánicos tóxicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de elemento-disolvente</li> <li>• Tratamiento secundario en la corriente</li> <li>• Puede ser autónomo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto capital y costo de operación</li> <li>• Dificultad de mantenimiento</li> <li>• Alto costo de energía</li> <li>• Dificultad de operación</li> </ul>

Fuente: Chemical Engineering Process, August 1995.

A continuación se presentan algunas descripciones de los procesos de tratamiento químico más comunes empleados en el tratamiento de las aguas residuales industriales, estos son:

**4.3.2.1. Precipitación química.**

Es un tratamiento primario o secundario ampliamente aplicado para la remoción de metales (incluyendo As, Ba, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Se, Ag, Ta y Zn) u otros materiales capaces de asentarse en el flujo residual. En este proceso, los contaminantes solubles son convertidos a otros compuestos insolubles por medio de reacciones químicas (adición de un precipitante químico) entre el metal soluble y el agente precipitante, o por cambios en la composición del solvente que disminuye la solubilidad del contaminante. Cuando los metales disueltos son convertidos a sus formas insolubles, estos pueden ser eliminados mediante floculación o mezclado a bajas velocidades, con o sin adición de coagulantes (ver figura No 14)

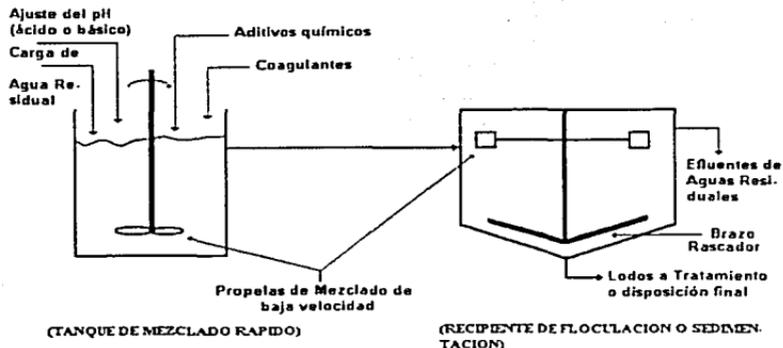


FIGURA No.14.- Sistema de Precipitación Química

#### 4.3.2.2. Recuperación electrolytica.

Es usado primordialmente para la recuperación de metales (tales como: Cu, Zn, Ag, Au y otros metales pesados, no aplica para el níquel por su bajo potencial de reducción). Este proceso involucra reacciones de oxidación y reducción que tienen lugar en la superficie de los electrodos conductivos (ánodo y cátodo) inmersos en un medio químico a los que se le aplica un potencial eléctrico. El ión metálico es reducido a su forma elemental en el cátodo, mientras compuestos como el oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y cloro se desprenden del ánodo. El proceso tiene mayor eficiencia al ser aplicado a flujos residuales que contienen metales en altas concentraciones mayores a 1,000 ppm (ver figura No 15)

#### 4.3.2.3. Intercambio iónico.

Tratamiento secundario, terciario o cuaternario usado más frecuentemente para la remoción de iones que imparten dureza (Ca y Mg), y con menor frecuencia para el tratamiento de aguas eliminando hierro y magnesio. Este proceso involucra el intercambio de un ion retenido en la superficie sólida (resinas sintéticas de intercambio iónicas) con un ion de carga similar que está presente en el flujo residual. Los intercambiadores catiónicos son aquellas resinas que tienen cationes intercambiables, mientras que los intercambiadores aniónicos contienen aniones intercambiables.

Existen muchos tipos de intercambio iónico, recibiendo diferentes nombres según los compuestos usados:

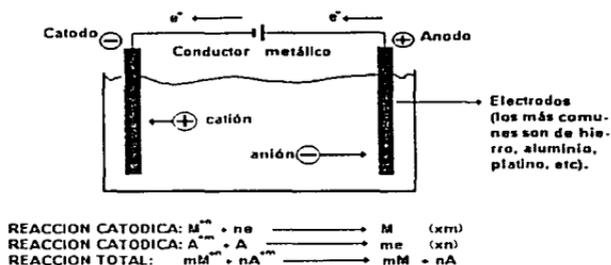


FIGURA No.15.- Esquematzación del proceso de Recuperación Electrolítica.

#### 4.3.2.3.1. Ablandamiento o suavización.

Se logra mediante la adición de productos químicos y depende de la conversión de los compuestos solubles, que son responsables de la dureza (carbonatos) a compuestos insolubles, los cuales pueden entonces ser removidos por separación mecánica.

#### 4.3.2.3.2. Ablandamiento con zeolitas.

Estos procesos incluyen el intercambio del ión sodio; intercambio del ión hidrógeno usualmente empleado en combinación con ablandamiento con zeolitas de sodio e intercambio iónico, que generalmente sigue al intercambio de iones hidrógeno para efectuar la desmineralización o desionización, pero también aplicado a la remoción de iones específicos como en la descalcificación. La suavización con zeolitas consiste en pasar el agua a través de un lecho de material que posee la propiedad de remover el calcio y magnesio y reemplazar estos iones con sodio o potasio. Dependiendo del tipo de resina utilizada, el proceso efectuado elimina en cantidades diferentes los iones presentes en el agua y por tanto, tienen nombres diferentes (ver figura No 16).

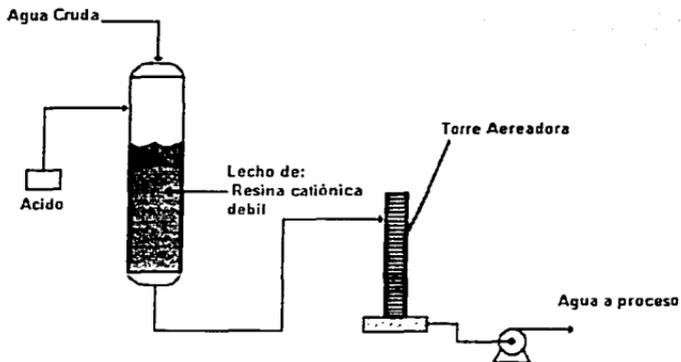
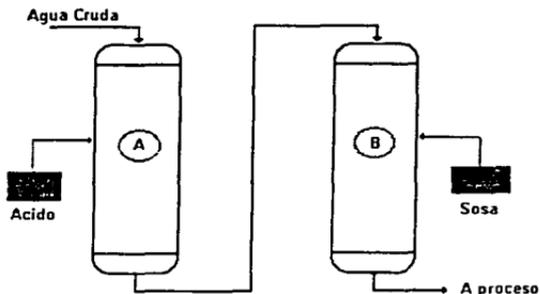


FIGURA No.16.- Sistema de Intercambio Ionico, en aguas residuales.

#### 4.3.2.3.3. Desionización y desmineralización.

A partir del desarrollo de las resinas de intercambio iónico, ha sido posible efectuar este en dos pasos, llamados "desmineralización" y "desionización". El primer paso en este proceso, es el intercambio catiónico de hidrógeno; el efluente contiene los ácidos de los aniones originalmente presentes, los cuales son removidos al hacerse pasar a través de un lecho cambiador de aniones (ver figura No. 17).



A: Resina catiónica fuerte.  
 B: Resina aniónica fuerte.

FIGURA No.17.- Proceso de Desmineralización de Agua Residual

#### 4.3.2.3.4. Oxidación y reducción química.

Son tratamientos secundarios o terciarios mediante los cuales se cambia o se degrada al contaminante (usualmente un compuesto orgánico o un metal pesado) basándose específicamente en su constitución química, para reducir su toxicidad. Este proceso consiste de un par de reacciones en las cuales uno de los reactantes pierde electrones (oxidación) mientras que la molécula del otro reactante gana los electrones perdidos (reducción). Para la aceleración de este tipo de tratamientos puede hacerse uso de catalizadores tales como: hidropéroxido, ozono, hipoclorito de sodio o de calcio entre otros.

### 4.3.3. TRATAMIENTO TERMICO.

Los procesos de tratamiento termico utilizan temperaturas elevadas generalmente cercanas al punto critico del agua para causar la destrucción o descomposición de los contaminantes. Las especies metálicas son descompuestas a su forma elemental, cenizas o gases puros, mientras que los compuestos orgánicos son descompuestos a bióxido de carbono, agua, gases halógenos o haluros. Los procesos de tratamiento empleados se muestran en la tabla No 8

**TABLA No.8**  
**Tratamiento Térmico para efluentes**

PROCESO	APLICACION	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Oxidación con Aire húmedo.	Altas concentraciones de compuestos orgánicos y compuestos tóxicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción de contaminantes disueltos.</li> <li>• Proceso destructivo</li> <li>• No requiere tratamiento secundario para los residuos generados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altos costos de energía</li> <li>• Altos costos de capital y operación</li> <li>• Dificultad en el mantenimiento</li> <li>• Alto grado de peligrosidad</li> <li>• Dificultad durante la operación</li> </ul>
Oxidación supercrítica	Altas concentraciones de compuestos orgánicos y compuestos tóxicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción de contaminantes disueltos.</li> <li>• Proceso destructivo</li> <li>• No requiere tratamiento secundario para los residuos generados</li> <li>• Puede mantenerse por si mismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altos costos de energía</li> <li>• Altos costos de capital y operación.</li> <li>• Dificultad en el mantenimiento.</li> <li>• Alto grado de peligrosidad</li> <li>• Dificultad durante la operación.</li> </ul>
Incineración	Altas concentraciones de compuestos orgánicos tóxicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remueve contaminantes disueltos.</li> <li>• Proceso destructivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altos costos de energía</li> <li>• Altos costos de capital y operación.</li> <li>• Dificultad en el mantenimiento.</li> <li>• Alto grado de peligrosidad.</li> <li>• Dificultad durante la operación.</li> <li>• Se requiere tratar los gases generados.</li> </ul>

Fuente: Chemical Engineering Process, August 1995.

#### **4.3.3.1. Oxidación con aire húmedo.**

Este proceso ocurre cuando un compuesto orgánico u oxidable en base acuosa es mezclado con aire a temperaturas en el rango de 150 a 350°C y presiones entre 2,000 a 20,000 Kpa. Los compuestos orgánicos son oxidables estequiométricamente a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. La eficiencia de la reacción es del 100%.

#### **4.3.3.2. Oxidación supercrítica.**

Este proceso se usa cuando las reacciones de oxidación producen la energía suficiente para mantener la reacción. Mediante este proceso se explotan las propiedades del agua a presión y temperatura crítica (374°C y 23.5 MPa). Bajo estas condiciones, las sustancias orgánicas se vuelven completamente miscibles y las sales son insolubles. La eficiencia de la reacción es del 100%.

#### **4.3.3.3. Incineración o inyección líquida.**

Es un proceso térmico mediante el cual se logra la completa destrucción del residuo, aplicándose solo a residuos especiales que no pueden ser tratados usando otras tecnologías (ciertos metales pesados, bifenoles policlorados (PCB's) o dioxinas). El residuo líquido es directamente quemado o inyectado dentro de una cámara de combustión en un incinerador. El valor de calentamiento de los residuos y la energía necesaria para llevar el residuo a temperaturas de combustión son los factores críticos que deben ser considerados. El grado de tratamiento es del 100% para la mayoría de los constituyentes orgánicos de interés.

### **4.3.4. TRATAMIENTO BIOLÓGICO.**

El tratamiento biológico es aquel en donde se efectúan reacciones aerobias y anaerobias para la eliminación o reducción de contaminantes en un efluente utilizando para ello microorganismos.

Los procesos de tratamiento biológico utilizan mecanismos bioquímicos y biológicos para llevar a cabo un cambio químico en las propiedades de los contaminantes de interés. Las propiedades químicas son alteradas bajo la acción de una amplia variedad de microorganismos para causar la descomposición del compuesto dentro de la corriente residual. El objetivo del tratamiento biológico es estabilizar las sustancias orgánicas. Los productos finales de la degradación microbiana son células nuevas,

monóxido de carbono, agua, haluros y nitrógeno elemental y sulfuro, calor y energía en exceso. Frecuentemente, la descomposición de compuestos orgánicos no es completa, formándose compuestos de bajo peso molecular, tales como alcoholes, cetonas y ácidos orgánicos. Sin embargo, estos compuestos son de baja toxicidad para los microorganismos o vida acuática y son fácilmente biodegradados bajo condiciones apropiadas.

Por otra parte, los compuestos antropogénicos son relativamente resistentes a la biodegradación, una razón es que los organismos que están presentes no pueden producir las enzimas necesarias para convertir los componentes originales a un punto al que los intermedios resultantes puedan entrar dentro de un proceso metabólico común y ser completamente mineralizado.

El uso de microorganismos para el tratamiento biológico de componentes antropogénicos es un concepto nuevo. La capacidad metabólica de muchos microorganismos, en particular de las algas y bacterias oligotróficas, son poco conocidas. En la tabla No 9, se presentan algunos procesos de tratamiento biológico.

**TABLA No.9**  
**Tratamiento biológicos para efluentes**

PROCESO	APLICACION	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Lodos activados	Baja concentración de orgánicos y algunos inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación del elemento disolvente</li> <li>• Bajo en mantenimiento</li> <li>• Distribución del proceso</li> <li>• Seguro y fácil de operar</li> <li>• Bajo costo de capital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones volátiles</li> <li>• Disposición de desperdicio de lodo</li> <li>• Alto costo de energía</li> <li>• Susceptible al choque de carga y tóxicos</li> <li>• Susceptible al cambio climático</li> </ul>
Lagunas de estabilización	Baja concentración de orgánicos y algunos inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación del elemento disolvente</li> <li>• Bajo en mantenimiento</li> <li>• Distribución del proceso</li> <li>• Seguro y fácil de operar</li> <li>• Bajo costo de capital y energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones volátiles</li> <li>• Disposición de desperdicio de lodo</li> <li>• Susceptible al choque de carga y tóxicos</li> <li>• Susceptible al cambio climático</li> </ul>
Ajuste de Reactores de película	Baja concentración de orgánicos y algunos inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación del elemento disolvente</li> <li>• Bajo en mantenimiento</li> <li>• Distribución del proceso</li> <li>• Seguro y fácil de operar</li> <li>• Bajo costo de capital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones volátiles</li> <li>• Disposición de desperdicio de lodo</li> <li>• Alto costo relativo a la operación</li> <li>• Susceptible al choque de carga y tóxicos</li> <li>• Susceptible al cambio climático</li> </ul>
Degradación anaerobia	Baja concentración de orgánicos y algunos inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación del elemento disolvente</li> <li>• Bajo en mantenimiento</li> <li>• Distribución del proceso</li> <li>• Seguro y fácil de operar</li> <li>• Bajo costo de capital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones volátiles</li> <li>• Disposición de desperdicio de lodo</li> <li>• Alto costo de energía</li> <li>• Susceptible al choque de carga y tóxicos</li> <li>• Susceptible al cambio climático</li> </ul>

Fuente: Chemical Engineering Process, August 1995.

Los procesos de tratamiento biológico típicos son:

#### 4.3.4.1. Lodos Activados.

Este proceso se emplea cuando se dispone de un terreno de poca extensión y se desea reducir el tiempo de degradación de los residuos. Los lodos activados consisten de una mezcla líquida de microorganismos suspendidos, oxígeno disuelto, compuestos orgánicos y nutrientes continuamente agitados o aerados. La materia biológica está en contacto con el oxígeno, nutrientes y materia orgánica para degradar los compuestos orgánicos a  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  (idealmente), los cuales permanecen en la mezcla (Ver figura No.18).

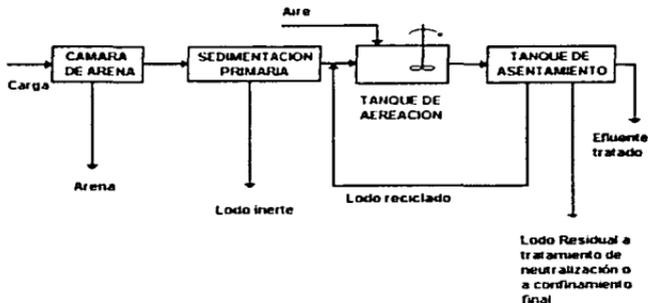
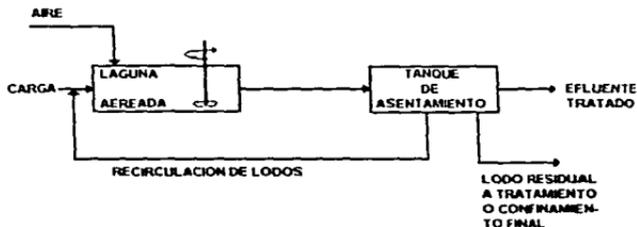


FIGURA No.18.- Proceso de Degradación Biológica de residuos, mediante el Sistema de Lodos Activados.

#### 4.3.4.2. Estanque de Estabilización o Lagunas Aereadas.

Estos procesos requieren de un terreno de gran extensión. El proceso de estabilización requiere de estanques grandes y poco profundos, que contienen bacterias y algas para estabilizar la materia orgánica presente en la corriente residual. Al ser poco profundos, la luz y el oxígeno penetran hasta el fondo de los estanques. Las algas y

bacterias están suspendidas y polificadas (agrupadas) en el estanque, para liberar oxígeno (procesos de fotosíntesis) que puede ser usado por las bacterias para la estabilización de la materia orgánica. Las lagunas aereadas son similares a los tanques de estabilización, excepto por el suministro constante de oxígeno, aireación o mezclado, manteniendo condiciones aerobias en el fondo (Ver figura No.19).



**FIGURA No.19.- Sistema de Tratamiento Biológico mediante una laguna aerada.**

#### 4.3.4.3. Reactores de Película Fija (Filtros de Goteo y Reactores de Lecho Empacado).

Estos procesos son preferidos sobre los procesos de lodos activados por la baja demanda de equipo mecánico para lograr la aireación. En el proceso biológico de película firme, los microorganismos forman una capa firme en el fondo del reactor absorbiendo nutrientes al pasar los residuos a través de ellos. En los filtros de goteo, se distribuyen en la parte alta y se dejan gotear hacia el fondo del filtro. El término "filtro de goteo" describe el movimiento a través del medio, el cual da el suficiente tiempo para que ocurra la difusión de los contaminantes en la película fija. En los reactores de lecho empacado, el medio está completamente sumergido en el medio y el reactor está diseñado para proporcionar el tiempo suficiente de retención hidráulica y ocurra la difusión de los contaminantes (Ver figura No 20)

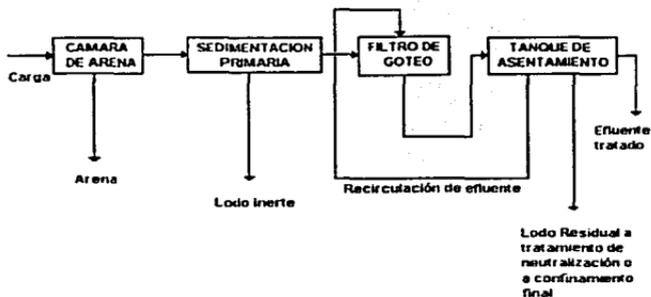


FIGURA No.20- Proceso de Biodegradación con un Sistema de filtración por goteo.

#### 4.3.4.4. Degradación Anaerobia.

Este proceso es usado cuando se desea reducir la cantidad de lodos que deben ser eliminados posteriormente y en la degradación de residuos orgánicos clorados o halogenados. El proceso de degradación anaerobia es similar a un proceso aerobio, salvo que de la degradación de contaminantes ocurre en ausencia de oxígeno. Los productos finales de este tipo de degradación son: metano, bióxido de carbono y una variedad de compuestos de bajo peso molecular. A diferencia del proceso aerobio, mediante este proceso no se obtiene mucho lodo o biomasa, dado que se obtiene menor energía durante el metabolismo anaerobio. La velocidad de reacción es menor que en el proceso aerobio, requiriendo tiempos de degradación del orden de meses para algunos constituyentes (tiempos de degradación del orden de días para un proceso aerobio).

#### **4.4. ESTADO DE LA TECNICA.**

Se refiere al nivel de desarrollo alcanzado por una área en particular de una materia técnica en una fecha determinada. Está constituido por todo lo que antes de esta fecha se ha hecho accesible al público en cualquier parte del mundo y por cualquier medio (descripción escrita, oral, uso, etc.). Para una invención dada, el estado de la técnica es decisivo para la determinación del cumplimiento de los requisitos de patentabilidad en cuanto a la novedad y actividad inventiva. La fecha que delimita este estado, es la presentación de solicitud, que será la de prioridad en los casos correspondientes.

Como se puede observar, estas categorías se encuentran razonablemente bien definidas, aunque hay ocasiones de confusión cuando las tecnologías tienen características omitidas. Es decir, solo se conocen en la aplicación de un uso exclusivo, cuando en realidad pueden ser aplicadas a otras áreas.

Una apropiada elección de la tecnología a ser utilizada en cualquier situación dada, es el reflejo del conocimiento de las mismas. No únicamente son en cuanto a eso, muy diferentes en cierto modo al tipo de residuos peligrosos, en términos de su caracterización química, pero si la tratabilidad de los residuos depende de su estado. En la tabla No 10 se presentan la clasificación de estos tratamientos tecnológicos, para algunos sistemas de residuos peligrosos.

##### **4.4.1. OTROS PROCESOS TECNOLÓGICOS.**

Como se puede apreciar, en el caso de los puntos 4.3.1., 4.3.2., 4.3.3., y 4.3.4. se tienen los procesos aplicables hasta ahora conocidos para el tratamiento de los residuos peligrosos en cualquier estado físico que estos se encuentren. Sin embargo, junto con los procesos más comunes existen otros procesos que incluyen procedimientos específicos, o bien, técnicas poco conocidas; que si bien, aplican en base o en esencia alguno, o combinación de los vistos en los puntos antes señalados, su alcance o divulgación es poco conocida. Esto es, sin perder de vista el aspecto económico que implica el aplicar alguna de las tecnologías planteadas.

Como se señaló en el párrafo anterior, en el ámbito tecnológico es importante señalar que las condiciones de desarrollo industrial en México y América Latina, sin el componente tecnológico de una industria propia de bienes de capital, ha limitado enormemente el desarrollo tecnológico en todas sus formas. Por lo que la mayor parte de la tecnología ha ser utilizada tiene como origen países industrializados, los cuales ofrecen está a cambio de bienes de capital.

**TABLA No.10**

**Clasificación de tecnologías para el tratamiento de algunos sistemas de efluentes**

Proceso de tratamiento	TIPO DE RESIDUOS													FORMA DEL RESIDUO		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	a	b	c	
Separación/filtración		X	X	X	X	X			X	X			X		X	
Absorción con Carbón									X	X	X		X		X	
Remoción con aire y vapor			X	X	X	X				X			X			
Recuperación Electrolytica									X				X			
Intercambio iónico	X								X	X			X			
Membranas									X	X			X			
Precipitación química	X								X				X			
Oxidación/Reducción		X								X			X			
Ozonización		X		X	X	X					X		X		X	
Evaporación			X	X	X	X	X						X	X	X	
Solidificación	X	X											X	X	X	
Inc. por inyección líquida			X	X	X	X	X						X	X	X	
Hornos rotatorios			X	X	X	X	X	X					X	X	X	
Inc. de lecho fluidizado			X	X	X	X	X	X					X	X	X	
Pirólisis			X	X	X	X	X						X	X	X	
Fusión glaseada			X	X	X	X	X	X					X	X	X	

Fuente: Freeman (1989).

En donde:

A: Corrosivos.

C: Solventes Halogenados.

E: Orgánicos clorados.

G: Residuos oleaginoso.

I: Acuoso con metales.

K: Reactivos.

B: Cianuros.

D: Orgánicos No-Halogenados.

F: Otros orgánicos.

H: PCB's.

J: Acuoso con orgánicos.

L: Suelos contaminados.

Además:

a: Líquidos.

b: Sólidos/Lodos.

c: Gases.

A continuación se presenta en la tabla No.11, algunas de las tecnologías, su origen y tipo de contaminante que procesa. Cabe señalar que esta información fue proporcionada por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial en donde se ubican los bancos de datos e información referente a tecnologías patentadas.

**TABLA No.11**  
**Tecnología y Origen**

<b>TECNOLOGIA</b>	<b>ORIGEN</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Proceso para la eliminación de residuos sólidos a partir de la preparación de toliendiosocianato	Alemania	Tratamiento químico
Procedimiento para fabricar un material combustible sólido a partir de residuos sólidos urbanos y/o industriales asimilables a urbanos y/o agrícolas	España	Tratamiento térmico
Procedimiento, fórmula e instalación para el tratamiento y esterilización de los residuos biológicos, sólidos, líquidos, metales férricos, metales no férricos, tóxicos y peligrosos hospitalarios	España	Tratamiento físico-químico
Un sistema de tratamiento de residuos biológicos	Estados Unidos	Tratamiento biológico aeróbico
Método para la reducción química indirecta de metales de residuos	Estados Unidos	Reducción química
Aparato y procedimiento para convertir residuos peligrosos en un agregado no peligroso	Estados Unidos	Residuos peligrosos
Innovación Tecnológica de Lavado de Sólidos	Estados Unidos	Tratamiento físico
Lavado de Sólidos por Oxidación Catalítica (Excalibur Enterprises, Inc.)	Estados Unidos	Tratamiento químico
Procedimiento para inmovilizar, solidificar y reducir el volumen de material de desecho peligroso	Estados Unidos	Tratamiento físico
Método para impedir el escape de material contaminante orgánico	Estados Unidos	Tratamiento físico
Procedimiento para estabilizar químicamente polvos y lodos de metales pesados	Estados Unidos	Tratamiento químico
Método y aparato para tratar "in situ" un lugar de eliminación de residuos peligrosos	Estados Unidos	Tratamiento físico-químico
Método y aparato para la recuperación de energía a partir de residuos sólidos peligrosos	Estados Unidos	Tratamiento térmico
Método para el tratamiento de desechos	Finlandia	Tratamiento térmico
Procedimiento de destrucción de residuos orgánicos peligrosos	Francia	Tratamiento químico
Tratamiento de residuos del petróleo	Gran Bretaña	Tratamiento ultrasonico.
Métodos de encapsular residuos acuosos peligrosos	Gran Bretaña	Tratamiento físico-químico
Procedimiento para pretreatar residuos peligrosos	Gran Bretaña	Tratamiento físico-químico
Material de tratamiento de desechos	Japón	Tratamiento químico
Procedimiento mejorado de tratamiento químico de lodos plomizos para transformar residuos cambiando sus características	México	Tratamiento químico.
Sistemas para la incineración de residuos generando energía eléctrica y/o produciendo vapor de agua a alta presión y temperatura	México	Tratamiento térmico.

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual: OMPI

**TABLA No.11**  
**Tecnología y Origen**  
**(Continuación)**

<b>TECNOLOGÍA</b>	<b>ORIGEN</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Sistema para neutralizar biológicamente material de desecho	OMPI	Tratamiento biológico
Método y aparato para el tratamiento "in situ" de desechos de tierra y terreno contaminado	OMPI	Tratamiento químico
Método para eliminar el mercurio de suelos contaminados y residuos industriales y aparato referido	OMPI	Tratamiento térmico
Método para destruir residuos peligrosos que contienen sustancias que no son degradables en la naturaleza	Suecia	Tratamiento químico
Procedimiento e instalación para el tratamiento de los residuos industriales de yeso de síntesis	Suiza	Tratamiento físico

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual: OMPI

#### **4.5. TRATAMIENTO DE EFLUENTES EN REFINERÍA.**

Los efluentes acuosos de refinerías de petróleo, contienen un rango diverso de contaminación, incluyendo aceites, fenoles, sulfuros, sólidos disueltos. La cantidad de los contaminantes producidos en una planta de procesos, está en función del tipo o fuente de la materia prima a procesar y el tipo de proceso involucrado.

##### **4.5.1. PREDESACEITADO.**

Se utilizan diversos dispositivos para asegurar el desaceitado grueso de los efluentes a la entrada de la estación de tratamiento. Estos dispositivos deben elegirse en función de las características de los efluentes (productos pesados o bituminosos, ceras y parafinas, materias en suspensión, etc...).

- decantador longitudinal según la norma API, en el que es indispensable prever un barrido mecánico;
- desaceitado circular DEGEMONI, con el que se consigue una preseparación de los productos ligeros protegida contra la atmósfera.
- decantadores de placas paralelas; el estancamiento de placas con el tiempo, reduce progresivamente la eficacia de estos aparatos y hace

necesario prever su limpieza periódica o reservarlos para el tratamiento de aguas calientes o poco cargadas;

- flotación mecánica con dispersión de aire.

#### 4.5.2. DESACEITADO DE EFLUENTES EN REFINERÍA.

Según los efluentes a tratar, los dispositivos anteriores hacen posible su restitución con unos contenidos en hidrocarburos, comprendidos entre 25 mg/l y 100 mg/l, a veces superiores, para obtener valores de 5 a 20 mg/l, compatibles por lo que es necesario un afino del desaceitado por uno de los siguientes procesos:

- flotación con aire disuelto, después de adición de polielectrólitos. Si se añade igualmente un coagulante mecánico, se obtiene además de la precipitación de sulfuros y una clarificación completa
- filtración coalescente a presión, después de la adición de un polielectrólito catiónico. Deben adoptarse disposiciones especiales para tratar las aguas de lavado de los filtros con el fin de asegurar la rotura de la emulsión que constituyen.

#### 4.5.3. ELIMINACIÓN DE SULFUROS.

Según la concentración inicial, pueden adoptarse varias disposiciones:

- agotamiento (stripping) con vapor de efluentes concentrados;
- oxidación lenta por medio de aire, con o sin catalizadores (sosas usadas);
- desplazamiento de  $H_2S$  por acidificación y agotamiento (stripping) con aire de  $H_2S$  que se quema a continuación (efluentes que contienen de 100 a 500 mg/l de  $S_2$ );
- precipitación por sales de hierro (efluentes con  $S^{2-} < 25$  mg/l).

#### 4.5.4. DEPURACIÓN BIOLÓGICA.

Son posibles varios métodos cuya elección depende de la cantidad y de la naturaleza de la  $DBO_5$  (Demanda Bioquímica de Oxígeno) a eliminar;

- aeración-oxidación, para satisfacer la demanda inmediata de oxígeno debida a la presencia de reductores minerales;
- lodos activados a media carga o aeración prolongada;
- lechos bacterianos tradicionales, o mejor, con relleno de materiales plásticos ordenados; deben protegerse contra las aportaciones de hidrocarburos a mucho más que los depósitos de los procedimientos anteriores

#### 4.5.5. TRATAMIENTOS TERCIARIOS.

Pueden realizarse por filtración, percolación a través de carbón activado, ozonización, floculación y decantación con lecho de fangos. Mediante la precolación a través del Carbón activado se reducen pequeños contenidos de fenoles.

#### 4.5.6. TRATAMIENTO DE LOS FANGOS.

Los fangos de flotación, obtenidos sin coagulante inorgánico, se recirculan generalmente a fabricación. Si no es así, puede preverse su deshidratación mecánica, por centrifugación continua o discontinua. Continua (fangos de flotación, fondos de A.P.I.) o por filtros-prensa (fangos biológicos). Seguidamente, se consigue la eliminación final de los fangos mediante incineración en lecho fluidificado o por pirólisis.

#### 4.6. FUENTES DE EFLUENTES CONTAMINANTES.

La mayoría de las corrientes de efluentes en las refinerías se caracterizan dentro de los siguientes tipos:

- a) Con alto o bajo contenido de sólidos disueltos.
- b) Aceitosos y no aceitosos.
- c) Alto o bajo contenido en fenoles y/o sulfuros.
- d) Químicos y no químicos.

Utilizando estas características, las corrientes de efluentes típicamente encontradas provienen de (ver tabla No. 12).

**TABLA No 12**  
**FUENTES Y CARACTERISTICAS**

FUENTE	CARACTERISTICA
Drenado de fondos de tanque:	El agua periódicamente drenada de tanques sera sucia y aceitosa. Estas aguas pueden contener sales y sólidos disueltos si los tanques se utilizan para almacenar crudo, sulfuros y/o fenoles, si los tanque almacenan productos intermedios no tratados y aceites libres o emulsificados.
Tanques lavadores de sosa cáustica para aceites:	Las sosas utilizadas para lavar kerosinas, gasolinas y aceites destilados, contendrán ácidos nafténicos, fenoles y acresoles.
Desaladores:	Casi todas las refinarias contienen una desaladora de crudo, de tal manera que el efluente del sistema de destilación, contiene un alto contenido de sólidos disueltos, aceitosos y sucios. Además pueden contener fenoles y sulfuros en pocas cantidades.
Drenajes de áreas de proceso:	Usualmente se utiliza agua de enfriamiento en aguas calientes y compresoras enchaquetadas. Adicionalmente agua y aceite se utilizan para el sello de bombas y compresores. Los drenes de este sistema constituyen otra fuente del drenaje aceitoso y normalmente contiene bajo contenido de sólidos.
Drenajes de áreas de utilidad:	Estas aguas por lo general no son aceitosas y provienen de calentadores, unidades de tratamiento de agua, unidades de compresión. Normalmente estas aguas se caracterizan por su alto contenido de sólidos. El área útil incluye el manejo de equipo aceitoso.
Agua de enfriamiento:	Una planta de procesos puede emplear agua de enfriamiento en forma simple o con recirculación. Si el agua de enfriamiento se utiliza una sola vez, entonces la descarga es baja en sólidos disueltos. Sin embargo, el agua de enfriamiento se recircula en un sistema cerrado como en una torre de enfriamiento, la descarga del sistema será alta en sólidos disueltos.

## 4.7. EFLUENTES PRODUCIDOS POR UNIDADES DE PROCESO.

### 4.7.1. DESTILACIÓN PRIMARIA.

En el domo del tambor de reflujo en una columna de destilación de crudo se produce un efluente acuoso. La principal fuente de este efluente, es el vapor de agotamiento el cual se utiliza en el sistema de destilación y se condensa junto con el producto del domo que es la nafta. Esta agua o condensado tendrá  $H_2S$  y  $NH_3$ , ya que se inyecta  $NH_3$  en el domo para controlar el pH dentro del tambor del domo.

#### **4.7.2. ACEITE PESADO DE DESTILACIÓN AL VACÍO.**

El producto del tambor en el domo es una unidad al vacío produce un efluente acuoso. La mayor parte de esta agua se deriva de la condensación del vapor que utiliza el eyector de vacío. Esta agua puede contener pequeñas cantidades de  $H_2S$ .

#### **4.7.3. DESINTEGRACIÓN CATALÍTICA (FCC).**

La desintegración catalítica de aceites pesados produce fenoles, tiofenoles,  $H_2S$ ,  $NH_3$  y cianuros. El efluente de la reacción usualmente contiene vapor. El tambor de reflujo en el domo del fraccionador principalmente produce un condensado amargo que contiene  $NH_4HS$  y fenoles. La compresión y fraccionamiento del gas residual del fraccionador producen condensados amargos.

#### **4.8. TRATAMIENTO Y DISPOSICION.**

El grado de tratamiento que requiere un desecho industrial depende de la difusión y característica estabilizadora de la corriente receptora. La cantidad de concentración de los contaminantes debe quedar reducida al mínimo en la planta industrial.

A continuación se presenta un resumen de los principales procesos de tratamientos que se usan comúnmente para tratar desechos industriales.

1. Eliminación de los sólidos suspendidos de tamaño apreciable, por medio de cribado o sedimentación
2. Eliminación de grasas, aceites y sólidos grasos por medio de flotación y auxiliado de algunos casos por tratamiento químico.
3. Eliminación de sólidos coloidales por floculación con coagulantes químicos y electrolitos, seguidas de sedimentación e incluso de filtración.
4. Neutralización de la acidez o alcalinidad excesiva por adición de productos químicos
5. Eliminación o estabilización de los sólidos disueltos mediante precipitación química, permutación iónica, procesos biológicos o sus combinaciones

Es por ello que es necesario verificar cada una de las técnicas y tipos de tratamiento existentes para llevar a cabo la selección de tecnologías.

ESTE LIBRO NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## CAPITULO V

### PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

## **5. PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS**

Durante el desarrollo del presente trabajo se recurrió a las diferentes fuentes de investigación nacional e internacional.

Uno de los principales objetivos al formar el "estado de la técnica" es la de observar cuál es la diferencia que existe entre las diferentes tecnologías desarrolladas.

Para ello se presenta una metodología de trabajo para determinar cuál es el grado de avance tecnológico existente en un área determinada (en el caso del presente trabajo es el de la industria petroquímica), empezando generalmente por el surgimiento de una necesidad de los tipos de contaminantes que desprende dicha industria, observándose y mencionándose en el Plan Nacional de Desarrollo (1995-2000) y haciendo énfasis en la Ley General de Equilibrio Ecológico.

### **5.1. METODOLOGIA.**

La descripción de la presente metodología es de carácter general, por lo que se recomienda que siempre que sea posible, se disponga de un conocimiento o asesoramiento especializado para obtener el mejor grado de información, especialmente en el uso de patentes.

#### **5.1.1. Información de patentes.**

Toda industria o centro de investigación, para mantenerse en los primeros planos de desarrollo tecnológico, requiere constantemente de ideas nuevas basadas, por lo general, en la información tecnológica que se encuentre a su alcance. Esta información puede provenir de diversas fuentes:

- el contacto directo con otros científicos, técnicos, ingenieros, empresarios etc.
- literatura profesional.
- visitas a exposiciones.
- participaciones en congresos, etc.

Los documentos de patente contienen descriptores de conceptos científicos y técnicos así como detalles prácticos de procesos y aparatos. Antes de poder evaluar el valor tecnológico completo de tales documentos, es necesario comprender por qué se publican y cuál es su función en el desarrollo económico y tecnológico de un país.

Los documentos de patente poseen la importancia jurídica y tecnológica que no es fácil separar. Por tanto, resulta indispensable conocer los conceptos básicos del sistema de patentes para poder analizar plenamente el impacto tecnológico que tienen dichos documentos.

El término "documento de patente" designa tanto a las solicitudes de patente como a las patentes. No es una expresión oficial que se emplee en las leyes de patentes, pero resulta conveniente por su condición. Ha de entenderse que comprende a las patentes, certificados de invención, diseños industriales y modelos de utilidad, así como patentes de utilidad, de diseño, de plantas y otras figuras legales reconocidas por diferentes oficinas alrededor del mundo.

Una característica importante de la literatura técnica que no siempre se toma en consideración al hacer una investigación o incluso al inventar, es su edad. La información más novedosa es la que contienen las patentes. En ellas se encuentra siempre lo descubierto más recientemente en un campo particular de interés. Cualquier otro tipo de literatura, como ponencias, simposios, seminarios, conferencias, artículos o libros, siempre ofrecerá información con edades de entre varios meses y varios años. Se estima que el 75% de la información revelada en patentes, no vuelve a publicarse en algún otro medio. Esto es en lo que se fundamenta la importancia de una búsqueda del "estado de la técnica".

Una búsqueda del "estado de la técnica" en patentes, es una inspección del contenido de los archivos de patentes que se emplea para determinar si una invención fue o no desarrollada anteriormente. Así, una búsqueda de este tipo es necesaria al inicio de cualquier proyecto de investigación, desarrollo, producción o mercadeo. La información permitirá al interesado determinar cual es el estado que guarda el campo técnico de su interés y, a través de los nuevos datos obtenidos, identificar también a individuos y/o compañías que se encuentran involucrados en el tema.

En resumen, se pueden destacar los siguientes usos.

1. Investigación sobre el estado de la técnica, para ayudar en la formulación de programas de investigación y desarrollo y evitar la duplicidad de esfuerzos.
2. Investigación con fines legales, para determinar la novedad de la invención, identificar la tecnología de libre uso, o evitar invadir derechos vigentes de otros titulares de patente.
3. Evaluación y promoción de la tecnología. Existe una relación clara entre el grado de actividad en la producción de patentes y el nivel de desarrollo tecnológico, tanto para una empresa como para sectores industriales en un determinado país. La literatura sobre patentes puede ser una fuente de información de primer orden en el estudio, adopción y puesta en práctica de políticas de innovación y desarrollo tecnológico.

4. Transferencia de tecnología. Numerosos estudios han puesto de manifiesto el importante papel que juegan en la transferencia de tecnología, entre otras por las siguientes razones:

- Son documentos de información tecnológica completa, al tener que describir por imperativo legal, la invención.
- Tienen una estructura de uso cómoda y uniforme, lo que las hace más adecuadas para la transmisión del "know-how".
- Presentan una descripción histórica del estado de la técnica, facilitando al receptor una visión más amplia de la tecnología que la estrictamente referida a la invención descrita.
- Permiten al receptor ver claramente lo que está adquiriendo.
- Al identificar tanto al creador de la invención como a su poseedor, las patentes facilitan las negociaciones directas, sin intermediarios.
- El sistema de licencias de patentes está suficientemente experimentado y desarrollado.

#### 5.1.1.1. CONSULTA DE DOCUMENTOS PARA REALIZAR LA ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.

Las preguntas que se presentan a continuación, involucran una estrategia de búsqueda que pueda seguirse para localizar la información que se necesita:

- ¿Cuáles son los descriptores seleccionados?
- ¿Hay otros términos relacionados con los anteriores?
- Sinónimos, abreviaturas, términos técnicos o comerciales.
- ¿Cuál es el lapso de tiempo a revisar?
- ¿La información requerida es reciente?
- ¿Qué tipo de fuente necesita consultar?
- ¿Es un producto, proceso o servicio?
- ¿De dónde viene?
- ¿De qué está hecho?
- ¿Es una patente o marca registrada?
- ¿Quién lo compra?
- ¿Cómo se distribuye?
- ¿Es el nombre químico o sistemático?
- ¿Qué otras fuentes bibliográficas ha consultado?

### 5.1.1.2. FUENTES DE INFORMACION.

Una vez realizada la estrategia de búsqueda, a partir de dar respuesta a las preguntas antes expuestas y otras más que pueden generarse en base a la información disponible o conocimiento que se posea del campo en cuestión, se procede a una serie de fuentes de información que permitan obtener el conocimiento solicitado (ver tabla No. 13).

**TABLA No.13**  
**FUENTES DE INFORMACION**

<b>FUENTE</b>	<b>TIPO DE INFORMACION</b>
Obras de consulta	Información resumida
Bibliografías	Artículos
Resúmenes e índices	Citas bibliográficas
Monografías	Artículos
Revistas técnicas y científicas	Artículos
Directorios y catálogos	Información directa
Normas	Información directa
Patentes	Información directa
Tesis	Información específica
Libros	Información específica
Actas de congresos	Información específica
Recursos humanos	Consultoría

Como se puede observar, son diversos los recursos con que se cuenta para llevar a cabo una estrategia; sin embargo, se debe recurrir a cada fuente según la exigencia de la búsqueda.

### 5.1.1.3. ESTRATEGIAS DE BUSQUEDA DE PATENTES.

#### 5.1.1.3.1. LA CLASIFICACION INTERNACIONAL DE PATENTES.

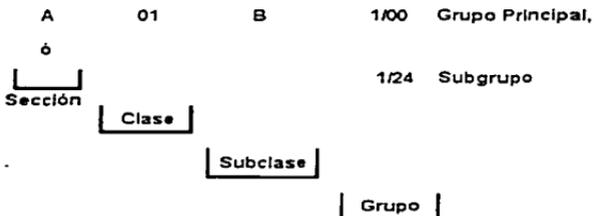
Actualmente la clasificación internacional de patentes se encuentra en secciones de áreas de conocimiento. Las secciones se designan por letras mayúsculas, y son:

- **A:** Necesidades corrientes de la vida.
- **B:** Técnicas industriales diversas, transportes.
- **C:** Química; metalurgia.

- D: Textiles; papel.
- E: Construcciones fijas.
- F: Mecánica; iluminación; calefacción; armamento; voladura.
- G: Física.
- H: Electricidad.

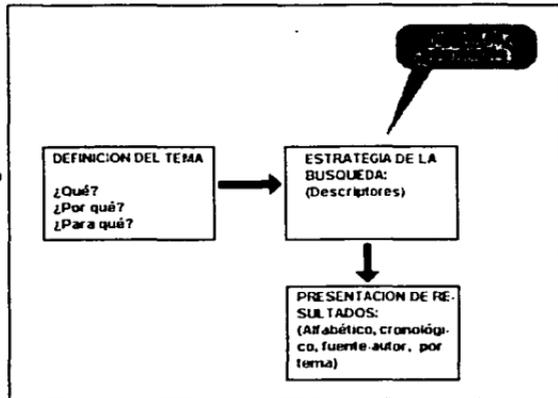
#### 5.1.1.3.2. ESTRUCTURA.

Un símbolo de clasificación completo comprende los símbolos combinados de categorías:



Todo ello nos da como resultado un esquema básico de investigación bibliográfica, o bien la metodología aplicada para efectuar cualquier evaluación y determinar de esta forma el "estado de la técnica" del campo de estudio en cuestión (ver diagrama No 2).

**BÚSQUEDA  
BIBLIOGRÁFICA O  
INVESTIGACIÓN  
BIBLIOGRÁFICA**



**DIAGRAMA No.2.- Esquema básico de la Investigación Bibliográfica**

## **5.2. ANALISIS.**

Para llevar a cabo el análisis comparativo de una técnica con respecto a otras, es necesario llevar cada uno de los tratamientos encontrados (técnicas) por separado; esto es, realizar una comparación primeramente con el tipo de tratamiento (físico, químico, térmico y biológico). Después, para llevar a cabo este análisis surge la necesidad de efectuarlo primero a nivel nacional y posteriormente a nivel internacional, todo ello con la finalidad de ubicar el "estado de la técnica" más actual disponible que permita realizar una adecuada selección de la tecnología a adquirir o a aplicar por una determinada industria.

### **5.2.1. ANALISIS: TRATAMIENTO FISICO.**

En lo que respecta al tratamiento físico, la gráfica No.1 muestra el crecimiento que existe entre una técnica y otra a nivel nacional, tratando de mostrar como ha sido el grado de avance de cada una de las técnicas, dentro de esta observación, se puede apreciar que las técnicas que representan más uso, son:

- Osmosis Inversa,
- Adsorción,
- Evaporación y
- Filtración.

Tomando en cuenta la ventaja y desventaja que presenta cada una de estas técnicas (ver capítulo IV).

Posteriormente, a nivel internacional nuestro análisis (ver gráfica No.2), se observa que existen otros tipos de técnicas a ser utilizadas, de las cuales las más sobresalientes son:

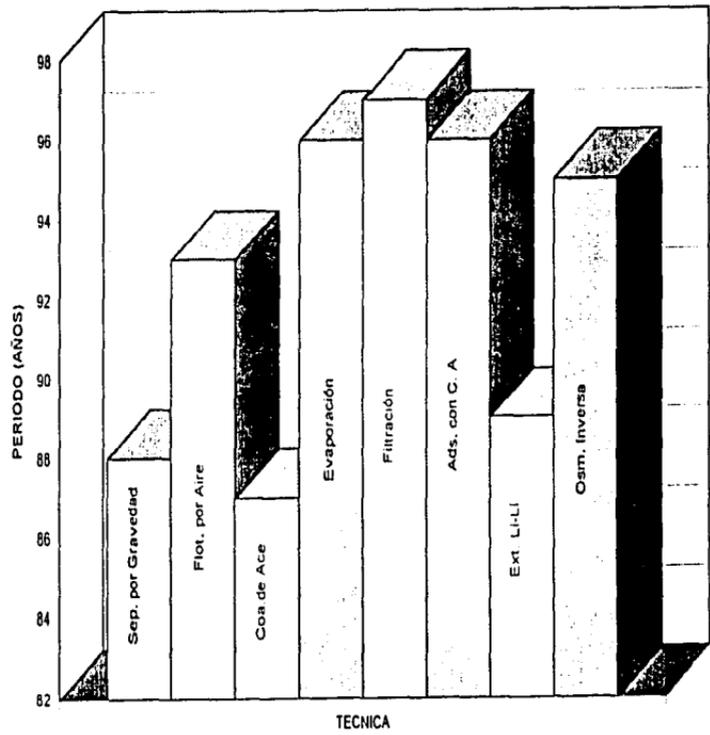
- Adsorción,
- Evaporación,
- Osmosis inversa y
- Filtración.

Siendo la de mayor uso la técnica de filtración. En caso contrario que en México, ya que la técnica más utilizada es la de adsorción y separación por gravedad. A su vez, se observa que hay una diferencia dentro de estas dos técnicas, primeramente sus ventajas desventajas de cada una de ellas y por último el tipo de proceso que se emplea para cada una de éstas

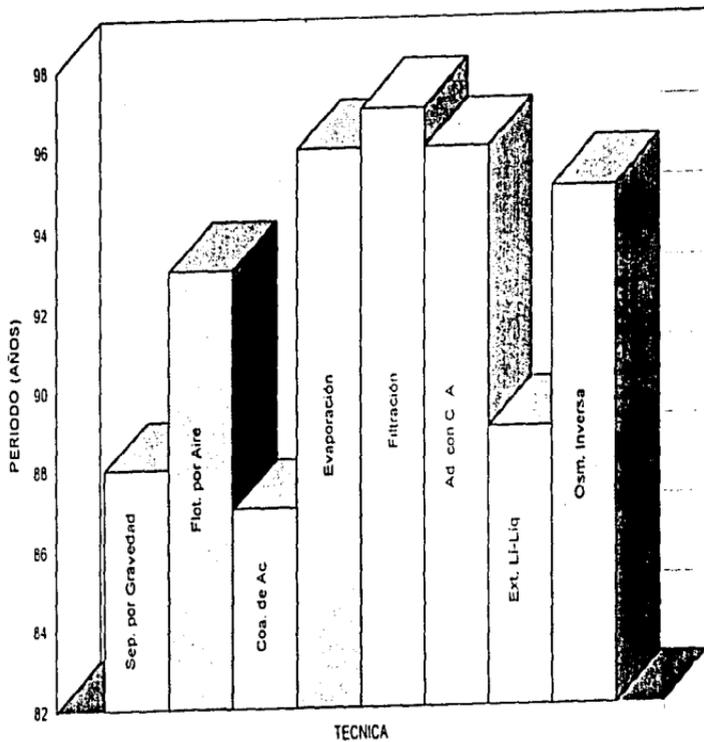
La evaporación por gravedad se utiliza como tratamiento primario, para cuando los contaminantes pueden ser separados como resultado de la gravedad específica (mayor o menor a 1.0).

La filtración se utiliza para cuando se tiene presente una mezcla heterogénea de un fluido y de las partículas de un sólido que separa en sus componentes.

GRAFICA N° 1  
TRATAMIENTO FÍSICO (MÉXICO)



GRAFICA N° 2  
TRATAMIENTO FISICO (EUROPA)



### 5.2.2. ANALISIS: TRATAMIENTO QUIMICO.

En lo referente al tratamiento químico, iniciaremos por analizar la gráfica No.3, de la cual se desprende el análisis a nivel nacional, este muestra cinco técnicas diferentes. Las que presentan un mayor crecimiento son:

- Precipitación química,
- Intercambio iónico, y
- Oxidación.

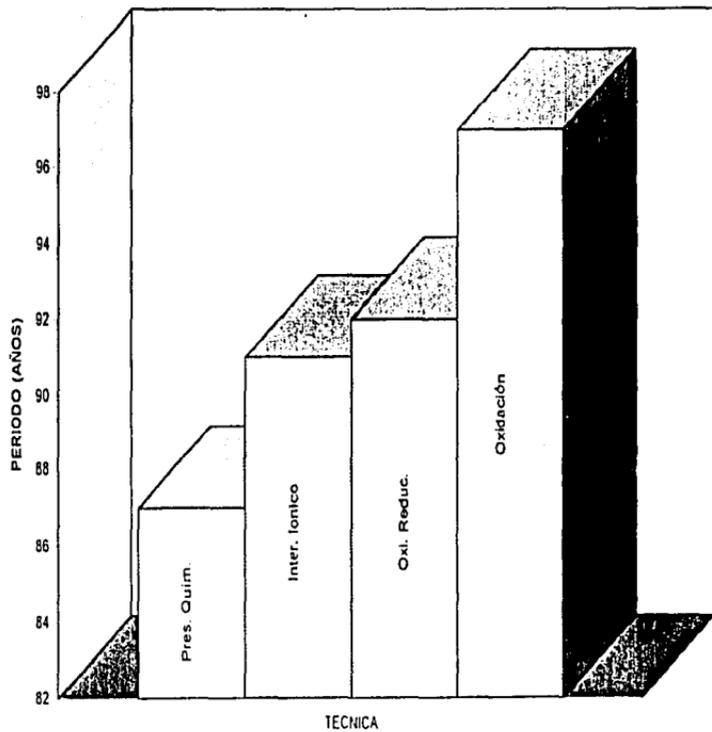
Cada una de éstas son empleadas para diferentes tipos de proceso, o algunas veces son relacionadas en un mismo proceso; para ello se indicaron en el capítulo IV algunas de las ventajas y desventajas que presentan cada una con relación a las otras, así como su aplicación, para poder determinar el tipo de técnica que será utilizada es necesario conocer su tipo de funcionamiento así como lo anteriormente mencionado.

Con respecto al nivel internacional, la gráfica No.4 muestra cuatro tipos de técnicas que son:

- Precipitación química,
- Intercambio iónico,
- Óxido-reducción, y
- Oxidación.

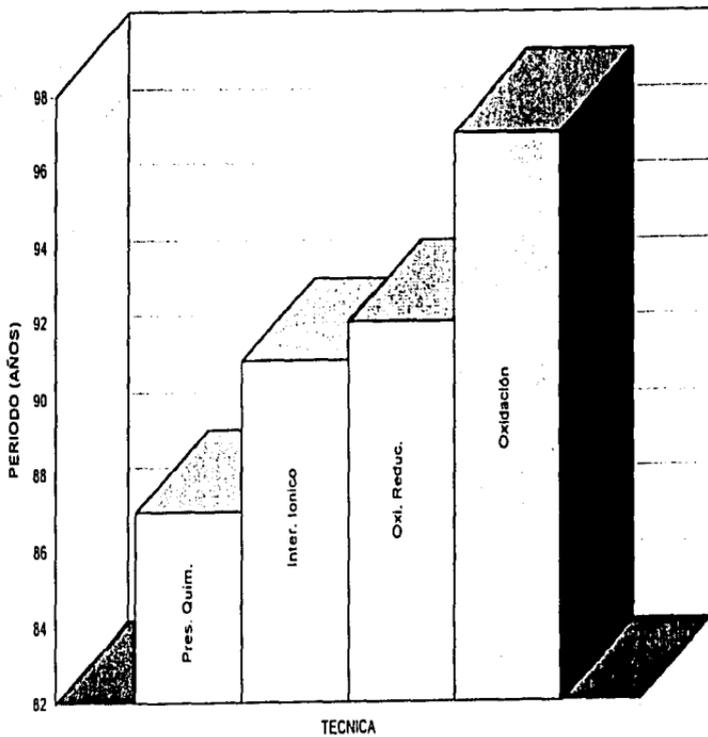
Siendo las de mayor uso las técnicas de óxido-reducción y oxidación, por lo que se tiene diferencias grandes con respecto al nivel nacional. Esto quiere decir que tanto a nivel nacional como a nivel internacional las técnicas que se emplean son muy diferentes debido al tipo de proceso que sea empleado.

GRAFICA N° 3  
TRATAMIENTO QUIMICO (MEXICO)



# GRAFICA N° 4

## TRATAMIENTO QUIMICO (EUROPA)



### 5.2.3. ANALISIS: TRATAMIENTO TERMICO.

Con respecto al tratamiento térmico a nivel nacional, como se puede observar en la gráfica No.5 se presentan únicamente tres técnicas que son:

- Oxidación con aire húmedo,
- Oxidación supercrítica, e
- Incineración.

Aquí las técnicas que se utilizan más son: oxidación con aire húmedo e incineración, la ventaja principal es que no requieren de tratamientos secundarios para los residuos que se generan y la remoción de contaminantes disueltos, sus aplicaciones son empleadas para ser llevadas a altas concentraciones de compuestos orgánicos tóxicos para cada una de estas técnicas, las cuales tienen un empleo diferente para cada proceso

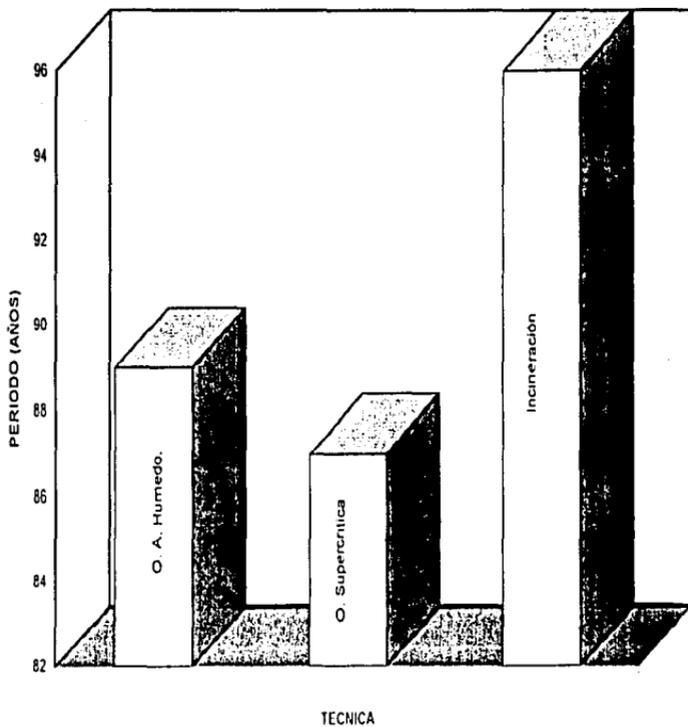
Para el caso a nivel internacional, las técnicas presentes son las mismas anteriormente mencionadas, siendo la más sobresaliente para este caso la incineración, observándose en la gráfica No 6, que son de las técnicas mayormente empleadas en este tipo de tratamiento, tomándose en cuenta en el tipo de proceso al que vaya a ser empleado para el tratamiento, en este caso aguas residuales y/o efluentes

### 5.2.4. ANALISIS: TRATAMIENTO BIOLÓGICO.

Con relación a este último tratamiento, se encontraron seis tipos de técnicas, en relación al plano nacional, estas técnicas son empleadas para llevar a cabo un cambio químico en las propiedades de los contaminantes de interés en donde su objetivo principal es la de estabilizar las sustancias orgánicas. En la gráfica No 7, se puede observar cada una de las técnicas utilizadas en el plano nacional de la cual la que más se ha ido empleando es la degradación anaerobia, que presenta como ventaja: un bajo costo en mantenimiento, fácil de operar y un bajo costo de capital, presentándose a su vez como desventajas un alto costo de energía y emisiones volátiles. Las técnicas que entran dentro de este tipo de tratamiento, son:

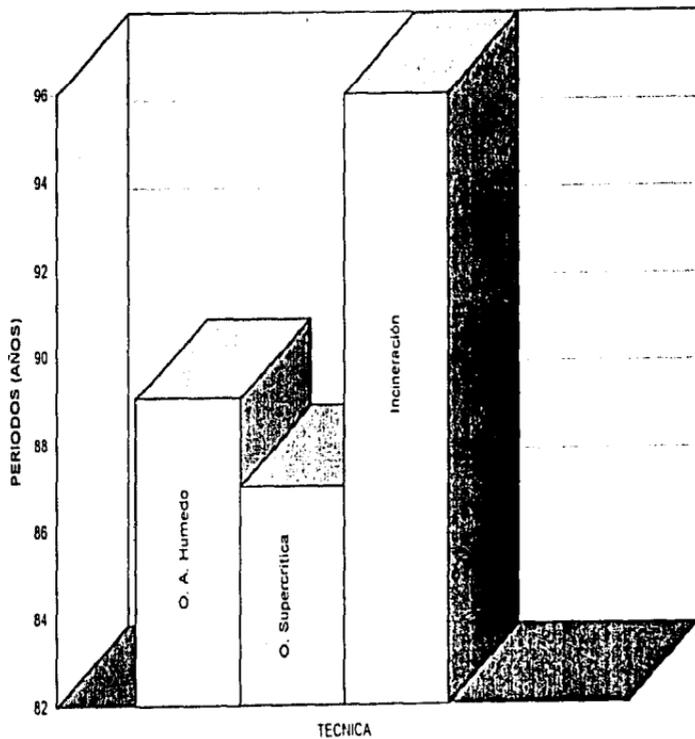
- Lodos Activados
- Floculación.
- Clarificación.

GRAFICA N° 5  
TRATAMIENTO TERMICO (MEXICO)

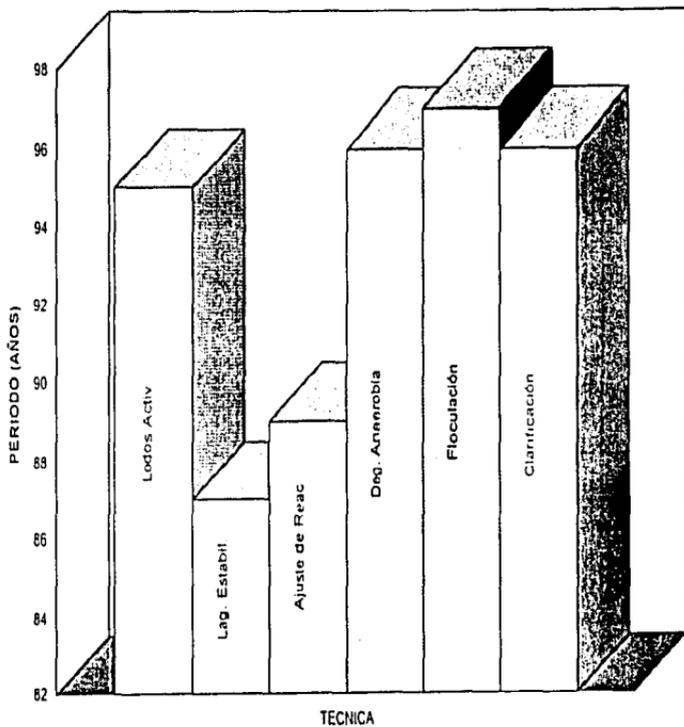


# GRAFICA N° 6

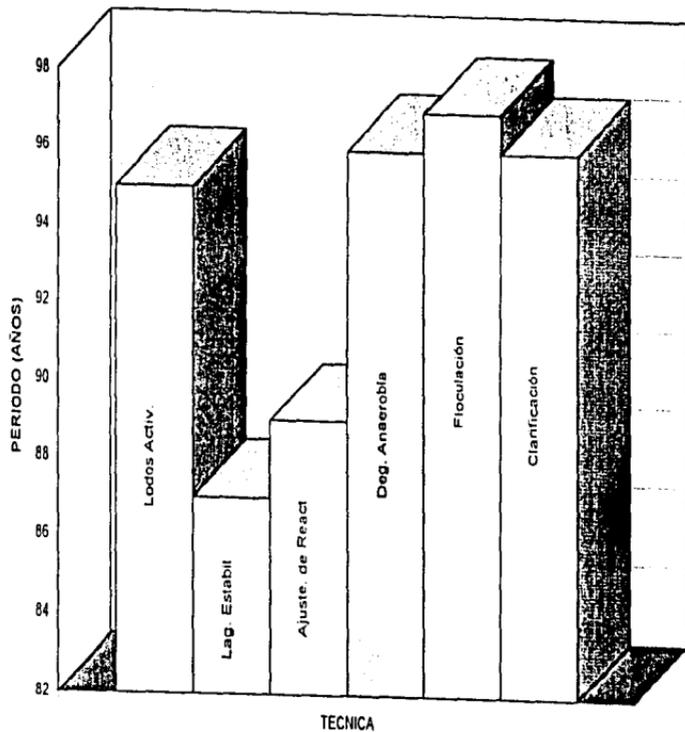
## TRATAMIENTO TERMICO (EUROPA)



GRAFICA N° 7  
TRATAMIENTO BIOLÓGICO (MEXICO)



GRAFICA N° 8  
TRATAMIENTO BIOLÓGICO (EUROPA)



Cada una de estas técnicas presentan un equilibrio en su utilización en los diferentes tipos de proceso.

En relación a el plano internacional, las técnicas que mayormente han sobresalido vienen siendo: la floculación, clarificación y degradación anaerobia, como puede observarse en la gráfica No 8, en ella podemos darnos cuenta como han ido creciendo cada una de estas técnicas particularmente la relación que han tenido dentro de un proceso.

Con relación a el análisis comparativo existente entre cada uno de los tipos de tratamiento y las técnicas presentadas en México y Europa, se llevo a cabo con base a la información obtenida a través de las solicitudes de patentes de las cuales se hace mención de algunas de ellas en las tablas del anexo II, mostrándose el tipo de tratamiento, nombre del inventor, país de origen, fecha de publicación, seleccionándose por el tipo de tratamiento a utilizarse. Para poder elaborar un comparativo entre México, Europa y Estados Unidos, no fue posible llevarlo a cabo ya que las solicitudes de patentes utilizadas únicamente muestran su fecha de publicación y título como se muestra en las tablas del anexo II, por lo que no es posible elaborar una clasificación del tipo de tecnología utilizada dentro del país en estudio. Con respecto a Japón se encontraron 16,116 solicitudes de patentes con relación a aguas residuales, de las cuales se escogieron las que son del área de la petroquímica, de la cual se hace referencia en el anexo II, en algunas de ellas, se observó que Japón es de los países con mayor preocupación para el tratamiento de aguas, ya que es de los países que menos cuenta con una área de extensión de agua.

Al llevar el análisis de los tratamientos podemos decir que la industria petroquímica es generadora de contaminación principalmente constituida para hidrocarburos, a los que son añadidos otros compuestos de la naturaleza.

Por lo que se dice que los hidrocarburos representan el denominador común de los contaminantes, por lo que generalmente los tratamientos comienzan por desaceitados en dos fases donde una primera fase, de separación por gravedad, seguida por un afino mediante la flotación, la depuración biológica eventual tiene que reservarse a aguas bien desaceitadas y exentas de sulfuros y metales pesados. Es por ello que primeramente debemos de tomar en cuenta cuales son los tipos de tratamiento que existen, para la industria petrolera en este caso especialmente para la petroquímica básica.

## CAPITULO VI

## CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

La metodología empleada para el desarrollo del presente trabajo fué a base primeramente de la recopilación de información generalizada con relación a la industria petroquímica, de la cual empezaron a surgir varios tipos de análisis de los cuales se desprende una de las preocupaciones más importantes con relación a lo referente al "estado de la técnica" para la utilización de los tipos de tratamientos utilizados para los efluentes en este caso en relación a las aguas residuales que son desprendidas por la industria petroquímica, para llevar a cabo una estrategia que es empleada para la selección en la toma de decisiones para los diferentes tipos de alternativas utilizadas en relación con la tecnología

Para llevar a cabo la selección de información para el desarrollo del trabajo se recurrió a las diferentes fuentes de investigación, que presentan como objetivo primordial el dar a conocer más acerca de información con la que muchas veces no se cuenta en algunos otros lugares.

La información obtenida fué de lo más general a lo particular, de lo que se desprende que generalmente los objetivos planteados fueron cumplidos en base a las políticas utilizadas en materia de efluentes y son elaboradas en base a lo establecido dentro de la Ley General de Equilibrio Ecologico y a el Plan Nacional de Desarrollo (1995-2000), desprendiéndose de ellas las establecidas y mencionadas dentro del primer capítulo por Petroleos Mexicanos a nivel internacional.

Para determinar cual ha sido la evolución histórica de la tecnología, se empieza a partir de 1923 a darse el nombre de petroquímica, y no es sino a partir de 1960 cuando se empieza a hablar en forma de lo que es la industria petroquímica por lo cual empiezan a surgir diferentes tipos de técnicas para el tratamiento de cada uno de los procesos involucrados en dicha industria, en el capítulo anterior nos hemos dado cuenta de como ha ido creciendo cada una de estas tecnologías que muchas veces no son empleadas correctamente para un fin determinado.

Al evaluar cuáles son las técnicas maduras y de punta que existen en el tratamiento de efluentes, se puede decir que las tecnologías no han cambiado, lo único que cambia es la técnica de como se utilice dentro de cada industria específicamente para el tipo de proceso al que se vaya a aplicar.

Al hacerse el análisis comparativo de cada una de las técnicas a nivel nacional como internacional, nos damos cuenta que generalmente se utilizan las mismas técnicas, lo único que lo hace diferente de las demás como anteriormente se menciona es su manejo en cada una de las tecnologías, por lo que nos lleva a decir que nuestro país se encuentra en un plano no muy lejano de alcanzar la tecnología que se maneja internacionalmente, ya que algunas veces nos encontramos en un equilibrio en cuestión de tratamientos tecnológicos.

Al llevar a cabo cada una de las líneas de investigación para la realización del presente trabajo se concluyó que muchas veces no se toma en cuenta los diferentes centros de investigación, es por eso que el gobierno asuma un papel catalizador en áreas en donde el mercado no exista o funciona insatisfactoriamente como en el caso de acopio y disseminación de información, a la introducción inicial de nuevas tecnologías y el financiamiento en investigación y desarrollo. De ahí que sea necesario introducir al sector privado a realizar un mayor esfuerzo tecnológico que incluya la investigación y desarrollo, en donde las condiciones tecnológicas consisten en asimilar y utilizar eficientemente el creciente acervo mundial del conocimiento tecnológico.

Es por ello que se deben concertar acciones con los sectores sociales y privados, así como formular y desarrollar programas para promover el uso de tecnologías apropiadas para el aprovechamiento de los recursos naturales considerando las distintas regiones ecológicas del país y en las áreas de trabajo principalmente en la conducción y distribución del producto

Como recomendaciones se sugiere que se utilicen centros de documentación como el del IMPI, que es una de los principales fuentes de investigación donde se nos presenta la información más reciente

## BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA.

1. Ahuayo Roldan E. Industria petroquímica básica en México. Edit. Mc Graw Hill. Barcelona, España, 1995.
2. Angel Campos Miguel. Política científica e innovación tecnológica en México. UNAM. México, 1992.
3. Angel Campos Miguel. El sistema de ciencia y tecnología en México. UNAM. México, 1991
4. American Society for Testing and Materia. Manual de aguas para usos industriales. Edit. Limusa. México, 1991.
5. Asociación Latinoamericana de Gestión Tecnológica. Aspectos conceptuales y metodológicos de la gestión tecnológica. 1992.
6. Belhateche Dannelle H. Choose appropriate wastewater treatment technologies. Chemical Engineering Progress. August, 1995.
7. Charles A. Wentz. Hazardous Waste Management. Edit. McGrawHill. 1989.
8. Comisión Petroquímica Mexicana. "Petroquímica 84 desarrollo histórico y análisis de la situación actual de la Industria Petroquímica en México", México, 1985.
9. Comisión Petroquímica Mexicana. (SEMIP) " Petroquímica 84 desarrollo histórico y análisis de la situación actual de la Industria Petroquímica en México" mÉXICO, 1986.
10. Comisión Petroquímica Mexicana. (SEMIP) " Petroquímica 85 desarrollo histórico y análisis de la situación actual de la Industria Petroquímica en México", México, 1986.
11. Comisión Petroquímica Mexicana. " Petroquímica 86 desarrollo histórico y análisis de la situación actual de la Industria Petroquímica en México", México, 1987.
12. Comisión Petroquímica Mexicana. La industria de especialidades químicas. Comisión Petrolera Mexicana. México, 1990.
13. Comisión Petroquímica Mexicana. Análisis de la industria por cadenas productivas. Comisión Petrolera Mexicana. México, 1985.
14. Comisión Petroquímica Mexicana. Relaciones de permisos petroquímica mexicana. PEMEX. México 1989.
15. Comisión Petroquímica Mexicana. La petroquímica en el mundo. PEMEX, México, 1990
16. Chettiar M. and Watkinson A. P. Anodic oxidation of phenolics found in coal conversion effluents. Journal of Chemical Engineering, August, 1983, vol. 61.
17. Giral José y González Sergio. La industria química en México. Edit. Redacta. México, 1978.

18. Guglielmo Raymond. La petroquímica en México. Edit. Universitaria. Buenos Aires, Argentina, 1989.
19. Febrer Canals M.A. Atlas de química. Edit. Jover. Barcelona, España. 1992
20. Hanh A. V. G. Petrochemical Industry. Edit. McGrawHill. New York. 1987.
21. Higgins Thomas E. Hazardous waste minimization handbook. Edit. Lewis México. 1988.
22. Hydrocarbon Processing. Petrochemical Developments. Marzo. 1988.
23. Kemmer Frank N Manual del agua, su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. Edit. McGrawHill, México. 1992.
24. Kirk Othmer. Enciclopedia de tecnología química. Edit. Hispano-Americano. México, 1985. Vols. 2, 7, 8, 12 y 13.
25. Mexketta J John Eenciclopedia of chemical processing and desing. Edit. Basel. New York, 1972. Vols. 3 y 7.
26. Melvin J. Astle. Petroquímica Edit. Kapeluz. México, 1989.
27. Mervyn C. Goronszy W. Wesley Eckenfelder and Emery Froelich. A guide to industrial pretreatment. Chemical Engineering. June 1992.
28. Midian and Michigan. Industrial process desing for pollution control. AlChE. Noviembre. 1972. Vol. 5.
29. Montaña Aubert Eduardo La integración de la petroquímica en México. Ciudad Universitaria. México, 1992
30. Muñoz Barret Jorge. La industria petrolera ante la regulación jurídico-ecológico, en México. UNAM-PEMEX. México. 1992.
31. H. Lange. Hanbook of Chemistry. Edit. McGrawHill. New York, 1961.
32. OCED. The petrochemical industry. Publicado por la Organization for Economic Cooperation and Development. Paris. 1979.
33. Pablo Mulás del Pozo y Jesús Alvarez. Aspectos tecnológicos de la modernización industrial de México. 1995.
34. PEMEX. Anuario estadístico. México, 1990.
35. PEMEX. Industria Petroquímica Nacional. Van Meurs and Associates Limintec. Canadá, 1982.
36. PEMEX. La petroquímica en el mundo. México, 1990.
37. PEMEX. Memorias de labores. México, 1991-1993.
38. Perry W. Lankford, W. Wesley Eckenfelder Jr. and Kevin D. Torrens. Reducing wastewater toxicity. Chemical Engineering, November, 1988.
39. Perry H. Robert. Manual del Ingeniero Quirnico. Edit. McGrawHill. México, 1987.

40. Ramalha S. R. Tratamiento de aguas residuales industriales. Edit. Reverté. México, 1991.
41. Rivas Mijares G. Aguas residuales. Edit. Vega 2ª. Ed. México, 1978.
42. Sawyers Martell. Industrial environmental chemistry. New York, 1992.
43. Sheppard T. Powell. Acondicionamiento de aguas para la industria. Edit. Limusa. 5ª reimpresión. México, 1996.

## **SISTEMA DE MULTIMEDIA.**

### **DISCOS ÓPTICOS: CD-ROM:**

#### **44. BIB.**

Contenido: Datos Bibliográficos de patentes de utilidad y de diseño. De 1968 a febrero 1997.

#### **45. ESPACE EP.**

Contenido: Solicitudes de patentes europeas de documentos A1, A2 y A3 (primeras, segundas y terceras publicaciones). De 1978 a Marzo de 1997.

#### **46. ESPACE MX.**

Contenido: Solicitudes publicadas de patentes mexicanas. Colección de patentes mexicanas. De 1980 a febrero de 1997.

#### **47. JAPÓN.**

Contenido: Patent abstracts of Japan. De 1976 a 1993.

**ANEXO I**  
**DESCRIPCION GENERAL**  
**DE LOS PROCESOS**

## **DESCRIPCION GENERAL DE LOS PROCEOS PRODUCTIVOS EN LA INDUSTRIA PETROQUIMICA BASICA**

A continuación se presentan, una referencia, de algunos de los principales procesos empleados en la rama de la industria petroquímica

### **a) AMONIACO.**

El proceso "Kellog" sintetiza amoniaco a partir de nitrógeno atmosférico e hidrógeno obtenido de la reacción catalítica del metano con agua

El gas natural desulfurizado se pasa a un reformador primario donde reacciona con vapor de agua en presencia de un catalizador de níquel

Antes de iniciar la síntesis del amoniaco, la corriente gaseosa pasa a través de un sistema de absorción del dióxido de carbono para evitar el envenenamiento del catalizador de síntesis y por un metanador para eliminar el monóxido de carbono que queda convirtiéndolo en metano

El gas sintetizado es comprimido y enviado al convertidor catalítico con camas de óxido de hierro promovido

En el convertidor se genera el amoniaco el cual es separado de los gases de salida del reactor, recirculándose los gases que no reaccionaron, para incrementar el rendimiento.

El amoniaco anhidro se licúa como producto final.

### **b) METANOL.**

El proceso "C" bajo presión se utiliza para la síntesis de metanol, este proceso consiste básicamente en:

- a) la preparación de gas de síntesis;
- b) la síntesis de metanol y;
- c) la purificación de metanol.

En la primera, el gas de síntesis es preparado por reformación por vapor o por oxidación parcial de la carga de hidrocarburos gaseosos o líquidos, o por la combinación directa de dióxido de carbono con gases purificados ricos en hidrógeno. La temperatura en esta sección es del orden de 850°C.

El gas de síntesis es comprimido a 50-100 atmósferas y se introduce al circuito de síntesis, el cual utiliza un catalizador a base de cobre. La mezcla de gases es enfriada separándose el metanol condensado, reciclandose los gases que no reaccionan.

El metanol se purifica en sistema convencional de destilación.

### c) ETILENO

El proceso "C-E Lummus" es utilizado para la síntesis de etileno, el más utilizado a nivel mundial, puede a partir de múltiples alimentaciones, desde etanos, hasta aceites ligeros. La corriente de alimentación es precalentada y sometida a ruptura térmica, en presencia de vapor a un horno de pirólisis tubular de corto tiempo de resistencia. Los productos de la pirólisis, son rápidamente enfriados en una línea de cambiadores de calor que generan vapor de alta presión.

El efluente del horno, después de enfriado, fluye a un fraccionador de gasolinas, en el cual la fracción de hidrocarburos más pesados es removida de las fracciones de gasolina y ligeros. Este fraccionador de gasolina no se requiere cuando la alimentación es únicamente basada de etano y propano.

El enfriamiento final de los efluentes del horno se realiza por agua por contacto directo en una torre de enfriamiento.

El gas de la torre de enfriamiento se comprime en un compresor centrífugo de pasos múltiples hasta 39 atmósferas. Los hidrocarburos condensados en los primeros pasos de compresión se regresan a la torre de enfriamiento, mientras que los condensados en los últimos pasos son enviados al depropanizador.

El gas comprimido es secado y enviado al demetanizador mientras que las colas son enviadas al deetanizador.

El acetileno proveniente de las puntas del etanizador se hidrogena o, alternativamente, se remueve con extracción con solventes y se recupera. La corriente de etileno-etano se fracciona, recirculándose el etano que llega al fondo del fraccionador de etileno.

Las colas deetanizador y los condensados provenientes de los últimos pasos del compresor se depropanizan. A su vez, las colas del depropanizador se separan en dos corrientes, una mezcla de hidrocarburos de cuatro carbonos y otras de gasolinas ligeras.

Para obtener propileno grado polímero, se pueden purificar las puntas obtenidas en la torre de depropanador.

#### d) POLIETILENO.

El proceso "Phillips Petroleum Co." produce polietileno en forma continua a partir de etileno con 99% o más de pureza.

Un catalizador sólido se introduce en el reactor conteniendo etileno de una alta pureza y diluyentes. El producto extraído del reactor y separado del solvente; el catalizador no requiere ser separado a causa de una alta productividad. El polímero, en forma de polvo se alimenta al equipo de extrusión agregándole aditivos a fin de obtenerlo para la venta en forma de gránulos también conocidos como "pellets".

La temperatura y la presión en el sistema son moderadas y el solvente es recuperado y recirculado al reactor; la conversión del etileno es, generalmente, superior al 97%.

El producto obtenido cubre el rango total de requerimientos de densidades de 0.93 a 0.96 g/cm<sup>3</sup>, llenando todas las aplicaciones del mercado.

#### e) CLORURO DE VINILO.

El proceso "Stauffer Chemical Co" produce monómero de cloruro de vinilo y 1-2 dicloroetileno a partir de etileno, cloro y oxígeno o aire.

El dicloroetileno se produce tanto en la sección de clonación por adición como en la de oxiclornación del proceso.

En la sección de clorinación por adición el etileno y el cloro reaccionan en fase líquida produciendo dicloroetileno.

Esta reacción se realiza en forma catalítica en fase vapor, utilizando el calor generado para producir vapor de alta presión. Si en lugar de utilizar oxígeno se utiliza aire, se reduce el gas de venteo en 95%, reduciéndose los requerimientos de energía y costo de inversión.

El monómero de cloruro de vinilo se produce por ruptura térmica de dicloro etileno purificado, en un horno de pirólisis.

Una vez enfriados los productos se separan en ácido clorhídrico que se recicla a la oxiclornación, monómero de cloruro de vinilo de gran pureza y dicloroetano que no reacciona, el cual se recicla.

Las puntas y las colas del proceso se incineran para recuperar ácido clorhídrico o, alternativamente, se utilizan como materias primas en otros procesos de clorinación.

El efluente acuoso de planta de monómero de cloruro de vinilo se lava con vapor y se trata biológicamente.

Balanceando este proceso se puede producir únicamente monómero de cloruro de vinilo o dicloroetileno y ácido clorhídrico.

## h) OXIDO DE ETILENO.

El proceso "Shell" se utiliza para la producción de óxido de etileno por oxidación de etileno con oxígeno, así como la obtención de mono, di y trietilglicoles para la reacción del óxido de etileno con agua.

La alimentación compuesta de etileno y oxígeno, se combina en gas de recirculación y se pasa a un reactor catalítico isotérmico y el control de la temperatura se mantiene utilizando un sistema especialmente diseñado, de enfriamiento por ebullición, el cual permite un control extremadamente exacto, con una operación estable del reactor. El catalizador de plata sobre un soporte, de composición especial es altamente selectivo para el óxido de etileno.

El efluente proveniente del reactor conteniendo el óxido de etileno es primeramente enfriado y pasado posteriormente a un sistema de absorción en el cual el óxido de etileno se absorbe en agua.

Excepto por un pequeño venteo, los gases no absorbidos son comprimidos y recirculados. Una corriente lateral del gas de reciclo es lavado con un solvente adecuado para remover el exceso de dióxido de carbono el cual posteriormente venteado o recuperado si se desea.

El dióxido de etileno se separa del absorbente agua y se destila para remover los componentes ligeros. El absorbente no agua es enviado en una torre de enfriamiento o por medio de intercambiadores de calor, antes de ser retomados el absorbedor. Cualquier porción de óxido de etileno puede ser destilado para dar un producto de muy alta calidad.

En el caso de que se desee producir glicoles, el óxido de etileno es transferido directamente al reactor de glicólisis, donde con un exceso de agua se hidrata el óxido de etileno para formar glicoles. Manteniendo condiciones apropiadas en el reactor es posible controlar las proporciones de mono, di o trietilglicol.

La separación de los glicoles se diseña acorde a las especificaciones deseadas del producto. Las unidades de óxido de etileno y glicoles se diseña para una total utilización del vapor generado con la óptima selección de varios niveles de presión.

## g) PARAFINAS.

El proceso "UOP", es un proceso de deshidrogenación de parafinas ligeras.

Utiliza un reactor continuo de deshidrogenación catalítica de cama fija para la producción de mono-olefinas a partir de parafinas.

La alimentación, propano, en el caso de desear obtener propileno, se alimentan los reactores de donde el efluente es enfriado en cada paso a través de intercambiadores de calor.

La corriente final del reactor se pasa a secado, separación y rectificación a fin de separar el hidrógeno generado y los diversos subproductos presentes.

Los gases que no reaccionan se reciclan mezclados con alimentación fresca. El rendimiento en el caso de propano-propileno alcanza el 84%.

#### h) POLIMEROS.

El proceso "Mitsui-Montedison" obtiene homopolímeros y copolímeros de propileno sin remoción de catalizador utilizando un catalizador de alto rendimiento y alta interoespecialidad (HY-HS) desarrollado por Mitsui-Montedison.

El propileno, y etileno como monómero, conjuntamente con el catalizador, se alimentan a los reactores de polimerización que contiene un hidrocarburo como solvente. Las condiciones típicas de polimerización son temperaturas entre 60 y 80°C y presión entre 15 atmósferas.

La lechada de polímeros se transfiere a una centrífuga con el fin de separar el solvente, el cual se recupera mediante destilación separándole los polímeros atácticos formados.

El polímero se pasa de la centrífuga a un secador, se estabiliza con diversos aditivos y se extrude en granulos.

El proceso "Sohio" fué desarrollado para obtener acrilonitrilo y ácido cianhídrico con 99% de pureza mínima, a partir de propileno, amoniaco anhidro grado fertilizante y aire.

La alimentación del proceso se introduce a un reactor catalítico de lecho fluidizado, operando entre 0.4 y 2.2 atm y 400 - 510°C. El efluente del reactor es lavado contra la corriente con agua, recuperándose los orgánicos del agua adsorbida por destilación, ácido cianhídrico, agua, ligeros de impureza de alto punto de ebullición son separados por fracción de acrilonitrilo crudo, obteniéndose el acrilonitrilo de las especificaciones requeridas.

Dada la alta conversión que se obtiene no se requiere recircular materiales que no hubiesen reaccionado.

En el proceso "Arco", la carga de parafinas lineales, junto con cloro puro se alimentan a la reacción de cloración. Cerca del 20% de para finas es clorada en un reactor principalmente diseñado que asegura una alta selectividad para parafinas monocloradas. El ácido clorhídrico gaseoso anhidro se separa de las mezclas de parafinas-cloroparafinas, la cual se pasa a la sección de alicuación. En los reactores de alicuación se agrega una lechada de benceno y catalizador. La actividad del catalizador asociada se controla cuidadosamente por adición de cloruro de aluminio fresco con el objeto de obtener un alicuobenceno con alta pureza.

El ácido clorhídrico generado en la alquilación se junta con el producido en la cloración de las parafinas y se envía a una unidad de regeneración de cloro puro.

La lechada del catalizador se separa del alquilato crudo, el cual se neutraliza y es enviado a una torre de fracción, donde se separa el benceno y las parafinas que se asocian a los reactores correspondientes, el alquilbenceno se destila para obtener el producto de la pureza deseada.

El proceso triolefínico "Phillis" utiliza una reacción de desproporcionamiento a partiendo de polipropileno de bajo costo. En la reacción, por cada dos moles de propileno convertido se obtiene una mol de etileno y otra de butileno. La operación del reactor es cíclica y el carbón formado se quema periódicamente con aire mezclado con un solvente inerte.

La conversión de propileno por paso es aproximadamente 40%, recirculándose el propileno que no reacciono a los reactores. Como solventes se puede utilizar propano y otros alcanos.

El bajo porcentaje de polipropileno es convertido a pentenos y productos más pesados.

Por fraccionamiento del efluente del reactor se obtiene etileno que puede utilizarse en la producción de polietileno directamente, si la alimentación del proceso fue inicialmente deetanizada. Si se desea butileno de alta pureza, la alimentación debe ser previamente debutanizada, agregándose una columna adicional de purificación.

El 90% de los butenos obtenidos corresponden al buteno-2.

Los tiempos de ciclos de reacción se pueden alargar disminuyendo el acetileno y las oleofinas contenidos en la alimentación. Esto puede hacerse por hidrogenación selectiva utilizando un catalizador de paladio, también se requiere que la alimentación este seca y libre de azufre para una operación satisfactoria.

En proceso "Detol", la alimentación, compuesta de tolueno, xilenos y aromáticos con más de nueve carbonos, mezclado con hidrogeno se calienta a una presión específica, hasta alcanzar las temperaturas de reacción requerida, pasando posteriormente al reactor conteniendo camas de catalizador de alquilación. El efluente del reactor es enfriado a través de intercambiadores de calor. El benceno y los demás aromáticos que no reaccionaron se condensan y el flujo de los mismos se envían a un tanque de evaporación instantánea, donde los componentes con puntos de ebullición menor que el benceno se separan como gases.

El líquido condensado, contiene benceno, tolueno, xilenos y aromáticos más pesados, se bombea a un estabilizador, en el cual se elimina el hidrógeno disuelto, ácido sulfúrico e hidrocarburos ligeros que no se separaron en el tanque de evaporación instantánea.

Cuando el benceno deba cumplir especificaciones de calor de lavado ácido, los fondos de estabilizador se pasan a un sistema de tratamiento consistente en una capa fija de arcilla.

El líquido que proviene del tratamiento con arcilla se destila para obtener el benceno con las características deseadas. Los aromáticos que no reaccionan se reciclan a través del catalizador con alimentación fresca.

El proceso de extracción de aromáticos se utiliza para la obtención de benceno, tolueno y de una muestra de hidrocarburos por medio de extracción con dimetil sulfóxido acuoso.

En el primer paso de extracción dimetil sulfóxido acuoso en solución acuosa fluye, a contracorriente con la alimentación con una mezcla de hidrocarburos; un reflujo de hidrocarburos aromáticos y parafínicos se introduce en el fondo del extractor.

La magnitud del reflujo y su composición, así como su contenido de agua son seleccionados de acuerdo a su composición de la alimentación y de la pureza deseada en los productos. La fase extractada se pasa a una segunda columna de extracción donde se pone en contacto a contracorriente con un flujo de solvente parafínico. Este solvente desplaza casi al 99% de dimetil sulfóxido acuoso, el cual se recicla al fondo del extractor inicial.

El refinado del primer extractor y las puntas de la segunda columna de extracción se lavan con agua para recuperar el resto dimetil sulfóxido acuoso.

El flujo de aromáticos es sometido a destilación para separar el solvente parafínico y, posteriormente a fracción para separar los diversos productos benceno, tolueno y xilenos.

En el proceso "Mitsubishi" se utiliza para producir orto, para y metaxilenos, al igual que el etilbenceno, para remoción selectiva de m-xileno de mezclas de xilenos e isomerización de estas mezclas. Como subproductos se obtienen benceno, tolueno y aromáticos con 9 y 10 carbonos.

La mezcla de xilenos se alimenta a un extractor donde se pone en contacto con el solvente diluido. El m-xileno se alimenta a un extractor en donde se obtiene en el extractor 1 ó 2 como un complejo m-xileno-HF-BF<sub>3</sub>. Todo el complejo obtenido en el extractor dos se descompone en los equipos de descomposición 1 y 2 produciendo m-xileno y solvente que recircula por los extractores todo el m-xileno del equipo de descomposición 1 y parte del proveniente en el equipo 2, así como las coas pasadas de la torre de destilación final se pasan al isomerizador, donde la temperatura y la presión moderadas se obtiene un efluente consistente en una mezcla de equilibrio de o-, p-, y m-xilenos, el solvente actúa como catalizador de isomerización, recuperándose con una mezcla de xileno, enviándose esta mezcla al extractor 2. Por otra parte el resto del m-xileno se envía a la torre de destilación final donde se separan los aromáticos pesados formados en los pasos de extracción e isomerización.

El refinado que procede de los extractores 1 y 2 se fracciona en las dos torres de separación del diluyente, reciclándose éste a los extractores respectivos.

El etilbenceno presente en el refinado 1 se fracciona en la sección de destilación de etilbenceno y el resto de refinado 1 que contiene p- y o-xilenos, se junta con el refinado 2 después de la remoción de los ligeros y se fracciona para producir orto-

xileno. El p-xileno crudo procedente de la destilación del ortoxileno se purifica en un cristalizador de un sólo paso, produciendo p-xileno de 99.5% más de pureza.

El proceso "Institut Français du Pétrole" utiliza naftas del punto de ebullición entre 70 y 155°C para la producción de aromáticos diversos.

El proceso consiste en una conversión catalítica utilizando promotores específicos que incrementan la selectividad.

La unidad de aromatización contiene reactores catalíticos de lecho fluidizado, en los cuales el catalizador fresco se alimenta en la parte superior del primer reactor y circula en forma continua a través de todos los reactores instalados, separándose al final del flujo de gases.

El effluente gaseoso se pasa a un sistema de purificación donde se separa el hidrógeno y el gas licuado presentes por enfriamiento y compresión.

La corriente de aromáticos, en fase líquida, se somete a estabilización para su separación final.

Los productos que no reaccionan se recirculan mezclados con alimentación fresca.

## **ANEXO II**

## **PATENTES**

## PATENTES MEXICANAS

TRATAMIENTO	NOMBRE DEL INVENTOR	PAIS DE ORIGEN	FECHA DE PUBLICACION	TITULO
Químico	-----	USA	11 / DIC / 71	Sistema mejorado para el tratamiento de agua para usos industriales.
Químico	-----	USA	18 / MAY / 73	Mejoras en un sistema de tratamiento de agua para usos industriales.
Químico	William L. Schuayer	USA	19 / JUL / 78	Procedimiento mejorado para el tratamiento de aguas residuales.
Químico	Vicent J. Cassella	USA	18 / JUN / 80	Procedimiento para reducir la concentración del ion metálico de efluentes acuosos.
Químico	Eric Agust Pierre Devuyt Brank Fendi Cornard	USA	15 / MAY / 87	Tratamiento de efluentes de cianuros.
Químico	Bruce Randolph Conard	USA	5 / MAY / 88	Tratamiento de efluentes
Químico	Harry M. Brown Evan A. Edwards	USA	1 / JUN / 88	Sistema de purificación de agua.
Físico		USA	11 / DIC / 71	Sistema mejorado para tratamiento de agua para usos industriales.
Físico		USA	18 / MAY / 73	Métodos y dispositivos mejorados para el tratamiento de efluentes.
Físico	William L. Schuayer	USA	19 / JUL / 78	Procedimiento mejorado para el tratamiento de aguas residuales.
Físico	Vicent J. Cassella. Macin R. Irani.	USA	18 / JUN / 80	Procedimiento para reducir la concentración de ion metálico de efluentes acuosos.
Físico	Gerhard Condi.	USA	14 / OCT / 82	Aparato y método para remover partículas en suspensión para aguas residuales.
Biológico		USA	28 / JUN / 71	Composición para la eliminación por degradación biológica.
Biológico		USA	11 / DIC / 71	Sistema mejorado para el tratamiento de agua para usos industriales.
Biológico		USA	14 / JUN / 74	Mejoras en un aparato de tratamiento biológico de aguas residuales.

Fuente. Colección de patentes mexicanas 1970 - 1997.

**PATENTES MEXICANAS  
(CONTINUACIÓN)**

TRATAMIENTO	NOMBRE DEL INVENTOR	PAIS DE ORIGEN	FECHA DE PUBLICACION	TITULO
Biológico	Jaime Gralacos. Andre Sirvias	U S A	27 / MAR / 80	Procedimiento para sanear los efluentes procedentes de perforaciones petroleras mediante el cultivo de micro-organismos
Biológico	Milos Krofta	U S A	14 / OCT / 82	Aparato y método para remover partículas en suspensión
Biológico	Marshall Louis Spector.	U S A	31 / JUL / 85	Procedimiento para la separación de nitrógeno amoniacal en la zona de absorción de una planta de tratamiento de aguas residuales.
Biológico	Gerhard Cordi	U S A	16 / SEP / 87	Dispositivos para la purificación biológica en aguas residuales.
Biológico	Milos Kroft	U S A	04 / JUN / 90	Aparato mejorado para la clarificación de efluentes
Térmico	Burton Axelred	U S A	25 / JUN / 86	Aparato y método para tratamiento de aguas residuales.

Fuente. Colección de patentes mexicanas 1970 - 1997.

**PATENTES EUROPEAS**

TRATAMIENTO	NOMBRE DEL INVENTOR	PAIS DE ORIGEN	FECHA DE PUBLICACION	TITULO
Químico	Etzeli James E. Keramida Vastiki	España	80	A method for removing multivalent heavy metalicas from a metal
Químico	Beardsmire Andrew John Powell Keith A	España	82	Effluent treatment
Químico	Herman Stewart T	U S A	83	Treatment of industrial wastewater
Químico	Bryan Shephen James. Twigg Maryn Vicent	Gran Bretaña	87	Effluent treatment.
Químico	KanleiterRichard S. Simoneth Thomas G	U S A	87	Method and apparatus for water treatment.
Químico	Jackson Samuel David	Gran Bretaña	88	Effluent treatment.
Químico	Mitsui Sadao Tervi.	Japón	88	Mwthod for treating waste water.
Químico	Isii Toory. Mitsul Kirchiro	Japón	89	Method for purification of water.

OMPI : Organización Mundial de Propiedad Intelectual

FUENTE : ESPACE EP. Solicitudes de patentes europeas de documentos A1, A2, y A3, 1978 - Mar 97.

**PATENTES EUROPEAS**  
(Continuación)

TRATAMIENTO	NOMBRE DEL INVENTOR	PAIS DE ORIGEN	FECHA DE PUBLICACION	TITULO
Químico	Loew Richard Samtler Wol- fang	España	90	Pretreatment of industrial waste water in a-biological purification.
Químico	Lederk Oliver Laurent Mar- Helene	España	94	Process and device for the contaminating a liquid effluent contaminate
Químico	Gotou Yasu- fuky Okamoto Masumy	Japón	94	Method and apparatus for processing organic waste water
Químico	Pak Dan Won Chang Won Seok	*OMPI	97	Wastewater treatment by catalytic oxidation
Físico	Spinci Nicola	Italia	82	A process for the treatment of the effluent water of mine extractive industry
Físico	Eckenfleber W Wesly	U S A	86	Wastewater treatment process
Físico	Romey Ingo Rab Reinhard	Alemania	86	Process for separating hydrocarbons from waste water
Físico	Kling Peter	Gran Bretaña	87	Effluent treatment of waste water
Físico	Boiler Markus	Alemania	88	Process for the biological treatment of waste water
Físico	Rogalla Frank	Francia	89	Process and apparatus for waste water purification of biological filter with particles less dense than water
Físico	Chang, C. N.	U S A	89	Method and apparatus for purifying impure water
Físico	Mackle Vladi- mir	Gran Bretaña	89	Process and device for activated biological waste water treatment
Físico	Tegmeyer Dietrich	España	92	Biological waste water purification plant petroleum
Físico	Hoare David Arthur	*OMPI	97	Water treatment method and water treatment facility
Biológico	Ernest Oswald	Alemania	78	Industrial waste water treatment plant
Biológico	Sage Wesley D Hobbs Millica F.	España	82	improved-physical-chemical waste treatment method and apparatus
Biológico	Abwood Mark Y Kali Ronald H.	U S A	88	Waste treatment

\*OMPI : Organización Mundial de Propiedad Intelectual

FUENTE : ESPACE EP. Solicitudes de patentes europeas de documentos A1, A2, y A3. 1978 - Mar 97.

## PATENTES EUROPEAS

(Continuación)

TRATAMIENTO	NOMBRE DEL INVENTOR	PAIS DE ORIGEN	FECHA DE PUBLICACION	TITULO
Biológico	Boller Markus	Alemania	88	Process for the biological treatment of waste water.
Biológico	Polzer Erich	España	89	Apparatus for waste water treatment.
Biológico	Copa William M.	U S A.	89	Two-stage the biological treatment process.
Biológico	Thompson Neil E.	España	90	Method for treating hydrocarbon recovery operations and industrial water.
Biológico	Lygren Erwin	Noruega	91	Method and apparatus for treating water.
Biológico	Grant Roy Arthur	Gran Bretaña	92	Effluent treatment process
Biológico	Duane Patrick F.	*OMPI	93	Apparatus for treatment of effluent.
Biológico	Willis James David	España	95	Waste water treatment.
Biológico	Molof Alan H. Yon Zuwtan.	*OMPI	96	Improved wastewater treatment process
Térmico	Kupezik Gunter	España	83	Method and apparatus and material for the removal petroleum
Térmico	Axelrod Burton	U S A	86	Waste treatment method and device.
Térmico	Johson Biraw Jordayne	España	92	Waster treatment.
Térmico	Rummier John M.	España	96	Process and apparatus for the treatment of waste water.

FUENTE: ESPACE EP, Solicitudes de patentes Europeas de documentos A1, A2, Y A3, 1978 -Marzo 97.

## PATENTES NORTEAMERICANAS

FECHA DE PUBLICACION	TITULO
97 / 02 / 04	Waste-water treatment method.
96 / 05 / 07	Method for recycling a point recovery effluent.
95 / 10 / 10	Method and apparatus for recidyn waste water.
94 / 09 / 20	Process for the biological purification of effluent.
93 / 05 / 18	Micro-effluent process for rinsing water in industrial procesing.
92 / 06 / 02	Method for removing oil or hidrocarbons from water.
91 / 05 / 28	Method for treating hidrocarbons recovery operations and industrial waters.
90 / 09 04	Microbiological degradation of halogenated hidrocarbons in water.
89 / 08 15	Separation of water from hidrocarbons and halogenated hidrocarbons.
88 / 11 / 22	Process and apparatus for the treating of water and effluents by ultra-filtration and electrolysis.
87 / 09 / 15	Treatment of emulsions and industrial waste water.
86 / 12 / 02	Methods and apparatus for recovery of hidrocarbons from underground water tables.
85 / 10 / 15	Methods and apparatus for recovery of hidrocarbons from underground waster water.
84 / 08 / 21	Method for recovering solids and water from petroleum crudes.
82 / 09 / 28	Process and apparatus for purification of industrial waster water.
79 / 03 / 20	Automatic system for trapping and removing waste hidrocarbons from water.
78 / 05 / 02	Method for depulping fresh and sea water from petroleum products.
77 / 11 / 22	Method for purification of industrial waste water.

FUENTE : : BIB. Datos bibliografico de patentes de utilidad y de dise#o 1986 - feb 87.

PN : JP 01139189 19890531  
AN : JP 82246097 19871125  
ICM : C02F- 01/40  
ICS : C09K- 03/32, C10L- 05/40, C11B- 13/00  
IA : C11D- 13/00  
PA : JGC CORP  
IN : KAKONO HIGAO  
IN : KUSAKABE TAKAO  
IN : IKEDA SHIRO

ET : OIL REFORMING METHOD

PURPOSE : To reform a deteriorated oil by high temp. heat history and to contrive reutilization thereof, by using an aq. soln. contg. ammonium ion as an electrolyte and allowing fat and oil to be treated to float in a cathode side and performing DC electrolysis.

CONSTITUTION : In reforming of animal and vegetable fats and oils having high temp. heat history after cooking, an aq. soln. which incorporates ammonium ion such as ammonium carbonate and ammonium nitrate and is good in conductivity is used as an electrolyte 5 in an electrolytic cell main body 1. When introducing fats and oils 6 to be treated into the cathodic chamber 6 of the electrolytic cell main body 1, these flow to the upper part of this cathodic chamber 6. Then when impressing DC voltage between a cathode 2 and an anode 3, the electrolyte 5 is electrolyzed and nascent hydrogen intensive in reactivity is generated at the cathode 2 and this is brought into contact with fats and oils 6 and thereby hydrogenation is performed. Then by saturation of unsaturated fatty acid incorporated in fats and oils 6, caused and these are reformed.  
COPYRIGHT (C)1989,JPO&amp;mp;Japio

PN : JP 01245895 19891002  
AN : JP 63075152 19880329  
ICM : C02F- 01/40  
ICS : C02F- 01/40, C10G- 15/08, C10G- 31/00, C10L- 01/00  
PA : MATSUI ZENICHI  
PA : HASEGAWA KEICHI  
IN : MATSUI ZENICHI  
IN : HASEGAWA KEICHI  
ET : FILTER APPARATUS

PURPOSE : To treat an object to be treated with an oscillating current by providing a connection means brought into contact with the object to be treated in a housing and connected to an oscillating current generator to supply the oscillating current to the object to be treated.

CONSTITUTION : For example, water 12 is received in a housing 10 as an object to be treated and the upper parts 20, 22 of pipes 16, 18 composed of an insulating material are mounted to the upper part 14 of the inner wall of the housing 10 through supports 24, 26. The lower parts 28, 30 of pipes 16, 18 are sunk in the water 12 to open the lower ends thereof and electrode rods 38, 38 are arranged in the pipes 16, 18 to be brought into contact with the water 12 and connected to an oscillating current generator 44 generating an oscillating current through lead wires 40, 42. Hereupon, the oscillating current generated in the oscillating current generator 44 flows to the electrode rods 38, 38 and the water 12 can be treated with the oscillating current through the electrode rods 38, 38 brought into contact with the water 12.  
COPYRIGHT (C)1989,JPO&amp;mp;Japio

PN : JP 02102798 19900416  
AN : JP 63257648 19881013  
ICM : C02F- 11/00  
ICS : C02F- 11/10, C10G- 01/00  
PA : AGENCY OF IND SCIENCE &amp; TECHNOL  
PA : JAPAN ORGANO CO LTD  
PA : EBARA CORP  
IN : YOKOYAMA SHINYA  
IN : OGUCHI KATSUYA  
IN : OGI TOMOKO  
IN : UCHIYAMA HIROSHI  
IN : MURAKAMI MACANORI

ET : TREATMENT OF SLUDGE OF INDUSTRIAL WASTE WATER

PURPOSE : To treat sludge of industrial waste water economically by keeping the sludge at high temp. and under high pressure in the presence of an aq. medium using an alkali substance as catalyst.

CONSTITUTION : After adding the alkaline substance to sludge in waste water through a line 8, the sludge is introduced into a reaction apparatus 2 through a line 7. The sludge passes through the reaction apparatus with a specified flow rate as

strained stream and is withdrawn from a line 11. During the process, the sludge is subjected to a reaction and liquefied to an oily material. Reaction products are drawn from the tube 11 and introduced into a cooling device 3, then fed to a separating device through a line 12 after it has been cooled. A product having a high density is discharged from the separating device 4 through a line 13. Thus, an oily material 5 is separated easily.

COPYRIGHT: (C)1990, JPO&S, amp, Japio

IN JP 0224453 19911503

AN JP 0201995 19905129

ICM CO2F-1110

ICS C10G-0100

PA HITACHI DENEN CORP

PA ATAKA KOCYO KK

FI OKURA KAZUO

FI SEKINE TOSI

ET PYROLYSIS METHOD OF ORGANIC SLUDGE

PURPOSE: To obtain a high yield of a low viscosity, low energy resource oil, providing a cooler in a gaseous product take-out port, controlling the gaseous product to an oil state, introducing the oil into a reaction tube and bringing the same into contact with air.

CONSTITUTION: As organic sludge is dried, the sludge is supplied to the reaction tube 10 from a supply hopper 1. An electric furnace 2 is provided in the reaction tube 10 and a pyrolysis is effected at 200 to 600 deg. C in the absence of oxygen to obtain the oil and gaseous product. The gaseous product is introduced from the reaction tube 10 to the gas cooler 3 and cooled therein. As a result, only the light boiling gas and a part of the product is condensed to the liquid. The condensed part is sent to the cooler 3 to be reacted on tube 10. The heavy matter comes into contact with the char in the reaction tube and is decomposed by the catalytic power possessed by the char to the low boiling compd. This compd. flows from the base end 15 through a pipeline 16 into a condenser 19, by which the compd. is condensed to the liquid. The liquid is collected in the 23 from a dist. port 27. The char and char are respectively effectively utilized as fuel.

COPYRIGHT: (C) 1990, Japio

IN JP 0224453 19911503

AN JP 0201995 19905129

ICM CO2F-1110

ICS C10G-0100

PA HITACHI DENEN CORP

PA ATAKA KOCYO KK

FI OKURA KAZUO

FI SEKINE TOSI

ET METHOD OF OBTAINING HIGH-QUALITY PRODUCTS BY THERMAL DECOMPOSITION

PURPOSE: To obtain a high yield of a low viscosity, low energy resource oil, providing a cooler in a gaseous product take-out port, controlling the gaseous product to an oil state, introducing the oil into a reaction tube and bringing the oil into contact with an acid.

CONSTITUTION: As organic sludge is dried, the sludge is supplied to the reaction tube 10 from a supply hopper 1. An electric furnace 2 is provided in the reaction tube 10 and a pyrolysis is effected at 200-600 deg. C under atmospheric pressure to obtain the oil and gaseous product. The gaseous product is introduced from the reaction tube 10 to the gas cooler 3 and cooled therein. As a result, only the light boiling gas and a part of the product is condensed to the liquid. The condensed part is sent to the cooler 3 to be reacted on tube 10. The heavy matter comes into contact with the char in the reaction tube and is decomposed by the catalytic power possessed by the char to the low boiling compd. This compd. flows from the base end 15 through a pipeline 16 into a condenser 19, by which the compd. is condensed to the liquid. The liquid is collected in the 23 from a dist. port 27. The char and char are respectively effectively utilized as fuel.

COPYRIGHT: (C)1990, JPO&S, amp, Japio

IN JP 0147917 19910917

AN JP 0133817 19901128

ICM CO2F-1110

ICS C10G-0100

PA HITACHI DENEN CORP

PA ATAKA KOCYO KK

FI OKURA KAZUO

FI SEKINE TOSI

ET METHOD FOR DRYING WATER CONTAINING SLUDGE

PURPOSE: To dry a sludge and simultaneously supply the sludge with a large amount of a high boiling solvent to the water-containing sludge and simultaneously supply the sludge with a large amount of a liquid in a heating pipe to discharge the same to a condenser port in a chamber from the outlet of the heating pipe at a specific high speed.

CONSTITUTION: A large amount of a high boiling solvent is heavily supplied to water-containing sludge and the sludge is dried by the solvent. The solvent is introduced into a chamber from a condenser port in a chamber at a specific high speed.

in a despoiting solution is vaporized to dehydrate, crystallize and dry the water-containing sludge. As a result, the water-containing sludge can be dried efficiently and continuously.  
COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japco

FI: JP 04247200 18920903  
AN: JP 03098320 15910131  
ICM: CO2F-11.12  
IG: B01D-01G0, B01D-05G00, C10L-05/48  
PA: MIYUKIYOSHI SHIKOKUMOTSU KEIKYUHO.KK  
IN: HARA TORU

**ET: METHOD FOR DEHYDRATION OF WATER-CONTAINING ORGANIC WASTE WITH HIGH TEMPERATURE WASTE OIL**

**PURPOSE:** To simplify, efficiently and economically dehydrate water-contg. org. waste products.  
**CONSTITUTION:** Water-contg. org. waste products are dehydrated by mixing with high-temp. waste oil to vaporize the water content. Preferably, the water-contg. org. waste products are pulverized or divided into small lumps and supplied to the oil which is dispersed thereon so that the waste products are dehydrated and adsorbed to the waste oil.  
COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japco

FI: JP 05111695 19930507  
AN: JP 04052814 19920413  
ICM: CO2F-11.60  
IG: CO2F-11/10, C10G-01.30  
PA: JAPAN ORGANIC CO.LTD  
IN: UCHIYAMA HIROSHI  
IN: TAKAHASHI KOKAJI  
IN: SAKAMOTO YOSHINISA  
IN: SUZUKI AKIRA

**ET: SLUDGE FORCE FEEDING EQUIPMENT**

**PURPOSE:** To simplify and force-feed sludge dehydrated to some degree by a dehydrator to a sludge treating equipment at high pressure.

**CONSTITUTION:** A sludge force-feeding equipment is constituted so as to be described below. The downside of the piston 32 of a cylinder 33 is piped and connected to the interval of a first and second stop valves 40, 43 provided in a sludge supply duct 35. The upside of the piston 32 of the cylinder 33 is piped and connected to an actuation liquid tank 35 via a high pressure pump 30 and a third stop valve 41 which are parallel provided. Dehydrated sludge is forced-to a sludge treating equipment at high pressure by built-up pressure of rotation of the high pressure pump 30 and opening/closing or rotation of the first and second stop valves 40, 43, 41.  
COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japco

FI: JP 05111696 19930507  
AN: JP 04692315 19910413  
ICM: CO2F-11.60  
IG: CO2F-11/10, C10G-01.30  
PA: JAPAN ORGANIC CO.LTD  
IN: UCHIYAMA HIROSHI  
IN: TAKAHASHI KOKAJI  
IN: SAKAMOTO YOSHINISA  
IN: SUZUKI AKIRA

**ET: DISCHARGING EQUIPMENT FOR SLURRY**

**PURPOSE:** To smoothly discharge slurry into a low pressure system from high pressure system without using a leading driven valve by providing a valve for supplying inert gas to a receiving tank and a circuit for feeding the inert gas in one side of receiving tank 44, the other side of receiving tank 44.

**CONSTITUTION:** Inert gas is introduced into a receiving tank 44 and the pressure of the inside of the receiving tank 44 is made nearly equal to the pressure of a cylinder 7. Slurry 9 sent from the cylinder 7 is introduced into the receiving tank 44. Inert gas is fed and discharged. The receiving gas is introduced into a receiving tank 45. After the specified amount of slurry 9 is introduced into the receiving tank 44, a circulation for receiving slurry 9 from the receiving tank 45 is started. On the other hand, slurry 9 is sent to a circulation apparatus on tank 11 by the pressure of the residual gas in the receiving tank 44. In such a discharging equipment, slurry 9 is smoothly introduced into a plurality of receiving tanks. The inert gas discharged as a driving force is recovered on the other receiving tank. Thereby slurry 9 is smoothly discharged to a low pressure system from a high pressure system.  
COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japco

INT : JP 05329492 10931214  
AII : JP 04139309 19920529  
ICM : CO2F-03/28  
ICS : C01B-17/16, CO2F-11/04, C10L-03/10  
PA : GHIMIZU CORP  
IN : OKAMURA KAZUO  
IN : NARUTOMI TAKAKI  
IN : OGAWA YOICHIKICHI  
IN : TOMIOKA KAZUYUKI  
IN : MINAMI SUIJI

**ET : DEVICE FOR RECOVERING HYDROGEN SULFIDE AND METHOD USED THEREFOR**

**PURPOSE** To provide a device and method for recovering hydrogen sulfide capable of reducing the consumption of nutrient salts containing sulfur by recovering hydrogen sulfide generated as a by-product of methane fermentation at the time of exciting methane fermentation by the use of high conc. methanol.  
**CONSTITUTION** Gaseous methane and hydrogen sulfide generated by methane fermentation in a bioreactor 1 are fed into methanol 9 in a hydrogen sulfide absorbing vessel 2 to absorb hydrogen sulfide into the methanol 9 and the methanol absorbing hydrogen sulfide is recovered in the bioreactor 1.  
COPYRIGHT (C)1993,JPO&amp;mp;Japo

PN : JP 55011031 19800125  
AN : JP 5308369 19780710  
ICM : CO2F-01/52  
ICS : B01J-04/00, C10M-03/08  
PA : MITSUBISHI HEAVY IND LTD  
IN : ONODERA TAKESHI

**ET : TREATING METHOD FOR WATER TO BE TREATED**

**PURPOSE** To lubricate the bearing and flocculate the sludge in the vicinity of bearing with agglutinant leaking out into the treating facility, by charging high molecular agglutinant into the rotary bearing exposed on the side of water to be treated in the waste water (sludge) treating facility.  
**CONSTITUTION** Agitation blades 3 fitted to a rotating shaft 5 penetrating through a bearing 6 are rotated by a driving unit 7, and sludge 2 is moved in the direction of arrow. In such sludge pump 1, a trochoid pump 9 is driven through lower pulley 8, belt 11, and upper pulley 10 fixed on the rotating shaft 5, and soluble polymer (high molecular agglutinant) 12 having similar viscosity as gear oil is continuously charged into the inner circumference of the bearing 6 through a press-fit 1 pipe 12.  
COPYRIGHT (C)1980,JPO&amp;mp;Japo

PN : JP 55026740 19800239  
AN : JP 53103101 19780423  
ICM : C01G-01/00  
PA : KURIHARA SHIGEO

IN : KURIHARA SHIGEO

ET : METHANE GAS GENERATING APPARATUS

**PURPOSE** To provide the title apparatus of simple construction very easy to handle and enabling a cattle breeder to

generate strong methane gas at home and at a relatively low cost by making the best use of night soil of cattle.  
**CONSTITUTION** Night soil (a) of many pigs being bred at a farm-house and fa-water are poured into sifting filtration vessel 4 and filtered. The filtrate is then poured into gas generation vessel 11 through connection pipe 12 and stored to generate methane gas, which is stored in box lid 10. By opening valve 7b the gas is fed to a gas appliance from gas outlet 7c through piping 8 buried in the ground. Vessel 4 and storage tank 7 of vessel 11 are connected, and pipe 12 for feeding the filtered night soil is inclined so that outlet 12a points the vicinity of the center of conic bottom 7a of tank 7.  
COPYRIGHT (C)1993,JPO&amp;mp;Japo

PN : JP 55059899 19800508  
AII : JP 52109972 19770914  
ICM : CO2F-11/04  
ICS : C10L-02/00  
PA : AGENCY OF IND SCIENCE &amp; TECHNOL  
IN : ICHIDA RAICHIHIKO  
IN : HAGA RYUICHI  
IN : OTAHARA YUJI



AN : JP 54126450 19791002  
ICM : C02F- 03/28  
ICS : C02F- 11/06, C10J- 03/02  
PA : HITACHI PLANT ENG & CONSTR CO LTD  
IN : KITAMURA TAKAO  
IN : TANAKA AKIO  
ET : TREATMENT OF URBAN GARBAGE

PURPOSE To attain to utilize energy available by a method wherein an urban garbage is preliminarily dehydrated to be separated into a dehydrated garbage and a released water and the dehydrated garbage is decomposed by heating and the released water is subjected to the fermentation treatment to treat the garbage efficiently.

CONSTITUTION An urban garbage is separated into a dehydrated garbage 8 and a released water 9 by preliminarily dehydrating said urban garbage by a dehydrator 1 and the dehydrated garbage 8 is introduced into a heat decomposition furnace 2 and subjected to the heat decomposition to form a heat decomposition residue 10 and a decomposition gas 11. In this case, because this decomposition gas 11 is a combustible gas, said gas is passed through a cooler 3 to separate a cooled water therefrom and the cooler, utilized as a fuel of the heat decomposition furnace 2. On the other hand, because the released water contains an org. substance in a high content, it is treated in a methano fermentation apparatus 5. Thereby, while the heat efficiency is enhanced, the urban garbage is treated sufficiently.

COPYRIGHT (C)1981 JPO&amp;Japco

PN : JP 57050598 19820325  
AN : JP 55126547 19800911  
ICM : C02F- 11/00  
ICS : C02F- 11/06, C02F- 11/12, C10L- 05/48  
PA : FUJII ELECTRIC CO LTD  
IN : GOMI YOSHIO  
IN : GOMI YOSHIO  
ET : CONVERSION AND TREATMENT OF WASTE SUCH AS SLUDGE CONTAINING ORGANIC SUBSTANCE OR THE LIKE INTO SOLID FUEL

PURPOSE To convert waste such as sludge containing organic substance and having high water content such that of 4% 90% water content and low heat of vaporization, or the like into solid fuel and at low cost by dewatering and drying said waste in which dewatering auxiliary agent such as combuster ash or wood meal or the like is mixed previously.

CONSTITUTION Raw sludge (a) in which dewatering auxiliary agent such as combuster ash or wood meal or the like and high molecular flocculating agent are added is delivered into a raw sludge vessel 1, and said sludge is agitated by introducing air (b) into the sludge through a diffusion tube 2. Then the sludge (a) is pumped up into a condensation tank 3 and is separated into waste water (c) and sludge in the tank 3. Hereafter, the separated sludge is dewatered so as to reduce its water content to 4% 65%, through a dehydrator 4. This dewatered sludge is delivered through a conveyor 5 and is stored in a storage pit 6, and this sludge is cut through a cutter 7 for constant rate delivery, then, it is made to pass through a constant rate feeder 8 and is charged into a drier 9 stirred by the hot air. Wherein, the sludge is mixed with hot air through a flexible feeder 10 provided at the bottom of the drier so as to make the sludge dry up to the natural incineration limit, then, it is charged into a rotary fluidized bed incinerator and is made to burn.

COPYRIGHT (C)1982 JPO&amp;Japco

PN : JP 57127495 19820807  
AN : JP 56013960 19810201  
ICM : C02F- 11/02  
ICS : C05F- 07/02, C10L- 05/48  
PA : SHIMODA TAKESHI  
IN : SHIMODA TAKESHI  
ET : TREATMENT FOR WASTE LIQUID OF DISTILLATION OF SHOCHU

PURPOSE To make waste liquid of distillation of "Shochu" (over-class distilled spirits) usable as auxiliary fuel for coal and heavy oil by subjecting said waste liquid to solid liquid separation, fermenting solids by the use of aerobic germs and solidifying the same in powder.

CONSTITUTION Waste liquid of distillation of Shochu is charged into an enclosure and is subjected to solid liquid separation. The solids are removed therefrom and are allowed to dry, after which these are piced and are fermented by aerobic germs. If they are turned over during this course, thoroughly matured org. fertilizer is obtained. When this is left standing further, powdery solids of around 15% moisture content remain. If such solids are charged into coal or heavy oil under burner, they burn well and therefore these are usable as auxiliary fuel. By this treatment, the waste liquid of distillation of Shochu is used effectively for fertilizer or auxiliary fuel without requiring intricate installations.

COPYRIGHT (C)1982 JPO&amp;Japco

PN : JP 57174195 19821020  
AN : JP 55131300 19800919  
ICM : C02F, 11/12  
ICS : C02F, 11/14, C08L-101/00, C10L-01/32, C10L-05/14, C10L-05/40  
PA : NIPPON KEMUTETSUKU CONSULTING KK

IN : SATAKE TAKEO

ET : COMPOSITION CONTAINING NATURAL ORGANIC MATERIAL AND PRODUCTION THEREOF

PURPOSE: To separate the extraneous materials in natural org. materials easily and economically by dispersing and suspending the natural org. materials contg. extraneous materials with water as a medium, and separating the extraneous materials then kneading the same with a viscoelastic material and removing the excess water content.

CONSTITUTION: Natural org. materials contg. extraneous materials such as peat, brown coal, powdered coal and others are suspended to an aq. 0.1W20% suspension with water as a medium, and this aq. suspension is flown in laminar flow, whereby extraneous materials are separated, after which the dilute suspension is passed through a filter machine of relatively coarse meshed wire nets, whereby relatively large extraneous materials are removed, and a refined suspension obtained. If this refined suspension is put into a high viscoelastic material under kneading and is kneaded together therewith, the suspended solids are occluded from the suspension into the high viscoelastic material, and water goes out of the system. There are asphalt, pitch, tar, stastic PP, etc. as the high viscoelastic material.  
COPYRIGHT: (C)1982 JPO&amp;Japio

PN : JP 58084022 19830520  
AN : JP 56182779 19811114  
ICM : C02F, 03/00  
ICS : B04B-55/00, C10M-03/04, C10M-11/00  
PA : NITTO KOKKI CO LTD  
IN : MATSUMURA MITSUMA  
IN : YAMADA TADACHIKA  
IN : MIKITANI TOSHIRO

ET : PREVENTING METHOD FOR GENERATION OF SMELL FROM WATER SOLUBLE GRINDING OIL AND CUTTING OIL

PURPOSE: To prevent the generation of septic malodors from water soluble grinding oils, etc. and to improve cutting efficiency by aerating and agitating the water soluble grinding oils and cutting oils with fine bubble and suppressing the growth of facultative anaerobe, mold etc.

CONSTITUTION: Partitions 5 located in the upper part in an oil tank 1 and partition plates 6 located in the lower part are arranged alternately. Bubbling plates 7 are sunk in the water soluble grinding oil and cutting oil 2 contained in the tank 1 and an air pump or compressor is connected to the plates 7 to generate numerous pieces of bubble by the plates 7. While the water soluble grinding oil, the cutting oil and the oils and water in the grinding oils are uniformly agitated by the mutual effect of the bubble and the liquid flow, the oils are aerated to supply oxygen into the grinding oil and cutting oil by the aeration effect. The growth of facultative anaerobe and mold hypha that can be a cause for putrefaction of oils and water and the generation of septic malodors is suppressed and the generation of smells is prevented.  
COPYRIGHT: (C)1983 JPO&amp;Japio

PN : JP 58090000 19830528  
AN : JP 56190433 19811126  
ICM : C02F, 11/12  
ICS : B04C-09/00, C10L-05/00  
PA : MITSUBISHI HEAVY IND LTD  
IN : SEIKEI YAJURO  
IN : SHOJIMA TOSHIKAZU  
IN : OGAMI TAKAHIRO  
ET : SLURRY DEHYDRATOR

PURPOSE: To permit cyclical use of mother liquor in slurry transportation at a low cost by connecting the respective discharge pipes for separated water from a coarse cyclone, a screen and a centrifugal separator to a buffer tank, and connecting the tank to a fine cyclone.

CONSTITUTION: The separated water in a buffer tank 4 is discharged from discharge pipes 12, 19, 21 for separated water is sucked by a transfer pump 9 for suspended water and is forced into a fine cyclone 5 through a supply pipe 14 for suspended water. The greater part of the grained coal suspended to classification in the cyclone 5 is made into sand slurry which is fed through a discharge pipe 18 for sand slurry to a centrifugal separator 3. In the separator 3, the grained coal acts as a filter layer and the greater part of the grained coal is captured as sand slurry. Part of the grained coal is mixed with the separated water from the cyclone 5 but this water is fed as relatively clean water through a discharge pipe 15 for separated water into a circulating water tank 4.

COPYRIGHT (C)1983 JPOS&P Jippo

PH JP 59026198 19840210  
AI JP 57139231 19820804  
ICM C02F-17/04  
ICG C10L-09/44 C10L-05/43  
FI OGAWA HIROHARU  
FI OGAWA HIROHARU

ET SYSTEM FOR CONVERTING WATER-CONTG. WASTE MATTER INTO SOLID FUEL

PURPOSE: To obtain methane gas and solid fuel from water-contg. waste matter such as raw garbage, by dehydrating the water-contg. waste matter, fermenting an effluent, adding a deodorizer to a dehydrated solid part, drying it, adding a sticking agent to it and then granulating it.  
CONSTITUTION: Fowl droppings retaining 70% water is charged in a hopper 1, supplied through a conveyor 2 and a quantitative feeder 3 to a dehydrator 4 and dehydrated to a water-retaining ratio of 50%. The resulting effluent is sent to a fermentation tank 18 and fermented therein. A deodorizer is added from a quantitative feeder 5 to the dehydrated solid part. After the solid part is kneaded by a mixer 6, it is transferred to a drier and dried therein to a water-retaining ratio below 20%. As a heat source for the drier 8, thermal energy formed by sending methane gas formed in the fermentation tank 18 from a gas tank 19 to a methane gas burner 23 is used. After the solid part having a water-retaining ratio below 20% is kneaded with a sticking agent 14 a mixer 13, the mixture is granulated by a granulator 15 to obtain solid fuel.  
COPYRIGHT (C)1983 JPOS&P Jippo

PH JP 59081100 19840509  
AI JP 57159279 19821029  
ICM C02F-18/10  
ICG C10G-01/00  
FI OKAMOTO TOSHIO  
FI OKAMOTO TOSHIO

ET REGENERATION OF GELY SUBSTANCE USING ACTIVATED SLUDGE AS RAW MATERIAL

PURPOSE: To obtain a catalyst having strong activity, by thermally decomposing a liquid mixture, prepd. by dispersing various porous substances in the aqueous solution of liquid activated sludge, a water-soluble aluminum salt, an iron salt, etc. in 100% alcohol, to produce a residue (a) containing 200-5000mg/g of porous substances.  
CONSTITUTION: A residue (a) containing porous substances is dispersed in a liquid mixture (b) containing at least one of water-soluble aluminum salt, iron salt, etc. in 100% alcohol to produce a liquid mixture (c) containing porous substances and a catalyst. The catalyst is obtained by thermally decomposing the liquid mixture (c).  
REMARKS: Various porous substances may be used, e.g. clay, siliceous clay, SHIRASU, etc. The ratio of the components (a) in the liquid mixture (c) is ordinary 70-99.99%, and water content in the liquid mixture (c) is ordinary 5-29.97%.  
COPYRIGHT (C)1984 JPOS&P Jippo

PH JP 57141732 19831019  
AI JP 57220300 19821224  
ICM C02F-01/00  
ICG B01D-21/00 C10L-09/40  
FI HIRAKAWA TOSI  
FI HIRAKAWA TOSI  
FI YAMAMOTO AKIO  
FI YAMAMOTO AKIO

ET TREATMENT OF WASTE WATER

PURPOSE: To improve the recovery rate of the combustible component that low-grade coal possess by granulating the pulverized coal and adding the waste water produced at a reforming treatment for the low-grade coal in water and recovering the same.

CONSTITUTION: Low-grade carbon 1 is carbonized at a low temp. in a high pressure vessel 2 and thereafter the coal is separated by a vibrating screen 3 into reformer coal 4 having high reactivity, the pulverized coal part that mesh of the screen 3 and waste water 5 being the separated oil. The opening of the screen 3 is so adjusted that the amt. of the oil in the waste water is about 9% of the amt. of the pulverized coal. Such waste water is supplied into an underwater granulator 6 by which the pulverized coal and oil are fluidized and granulated. The granules are treated with a vibrating screen 7 and are separated to a granulated material 8 and waste water 9 being waste water. The combustible component contained in the low-grade coal is recovered in a high yield and the low-grade coal is reformed without loss of energy.  
COPYRIGHT (C)1984 JPOS&P Jippo

PN : JP 60161800 19850823

AN : JP 59013380 19840130

ICM : C02F- 11/12

ICS : C05F- 03/00, C10L- 05/42, F26B- 05/18

PA : NIPPON HAIGOU SHIRYO KK

IN : YAMANE TETSUO

II : TAKADA KATSUMIHO

III : NAKAJIMA TAJIJI

ET : METHOD FOR DRYING EXCRETION OF DOMESTIC ANIMAL OR POULTRY

PURPOSE : To obtain odorless solid fuel or fertilizer by drying a large amount of excretion within a short time without requiring a large scale site or mechanical equipment, by performing the immersion treatment of excretion in heated oils and fats.

CONSTITUTION : Herein, excretion means feces of poultry and animals, an excretion mixture, an excretion mixture containing an extender such as sawdust or human feces. This excretion is processed into granules or rod shaped particles with an adequate size if large lumps are present and charged in oils and fats to be fried (dried). As oils and fats used in this case, edible or industrial animal or vegetable oil or mineral oil is designated and, especially, waste oils or recovered oils of aforementioned oils and fats are practical. When the obtained dried product is used as fuel, oils and fats suitable for fuel are preferred and as for fertilizer, mineral oil is not preferred.  
COPYRIGHT (C)1985,JPO&amp;mp;Japio

PN : JP 60220185 19851102

AN : JP 59077387 19840417

ICM : C02F- 01/28

ICS : C09K- 03/32, C10L- 03/08

PA : ELECTRIC POWER DEV CO LTD

II : KAWASAKI HEAVY IND LTD

III : KAMAO MITSUGI

IV : KIMURA HIROTAZU

V : ITO HAYAMIZU

VI : NAGAI KOZO

VII : ARAKI TOSHIOHIDE

VIII : KIUCHI TETSUYA

ET : TREATMENT OF WASTE WATER DEHYDRATED FROM LOW GRADE COAL

PURPOSE : To reduce the necessary amount of powdery low grade coal to a large extent, by connecting a plurality of apparatus systems each consisting of a contact tank and a solid-liquid separation tank in series and returning powdery solid-liquid sludge separated by once performing adsorption treatment to the contact tank of the preceding system to repeat the same.

CONSTITUTION : Waste water dehydrated from low grade coal containing org. components at high concn. is sent into a first contact tank 1a to be contacted with the sludge returned from a second solid-liquid separation tank 2b and, thereafter, sludge is separated from a first solid-liquid separation tank 2a. The separated liquid from the tank 2a is sent into a rear stage contact tank 1b with a powdery carbon-containing composition such as powdery low grade coal or dry distillation char as powder to be contacted therewith. Subsequently, solid-liquid separation is performed in the second solid-liquid separation tank 2b and solid-containing sludge is returned to the first contact tank 1a and the liquid part is sent to a rear stage flocculation precipitation apparatus or biological treatment apparatus.  
COPYRIGHT (C)1985,JPO&amp;mp;Japio

PN : JP 60220186 19851102

AN : JP 59077323 19840417

ICM : C02F- 01/28

ICS : C09K- 03/32, C10L- 09/08

PA : ELECTRIC POWER DEV CO LTD

II : KAWASAKI HEAVY IND LTD

III : KAMAO MITSUGI

IV : KIMURA HIROTAZU

V : ITO HAYAMIZU

VI : NAGAI KOZO

VII : ARAKI TOSHIOHIDE

VIII : KIUCHI TETSUYA

ET : TREATMENT OF WASTE WATER DEHYDRATED FROM LOW GRADE COAL

PURPOSE : To reduce the necessary amount of powdery carbon-containing composition to a large extent, by repeating the

with steam sludge in a drying process to reuse the same as a part of the gas. Part of the thrown-in powdery carbon-containing composition.

**CONSTITUTION:** Waste water dehydrated from low grade coal containing org. components at high concn. is contacted with a powdery carbon-containing composition such as powdery low grade coal or dry distillation char in a contact tank 1 and the org. components dissolved in the waste water are adsorbed by said composition. Subsequently, said waste water is introduced into a solid-liquid separation tank 2 to be separated into sludge containing a large amount of powdery low grade coal and waste water. A part of the sludge is dried by a drying means 3 and the dried substance is thrown in the contact tank 1 along with powdery low grade coal to be reused while the treated waste water is sent out to a rear sludge flocculative precipitation apparatus or biological treatment apparatus.

**COPYRIGHT:** (C)1985 JPO&InpJapao

FI JP 6111 209 12504605  
AI JP 532752 19641113  
RM CCH 11.10  
ICG C10B 5300 C10D 0100 C10J 0200  
PA SATAKE CHEM CO LTD  
FA HIRAKAWA CHEM CO LTD  
IN SATAKE TAKUO  
IR SANO KOICHI  
RI UDHIYAMA HIROSHI  
II KANEKUBO TOSHITAKA  
ET THERMAL DECOMPOSITION TREATMENT OF HYDROGENOUS ORGANIC MATERIAL

**PURPOSE:** To produce a treated product of thermal decomposition for a reducing agent, solid fuel, raw material for producing a lower hydrocarbon compound, gaseous fuel and other materials having high additive value by decomposing thermally the hydrogous organic material into which a hydrogous organic material is finely dispersed into a viscoelastic material.

**CONSTITUTION:** The hydrogous components to which the hydrogous org. materials such as org. industrial waste, chemical waste, etc. are finely dispersed thermally decomposed, used, more preferably in a reducing atmosphere into the gas phase, and the solid such as char, pitch, asphalt or tar. The resulted product of thermal decomposition exists in the atmosphere in a chamber suitable for various operations according to the characteristics, etc of the resulted product. Said product is used as the reducing agent, solid fuel, etc. For example, the resulted product of thermal decomposition is used as a reducing agent and then lamped coke. The product is usable as a raw material for production of the useful lower hydrocarbon compounds and the other raw materials such as coal. The resulted product of thermal decomposition is used as a raw material for producing a lower hydrocarbon compound.

FI JP 6103 209 12504610  
AI JP 530703 19640119  
RM CCH 11.10  
ICG C10B 5300  
PA SANGI CHEM CO LTD  
FA TOKAI CHEM CO LTD  
IN SANGI MOTOYOSHINAO  
RI SUGIYAMA KIYOSHI  
II KAWAMOTO TOSIYUKI  
ET THERMAL DECOMPOSITION OF COMBUSTIBLE SLUDGE TO OIL

**PURPOSE:** To thermally decompose a combustible liquid, by adding an org. solvent to a slurry mixture consisting of the solid and liquid components of the said liquid, under a high temp. and high pressure condition, a combustible liquid to be used.

**CONSTITUTION:** The slurry is dehydrated by a solid filter 2 and the dehydrated sludge is supplied to a preheater 5. The preheater 5 is cooled by the preheater 6. The treated sludge is introduced to a reactor 6 to be thermodynamically reacted in the presence of a high pressure condition. By the reaction, the sludge is thermodynamically modified to form various hydrocarbons. The slurry, after the solid substance is passed through the reactor 6, said substance 1, gels and water are separated in a separator 9 and the gel is supplied to a separator 7 to be produced. The gel is, in turn, industrially coated by a separator 8 and the oil and gels are produced in 9. The separator 7 and 8 are placed there and the oily substance 12 comprising the hydrocarbon 11 is produced.

FI JP 6103 209 12504611  
AI JP 530703 19640119



COPYRIGHT (C)1987,JPO&amp;mp;Japio

PN : JP 63072400 19880402  
AN : JP 01216133 19860912  
ICM : C02F- 11/04  
ICS : C02F- 03/00, C05F- 03/00, C10L- 03/00  
PA : TAKI CHEM CO LTD  
IN : MIZUNO SUKENORI

IN : MAEKAWA YOSHIO

ET : METHANE FERMENTATION PROMOTER

PURPOSE: To effectively perform methane fermentation, by using an N- acylactam compound.

CONSTITUTION: An N- acylactam compound represented by formula I (wherein R is a chlorine atom, a nitro group or a mercapto group and n is 1 or 2) is added to a methane fermentation tank in an amount of 0.01W0 1pts wt. of 100pts. of an org. substance. By this method, methane fermentation is effectively performed.

COPYRIGHT (C)1988,JPO&amp;mp;Japio

PN : JP 63141700 19880614

AN : JP 01289956 19861204

ICM : C02F- 11/14

ICS : C10L- 05/48

PA : SANYO SEIKYU KAGAKU KK

IN : OKUDA NAZAKAI

ET : DEGRADATION TREATMENT OF OIL-CONTAINING WATER SLUDGE

PURPOSE: To permit inexpensive and easy degradation of oil-contg. water sludge by adding granular quicklime and surfactant to the oil-contg. water sludge, kneading the sludge and subjecting the sludge to drying in the sun, thereby reducing and degrading the sludge.

CONSTITUTION: The granular or lump quicklime, 3gr,50wt.% of which consists of 1W20mm grain size, is added at 1W55wt.% and the surfactant (e.g., sodium alkylbenzene sulfonate) is added thereto at 0.1W10wt.% of the weight of the quicklime to the oil contg. water sludge which is subjected to a pretreatment such as centrifugal separ. at need or has 8to.50wt.% moisture by a distillation method eqv. to the moisture content of the sludge subjected to said treatment. Then the sludge is kneaded and treated without applying heat thereto from the outside. If necessary, the sludge is aged for 1W3 days and is dried in the sun, by which the moisture is evaporated and absorbed to reduce volume and the sludge is degraded. As a result, the treatment is realized at the low fuel ment cost without entailing large equipment investment. The treated sludge having a high oil content is usable as solid fuel.

COPYRIGHT (C)1988,JPO&amp;mp;Japio

PN : JP 63291688 19881129

AN : JP 02121634 19870522

ICM : C02F- 01/48

ICS : C10L- 01/00

PA : KITAHARA YOSHIOJIRI

IN : KITAHARA YOSHIOJIRI

ET : FLUID ACTIVATION DEVICE

PURPOSE: To allow sterilization of harmful bacteria and improve combustion efficiency in the case of petroleum liquid fuel by removal of dust, activation of ions, etc. in the case of water by permitting a magnet to contact fluid.

CONSTITUTION: In a cylindrical body 1 of non-magnetic material consisting of connectors for fluid tubes 4, 4' connected continuously in sections, located at both forward and backward ends, a flow deceleration chamber 14 is formed on the side of an outlet. A pair of magnets 8, 8' for formation of a flow path are inserted in an opposed position on the side of an inlet of the cylindrical body 1. An annular magnet for an outlet 7 is inserted into between the deceleration chamber 14 and the magnets 8, 8' in the cylindrical body 1. In addition, a lateral groove 10 facing a direction which does the crosses a flow path is formed in a center of each of the magnets 8, 8'. Furthermore, a flow path is formed in a groove 11 across the exposed surfaces of the magnets 8, 8'. Both opposed surfaces of the magnets 8, 8' and the wall surface of the inner cylindrical face of a magnet 7, and the wall surface of the lateral groove 10 are magnetized with an opposite polarity to each other. Fluid runs through a flow path 13. The inner cylindrical hole of the magnet 7 and the deceleration chamber 14 in that order, flowing out from the rear end of the body 1.

COPYRIGHT (C)1988,JPO&amp;mp;Japio