Regresar al listado de tesis

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO
CIIEMAD

"IMPACTO REGIONAL DE LA REFINERÍA MIGUEL HIDALGO" EN TULA DE ALLENDE, HIDALGO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN
MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO INTEGRADO

PRESENTA

ÁNGEL ÁNGELES NAVA

DIRECTOR DE TESIS CIIEMAD: **DR. LUIS RAÚL TOVAR GÁLVEZ**

MEXICO, D.F. DICIEMBRE DEL 2002

INDICE

Glosario
Relación de tablas
Relación de Figuras
Resumen
Abstract
Acrónimos y Unidades de Medida

INTRODUCCION

Objetivos
Hipótesis

1. Marco de Referencia Ambiental
1.1 Descripción del área de estudio
1.2 Medio Natural
1.3 Medio Social
Medio económico
2. Reseña de la Industria de la Refinación
2.1 Perfil de funcionamiento de la Refineria Miguel Hidalgo

3. Marco Conceptual
3.1 La sustentabilidad como concepto rector
3.2 La ecoeficiencia en el marco del Desarrollo Sustentable (DS)
3.3 El manejo de la Sustentabilidad Corporativa: El Sistema Integral de Administración de la Seguridad Industrial y la Protección Ambiental (SIASPA)

MATERIALES Y METODOS

1. Universo de estudio
2. Observación en campo
3. Identificación de impactos
4. Valoración de impactos

RESULTADOS Y ANÁLISIS

1. Impacto socioeconomico
2. Desempeño ambiental

CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS
BIBLIOGRAFIA

GLOSARIO

Aceite crudo ***(de petróleo).- Mineral combustible en su estado natural, compuesto de carbono e hidrógeno.***

*Catalizador****.- Sustancia que acelera la velocidad de una reacción química.***

*Combustóleo**.- Última corriente pesada de combustible con alto contenido de azufre. Desecho en el proceso de refinación, utilizado como combustible en maquinaria y equipos mayores, es quemado principalmente por termoeléctricas.***

Coque ***(Carbón de).- Residuo sólido de combustóleo.***

Cracking (Desintegración).- Separación o ruptura, térmica o catalítica *CONTR. Síntesis (unión).*

Desarrollo.- Transformación de la sociedad, expansión de su capacidad productiva, elevación de productividad por trabajador e ingreso por persona, cambios en la estructura de clases y en la organización social, transformaciones culturales y de valores, y cambios en las estructuras políticas y de poder, todo lo cual conduce a una elevación de los niveles medios de vida y a la *satisfacción de necesidades esenciales*.

Distribución de la riqueza.- Prevé la creación de mercados de trabajo descentralizados que permitan el reparto del ingreso a través de los salarios y la demanda de la producción. *El gran problema de la economía moderna es la inequidad, por bajos salarios o fuentes de empleo insuficientes entre regiones geográficas o actividades económicas.*

*Ecoeficiencia**.- Corriente de pensamiento que pretende combinar el mayor éxito del negocio, mediante el aumento de la productividad, la optimización en el uso industrial de las materias primas y la energía,***

con la reducción del impacto ambiental negativo y el desarrollo integral de los recursos humanos de la empresa y comunidad local.

Hidrocarburo.- Compuesto orgánico binario de carbono e hidrógeno.

Impacto.***- Efecto o consecuencia, favorable o desfavorable, sobre los subsistemas social, económico y ecológico, que se experimenta como resultado de una actividad humana productiva o de la naturaleza en sí.***

Mesobiota.***- Organismos al ras de suelo (tamaño hasta 50 mm de longitud).***

Normativa.- Para preservación de la salud, es razonable valores máximos de seguridad preestablecidos según la concentración del contaminante y límites de exposición por actividad, que no puedan ser excedidos legalmente, para no dañar fisiológicamente a los seres vivos en especial a los humanos de una región.

Octano **(Índice de).- Valor antidetonante de los combustibles por comparación con el de un carburante patrón, se logra a través de la incorporación de un aditivo (la gasolina de alto octano es demandada por motores de alta compresión para un mejor rendimiento).** ***CONTR. Índice de Cetano, valor detonante.***

Paraestatal.***- Entidad con fines de utilidad pública. Organismo del Estado.***

Parque industrial.- Superficie delimitada y diseñada para el asentamiento de instalaciones que transforman materias primas en productos manufacturados, en condiciones adecuadas de ubicación, infraestructura, equipamiento y de servicios, con una administración permanente para su operación. Parte de las estrategias de desarrollo económico de una región, buscan el ordenamiento industrial y la desconcentración de las zonas urbanas, proporcionando condiciones idóneas para operar eficientemente y estimular la productividad dentro de un ambiente adecuado.

*Petrolífero**.- Producto que deriva del petróleo.***

Planificación.- Técnica de racionalidad económica empleada para coordinar conforme a planes y programas el desarrollo de las diversas unidades económicas, para alcanzar ciertos objetivos, p. ej. igualdad regional, protección al ambiente o bienestar social.

Polo de desarrollo**.- Rama o sector industrial que ejerce un papel de atracción o impulso en el desarrollo de la economía regional.**

Regulación industrial**.- Reglas o normas ambientales a las que deben ajustarse las industrias.**

*Resilencia**.- Capacidad del medio natural para absorber o resistir alteraciones.***

Sustentabilidad.- Inserción consciente de conceptos y políticas ambientales en el desarrollo, tendientes a la compatibilización de la vitalidad económica y social de la ciudad, con su viabilidad a largo plazo, basada en el mantenimiento de los equilibrios biofísicos fundamentales.

Venteo.- Liberar la sobrepresión en los tanques de almacenamiento debido a cambios extremos de temperatura a través de purgas.

Zona crítica.- Area territorial juzgada como de emisiones tóxicas.

Zona de influencia.- Conjunto de municipios reservados al predominio de la refinería que ejerce ciertos efectos ambientales, económicos y sociales sobre ellos.

Regresar al Indice de la Tesis

RELACIÓN DE TABLAS

Tabla

1	Tipo de suelo y localización por comunidades.	10
2	Distribución de la población por sexo.	14
3	Distribución de la población por grupos de edad.	14
4	Población mayor a 15 años por nivel de escolaridad.	15
5	Alumnos, planteles y docentes por nivel educativo.	15
6	Fuentes de abastecimiento y volumen promedio diario de extracción de agua potable según Municipio.	16
7	Drenaje y Alcantarillado según Municipio.	16
8	Tratamiento de Aguas Residuales según Municipio.	16
9	Población Económicamente Activa por rama productiva.	18
10	Superficie cosechada, volumen y valor de la producción según tipo de cultivo.	20
11	Producción ganadera.	22
12	Padrón de establecimientos industriales.	23
13	Evolución del Valor Agregado Manufacturero.	23
14	El Sistema Nacional de Refinación.	26
15	Usos de los principales productos comercializables obtenidos en las refinerías.	27
16	Características físicas de las fracciones del crudo en destilación	28
17	***Valor agregado manufacturero de la zona de influencia RMH***	51
	y la rama de refinación de petróleo.	
18	Donaciones y donativos zona de influencia RMH.	55
19	Ingreso en la zona de influencia	56
20	Balance hídrico industrial RMH.	62
21	Descarga contaminante RMH.	63
22	Reporte de descarga contaminante RMH comparado con máximos permisibles.	64
23	Distribución de contaminantes atmosféricos RMH.	65
24	Emisiones a la atmósfera RMH.	67
25	Emisión de Gases Efecto Invernadero RMH.	69
26	**Balance de energía eléctrica RMH.**	71
27	Tipo y volumen de residuos peligrosos RMH.	72

28 Manejo de residuos peligrosos RMH. 72
29 Principales gases de riesgo en el ambiente de trabajo. 75
30 Inversión en la ejecución de proyectos ambientales RMH. 78

RELACIÓN DE FIGURAS

Figura		Página
1	Mapa de localización de la Refinería “Miguel Hidalgo”.	8
2	Mapa refinerías y puertos de embarque.	25
3	Configuración RMH.	33
4	Modelo conceptual del SIASPA.	39
5	Matriz causa-efecto impacto regional RMH.	46

Regresar al Indice de la Tesis

IMPACTO REGIONAL DE LA REFINERÍA MIGUEL HIDALGO

RESUMEN

En este estudio se establece un análisis crítico de la relación que guarda la Refinería Miguel Hidalgo (RMH) localizada en Tula, Hidalgo, con la calidad de vida de sus comunidades vecinas, el crecimiento de la producción vinculado a otros sectores económicos considerando el impacto ambiental de los procesos de refinación del petróleo en los municipios de Atitalaquia y Tula.

Después de varias visitas al área de estudio, se definieron estratégias que permitieron establecer indicadores e identificar relaciones causa-efecto atribuibles a las operaciones de la refinería. Se construyó una matriz con la finalidad de visualizar en conjunto las interacciones de forma sintética.

La planificación económica así como la normatividad ambiental quedan rebazadas cuando se construyen plantas industriales nuevas. No es posible escatimar la importancia de la RMH en el cambio estructural de la región, no obstante es considerada por muchos vecinos como una fuente de contaminación y corrupción.

La RMH afecta la vida silvestre, la agricultura, la salud pública; así como, el estilo de vida de la población.

Finalmente, PEMEX-Refinación pretende emplear tecnologías limpias manteniendo niveles de eficiencia altos, con rentabilidad suficiente para hacer competitivo el negocio en el marco de la globalización.

Regresar al Indice de la Tesis

REGIONAL IMPACT OF THE REFINERY MIGUEL HIDALGO

ABSTRACT

This study establishes a critical analysis of the relationship between the oil Refinery Miguel Hidalgo (RMH) located in Tula, Hidalgo and the neighboring communities, the growth of the production linked to other economic sectors looking at the environmental impact of the oil refining process in the Atitalaquia and Tula counties.

After several field trips to the area we defined strategies that allowed us to establish indicators and identified cause-effect relationships in the region due to the oil refinery operation. A matrix was built to visualize all interactions in a simplified way.

The economic planning as well as the environmental legislation are not considered when new industrial plants are built. It was observed that the relevance of the RMH can not be left out when one observes the new development occurring in the counties studied; however the RMH is considered by many neighbors as a source of pollution and corruption in the area.

The RHM affects the wild life, agriculture, public health and even the lifestyle of the population.

On the other hand, PEMEX-Refinación pretends to employ clean technology as well as keeping high levels of efficiency, with enough profitability to make competitive the business in the name of globalization.

Regresar al Indice de la Tesis

ACRONIMOS

API	Instituto Americano del Petróleo
CEDEMUN	Centro de Desarrollo Municipal
CMMAD	Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo
CNGM	Costa Norteamericana del Golfo de México
COEDE	Consejo Estatal de Ecología
CONAZA	Comisión Nacional de Zonas Aridas
CRETIB	Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamables o Biológico infeccioso
DOF	Diario Oficial de la Federación
DS	Desarrollo Sustentable
IIE	Índice de Intensidad Energética
ILPES	Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social
IMNC	Instituto Mexicano de Normalización y Certificación
IMP	Instituto Mexicano del Petróleo
ISO	Organización Internacional de Normalización
LGEEPA	Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
LP	Gas Licuado de Petróleo
MON	Motor Octane Number
MTBE	Metil Terbutil Éter
NOM	Norma Oficial Mexicana
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
PEA	Población Económicamente Activa
PIASA	Parque Industrial Atitalaquia Sociedad Anónima
PITUSA	Parque Industrial Tula Sociedad Anónima
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
RMH	Refinería Miguel Hidalgo
RON	Research Octane Number
SEMARNAP	Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca
SIASPA	Sistema Integral de Administración de la Seguridad Industrial y la Protección Ambiental
SISPA	Subsistema de Información en Seguridad Industrial y Protección Ambiental
SNR	Sistema Nacional de Refinación
TAME	Teramil Metil Éter
VM	Valle del Mezquital
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development

UNIDADES DE MEDIDA

bd	Barriles por día; barril 158.98 litros = 42 galones
g	Gramo
Gcal	Giga calorías 1×10^9
ha(s)	Hectárea
l	Litro
msnm	Metros sobre el nivel del mar
ppm	Partes por millón
s	Segundo
ton	Toneladas

INTRODUCCIÓN

La región suroeste del Estado de Hidalgo es un escenario representativo de la problemática ambiental que impera a nivel federal, particularmente complejo, se ejerce poco o ningún control sobre las actividades productivas y se especula sobre el cambio de uso de suelo, la ubicación de sitios para habilitar rellenos sanitarios, la disposición de vertederos para residuos industriales (tóxicos o no), la inspección de ductos de hidrocarburos, la bioremediación de suelos contaminados, la aplicación inmoderada de pesticidas y fertilizantes sintéticos, la falta de valoración de nichos ecológicos desplazados por la urbanización y la reforestación en zonas de amortiguamiento.

La cuenca del Río Tula es la unidad básica para entender las fuentes y los efectos de la contaminación hídrica en la región. El uso agrícola de las aguas residuales, provenientes de la ciudad de México conlleva una contradicción: si bien, el riego es causa de sustentabilidad, abriendo mayores extensiones de tierra a las labores de la agricultura, además del aporte de materia orgánica a los cultivos, con su subsecuente aumento de rendimientos unitarios, también puede ser motivo de riesgos sanitarios por las altas concentraciones de organismos patógenos y sustancias tóxicas de origen industrial (Peña de Paz, 1995; Romero, 1998).

La situación que prevalece respecto a la contaminación atmosférica se ha visto reflejada a través de escasos estudios de epidemiología respiratoria. Una valoración realizada a trabajadores de 8 empresas productoras de cal y cemento

en la zona de Tula con motivo de la clausura de la compañía minera mercantil "El Palizar", determinó la existencia de silicosis derivada del trabajo en 135 casos, equivalente al 70% de la muestra (IMSS, 1981).

El problema de los polvos de arena sílica también se asocia con escasas barreras arbóreas de la región, agudizando las dificultades en la calidad del aire. Incluso en la vegetación, los polvos emitidos por las cementeras se acumulan en las hojas reduciendo la captación de luz necesaria para la fotosíntesis, afectando la productividad de los cultivos (SARH, 1975).

En la NOM-085-ECOL-1994, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera para fuentes fijas, por la permanente columna de humos contaminantes, se declaró al corredor industrial de Tula-Vito-Apaxco como zona crítica (DOF, 1994). En esta zona los niveles de bióxido de azufre (SO_2) y los óxidos de nitrógeno (NO_x) ocuparon los primeros lugares de emisiones industriales en la escala nacional a mediados de los años noventa, con 339,763 y 66,270 ton/año, respectivamente (OCDE, 1998). Tales efectos se atribuyen a la ocupación industrial del espacio.

La expansión industrial y el crecimiento de la población se concentran hacia la parte sur del Estado de Hidalgo. Las actividades industriales dominantes en la región suroeste, por orden de aparición en el tiempo, han sido: cementera, textil, petrolera y termoeléctrica.

En el Estado de Hidalgo se desarrollan actividades petroleras de los organismos subsidiarios de PEMEX-Refinación, PEMEX-Gas y Petroquímica Básica, PEMEX-Petroquímica; la presencia de sus instalaciones se ubica en cuatro municipios:

Atitalaquia, Tula de Allende, Tepéji del Río y Pachuca de Soto; además de instalaciones de distribución.

La reorganización del espacio urbano en los municipios de esta región suroeste ocurrió con la instalación de la Refinería Miguel Hidalgo (RMH). Su construcción en 1972, inició la migración masiva de fuerza laboral desde otras entidades con instalaciones petroleras. El objetivo gubernamental de establecer esta industria, fue declararla como polo de desarrollo y convertir a esta zona económicamente deprimida en un centro de desarrollo industrial, pretendiendo aminorar la inequitativa distribución de la riqueza (Vargas y Gutiérrez, 1989).

Por la importancia que tiene PEMEX como proveedor y consumidor de combustibles fósiles se ha venido promoviendo el uso racional de los recursos naturales, la reducción de contaminantes y residuos. PEMEX-Refinación pretende dar mayor calidad a los petrolíferos y producirlos mediante tecnologías limpias manteniendo en todos sus procesos altos niveles de eficiencia, con rentabilidad suficiente para hacer competitivo el negocio en el escenario de un sistema de globalización de mercados, tendiente a cumplir con normas comerciales y ambientales cada vez más estrictas.

Los impactos positivos o negativos imputables a la radicación de la RMH son de origen directo e indirecto, sobre los subsistemas social, económico y ecológico.

La débil planificación regional y la gestión ambiental de las municipalidades involucradas para entablar políticas claras, que hagan cumplir con la normativa vigente, además de la insuficiencia de recursos por parte de las autoridades estatales en la materia para prevenir que se produzcan daños al equilibrio de ecosistemas y a la salud humana durante la operación ordinaria de la actividad industrial, son limitaciones previstas en las estrategias ambientales a nivel federal (SEMARNAP, 1996).

Se estima necesario señalar que la falta de mediciones puntuales y fidedignas sobre los elementos del medio, que estén siendo impactados en el área de influencia, dificulta que las autoridades reconozcan los problemas ambientales y llamen a cuentas a las industrias directamente responsables de afectaciones en vegetación, cultivos, fauna, salud humana y cambios del estilo de vida.

La salud es la fuente generadora de progreso, lo cual legitima el clamor de la sociedad para que sea atendido de manera eficiente el control de la contaminación.

Las razones anteriormente mencionadas son suficientes para integrar un trabajo de investigación que promueva un análisis integral

en el manejo de los recursos naturales, y que apoye a los agentes económicos sobre el aprovechamiento industrial para que realicen su actividad en apego a la normatividad y ofrezca apoyo en la toma de decisiones óptimas en la gestión ambiental como parte importante de la conservación de los recursos en la localidad.

En esta tesis se pretenden destacar las acciones que se deben realizar para mitigar los impactos negativos generados por el desarrollo de la actividad de refinación en esta industria paraestatal de importancia mayúscula en el Estado de Hidalgo, dimensionando su responsabilidad real y promoviendo la corresponsabilidad de otros actores sociales; siendo éste un trabajo descriptivo y no correctivo.

Ningún proyecto de crecimiento económico en el Estado de Hidalgo, debe decirse exitoso sin la paralela elevación en la calidad de vida de sus comunidades.

Regresar al Indice de la Tesis

Objetivo general

Realizar un análisis crítico y propositivo de la relación que guarda la industria de refinación de petróleo en la planta “Miguel Hidalgo”, con la calidad de vida en las comunidades aledañas, el crecimiento de la producción vinculado a otros sectores económicos y la protección ambiental del entorno, circunscrito al espacio geográfico de influencia; que permita dimensionar su responsabilidad real e identificar la corresponsabilidad de otros actores sociales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Establecer un diagnóstico del medio natural, social y económico de la zona de influencia de la RMH.

b) Referir la relación del crecimiento industrial con la sustentabilidad del ambiente, describiendo el control ecológico en el funcionamiento de la RMH.

c) Aplicar un método para efectuar el análisis del impacto.

d) Precisar los eventos, factores y elementos sociales, económicos y ambientales impactados como consecuencia de las actividades cotidianas en la RMH.

e) **Determinar la viabilidad de la RMH como polo de crecimiento, indicando la utilidad de proponer medidas de mitigación en los impactos negativos resultantes.**

Regresar al Indice de la Tesis

Hipótesis

La expansión de la planta productiva en la RMH, bajo el incentivo de creación de empleos, ha descuidado el equilibrio del ecosistema y la salud humana en su zona de influencia, obteniendo en cambio un popular desprestigio respecto a su decoro social.

1. Marco de Referencia Ambiental

1.1. Descripción del área de estudio

UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

La RMH se encuentra asentada en el límite de dos municipios que forman parte del Estado de Hidalgo, precisamente al este de la cabecera municipal de Tula de Allende y al oeste de Atitalaquia (Fig. 1).

El Municipio de Atitalaquia cuyo nombre, proviene del náhuatl Atl-Agua e Icalaquian–Sumidero y significa "donde se resume o se pierde el agua", fue decretado al consignarse como ayuntamiento el 15 de febrero de 1826; cubriendo un área de 64.2 km^2. Las coordenadas geográficas de su cabecera son: paralelo 20° 04' 57'' latitud norte y el meridiano 99° 13' 51'' de longitud al oeste de Greenwich, a una altitud de 2 080 msnm; el Municipio de Tula de Allende, decretado distrito el 6 de agosto de 1824, cubre un área de 304.96 km^2, las coordenadas geográficas de su cabecera son: 20° 03' latitud norte y 99° 21' longitud oeste; a una altitud de 2,020 msnm (INEGI, 1997a).

Ambos municipios se localizan al suroeste del Estado de Hidalgo y forman parte de la región ecogeográfica del Valle del Mezquital (VM), donde predominan valles volcánicos con serranías aisladas (SAHOP, 1980).

Vías de acceso.

La infraestructura vial que enlaza a la región y por la que se puede llegar a la RMH es:

I. ***Carretera Jorobas – Tula, km 26+500 (a tan solo 82 km al norte de la Ciudad de México).***
II. Carretera Tepéji – Tula.
III. Carretera Apaxco – Mixquiahuala.
IV. ***Red ferroviaria México – Laredo (existe una espuela que enlaza a la RMH con la estación Bojay).***

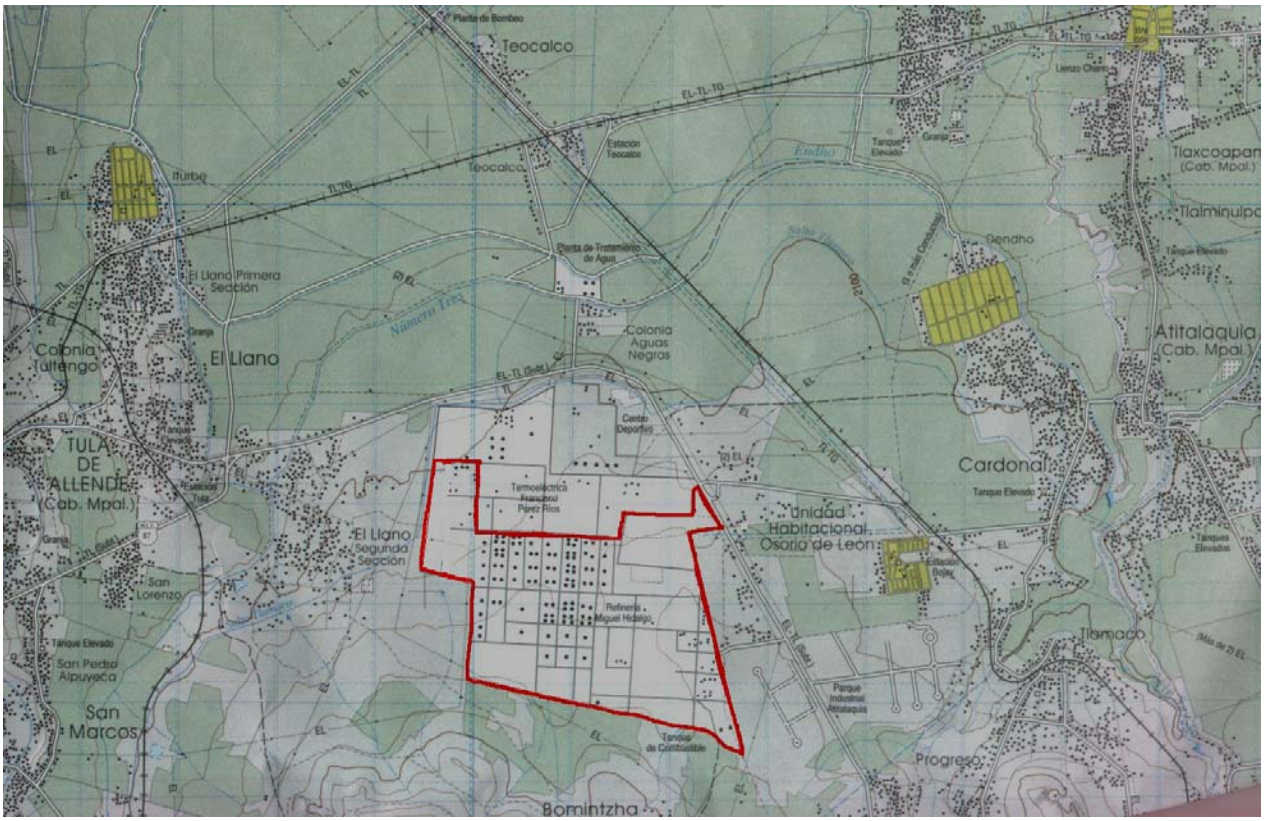
Superficie.

La RMH ocupa un área total de 845 hectáreas.

Mapa de localización.

En la figura 1 se muestra la ubicación geográfica del área bajo estudio.

Figura 1. Mapa de localización de la Refinería "Miguel Hidalgo".



1.2. Medio Natural

Climatología

En casi toda la región VM el tipo de clima es semiseco, del subtipo templado con lluvias en verano BS_1KW (clasificación Köppen). La temperatura máxima l8°C, se registra en mayo y la mínima 9.4°C, ocurre en noviembre. Presenta una precipitación anual reducida de 543.4 mm (INEGI,1992).

Geología

En la conformación de la corteza terrestre del VM se encuentran rocas ígneas del tipo extrusivo (cenozoico: 60 millones de años) mezcladas con rocas sedimentarias.

La descripción litológica y estructural indica que en la sección geológica de los municipios de Atitalaquia y Tula predominan basaltos (en el Tablón), andesitas, arcillas y calizas (en Bomintzha y Tlamaco pertenecientes a la formación: El Doctor) (INEGI, 1992).

Identificada por la geografía económica como región de minerales no metálicos, son industrialmente explotados yacimientos de calizas dolomíticas, en reservas asociadas con sílice, caolín, calcita, arcilla, yeso, y cuarzo; para la fabricación de cemento y cal, como agregados pétreos para la construcción. Actualmente en Tula existen dos grandes empresas cementeras: Cruz Azul en la estación Hda. Jasso y Tolteca en San Marcos; además de dos empresas caleras Bertlán y Aculco. El municipio de Atitalaquia cuenta con cuatro lotes de sustancias calizas, concesionadas para explotación comercial con una superficie denunciada de 41.97 has. En otro municipio aledaño, Atotonilco de Tula se declaran 235.91 has; allí destacan entre sus empresas otra planta de Tolteca y una calera La Polar (CRM, 1992).

Edafología

De acuerdo a la clasificación FAO/UNESCO modificada por Detenal, en la Tabla 1, se muestran los suelos que cubren las localidades de Atitalaquia y Tula, integrados principalmente por los de tipo: Rendzina y Feozem.

Tabla 1. Tipo de suelo y localización por comunidades.

Suelo	Atitalaquia	Tula
Rendzina	Cardonal, Dendhó y Tablón	El Llano
Feozem	Tlamaco	Cabecera municipal, San Marcos y San Miguel Vindhó
Litosol	Tezoquipa y Texas	Bomintzha
Vertizol	Cabecera Municipal	-

***Fuente: INEGI,* Carta edafológica 1999.**

En general, son suelos secos propios de climas templados, provistos de una escasa cubierta vegetal en donde la mesobiota abundante se reduce a algunos meses del año (SAHOP, 1980). El problema principal que presentan estos suelos someros, es su vulnerabilidad a la desertización causada por la erosión hídrica y eólica, incluso propiciadas por actividades de deforestación y alta presión ganadera (CONAZA, 1999).

A excepción del litosol que puede ser destinado a pastoreo; los demás tipos de suelo, por su fertilidad, son aptos para labores de cultivo al ser ricos en humus.

Hidrología

La información relativa al agua es agrupada por regiones hidrológicas, la región "Río Pánuco" (RH26) correspondiente a la vertiente del Golfo de México, con una superficie de 19,793.60 km^2 se ubica en el cuarto lugar de importancia a nivel nacional. Debido a lo

anterior la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos dividió a esta región en dos partes: Alto Pánuco y Bajo Pánuco. La subregión del "Alto Pánuco" comprende las cuencas de los ríos Tula y San Juan del Río, que desembocan al río Moctezuma; y las cuencas Meztitlán y Amajac que originan el río Amajac (INEGI, 1992).

La cuenca del río Tula formada por las subcuencas: Alfajayucan, Tula, El Salto y El Salado; reviste gran importancia a nivel estatal por los distritos de riego a ella mancomunados, el Tula (DR03) y el de Alfajayucan (DR100) e incluso cuenta con altos volúmenes de agua almacenada en las presas Requena y Endhó. Sin embargo, esta cuenca es la más contaminada, en su contenido destacan: coliformes fecales, Cu, Zn, y fenoles disueltos (derivados del benceno, algunos pudieron ser utilizados como colorantes en la manufactura de textiles, ej. fabricas del grupo KALTEX). A esta cuenca se le ha clasificado como elevadamente contaminada con un índice de calidad del agua de 4 (CNA, 1996).

Aún desde sus inicios en los ríos Salto y Salado, sus corrientes cruzan poblaciones con gran desarrollo industrial, identificándose dos tipos de descargas (40 m^2/s): las de origen industrial y las orgánicas provenientes del uso doméstico de la Zona Metropolitana

Ciudad de México (ZMCM), ambas recibidas para satisfacer la demanda de riego agrícola.

La presa Requena recibe las aguas residuales del Colector Central del D.F. junto a las del río el Salto, con las descargas de Cuautitlán por el Tajo de Nochistongo, asimismo las descargas industriales que son vertidas al río Tepéji.

Parte del cauce del río Salado se circunscribe al municipio de Atitalaquia. Localizado al extremo sureste de la cuenca del río Tula, este cauce ha recibido los aportes del Gran Canal que desagua otra parte de la ZMCM; convirtiendo lo que alguna vez fueron aguas potables procedentes de Hueypoxtla y de veneros locales, en aguas residuales, de composición variada.

En la parte urbana de las localidades de Atitalaquia y Tula se vierten a los ríos desechos industriales y domiciliarios sin tratamiento alguno; se encuentran también residuos sólidos: plásticos, vidrios y latas. El medio rural también contribuye a al deterioro de los cuerpos de agua mediante la utilización inmoderada de pesticidas, herbicidas, fungicidas, fertilizantes y otros agroquímicos.

Por otra parte, la RMH y el territorio de las dos municipalidades incluidas en su zona de influencia, se encuentran sobre el acuífero

subterráneo VM que está en veda elástica por la CNA desde 1976; es decir, presenta condiciones geohidrológicas que indican subexplotación, por lo que se pueden concesionar volúmenes de extracción casi para cualquier uso. Sin embargo, se indican limitaciones en el aprovechamiento por su calidad (CNA, 1997). El acuífero se encuentra parcialmente contaminado como consecuencia de la recarga que se efectúa con la infiltración constante de aguas residuales del cauce de los ríos, el sistema de canales de irrigación y terrenos inundados para la agricultura (CNA, 1996).

En Atitalaquia, se localizan niveles someros de descarga natural del acuífero VM, de hecho, se visualizan en terrenos agrícolas de la comunidad del Tablón, la existencia de una serie de manantiales con posibilidades de uso acuícola.

Vegetación

Considerada una región semiárida, presenta vegetación de matorral xerófilo, es decir cuyo hábitat es seco, principalmente de cactáceas. Entre los ejemplares florísticos destacan: huizaches, mezquites y garambullos. En su fisonomía predominan magueyes, nopaleras y cardones, el resto presenta fisonomía subinerme.

La vegetación arbórea que caracteriza la parte cerril queda representada como bosque de encino (BQ); existen además: pirul, ocote (rojo) y oyamel (INEGI, 1992). Incluso existe el empleo de plantas herbáceas comestibles y curativas como: verdolagas, quelites, quintoniles, ajenjo, orégano y estafiate. Se observa que la vegetación en general se encuentra amenazada, porque las áreas que la sustentan son roturadas para ser utilizadas en actividades agrícolas, pecuarias y público-urbanas.

Fauna

Aunque no se cuenta con ningún estudio actualizado, existen varios permisos de caza, y las comunidades han percibido la presencia de algunos mamíferos como: ardilla, cacomiztle, conejo, liebre, murciélago, tusa, topo, zorrillo y tlacuache (zarigüeya); reptiles como: lagartija, camaleón, culebra y cincuate; y gran variedad de arácnidos e insectos.

El Estado de Hidalgo es uno de los principales exportadores de aves canoras y de ornato (SAHOP, 1980); todavía se pueden identificar: cardenalito, carpintero, calandria, centzontle, codorniz, correcaminos, chupamirto, garza, gavilán, golondrina, gorrión, huitlacoche, jilguero, lechuza, torcaza, tórtola y primavera.

A decir de los pobladores locales, las aguas residuales extinguieron las especies de fauna acuática como acociles, bagre y carpa. A su vez, la caza furtiva posiblemente pudo provocar la extinción de especies endémicas.

1.3. Medio Social

Demografía

La Tabla 2, muestra que hasta 1995, la población total del entorno fue de 102,127 habitantes, Atitalaquia con 19,794 y Tula con 82,333.

Tabla 2. Distribución de la población por sexo.

Población por	Atitalaq	Tula	Total	%
Mujeres	9,868	41,679	51,547	50.47
Hombres	9,926	40,654	50,580	49.53
Total	19,794	82,333	102,127	100.00

Fuente: INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo. México, 1999. p.140-142.

En la Tabla 3, de acuerdo con el Contéo de Población y Vivienda 1995, se indica que el grupo de edad que guardó mayor proporción, es el que fluctúa entre los 15 y 64 años, seguido por el de menores de 14 años.

Tabla 3. Distribución de la población por grupos de edad hasta 1995.

Edades	Atitalaquia	Tula	Total	%
De 0 a 14 años	6,979	27,663	34,642	33.92
De 15 a 64 años	12,018	51,092	63,110	61.80
Mayores de 65 años	774	3,458	4,232	4.14
No	23	120	143	00.1

especificado				4
Total	19,794	82,333	102,127	100.00

Fuente: CEDEMUN, Cédula de Información Básica, 2000.

Salud

Durante 1998, en Atitalaquia se atendieron médicamente a 4,410 usuarios en la clínica de la Secretaría de Salubridad y Asistencia. En Tula se atendieron 72,253 usuarios: 16,161 por SSA; 6,465 por IMSS-Solidaridad; 36,684 por IMSS; 3,299 por ISSSTE y 9,644 en el Hospital General perteneciente a PEMEX (INEGI, 1999).

Educación

En la Tabla 4 se advierte que casi la décima parte de la población mayor a 15 años, para ambos municipios, no contaba con instrucción formal para 1990.

Tabla 4. Población mayor a 15 años por nivel de escolaridad hasta 1990.

Condición de Escolaridad	%	
	Atitalaquia	Tula
Sin instrucción	9	8
Primaria incompleta	25	24
Primaria completa	23	22
Post-primaria	43	46

Fuente: CEDEMUN, *Cédula de Información Básica,* 1997.

En la Tabla 5 se observa, que hasta 1998 la educación básica concentraba a la mitad de la población escolar; Tula cuenta con mayor número de planteles y de personal docente en relación al tamaño de su localidad.

En Atitalaquia la infraestructura educativa ofrece además: 1 biblioteca pública, 7 laboratorios y 14 talleres; en Tula son: 5 bibliotecas públicas, 57 laboratorios y 36 talleres (INEGI, 1999).

Tabla 5. Alumnos, planteles y docentes por nivel educativo.

Nivel Educativo	*Atitalaquia*			*Tula*		
	Planteles	*Alumnos*	*Docentes*	*Planteles*	*Alumnos*	*Docentes*
Preescolar	*10*	*498*	*21*	*57*	*2,924*	*127*
Primaria	*12*	*2,858*	*98*	*58*	*13,114*	*462*
Secundaria	*2*	*1,209*	*57*	*25*	*5,482*	*329*
Bachillerato	*2*	*1,170*	*38*	*12*	*3,482*	*245*
Cap. para el trabajo	*0*	*0*	*0*	*10*	*642*	*86*
Profesional Medio	*2*	*162*	*11*	*3*	*322*	*39*
Total	*28*	*5,897*	*225*	*165*	*25,966*	*1,288*

Fuente: CEDEMUN, *Cédula de Información Básica,* 2000.

Infraestructura conducente al manejo del agua.

En la Tabla 6 se exhibe que la mayor parte del abasto de agua potable se extrae del subsuelo.

Tabla 6. Fuentes de abastecimiento y volumen promedio diario de extracción de agua potable
según Municipio (hasta 1998).

Municipio	Fuentes de abastecimiento				Volumen promedio diario de extracción (l/s)
	Total	Pozo profundo	Manantial	Noria, galería, depósitos y ríos	
Atitalaquia	9	6	0	3	117.0
Tula	16	15	0	1	382.0

INEGI, *Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo*. México, 1999. pág. 68-70.

La Tabla 7, muestra que son 7 las localidades con el servicio de drenaje y alcantarillado en Atitalaquia y 12 en Tula. Los receptores del agua residual son ríos y arroyos que finalmente irrigan áreas agrícolas. El volumen de descarga anual de los dos municipios fue de 3,818,630 m^3 en 1998.

Tabla 7. Drenaje y Alcantarillado según Municipio.

Municipio	Sistemas de drenaje y alcantarillado	Descarga (m^3/día)	*Cuerpos Receptores*				
			Total	Areas agrícolas	Río	Arroyo	Otros
Atitalaquia	7	2,143	7	7	-	-	-
Tula	12	8,319	12	-	8	1	3

INEGI, *Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo*. México, 1999. pág. 77-79.

La Tabla 8, indica que hasta 1999 existían 5 plantas de tratamiento de agua residual entre los dos municipios de estudio, por lo que se deduce que el agua tratada es reutilizada al interior de los procesos.

Tabla 8. Tratamiento de Aguas Residuales según Municipio.

Tipo de servicio	*Plantas de tratamiento*			Capacidad instalada (l/s)	**Volumen tratado** (m^3/año)
	Total	Biológico	*Otros*		
Atitalaquia *Público* *Privado*	4 1 3	3 1 2	1 - 1	ND 700 ND	17,651,961 17,344,800 307,161
Tula	1	-	1	757	9,476,568

INEGI, *Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo*. México, 1999. pág. 75-76.

Manejo de residuos sólidos municipales

En otro rubro, en Atitalaquia existe una superficie de 8,600 m^2 destinada a la disposición final de los desechos sólidos, asimismo en Tula con 40,000 m^2 de superficie de relleno sanitario (INEGI, 1999). A través de la observación directa en campo se puede constatar que ambos terrenos funcionan como tiraderos a cielo abierto y se realizan prácticas inadecuadas; tales como, la quema de los desechos y vertido de residuos biológico infecciosos.

Regresar al Indice de la Tesis

1. 4 Medio Económico

Población Económicamente Activa (PEA)

En la Tabla 9 podemos observar para ambos municipios, que aunque no se contó con los datos disgregados por actividad productiva para el sector primario, en 1990, ramas como: la agricultura, la crianza de ganado y el aprovechamiento forestal, se vieron representadas por el 16%. La población rural, mayor de 12 años ocupada en labores del campo, es proporcionalmente mayor en Atitalaquia que en Tula.

El sector industrial empleó al 43.7%, poco menos de la mitad de la PEA ocupada en los dos municipios, dentro de este sector destacan las manufacturas; cabe señalar que a nivel intermunicipal en Atitalaquia proporcionalmente es mayor el número de personas dedicadas a la rama de petróleo y gas.

Tabla 9. Población Económicamente Activa por rama productiva hasta 1990.

Sector y rama	Población Económicamente Activa			
	Atitalaquia	Tula	Total	%
Total PRIMARIO	1,125	2,615	3,740	16.0
Minería	9	126	135	1.3
Petróleo y gas	986	1,878	2,864	28.0
Manufacturas	698	4,161	4,859	47.4
Electricidad y agua	91	457	548	5.3
Construcción	278	1,559	1,837	18.0
Total SECUNDARIO	2,062	8,181	10,24	43.

			3	7
Comercio	300	2,094	2,394	28.9
Transporte y comunicaciones	185	860	1,045	12.6
Servicios financieros	7	97	104	1.2
Admón. pública y defensa	56	329	385	4.6
Servicios comunales y sociales	209	1,293	1,502	18.0
Servicios profesionales y técnicos	15	273	288	3.5
Servicios personales y materiales	336	1,754	2,090	25.2
Restaurantes y hoteles	34	445	479	6.0
Total TERCIARIO	1,142	7,145	8,287	35.4
No especificada	112	1,032	1,144	4.9
TOTAL	4,441	18,973	23,414	100

Fuente: CEDEMUN, Cédula de Información Básica, 1997.

En el sector servicios laboró el 35.4%, es decir, la tercera parte de la PEA de los dos municipios. Respecto a este último sector, por orden de importancia las ramas reportadas fueron: comercio y servicios personales y materiales.

Finalmente, Tula presentó mayor proporción de gente dedicada a la rama restaurantes y hoteles, comparado con Atitalaquia que no se considera como un destino turístico.

Sector primario

Atitalaquia pertenece al distrito de desarrollo rural de Mixquiahuala. La región concentra gran parte de superficie irrigada. De acuerdo a los datos incluidos en la

Tabla 10, haciendo una clasificación por disponibilidad de agua, se puede observar que, del total de la superficie utilizada para la agricultura en el año agrícola 1997/98, las áreas de riego representaron en promedio dos terceras partes de lo cosechado y las de temporal el tercio restante. Los cultivos más abundantes fueron la alfalfa verde sembrada en 2,266 has de riego, cuyo volumen fueron 149,941 ton con un valor de $20,289,000.00 y el maíz en 3,137 has con 22,426 ton y un valor de $32,892,000.00; en ambos municipios.

El maíz es cultivado por la mayoría de los campesinos que laboran a nivel de autoconsumo, ya que este producto es básico en la dieta popular. Como en el resto del país, el maíz junto con el frijol frecuentemente son cultivos típicos de temporal, exponentes de una economía agrícola medianamente tecnificada.

La cebada, cultivo no básico, es el más importante en el Estado. Con casi 16% de la producción del país, sitúa a Hidalgo como el primer productor a nivel nacional (INEGI, 1997b). Cabe destacar que de los cultivos forrajeros presentados, solo la cebada es sembrada en superficie de temporal.

Tabla 10. Superficie cosechada, volumen y valor de la producción según tipo de cultivo en el año agrícola 1997/98.

Atitalaquia

Tipo de cultivo	Superficie cosechada (has)			Volumen (ton)			Valor (Miles de $)		
	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal	Total
Cíclicos									
Maíz	467	505	972	3736	253	3989	4857	354	5211
Frijol	25	182	207	38	55	93	304	440	744
Chile verde	46	-	46	162	-	162	851	-	851
Tomate verde	2	-	2	16	-	16	112	-	112
Trigo (grano)	13	5	18	57	2	59	70	3	73
Cebada (forraje)	8	8	16	96	40	136	12	2	14
Nabo (forraje)	92	-	92	920	-	920	348	-	348
Avena (forraje)	24	-	24	288	-	288	35	-	35
Pasto (forraje)	34	-	34	2210	-	2210	155	-	155
Perennes									
Alfalfa verde	856	-	856	47484	-	47484	6457	-	6457
Praderas	8	-	8	438	-	438	59	-	59
Total	1,575	700	2,275	55,445	350	55,795	13,260	799	14,059

Tula

Cíclicos									
Maíz	*2670*	*2950*	*5620*	*18690*	*1770*	*20460*	*28035*	*2655*	*30690*
Frijol	*348*	*124*	*472*	*622*	*50*	*672*	*5598*	*315*	*5913*
Calabacita	*6*	*-*	*6*	*1064*	*-*	*1064*	*3192*	*-*	*3192*
Chile verde	*126*	*-*	*126*	*1260*	*-*	*1260*	*6300*	*-*	*6300*
Tomate verde	*14*	*-*	*14*	*112*	*-*	*112*	*336*	*-*	*336*
Trigo (grano)	*15*	*17*	*32*	*60*	*10*	*70*	*72*	*12*	*84*
Haba verde	*-*	*7*	*7*	*-*	*7*	*7*	*-*	*10*	*10*
Cebada (forraje)	*16*	*36*	*52*	*256*	*288*	*544*	*22*	*23*	*45*
Nabo (forraje)	*5*	*-*	*5*	*60*	*-*	*60*	*21*	*-*	*21*
Avena (forraje)	*146*	*-*	*146*	*2628*	*-*	*2628*	*250*	*-*	*250*
Pasto (forraje)	*184*	*-*	*184*	*12880*	*-*	*12880*	*902*	*-*	*902*
Perennes									
Alfalfa verde	*1410*	*-*	*1410*	*102457*	*-*	*102457*	*13832*	*-*	*13832*
Praderas	*47*	*-*	*47*	*2633*	*-*	*2633*	*350*	*-*	*350*
Maguey pulquero	*-*	*2*	*2*	*-*	*324*	*324*	*-*	*486*	*486*
Nopal tunero	*-*	*38*	*38*	*-*	*57*	*57*	*-*	*51*	*51*
Total	*4,987*	*3,174*	*8,161*	*142,722*	*2,506*	*145,228*	*58,910*	*3,552*	*62,462*

Fuente: INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo. México, 1999. p. 422-513.

A diferencia de Atitalaquia, en Tula se cosecharon además: calabacita, haba verde, maguey pulquero y nopal tunero.

En Atitalaquia, la perdida de producción agrícola es severa, por lo que se ha recomendado sembrar cultivos que toleren la escasez de agua, en lugar de aquellos que solo producirán si el año es lluvioso, con ello se aseguraría una mayor probabilidad de éxito (CONAZA, 1999).

Por otra parte, en Atitalaquia y Tula las hectáreas fertilizadas con abonos químicos y orgánicos en el año agrícola 1997/98 fueron de 564 y 2,462 ha, respectivamente; las sembradas con semilla mejorada 1,544 y 4,996; las asistidas técnicamente 492 y 1,960; las atendidas con servicios de sanidad vegetal 75 y 2,739; y las mecanizadas 2,286 y 7,715 (INEGI,1999).

Durante el mismo año, en el segundo ciclo agrícola primavera - verano, es decir, entre los meses de marzo y septiembre de 1998, PROCAMPO benefició a 764 productores en Atitalaquia y 2,465 en Tula con una superficie comprometida de 1,376.13 y 4,587.70 ha respectivamente, otorgando montos pagados por $861,457.38 y $2,871,900.20 (INEGI,1999).

En relación a la ganadería, la Tabla 11 muestra que en ambos municipios resaltó la presencia de ejemplares avícolas que representan casi tres cuartas partes de la producción ganadera; además de la carne se obtienen otros productos como el huevo. Dentro de la rama de producción pecuaria, el borrego presentó el valor comercial más alto, seguramente por su creciente demanda para hacer su carne en barbacoa (platillo típico del Estado).

Además en el municipio de Atitalaquia se contemplan 61 colmenas y en Tula 202, destinadas para la producción de miel y cera de abeja (INEGI, 1999); adicionalmente existen algunas unidades de producción de conejos.

Tabla 11. Producción ganadera (al 31 de dic./98).

Ganado	*Atitalaquia (en pie)*	*Tula (en pie)*	*Total*
Aves	*21070*	*169100*	*190170*
Ovino	*9269*	*13250*	*22519*
Bovino	*6883*	*15614*	*22497*
Porcino	*3510*	*6600*	*10110*
Guajolotes	*3128*	*2296*	*5424*
Caprino	*1801*	*9690*	*11491*

Fuente: INEGI, *Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo*. México, 1999. p. 536-546.

El sector secundario en la conurbación Tula-Atitalaquia

La Tabla 12 enlista empresas manufactureras de: alimentos, textiles y predominando con base en el número de empleados, las ramas de derivados del petróleo y explotación de minerales para producir cemento.

Producción (Valor Agregado)

El Valor Agregado, también denominado Producto Interno Bruto, es un indicador básico para reflejar la evolución de la producción (sin depreciación) a nivel regional. Basándonos en los datos registrados en la estadística disponible para el estudio de las variables económicas (*Censos Económicos* de 1975, 1981, 1986, 1989, 1994 y 1998, editados por el INEGI), la Tabla 13 presenta la cuenta de producción de la Gran División 3, Industria Manufacturera, debido a que se observó que las manufacturas imprimieron el mayor dinamismo al desarrollo económico regional (y estatal).

Tabla 12. Padrón de establecimientos industriales.

Parque Industrial Tula S.A.			
Razón Social	Empleados	Estratificación	Giro
CLARIMEX	84	Pequeña	Carbón Activado
PLASSON	n.d.	n.d.	Unicel
GALGO	142	Mediana	Hules
SIGMA	232	Mediana	Alimentos Embutidos
PISA	25	Micro	Medicamentos Veterinarios
INFRA	30	Micro	Distribución de gases med. e ind.
Parque Industrial Atitalaquia S.A.			
CARGILL	68	Pequeña	Aceite vegetal de maíz y soya
PRODUCTOS DE MAIZ/BIMBO	63	Pequeña	Alimentos
COCK	8	Micro	Asfalto
INSTRUMED	n.d.	Pequeña	Instrumental Medico
Otras Industrias asentadas en la zona de influencia			
RMH	3500	Grande	Petrolíferos
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN	n.d.	n.d.	Almacenamiento y distribución de petrolíferos
TERMOELECTRICA “FCO. PEREZ RIOS”	650	Grande	Energía Eléctrica

CFE CICLO COMBINADO	350	Mediana	Energía Eléctrica
PETROQUIMICA	350	Mediana	Acrilonitrilo y ácido cianhídrico
FENOQUIMIA	19	Micro	Acetona, espumas fenólicas y resinas
LA CENTRAL	73	Pequeña	Cerillos
CANATEX	258	Mediana	Costura de playeras
REYGAL	12	Micro	Tubería de hormigón
CRUZ AZUL	n.d.	n.d.	Cemento
TOLTECA	n.d.	n.d.	Cemento

Fuente: Elaboración propia con base en datos del catastro municipal.

Tabla 13. Evolución del valor agregado manufacturero.

(Miles de pesos corrientes)

Datos de:	Atitalaquia	Tula	Total
1975	3,896	338,750	342,646
1980	460	-936,088	-935,628
1985	25,000	47,337,000	47,362,000
1988	439,100	512,541,500	512,980,600
1993	54,916,500	669,882,900	724,799,400
1998	862,955,000	1,457,821,000	2,320,776,000

Fte: INEGI, *Censos Económicos,* varios años.

2. Reseña de la industria de la refinación

A una década de haber emprendido una reestructuración administrativa bajo el concepto de líneas de negocios, la empresa del Estado denominada Petróleos Mexicanos (PEMEX) lleva a cabo su consolidación como industria en el entorno internacional y como pilar indiscutible de la economía nacional. Su actual organización, bajo la dirección única del Centro Corporativo, incorpora cuatro Organismos Subsidiarios descentralizados, de carácter técnico y comercial, mismos que tienen objetivos característicos (Ley Orgánica, 1992):

- PEMEX-Exploración y Producción.- Busca y explota las reservas de aceite crudo de petróleo y gas natural, localizadas principalmente en el este del país y costa afuera en el Golfo de México.
- PEMEX-Refinación.- Transforma el aceite crudo de petróleo y abastece de productos petrolíferos.
- PEMEX-Gas y Petroquímica Básica.- Procesa el gas natural y líquidos de este, comercializando gas licuado y productos petroquímicos básicos.
- PEMEX-Petroquímica.- Elabora y comercializa petroquímicos que no forman parte de la industria petroquímica básica.

PEMEX-Refinación como organismo responsable de suministrar petrolíferos al mercado interno, a precios competitivos y con estándares internacionales de calidad, mantiene una infraestructura básica de operación distribuida en todo el territorio, este sistema abarca desde 6 refinerías y hasta 77 terminales de venta.

Según la Blackwell Energy Research, por su capacidad de destilación primaria, PEMEX-Refinación se ubicó en el lugar décimo tercero a nivel internacional para el año de 1999 (INEGI, 2000).

Hasta ahora, las inversiones en PEMEX-Refinación han sido insuficientes para enfrentar el crecimiento de la demanda interna de petrolíferos, lo cual transformó a México de país exportador a importador desde 1996, lo que ha representado, hasta junio de 2001, una salida de divisas por 8'966 millones de dólares (SENER, 2002).

A efecto de regionalizar las ventas de productos petrolíferos, las refinerías de Madero y Cadereyta satisfacen la demanda en el norte de la república; las regiones central y occidente cuentan con las refinerías de Tula y Salamanca; para la parte sureste y el área de la costa del Pacífico se tienen las refinerías de Minatitlán y Salina Cruz (Fig. 2)

Figura 2.

Fuente: http://www.energía.gob.mx/energía/temas.htm

La Tabla 14, exhibe las refinerías del sistema nacional, en lo referente a la importancia relativa en la elaboración de productos petrolíferos, destacan los centros de Salina Cruz y Tula, por su capacidad de producción aproximada a 300 mil barriles diarios (Mbd) en cada uno de ellos. En el año 2000, entre estas dos refinerías generaron casi la mitad del volumen total, estimado en millones de barriles diarios (MMbd). Cabe señalar que los valores que aparecen en la figura 2 son nominales mientras que los de la Tabla 14 son reales.

Tabla 14. El Sistema Nacional de Refinación

Nombre	Localidad	Elaboración de petrolíferos (Mbd)
1) Ing. Héctor Lara Sosa	Cadereyta, N. L.	121
2) Ing. Francisco I. Madero	Cd. Madero, Tamps.	141
3) Ing. Antonio M. Amor	Salamanca, Gto.	190
4) Gral. Lázaro Cárdenas	Minatitlán, Ver.	177
5) Ing. Antonio Dovalí Jaime	Salina Cruz, Oax.	316
6) Miguel Hidalgo y Costilla	Tula de Allende, Hgo.	299
Total		1.244 MMbd

Fuente: PEMEX, *Anuario estadístico, 2000*.

Debido a la creciente demanda de energéticos derivados del petróleo, en el año de 1972 se inició la construcción de la RMH, en la zona del altiplano del país; misma que inició sus operaciones el 18 de marzo de 1976.

En su primera etapa la RMH tenía una capacidad de refinación de 150,000 barriles diarios (bd), la cual se ha duplicado al implementarse nuevas etapas en el proceso.

La RMH es uno de los pilares en la tecnología de la industria petrolera mexicana, por ser la primera refinería planeada en forma integral; usando plantas de proceso de hidrocarburos de alta capacidad (PEMEX, 1990).

Su ubicación en el Estado de Hidalgo estuvo técnicamente justificada por dos razones:

a) Estar situada en un punto intermedio entre los centros productores y procesadores de aceite crudo; además de su relativa proximidad geográfica al principal consumidor de los productos que genera, suministrando así el 70% de los combustibles que se queman en la ZMCM (diariamente: 16,375 l de gasolina Magna, 2,067 de gasolina Premium y 3,815 l de diesel) (PEMEX, 2000); y b) Ser ajena a la red de servicios públicos localizados en el D.F. (PEMEX, 1997).

En la Tabla 15 se pueden observar los usos en que se emplean los principales productos obtenidos en las refinerías.

Tabla 15. Usos de los productos obtenidos en las refinerías.

Productos	Usos
Gas LP	**Combustible doméstico y automotriz.**
Gasolinas (Magna, Premium) y diesel	**Combustible automotriz.**
Turbosinas y Querosinas	**Combustible para aviación y como solventes.**
Lubricantes	Aceites, grasas y aditivos para uso automotriz e industrial.
Combustóleo	Combustible para generación eléctrica.
Asfaltos	Materia prima para elaborar pavimento para calles

	y carreteras.
Subproductos de uso interno como son: hidrógeno, gas combustible, propileno, propano, butano-butileno, isobutano e isopentano, gasóleo industrial y azufre.	Materia prima para la industria petroquímica.

El aceite crudo de petróleo, es de diversa constitución dependiendo de su origen (de base asfáltica, nafténica o mezclada), tiene rendimientos variables a determinadas condiciones de presión y temperatura. La naturaleza del aceite que se procesa en la RMH es una mezcla: 67% de Istmo (33.6°API con 1.3% de S) y 33% de Maya (22°API con 3.3% de S; es el más abundante), que proviene de los campos del sureste de la República Mexicana (PEMEX, 1997). El Olmeca (39.3°API con .8% de S) es el más caro, el límite entre ligeros y pesados son 27°API.

2.1 Perfil de funcionamiento de la Refinería Miguel Hidalgo.

El petróleo o aceite crudo es un compuesto de hidrocarburos líquidos, sólidos y gases, hechos de carbono e hidrógeno, contiene cantidades significativas de agua (separada o como emulsión), azufre, sílice, arcilla y otras sales.

La refinación es una serie de transformaciones fisicoquímicas a las que se somete el aceite crudo, para agrupar diversas familias de hidrocarburos, sobre la base de sus diferentes puntos de ebullición, como se puede apreciar en la Tabla 16. Al calentarse en la torre de destilación, primero se obtienen los componentes del crudo con bajos puntos de ebullición; después, los de rango medio y más pesados (menos volátiles); eventualmente, al último un viscoso residuo de asfalteno de alto punto de ebullición. Así, muchas de las fracciones obtenidas se sujetan a redestilación (Hocking, 1998).

Tabla 16. Características físicas de las fracciones del aceite crudo en destilación.

Fracción Principal	Rango de ebullición (° C)	Densidad (g/cm^3)	Viscosidad (mm^2/ s a 38 ° C)

Gas	<40	.4 -.6	-
Nafta/gasolina	40-180	.70	Bajo
Querosina	180-230	.79	1.1
Gas ligero	230-320	.85	3.7
Gas pesado	320-400	.90	50
Lubricante	400-520	.91	60
Residuo	>520	1.02	Sólido

La RMH procesa el 24.4% del aceite crudo total que se refina en México. En este complejo se producen petrolíferos, con la calidad requerida por estándares restrictivos, a fin de prevenir y controlar emisiones contaminantes, que los haga comercialmente competitivos (tanto nacional como internacionalmente) (PEMEX, 1997).

A continuación se establecen los procesos que conforman este complejo industrial (PEMEX, 1997); la capacidad, las alimentaciones características y el arreglo de las plantas en operación se muestran en la Figura 3.

Destilación.- El petróleo se suministra a dos plantas, donde se separa físicamente para la obtención de destilados amargos. La primera de las plantas es de destilación combinada y tiene dos secciones: a) torres de destilación con presión ligeramente superior a la atmosférica, cuya finalidad es fraccionar y b) destilación al vacío, recibe el residuo de la torre anterior, en torres de mayor diámetro reduciendo la velocidad del fluido, consiguiendo la separación sin fraccionar. Existe una planta de destilación al alto vacío, cuya función es destilar el residuo primario dentro de una torre húmeda con inyección de vapor con un calentador a fuego directo.

Reducción de la viscosidad (ruptura).- Tiene como propósito abatir la viscosidad del residuo de vacío. La producción de combustóleo es por medio de una desintegración

térmica de residuo efectuada en dos hornos de reacción. Se obtienen gas y gasolina amargos, gasóleo y residuo reducido.

Estabilización de gasolina. - Existen dos plantas de la misma capacidad productiva, dan tratamiento a las naftas de despunte provenientes de las plantas de destilación, obteniéndose la separación de gas licuado de petróleo (LP) y gas seco (combustible).

Hidrodesulfuración de naftas.- Existen dos plantas con la misma capacidad. La función de estas plantas es eliminar el contenido de azufre, oxígeno, nitrógeno, cloro, metales y olefinas de la gasolina primaria, mediante un proceso de hidrogenación catalítica. La diferencia entre ambas plantas estriba en que, la primera (U-400-1) produce gas amargo mientras que, la segunda (U-400-2) produce gas seco y LP.

Hidrodesulfuración de destilados intermedios.- Existen cuatro plantas adicionales al proceso mencionado anteriormente. Se les suministran: turbosina, querosina, diesel, aceite cíclico ligero y gasóleo. Las dos primeras plantas (U-700-1 y U-700-2) producen turbosina desulfurada; la segunda produce además gasolina amarga PLOP. Las dos últimas producen diesel (U-800-1 y U-800-2), además la cuarta produce gasolina amarga PLOP y gas seco.

Reformación de naftas.- La gasolina primaria desulfurada previamente, se procesa sometiéndola a alta presión y temperatura, en una serie de tres reactores de cama catalítica, para incrementar el octano de 54 a 96 y rendir el combustible mejorando sus cualidades

antidetonantes. Existen dos plantas, la primera (NAFTA U-500-1) con una capacidad de 35,000 bd, produce gasolina de 98 octanos, gas LP, gas amargo y gasolina desulfurada, entre otros petrolíferos; y la segunda (NAFTA U-500-2) con capacidad de 30,000 bd, produce gasolina reformada base de la PEMEX Magna entre otros petrolíferos. Ambas plantas producen hidrógeno en la reacción, que es suministrado a las plantas hidrodesulfuradoras de naftas y destilados intermedios obteniendo además gas seco y gas LP.

Desintegración catalítica (cracking).- Su función es descomponer, por medio de calor y un catalizador, los gasóleos (compuestos de alto peso molecular) obtenidos en los procesos de destilación, para producir: gasolina de alto octano (92 método RON y 78 MON) base para PEMEX Magna; propano y propileno (enviados a la planta petroquímica de acrilonitrilo) entre otros petrolíferos. Existen dos plantas de la misma capacidad, la diferencia entre ambas es que la segunda además produce fondos (residuales).

Este es el proceso más importante de modificación del petróleo, dentro de los más utilizados por las refinerías.

Por comunicaciones personales con especialistas de la Gerencia de Catalizadores del IMP, se sabe que los catalizadores que están en uso en la RMH, contienen: cobalto, níquel, molibdeno, alúmina-sílice, zeolita, platino, cromo y cadmio; son desarrollados en el IMP y manufacturados por socios tecnológicos (por empresas como: Grace Davison, Engelhard, Criterion, Intercat, UOP y Süd Chemie).

Isomerización.- Su finalidad es convertir cadenas rectas de hexanos en ramificadas, provenientes de la fracción ligera de la nafta primaria.

Alquilación.- Se aprovechan los gases licuados de la catalítica, reaccionando las olefinas con el isobutano para producir gasolina con alto índice de octano, antidetonante, libre de olefinas y compuestos aromáticos. Usada como base para la gasolina Premium, su capacidad es de 7638 bd, y produce una gasolina llamada alquilado.

Tratamiento y fraccionamiento de hidrocarburos.- Existen dos plantas, cada una cuenta con una sección de tratamiento de efluentes (líquidos y gases) con dietanol amina que absorbe contaminantes acídicos CO_2 y H_2S; y dos secciones de fraccionamiento: una para fracciones ligeras y otra para pesadas. Ambas plantas (U-600-1 y U-600-2) tienen la misma capacidad y producen gas seco, propano, isobutano, butano, isopentano, pentano, hexano, gas nafta, gas ácido, gasolvente y gasolina incolora.

Recuperación de azufre.- El ácido sulfhídrico contenido en las corrientes gaseosas efluentes de las unidades de amina es convertido en azufre, para tal efecto, existen dos plantas, la primera con una capacidad de 160 ton/día (proceso Claus) y la segunda con 45 ton/día.

Tratamiento de aguas amargas.- Existen cuatro plantas de diferentes capacidades: 5148, 11991, 13454 y 5369 barriles diarios; en donde el ácido sulfhídrico de los efluentes de desecho es eliminado, con fines ecológicos y de ahorro, el agua es retornada a las plantas primarias para desalar el crudo.

Hidrodesulfuración de diesel profundo.- Se desulfuriza el diesel reduciéndolo a concentraciones muy bajas, su capacidad es de 25,000 bd y produce PEMEX diesel con 0.05% de azufre.

Oxigenación.- Se compone de dos plantas donde se incorporan los aditivos metil terbutil éter (MTBE) y teramil metil éter (TAME); son de igual capacidad 90,000 ton/año. La primera aprovecha el butano-butileno y la segunda los pentanos provenientes de la planta catalítica; ambas producen gasolinas oxigenadas, libres de compuestos aromáticos y olefinas. La MTBE produce además butano refinado.

Hidrodesulfuración complejo H-OIL.- A través de catalizadores y temperatura, transforma residuales pesados (gasóleos) en compuestos ligeros con una capacidad de 50,000 bd, produce combustóleo con bajo contenido en azufre, diesel, querosina, gasolina, gas LP, gas combustible y azufre.

Regresar al Indice de la Tesis

3. Marco Conceptual

3.1 La sustentabilidad como concepto rector

Enfáticamente la sustentabilidad ambiental se ha entendido como la inserción consciente de conceptos y políticas ambientales, en el devenir histórico del proceso de desarrollo, tendientes a la compatibilización de la vitalidad económica y social de la ciudad, con su viabilidad a largo plazo, basada en el mantenimiento de los equilibrios biofísicos fundamentales (Iracheta, 1997).

La retórica oficial del gobierno mexicano ha venido introduciendo el criterio de sustentabilidad como componente del desarrollo, al enunciar el crecimiento con calidad, buscando elevar la competitividad de la economía, asegurar el desarrollo incluyente, promover el desarrollo regional equilibrado y crear las condiciones para la transición hacia un desarrollo sustentable (PND, 2001-2006).

Con mayor detenimiento, conformado como el paradigma teórico contemporáneo , el planteamiento conceptual del Desarrollo Sustentable (DS) tuvo su origen en el informe titulado "Nuestro futuro común", dado a conocer por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo constituida en 1983, presidida por la primera ministra de Noruega Gro Harlem Brundtland, quien promovió su definición canónica: "Desarrollo que satisface las necesidades del

presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades...un proceso de cambio en que la explotación de recursos, la dirección de inversiones, la reorientación del desarrollo tecnológico, y el cambio institucional están todos en la armonía y refuerzan el potencial actual y futuro para satisfacer necesidades y aspiraciones humanas" (CMMAD, 1987).

El DS fue la base de las acciones que condujeron a la Segunda Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992, en el marco de la también llamada Eco-92, se generaron dos documentos: la Agenda XXI donde se planteó, entre otras propuestas, que todos los países industrializados asumieran el compromiso de destinar el 0.7% del PNB a la asistencia del DS (Sato *et al*, 1997); y la contraparte latinoamericana llamado "Nuestra Propia Agenda". La Agenda XXI resalta como marco rector de los compromisos que México ha suscrito con la comunidad internacional y como referencia para la acción ambiental en nuestro país.

Hoy día el reto del DS es generar un crecimiento económico, equitativo y sin causar daños irreversibles al ambiente (Barrón y De Remes 1996). Para el desarrollo de todo proyecto productivo se requiere revisar varios aspectos: la comercialización del producto o servicio, elegir equipos y tecnologías que permitan costos competitivos, la factibilidad de llevar a cabo una inversión rentable, etc. Bajo la actual coyuntura, valorar su relevancia social y el grado de sustentabilidad; es decir, la preservación de equilibrios en el ecosistema donde se implanta (capacidad de regeneración del recurso, generación de residuos, riesgos a la salud, etc.) (Arteaga y González, 1996).

3.2 La ecoeficiencia en el marco desarrollo sustentable

A mitad de 1990, Maurice Strong secretario general de la Segunda Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, pidió al suizo Stephan Schmidheiny, que elaborara una propuesta de comercio e industria bajo los principios del DS. Para la conferencia Schmidheiny invitó a medio centenar de presidentes de firmas lideres mundiales a colaborar formando el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), una coalición de transnacionales que comparten obligaciones de protección al ambiente, representando diferentes sectores industriales declararon como instrumento microeconómico de apoyo al concepto de DS a: La Ecoeficiencia (palabra escogida, por ser la que mejor refleja el concepto de "eficiencia": eco por económico y también por ecológico).

La ecoeficiencia, pretende combinar el mayor éxito del negocio, mediante el aumento de la productividad, la optimización en el uso industrial de las materias primas y la energía, con la reducción del impacto ambiental negativo y el desarrollo integral de los recursos humanos de la empresa y comunidad local.

Según esta corriente existen tres mecanismos que pueden ser utilizados para inducir un cambio en la industria a fin de internalizar los costos ambientales y controlar el daño al ambiente: las normas y controles, la autoregulación y los instrumentos económicos.

El visualizar los principios del DS en las operaciones industriales y hacer a las empresas ecoeficientes, implica: a) Reconocer que no habrá crecimiento económico a largo plazo, a no ser que éste sea ecológicamente sostenible, que sus productos, servicios y procesos también lo sean; b) Mantener la credibilidad frente a la sociedad como elemento imprescindible para sus operaciones económicas; c) Entablar un diálogo abierto con todas las personas interesadas en las operaciones de la empresa

identificando dificultades y oportunidades; d) Ofrecer a los empleados incentivos más allá del salario que redunden en el desarrollo de las capacidades y el incremento de la productividad; e) Dejar espacio a las iniciativas voluntarias en lugar de medidas regulatorias coercitivas.

Entre las opciones empresariales para mejorar el producto se encuentran: la reducción de componentes tóxicos, el remplazo de materiales desechables por biodegradables, combinación de funciones en más de un producto, reducción de envases, extensión de la vida útil del producto y su capacidad para ser reparado, fabricar el producto con menor consumo de energía (Schmidheiny, 1992).

Las prácticas de protección ambiental reducen costos de producción y su operativización logra una ventaja competitiva compatible con la racionalidad de la libre empresa.

Con un mayor detenimiento, en nuestro país hay quienes apuestan por la falsa dicotomía entre rentabilidad y protección ambiental, promoviendo una forma más responsable de hacer negocios. Teniendo el sur de Tamaulipas como margen de acción, uno de los programas que han puesto en funcionamiento varias de las industrias en la zona de Tampico, es precisamente la ecoeficiencia (Ruiz, 2002). En la Cumbre Mundial para el DS en Johannesburgo, como parte de la delegación mexicana y seleccionada por la Corporación Internacional de Financiamiento, se presentó NHUMO, que experimentó la transformación su planta. En 1990, presentaba una disminuida productividad, un deplorable desempeño ambiental y malas relaciones con la comunidad. Ahora ha encontrado con éxito que sus residuos sirvan como insumo para otras empresas incrementando sus utilidades. Obteniendo reconocimientos tales como: el Premio Nacional de Calidad y el Premio al Mérito Ecológico (CONIECO, 2002).

3.3 El manejo de la Sustentabilidad Corporativa: el SIASPA

El uso de sistemas de administración ambiental por la industria ha ganado gran popularidad a nivel mundial. En México, PEMEX ha desarrollado su propio Sistema Integral de Administración de la Seguridad Industrial y la Protección Ambiental (SIASPA) en las operaciones de producción de la gran variedad de instalaciones, que incluye experiencias en el diseño, implantación y desempeño de programas de seguridad en compañías petroleras líderes en el mundo.

El SIASPA se define como la herramienta administrativa compuesta por un conjunto de elementos heterogéneos, interrelacionados e interdependientes, enfocada al diagnóstico, evaluación, implantación y mejora continua en el desempeño de los campos de la seguridad y la protección ambiental, y a la creación de una cultura basada en la prevención integrada a las operaciones productivas y a los planes de negocios de los organismos. El objetivo global que se persigue con la implantación de SIASPA, es mejorar el desempeño de PEMEX en los campos de la seguridad y la protección ambiental e integrar la administración efectiva de ambos aspectos como un valor medular del negocio, en cumplimiento con la Política de Seguridad Industrial y Protección Ambiental.

También se busca colocar a PEMEX en un primer plano entre las empresas petroleras de clase mundial (PEMEX, 2001 c).

Los principios básicos de diseño del SIASPA son los siguientes:

1. Apoyar la política y estrategia sobre seguridad y protección ambiental de PEMEX.

2. Adecuarse para todas las instalaciones de PEMEX.

3. Enfatizar que las funciones de seguridad y protección ambiental son responsabilidad de la línea de mando.

4. Considerar la cultura petrolera existente.

5. Basarse en un proceso de autoevaluación a nivel instalación.

6. Incluir un proceso de mejora continua.

7. Ayudar a desarrollar, impulsar y consolidar una cultura de seguridad y protección ambiental en PEMEX orientada a la prevención.

8. Ser consistente con normas internacionales y las mejores prácticas demostradas.

El modelo conceptual del SIASPA está constituido por tres componentes: factor humano, métodos e instalaciones; a cada componente le corresponde una serie de elementos (18 en total), que está comprobado afectan la seguridad y la protección ambiental. Cada elemento establece una serie de requisitos congruentes con la normatividad vigente y con las mejores prácticas demostradas en la industria (Fig. 4).

Figura 4. Modelo Conceptual del SIASPA

Fuente: PEMEX. El Sistema Integral de Administración de la Seguridad Industrial y la Protección Ambiental*. 1998.*

Como se observa, el SIASPA cumple con el concepto de "sistema", entendiéndolo como un conjunto de elementos heterogéneos, correlacionados entre sí y direccionados hacia un fin común.

El factor humano es el principal componente del SIASPA y constituye el activo más valioso para la empresa. El sistema tiene que construirse sobre un fuerte liderazgo y la participación decidida del personal.

El documento denominado "Manual del Elemento", abarca los 18 elementos del SIASPA, constituye la herramienta fundamental para el proceso de autoevaluación e implantación del sistema.

La Matriz de Evaluación del SIASPA, incluida en el manual, es una guía que facilita el diagnóstico en una instalación, ya que toma como referencia cinco niveles de

implantación del sistema, que van desde la fase de concientización hasta la búsqueda de la excelencia.

El SIASPA:

a) Incorpora un proceso de medición objetivo y sencillo, basado en la autoevaluación.
b) Determina la brecha existente entre el estado actual y el deseado, facilitando la definición de objetivos y metas, así como la elaboración de los planes y programas respectivos.
c) Utiliza la organización existente, mediante la definición de funciones, asignación de responsabilidades, asignación de los recursos para lograr la implantación de mecanismos útiles de control y seguimiento.
d) Proporciona una retroalimentación continua, mediante indicadores de desempeño que permiten la comparación internamente y con otras empresas petroleras, estableciendo las bases para una mejora continua en búsqueda de la excelencia.
e) Sirve para compartir y difundir conocimientos y experiencias.
f) Define los medios para asumir responsabilidades.
g) Involucra a la alta dirección y al nivel ejecutivo mediante un liderazgo comprometido y visible (PEMEX, 1998).

Regresar al Indice de la Tesis

MATERIALES Y METODOS

En términos generales el presente trabajo de tesis siguió las siguientes etapas:

1. Universo de estudio.

La primera actividad consistió en la búsqueda de información bibliográfica en fuentes idóneas, diferentes estudios antecesores y documentos no publicados, acerca de la RMH. Desde el inicio se persiguió que la obtención de información abarcase distintos niveles de organización: ecosistemas, elementos bióticos y abióticos, poblaciones humanas, factores socioeconómicos, todos útiles en la descripción del área bajo estudio que ayudaron a la comprensión del funcionamiento sistémico. Aunado a lo anterior, se efectuó la consulta de cartas geográficas por temática, con la finalidad de lograr una caracterización eficaz. De acuerdo con un informe que formó parte del proyecto de investigación D0017 "Contaminación ambiental generada por los procesos de refinación del petróleo en México" del IMP, la zona de influencia de la RMH, determinada por la interrelación de indicadores ambientales, económicos y sociales, quedó compuesta por los municipios de Tula y Atitalaquia (Aguilar, 2002).

El estudio implicó desarrollar el marco de referencia ambiental, la perspectiva histórica y conocer la corriente teórico-conceptual a fin de cubrir vacíos de comprensión para conocer los aspectos en que se desenvuelve la actividad industrial.

Adicionalmente se elaboró un padrón industrial a partir de la solicitud de reportes de los catastros municipales y de una visita al área de estudio.

2. Observación en campo.

En diversas salidas de campo se visitaron las instalaciones de la RMH, su zona de amortiguamiento y dos parques industriales (PIASA y PITUSA) en zonas aledañas a la RMH. Se obtuvo un levantamiento fotográfico para documentar el patrón de asentamientos humanos, las características fisiográficas e hidrológicas, la vegetación natural y cultivada, la fauna, los establecimientos industriales, etc; dentro de los territorios municipales.

Se entrevistó al personal encargado de la gestión ambiental en la RMH; asimismo a nivel municipal, a los promoventes de los parques industriales y autoridades estatales.

Como información complementaria en la determinación de la zona de influencia, en varias visitas durante octubre de 2001, a través de la técnica "cuestionario perceptivo", se abordó a 99 personas de la población objetivo, en 9 municipios de la región. Las encuestas fueron computadas mediante un paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS), como parte del proyecto D0017.

3. Identificación de impactos.

Después de compilar la información útil para éste estudio, en una fase diagnóstica quedaron identificadas brechas, se definieron estrategias que permitieron establecer indicadores e identificar relaciones causa-efecto de los impactos socioeconómicos y ambientales atribuibles a la actividad petrolera en la región. También se examinó la

información disponible en el Internet y las presentaciones que resumían el desempeño histórico de la RMH en la región.

Con la experiencia en campo y de acuerdo con una lista de verificación, propuesta por el Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES) en 1983, bajo la cual se examinan los proyectos productivos y se facilita el planteamiento de prioridades justificando su factibilidad socioeconómica, se formo una lista propia:

Dimensión ambiental.- Insumos críticos, generación de residuos, Indicadores de eficiencia operativa y obsolescencia tecnológica.

Dimensión social.- Indicadores concretos de bienestar, para una mejor comprensión sobre cambios cualitativos en el grado de satisfacción de un conjunto de necesidades básicas para la existencia humana (calidad de la vivienda, educación, mano de obra calificada, ingreso, recreación, nutrición, salud).

Dimensión económica.- Indicadores de rendimiento, grado de intervención estatal, integración de la RMH con la economía de la región, valor agregado, población económicamente activa, nivel de ingreso.

Para distinguir los impactos que fueron aprehensibles de los posibles impactos que de forma general y en orden cronológico pudieran derivarse generados por la RMH, se extrajeron de entre ellos, aquellos impactos realmente dominantes que se producen en el caso que se estudia, según sus consecuencias potenciales, la normativa y controles presentes; y se clasificaron según el compartimento: social, económico, ambiental; para discriminar causas y efectos. Asumiendo que la selección que se hizo fue la adecuada se construyó una matriz cribada, a través

de la técnica comúnmente utilizada, "Matriz Modificada de Leopold", plasmando los impactos en la Figura 5; cuya ventaja principal es que ayuda a visualizar en conjunto las interacciones de forma sintética. Se consideraron como fuentes de alteración a todos aquellos aspectos que pudieran incidir, tanto directa como indirectamente en la disminución del nivel de vida en la zona de influencia de la RMH; previendo la susceptibilidad de cada elemento del entorno o de manera inversa, su capacidad para absorber alteraciones o resilencia.

El razonamiento de la matriz cribada de impacto, se describe en base a magnitud, sinergia, recuperabilidad dentro del texto de resultados y análisis, señalando las interacciones.

4. Valoración de impactos

El enfoque aplicado en el presente estudio para corroborar el impacto fue individual e hizo referencia al marco normativo aplicable. Las mediciones se expresaron referidas a cada elemento del medio. Cada componente se mide a través de parámetros específicos, ej. pH, DBO, etc. De esta forma se puede conocer su magnitud, se delimitan claramente umbrales críticos, es decir, aquellos que de rebasarse ocasionarían una perdida "irreversible" de un recurso de calidad ambiental.

Otros criterios utilizados para las mediciones de impacto (no empleados)

Existe un segundo enfoque, medido globalmente. Mediante un valor único que resume la totalidad del impacto producido. Se realiza la suma ponderada de los impactos parciales de cada elemento considerado. Metodológicamente viable, permite establecer una línea base, poco aconsejable cuando existen impactos críticos porque se difuminan y el global podría pasar como admisible. Los valores adjudicados son subjetivos, los indicadores fueron determinados por grupos de expertos (Barrera* et al*, 2002).

En algunas otras matrices se asignan valores de ordinalidad y cardinalidad. La valoración es arbitraria, y se refleja por la intensidad alta, media o baja; pudiendo ser positivos o negativos.

Figura 5. Matriz causa-efecto, señala las interacciones relevantes del impacto regional de la RMH.

FACTORES DE IMPACTO		EXTRACCION DE AGUA CRUDA	DESCARGAS DE AGUA SECUNDAL	EMISIONES CONTAMINANTES	EMISIONES DE GAS EFECTO INVERNADERO	USO DE ENERGIA	FUGAS Y DERRAMES.	GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS	CAMBIOS DE USO DE SUELO	INSTALACION DE LA RMH	CAPACITACION PARA EL TRABAJO	CONTRATACION DE PERSONAL
ENTORNO	ELEMENTOS IMPACTADOS											
AMBIENTAL	ACUÍFERO SUBTERRANEO	-										
	AGUA SUPERFICIAL		-									
	ATMOSFERA			-	-	-						
	SUELO Y SUBSUELO		-				-	-				
	BIODIVERSIDAD								-			
SOCIAL	SERVICIOS PÚBLICOS (Vivienda)					+			+	+		-
	EDUCACION										+	
	SALUD		-	-				-				
	INMIGRACIÓN											+
	VALORES CULTURALES (Prostitución)											-
ECONOMICO	FINANZAS PÚBLICAS									+		
	VALOR AGREGADO (Producción)									+		+
	EMPLEO (Terciarización)									+		+
	SECTOR ENERGETICO					+				+		
	PLANTA INDUSTRIAL									+	+	+

(**+**) Impacto positivo

(**-**) Impacto negativo

Regresar al Indice de la Tesis

RESULTADOS Y ANÁLISIS

1. Impacto Socioeconómico

Criterios de tipo financiero

Partiendo de saber si la RMH garantiza alguna utilidad luego entonces esperar un impacto económico, se declara que su situación financiera es desfavorable. Por el protagonismo económico asignado por el gobierno federal a PEMEX, afianzando 35% de las finanzas públicas, y el control presupuestario a que esta sujeta la paraestatal, PEMEX-Refinación no alcanzan a cubrir sus costos (operativos, pago de impuestos y derechos distintos al IEPS y al IVA) y gastos (de distribución, administración y cargos corporativos) (PEMEX, 2002).

Previamente se evaluó la situación de la RMH a través su rendimiento como negocio y su capacidad para crear valor como empresa para el año 2000 (Barrera *et al*, 2002). Fueron calificados 6 atributos, con una escala de valores adimensional de 0 a 1(donde, 0 expresa el grado más bajo de sustentabilidad y 1 el más alto). Según el análisis de los resultados: la rentabilidad antes de impuestos fue de 1; este mismo concepto después de impuestos, resulto 0; el valor económico agregado, mostró una calificación de 0, (bajo costos de capital no competitivos) la razón principal radica en el anterior indicador, sujeto a una carga fiscal que no le permite crecer; los gastos de operación obtuvieron

0.72; el índice de mantenimiento se sostiene en 0.30; y por último, las erogaciones en seguridad industrial y protección ambiental obtuvieron una calificación de 0.24

Si bien, en el ejercicio se tuvo como propósito establecer una línea base entorno a la sustentabilidad, que permita calificar a la industria en futuras mediciones, también se discutió acerca del entorno nacional y el fortalecimiento de una gestión rentable, concluyendo que, los esfuerzos de mejor operativa no serán suficientes sino se capitaliza, para establecer un programa de inversiones que de manera estable soporten a la empresa social y ambientalmente.

Influencia económica

El establecimiento de la RMH vino acompañado por la urbanización acelerada y la modernización de los servicios del viejo esquema pueblerino, basado en el enclave agrícola y minero no metálico, con inversión extranjera de principios del siglo XX.

La prosperidad en la región suroeste del Estado de Hidalgo se ha visto afectada fundamentalmente en tres momentos a través de su historia:

El primero fue la explotación y exportación de materias primas con la instalación de la industria del cemento propiedad de empresas de capital inglés (Vargas, 1991);

Posteriormente la implementación del riego agrícola, con el agua residual desalojada de la ZMCM. En un inicio se pensó benéfico el uso intensivo de los suelos aledaños a la Cuenca del Río Tula, que componen los distritos de riego 03 y 100, por dos razones:

a) Convertir los páramos desérticos del VM en suelos productivos (SARH, 1982), abriéndose mayores extensiones de tierras a las labores de la agricultura.

b) Aportar materia orgánica a los cultivos, con su subsecuente aumento de rendimientos por unidad de superficie.

Sin embargo, con el paso del tiempo, el crecimiento urbano-industrial afectó sensiblemente la calidad del recurso y los cultivos por la excesiva presencia de organismos patógenos y sustancias tóxicas de origen industrial;

Un tercer momento se realizó con el establecimiento de la RMH, dada su relativa proximidad geográfica al principal consumidor de los productos que genera.

Ambas circunstancias, la instauración del riego agrícola con el agua residual y el establecimiento de la RMH, han actuado como agentes reguladores del crecimiento demográfico, hábitos de comportamiento, nivel de vida, fuentes de trabajo (temporal o permanente) y demás variables socioeconómicas.

Con la alza en los precios internacionales del petróleo en 1973 (que obedecía a la necesidad de abatir el déficit con el que operaba PEMEX y le impedía reinvertir) y la exploración de yacimientos en Chiapas, Campeche y Tabasco, en 1974 fue posible la reintegración de México al mercado mundial, como un país exportador de petróleo. Lo anterior, brindó la posibilidad de cumplir las expectativas de desarrollo económico, del Estado bajo la administración de Luis Echeverría, intensificándose el auge de paraestatales, y con los planes de expansión de la industria petrolera (aumentando las actividades de exploración y ampliando la capacidad de refinación), que Antonio Dovalí como director de PEMEX había propuesto desde 1971. Al lograrse una mayor captación de divisas, en 1976 se construyó la RMH, en Hidalgo; con una inversión inicial de 2’112 millones de pesos corrientes (Morales-Escalante-Vargas, 1988).

Desde su nacionalización en 1938, al surgir Petróleos Mexicanos, la industria petrolera es la responsable de garantizar el proceso de desarrollo del país, basado en la refinación del aceite crudo, columna dorsal de los energéticos; ajustando la producción petrolífera, a partir de ese momento a un mercado interno con una demanda siempre creciente (Rosas y Rodríguez, 1997); siendo la fuerza motriz para el progreso de la industria y el transporte.

Actualmente, PEMEX se ha convertido en un contribuyente de primer orden en las finanzas públicas (solventando créditos comerciales, incluso en moneda extranjera).

Se piensa que las refinerías son polos de desarrollo que permiten descentralizar la actividad industrial, a través de la expansión de la planta productiva nacional, y que su presencia en el interior del país, ha beneficiado a diferentes Estados de la República, cambiando positivamente las condiciones de vida a través de la derrama económica que generan (PEMEX, 2000).

La anterior aseveración es acorde con la enraizada idea de la distribución inequitativa de la riqueza que coincide con la repartición desigual de las actividades productivas sobre el territorio nacional y con una excesiva concentración de éstas en el Valle de México.

Preponderancia económica de la RMH

Con base en la Tabla 17, los dos primeros datos, el referente a la actividad de refinación de petróleo y el de la manufactura para la zona de influencia, registraron en 1980 cifras negativas que muy probablemente representa la inversión inicial de la RMH

(2’112 millones de pesos en 1976) y el gasto por adquirir la propiedad de los terrenos con fines de utilidad pública.

El promedio histórico de la rama en cuestión ha sido de más de la mitad de la producción manufacturera, registrada en términos monetarios; el valor más álgido se presentó en 1993 con 87.89%. En ese mismo año, por vez primera, Atitalaquia destacó en la producción manufacturera, por su contribución en los productos derivados de hule (de la extinta empresa “Galgo”), en los albores del libre comercio. En 1998 cabe hacer notar, que el rubro de refinación de petróleo se registró en el municipio de Atitalaquia, ya que siempre se venia registrando para Tula. En este año se presentó la intervención más baja, con 24.76%; dado que otras ramas de la industria manufacturera de la zona de influencia ganaron mayor presencia (quizá incluso disminuyeron los precios de los petrolíferos).

Tabla 17. Evolución del valor agregado manufacturero de la zona de influencia de la RMH y la rama de refinación de petróleo.

(Miles de pesos, a precios corrientes)

Datos de:	Total	Rama 3530	%
1980	-935,628	-2,120,819	-
1985	47,362,000	25,954,000	54.80
1988	512,980,600	302,527,600	58.97
1993*	724,799.4	637,042.5	87.89
1998	2,320,776	574,849	24.77

* nuevos pesos

Fuente: INEGI, *Censos Económicos,* varios años.

Subvención al sector eléctrico

A nivel nacional, PEMEX suministra energía primaria (combustible) posibilitando la operación de numerosas plantas termoeléctricas coligadas a sus instalaciones.

El Estado de Hidalgo no es la excepción, para la operación de la central Termoeléctrica "Francisco Pérez Ríos", que genera electricidad, la RMH suministra anualmente 2.221 millones m^3 de combustóleo pesado y 328.36 millones m^3 de gas para la generación de vapor, con capacidad efectiva de 1500 MW; adicionalmente, 708.46 millones m^3 de gas para Ciclo Combinado de 482 MW (CFE, 2001).

La RMH favorece la radicación de otras empresas

Otras empresas de capital privado comercializan insumos que salen de la petroquímica aprovechando la reducción de costos por transportación: Fenoquimia y Polimex (Vargas, 1991).

En lo que corresponde al suministro de tipo industrial particular, PEMEX tiene la disposición para suministrar gas natural en todas las redes de distribución que atraviesan la entidad, así como para ofrecer el apoyo técnico al gobierno del estado para el establecimiento de empresas que requieran del energético.

Una pequeña estación de bombeo para gas dentro de PIASA, es indicio de que la RMH esté suministrando combustible para el funcionamiento de las empresas Productos de Maíz y Cargill. Del mismo modo materia prima para la producción de asfalto en la planta Cock y el grupo industrial Alce; sin que lo anterior se haya podido constatar a través de informes oficiales.

Donaciones y donativos

En el Estado de Hidalgo se desarrollan actividades petroleras de los organismos subsidiarios de PEMEX-Refinación, PEMEX-Gas y Petroquímica Básica, PEMEX-Petroquímica; la presencia de sus instalaciones se ubica en cuatro municipios: Atitalaquia, Tula de Allende, Tepéji del Río y Pachuca de Soto; además de instalaciones de distribución (derechos de vía).

Las instalaciones de PEMEX-Refinación son:

1. Refinería Miguel Hidalgo,

2. Superintendencia local de ventas de Tula,
3. Superintendencia local de ventas de Pachuca,
4. Red de ductos.

Las instalaciones de PEMEX-Gas y Petroquímica Básica son:

1. Superintendencia de distribución de gas licuado de Tula,
2. Superintendencia de distribución de gas licuado de Tepéji del Río,
3. Red de ductos.

Las instalaciones de PEMEX-Petroquímica son:

1. Complejo petroquímico Tula.

PEMEX busca que la empresa no solo tenga éxito en términos de sus resultados operativos y económicos, sino que también se le identifique como un miembro confiable de la sociedad. Dentro del manejo de la sustentabilidad corporativa, la responsabilidad social en las comunidades vecinas en donde tiene asentadas instalaciones es de importancia. Con la finalidad de participar activamente en este proceso, se realizan:

a) Donaciones en especie, en programas de mejoramiento de la infraestructura vial e hidráulica, en el otorgamiento de combustibles para la operación del parque vehicular y módulos de maquinaria, en tuberías para los sistemas de riego, en el equipamiento de pozos, con herramientas, drenajes y puentes, asistencia técnica, estaciones de bomberos, en la construcción de escuelas y canchas multiusos.

b) Donativos de recursos en efectivo para, estudios hidrológicos, reparaciones de equipo, mantenimiento de zonas arqueológicas; así como, en el apoyo de proyectos productivos.

La comunidad realiza su petición a la gerencia de la instalación petrolera cercana de que se trate, en este caso la RMH, esta pide el apoyo a la gerencia de desarrollo social y esta a su vez al consejo de administración del corporativo y tras revisar sus partidas presupuestales, las aportaciones son canalizadas mediante acuerdos de colaboración con los gobiernos estatales o municipales, apoyando proyectos y acciones de organizaciones no gubernamentales o agrupaciones sociales reconocidas por la localidad, en beneficio de sus habitantes.

Este tipo de vinculación tiene como objetivo la aplicación de recursos para fines de asistencia social, entre la comunidad y la empresa que por su constitución encuentra fundamento legal en la Ley Federal de Entidades Paraestatales (DOF, 1986) y en el Reglamento de la Ley Orgánica de PEMEX. Ahora bien, su carácter es facultativo, es decir, tiene aptitud moral o legal para hacerlo de manera voluntaria mas no obligatoria.

En 1997 se autorizó donar un monto total de $4’658,529.00, de los cuales, $2’883,539.00 fueron destinados para: asfaltos (Atitalaquia, Chapantongo, Nopala, Tepéji, Tezontepec, Tlahuelilpan y Tula); gasolina magna y diesel (Chapantongo, Nopala, Tezontepec y Tula); tubería (Atotonilco, Chapulhuacán, Tepéji, Tezontepec y

Tula); y material diverso (Tepéji y Tezontepec). El monto restante, $1’774,990, se otorgó en efectivo (Atotonilco, Tepéji, Tezontepec, Tula y Tulancingo).

En 1998, fueron autorizados $4’397,874.00; de estos recursos, $4’218,174.00 correspondieron a donaciones en: asfaltos (Acaxochitlán, Atitalaquia, Atotonilco, Mixquiahuala, Tetepango, Tepéji, Tezontepec, Tlahuelilpan, Tula, Tlaxcoapan); gasolina magna y diesel (Atitalaquia, Atotonilco, Mixquiahuala, Tepéji, Tepetitlán, Tezontepec, Tlahuelilpan, Tula, Tlaxcoapan); tubería (Acaxochitlán, Ajacuba, Atitalaquia, Tepéji, Tula Mixquiahuala); y material diverso (Ajacuba, Atitalaquia, Tepéji, Tula Mixquiahuala); aparte de $179,700 en efectivo (Atitalaquia, Tlaxcoapan y Tula).

En 1999, fueron autorizados $2’041,195.00; correspondieron a donaciones en: asfaltos AC20 (Ajacuba, Tlahuelilpan); gasolina magna y diesel (Ajacuba, Mixquiahuala, Tepéji, Tezontepec, Tlahuelilpan, Tula, Tlaxcoapan); tubería (Meztitlán, Ajacuba, Atitalaquia, Atotonilco, Tepéji, Tula, Tlaxcoapan y gobierno estatal); y material diverso (Atitalaquia, Atotonilco, Tetepango, Tepetitlán, Tlahuelilpan, Tlaxcoapan, Tula, Progreso de Obregón). Para ese año no hubo recursos aplicados en efectivo.

En la Tabla 18 se pueden observar de manera sintetizada los montos que PEMEX autorizó.

Tabla 18. Donaciones y donativos.

Año	1997	1998	1999
Autorizado	4’658,529.	4’397,874.	2’041,195
Donaciones	2’883,539.	4’218,174.	2’041,195
Donativos	1’774,990.	179,700.	0
Beneficiarios	10 municipios.	12 municipios.	12 municipios.

Fuente: Subgerencia de política y planeación. PEMEX, 2001.

Sin embargo, se han hecho planteamientos públicamente por parte de fuerzas políticas de oposición en los cabildos municipales para que se permita el cobro del impuesto predial y el suministro de agua por parte de los ayuntamientos de Atitalaquia y Tula, argumentando que las donaciones y los donativos sólo son dádivas de las que no se obtiene un verdadero beneficio social, a diferencia de la recaudación justa.

Las dos principales fuentes de financiamiento que recibe un Municipio de la Federación son el Ramo 33: Aportaciones y el Ramo 28: Participaciones; estos recursos son distribuidos por medio de los congresos estatales.

Para atender una necesidad social las presidencias municipales de la zona de influencia contarían con dos fuentes de recursos: 1) los propios de la recaudación de rentas y las aportaciones y participaciones federales y, 2) las donaciones y donativos provenientes de las paraestatales (PEMEX o CFE) para fines de desarrollo social. La intencional falta de información dificultaría esclarecer el destino de los montos otorgados por las paraestatales en caso de que estas no tengan un control cabal sobre estos fondos.

Bienestar

Atitalaquia y Tula se encuentran entre los municipios que presentan los mayores índices de bienestar, observados en la entidad. Si bien, en el pasado se tipificó a Atitalaquia con un alto grado de marginación (incluso considerado en el programa de las cien ciudades), para la década de los años noventa presenta el índice de bienestar

más alto de la entidad con 80.9%, en tanto que en municipios como Pachuca, Mineral de la Reforma, Tizayuca y Tepeapulco se encuentra entre 75 y 79.9%.

Distribución del Ingreso

Las proporciones de PEA ocupada que perciben más de cinco salarios mínimos generales nacionales (SMGN) tabla 19, originan que Atitalaquia tenga un índice de bienestar más elevado que la propia capital del Estado, Pachuca (Camposortega, 1997). En Atitalaquia es mayor el número de personas dedicadas a la rama de petróleo y gas en relación con otros municipios (Tabla 9).

Tabla 19. Rangos de ingreso zona de influencia 1990.

	Atitalaquia		Tula	
SMG	Absolutos	%	Absolutos	%
<1	768	17.3	4,483	23.6
1-2	1,842	41.5	7,201	38.0
2-3	698	15.7	3,113	16.4
3-5	712	16.0	2,757	14.5
5-10	348	7.8	1,044	5.5
>10	73	1.6	375	2.0
Total	4,441	100.0	18,973	100.0

Fuente: INEGI, XI Censo General de Población y Vivienda*, 1990.*

El número de plazas de trabajo registrado hasta el 31 de diciembre de 2000 en la RMH fue de 3,971 trabajadores (90% sindicalizados): 3,101 definitivos y 870 temporales; integrados en las ramas administrativa, técnica y manual (PEMEX, 2001a).

Aunque se desconoce cuantos son nativos de la región, el 70% del personal radica en la zona de influencia, el mercado inmobiliario y el abasto comercial captan la mayor derrama económica.

La industria manufacturera en la zona de influencia constituye la principal fuente de ingresos, por concepto de salarios y ganancias, no agrícolas en el medio rural. Ha

generado mayor dinamismo al desarrollo económico regional al crear actividades para: disponer de infraestructura productiva, obtener insumos para las líneas de fabricación y suficiencia tecnológica.

Tal proceso de industrialización ha encontrado solo dos limitantes para su expansión: la dotación de servicios y mano de obra especializada.

Oferta educativa

Al evolucionar la industria concentrada en la zona de influencia se requirió incrementar las posibilidades de acceso al sistema educativo formal, implicando el desarrollo de una educación técnica de nivel medio y superior de calidad, para encarar la demanda de las empresas, definiendo el perfil de inserción en el mercado de trabajo como mano de obra "especializada" o "calificada". Este hecho representa para los jóvenes, prácticamente la mayor oportunidad de incorporarse al mercado laboral en sus comunidades de origen a diferencia de quienes siguieran una formación humanística dado que enfrentarían una oferta de trabajo restringida en extremo; para así obtener ingresos reales como futuros jefes de familia en el corto plazo.

En Atitalaquia y Tula se ofrece capacitación en las siguientes especialidades y cursos terminales:

1. Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios Núm. 26; desde 1978 ofrece el bachillerato tecnológico en electricidad, computación mecánica y secretariado. (www.cetis26.edu.mx).

2. Universidad Tecnológica Tula-Tepeji; ofrece carreras como técnico superior universitario en mantenimiento industrial, proceso de producción, tecnología ambiental,

contabilidad corporativa, electrónica y automatización y comercialización (www.uttt.edu.mx).

Ambas tienen vinculación con empresas de diversos tamaños y rubros localizadas en los estados de Hidalgo, México y Querétaro; a través de convenios de servicio social, practicas profesionales, bolsa de trabajo, visitas guiadas y estadías docentes.

Inmigración

En Hidalgo entre los municipios con mayor atracción para la fuerza de trabajo por la consolidación de sus empresas, se encuentran Mineral de la Reforma, Tizayuca, y Atitalaquia. La población de inmigrantes generalmente procede del D.F., el Estado de México y Veracruz (Vargas* et al, 1997*).

El bienestar incluye además otros factores de comportamiento en grupo (psicosociales) como la inseguridad y la diversión en el tiempo fuera de obligaciones.

Prostitución

La prostitución precedente en el área de Tula se vio favorecida por una fuerte derrama económica, por lo cual, se considera subproducto de la industrialización en la zona de influencia. Existe una peculiaridad en este intercambio mercantil: la inmigración, hombres solos que llegan a laborar transitoriamente con salarios mayores al promedio regional y mujeres itinerantes.

Quienes han impugnado la apertura de prostíbulos son principalmente las amas de casa afectadas en su gasto familiar y los encargados de algunos servicios de

salud que suponen un alto riesgo por enfermedades de transmisión sexual (SIDA principalmente).

La situación primordial que favorece la permanencia de la prostitución, es el escaso impulso al desarrollo cultural y la insuficiencia de instalaciones deportivas, que representen alternativas sanas de esparcimiento (Zavala, 1989).

2. Desempeño Ambiental

De acuerdo con la encuesta del proyecto D0017 (ver pág. 42-43): Un 26% de las personas entre 18 y 35 años de edad, consideran afectado su desarrollo por la RMH; Quienes cuentan con negocio propio (comerciantes) se sienten favorecidos en un 41%. El 57.6% consideró que el pueblo al que pertenecen mantiene relación con la RMH. Una mayoría de 39.4% declararon que la imagen que se tiene de la RMH es regular. Así un 26.3% opinó que contamina; un 16.2% que genera empleo y además contamina; y un 13.1% que constituye una fuente de empleo. De tal modo, los problemas por contaminación fueron priorizados de la siguiente manera: aire 58.6%, agua 26.3%, suelo 9.1% y ruido 4%; señalando como principales responsables a las industrias, textiles, cementeras y caleras que operan en la zona, con 23.2%; seguidas por la RMH con 21.2%. El 60.6% de los encuestados han padecido enfermedades respiratorias, en Tula cuando menos dos veces por año; y el 22.2% malestares gastrointestinales principalmente en Tezontepec. Las personas que adicionaron comentarios se sienten poco favorecidas o privadas del beneficio de lograr un empleo permanente en la RMH, por que recluta a poca gente en la zona de influencia (se dice que menos de una décima parte de los trabajadores son oriundos de la región).

En otro orden, el elemento 18 del SIASPA, Control y Restauración (mostrado en la Figura 4), sienta las bases para llevar a cabo actividades de identificación y evaluación de los aspectos que tienen un impacto en el ambiente, así como del manejo de insumos y residuos, a fin de que se elaboren planes y programas para controlar las actividades contaminantes y minimizar su impacto adverso al medio, además de impulsar la

restauración. Este apartado comprende 4 subelementos: manejo de agua, emisiones al aire, residuos y restauración (PEMEX, 2001c).

Al realizar un análisis de sustentabilidad hídrica, para el sector industrial a nivel municipal, deben considerarse: 1) Los volúmenes de extracción y 2) La generación de aguas residuales.

Agua de abasto

La dotación de agua cruda requerida para los procesos de refinación, procede de 15 pozos (extraída del subsuelo a profundidades de 300 m en promedio), localizados a 8 km al norte de la RMH. El transporte del agua se efectúa mediante un acueducto de 36 pulgadas de diámetro, con un caudal aforado de 55, 000 m^3 por día, almacenándose en cuatro tanques con una capacidad total de 174,000 m^3, localizados en Teocalco y Mangas, en los municipios de Tlaxcoapan y Tezontepec respectivamente; de estos se distribuye para los siguientes servicios: a) reposición a 8 torres de enfriamiento; b) alimentación de 5 calderas y calderetas (vapor); c) contra incendio; d) servicio sanitario.

Para su uso en la generación de vapor de alta presión, el agua es sometida a un tratamiento para reducir su dureza y por medio de reacciones de intercambio iónico es desmineralizada (Mg, Ca, NaCl). Los minerales sirven como alimentación a cinco calderas donde se obtiene vapor de agua seco de alta presión. El vapor obtenido (60

kg/cm^2) es utilizado para la generación de corriente eléctrica de alto voltaje a través de tres turbo generadores y como medio motriz para el accionamiento de turbinas y compresores que cubren la demanda de aire (PEMEX, 1990).

De acuerdo a la Tabla 20, de la cantidad requerida en el abasto de agua, se observa que las operaciones en la RMH consumen poco más del 70%.

Tabla 20. Balance hídrico industrial RMH

Abril del 2002	m^3
Insumo	1,920,486
Consumo	1,404,816
Descarga	515,670

Fuente: PEMEX, Subsistema de Información en Seguridad Industrial y Protección Ambiental, 2002.

Recientemente se han rehabilitado las fosas pluviales oriente y poniente con capacidad de 32,000 m^3, construidas durante el segundo semestre de 1992 y puestas en operación a partir de junio de 1993. Su función básica es colectar grandes caudales de agua de lluvia con posibilidad de ser utilizada en un futuro (RMH, 2001).

El acuífero subterráneo VM presenta condiciones geohidrológicas de subexplotación con una disponibilidad de cerca de 470 millones de m^3/año (CNA, 1997). Sin embargo, el tema del agua subterránea como fuente de abasto es controvertible, señalando a la RMH como el gran usuario industrial de la región, hay quienes declaran que los niveles freáticos se están abatiendo, aunque no se encontraron informes ni datos consolidados que prueben estas aseveraciones.

Calidad del agua

Para el tratamiento de efluentes acuosos la RMH cuenta con un sistema con capacidad de 39,000 m^3/día, consistente en cárcamos reguladores, separadores mecánicos de placas API, lagunas de retención, oxidación y de estabilización. Su objetivo es recuperar el aceite del agua recibida a través de los drenes, enviándolo a reproceso y el agua libre de aceite hacia las lagunas de oxidación y estabilización, en donde las demandas químicas y biológicas de oxígeno son restituidas al agua por la acción de varios aéreadores. Se han implementado acciones para que el 20% del agua tratada se riegue en sus áreas verdes, el resto se envía por medio de un colector subterráneo al cuerpo receptor, descargando 20,822 m^3/d al margen derecho del Río Tula.

También se tienen cuatro plantas para tratar las aguas amargas de desecho de proceso, su objetivo es la eliminación del ácido sulfhídrico y amoniaco contenido en esta y retornarla a las primarias para el desalado del crudo, eliminando de impurezas que podrían incrementar las velocidades de corrosión o sedimentarse (PEMEX, 1997). El sulfhídrico y el amoniaco extraídos se incorporan al tratamiento de efluentes anteriormente descrito.

El programa de reuso integral del agua, instauró una planta de tratamiento extramuros operada por el particular ATLATEC para tratar algunos efluentes y reusar el agua, sin embargo aún no se ha obtenido la calidad requerida.

En la tabla 21 se muestra el último reporte de contaminantes al agua al cual se tuvo acceso. En él, la demanda bioquímica de oxigeno (DBO) representa la mayor descarga en cuanto a flujo másico.

Tabla 21. Descarga contaminante abril del 2002.

Parámetros contaminantes	Kg.
Grasas y aceites	4,408.98
Sólidos suspendidos	12,891.75
Nitrógeno total	15,238.05
DBO	27,330.51
Metales pesados	67.04
Cianuro total	30.94

Fuente: PEMEX, Subsistema de Información en Seguridad Industrial y PROTECCIÓN AMBIENTAL, 2002.

La industria está obligada a vigilar que los procesos de tratamiento de aguas residuales sean eficientes y así dar cumplimiento a los parámetros fijados por CNA como condiciones particulares de descarga, además de la NOM-001-ECOL-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales (DOF, 1996); según se aplique. En caso de que un parámetro quede fuera de norma, se determina el índice de incumplimiento

dividiendo la cantidad de contaminante entre el limite máximo permisible y se calcula un monto a pagar por parte de la PEMEX ante CNA, multiplicando la cantidad de contaminante excedido por su costo en pesos por kg, registrado en las tablas publicadas en la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua expedida en 2001.

Por los datos contenidos en la Tabla 22, la RMH al no exceder la normativa ecológica, no contamina el agua del cuerpo receptor río Tula para su posterior utilización en la siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas.

Tabla 22. Reporte de descarga contaminante RMH comparado con máximos permisibles.

Parámetros contaminantes	Máximo permitido CNA [1]	Descarga 2do. Sem. 2000 [2]
Grasas y aceites mg/l	15	1.42
Sólidos suspendidos mg/l	150	8.25
Nitrógeno total mg/l	40	18.47
DBO (5) mg/l	150	27.78
Fósforo total mg/l	20	0.503
Cianuro total mg/l	2	0.07
Zinc total mg/l	10	0.15

Fuente: [1] *NOM-001-ECOL-1996*.
[2] RMH. *Evolución de la protección ambiental en la Refinería Miguel Hidalgo*. México, 2001.

Muestreos realizados por el IMP caracterizaron otros parámetros físicos, químicos y biológicos, complementarios en las descargas. Concentrándose en las bacterias coliformes fecales (microorganismos patógenos, ej. huevos de helminto), alquifenoles derivados del benceno (xilenos y cresoles) y sulfuros de hidrógeno,

como contaminantes ostensibles que pueden disminuir mejorando algunas etapas en la tecnología de tratamiento, se podrían obtener ventajas al evitar gastos por corrosión y riesgos para la salud.

Cercanas a la cortina de la presa Endhó, existen viviendas pertenecientes a la comunidad de Tepetitlán, en donde se han reportado episodios de epidemiología hídrica (enfermedades de la piel y gastrointestinales), sin embargo no se cuenta con elementos que los hagan imputables a la RMH, además de que se vierten a esta presa mezclas contaminantes de distintas industrias (textiles de Tepéji del Río, Hgo.).

Emisiones a la atmósfera

En la RMH se emiten a la atmósfera contaminantes derivados de la operación de equipos de combustión, calderas y desfogue (corresponde a un quemador elevado por seguridad); también emisiones fugitivas y venteos por sobrepresión; y la evaporación de hidrocarburos en 112 tanques de bombeo y almacenamiento.

Las emisiones registradas por PEMEX-Refinación, son estimadas con base en el manual AP 42 que considera especificaciones como capacidad, carga, potencia térmica, obsolescencia, e ingeniería de detalle, en equipos de combustión que al multiplicarse por un determinado factor infiere parámetros de emisión. Estos parámetros son utilizados también en la generación de información sobre contaminantes precursores de lluvia ácida provenientes de operaciones industriales.

(http://www.epa.gov/airmarkt/reporting/edr21/101/edrinjan01.pdf).

De las emisiones consignadas: bióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_X) partículas suspendidas totales (PST), compuestos orgánicos volátiles totales (COVT), compuestos orgánicos totales no metánicos (COTNM), compuestos orgánicos totales (COT); el SO_2 constituye el contaminante prominente, de acuerdo con los datos de la Tabla 23; su principal fuente es la combustión de petrolíferos ricos en azufre, como el combustóleo, diesel, gasolinas y en menor medida el carbón.

Tabla 23. Distribución de contaminantes atmosféricos
RMH Año 2001

Parámetros	Ton	%
SO_2	110,594.52	91.90
NO_x	5,351.10	4.25
PST	3,327.43	2.76
COVT	1,088.04	.90
COTNM	55.69	.04
COT	180.55	.15
Total	120,361.04	100.00

Fuente: PEMEX, Subsistema de Información en Seguridad Industrial y Protección Ambiental, 2002.

El SO_2 tiene efectos negativos de diversos tipos, herrumbre en los materiales, corrosión de metales y deterioro de monumentos históricos (recordemos el reclamo del INAH por deterioro en los Atlantes). El SO_2 es el componente principal de la lluvia ácida. Por ser hidrosoluble, modifica el pH en el agua de lluvia formando ácidos que le confiere características potencialmente agresoras cambiando las propiedades químicas de los suelos cercanos, provocando deforestación y reducción de las cosechas. En las observaciones relativas al SO_2 , de ponerse en contacto con la humedad de las mucosas conjuntiva y respiratoria provoca irritación en ojos y tracto respiratorio; al

asociarse con PST, por su acción sinérgica, incrementa la morbilidad y la mortalidad en enfermos crónicos del corazón y vías respiratorias (Chacalo y Delgado, 1994).

Existen otros contaminantes criterio normados, que no se reportan por parte de PEMEX aunque suelen ser importantes para evaluar la calidad del aire. Tales contaminantes son partículas menores a 10μm (PM_{10}), su diámetro les permite penetrar al tracto respiratorio y acumularse en los alvéolos pulmonares; además del ozono, de difícil control, se diferencia de los contaminantes primarios, por no emitirse a partir de una fuente directa identificable, ya que es un oxidante fotoquímico producido en presencia de radiación solar y complejas reacciones. Entre sus precursores están hidrocarburos y NOx, que provienen a su vez de la combustión relacionada con todo tipo de actividades. Entre los materiales que deteriora se encuentran el hule, los textiles y la pintura. Contrario al que se encuentra en la estratosfera donde cumple una función vital al absorber gran parte de la radiación ultravioleta emitida por el sol, el O_3 en la troposfera agrava enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

(http://www.ssa.gob.mx/nom/022ssa13.html; Chacalo y Delgado, 1994).

Verificándose en apego a la NOM-085-ECOL-1994 para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, PST, SO_2 y NO_X y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de SO_2 en los equipos de calentamiento directo por combustión (DOF, 1994); estimaciones basadas en mediciones reales de muestreos realizados durante el verano de 2000, si bien se reconocieron algunas plantas de

proceso con incumplimiento, los valores regionales por contaminante de la RMH estuvieron dentro de los limites permisibles (Barrera *et al*, 2002).

En la Tabla 24, se puede apreciar que los valores obtenidos históricamente de la RMH son insuficientes para representar el comportamiento del contaminante. La evaluación de los contaminantes en el tiempo resulta incierta debido a que el estado operacional de las plantas, no es constante, como tampoco lo son los niveles de producción, el tipo de carga, etc. Sin embargo, se muestran estos datos para observar los niveles alcanzados y la forma en que son reportados.

Tabla 24. Emisiones a la atmósfera RMH

Contaminantes	ppm					
Año	'95	'96	'97	'98	'99	'00
SO_2	1936	1415	464	877	750	786
NO_x	201	172	148	235	192	256
PST	208	129	207	109	139	112

Fuente: RMH. *Evolución de la protección ambiental en la Refinería Miguel Hidalgo*. México, 2001.

Entre las acciones emprendidas para la reducción de emisiones a la atmósfera se contemplan (RMH, 2001):

1) Quemadores de alta eficiencia.

2) Empleo de combustibles de bajo contenido de azufre.

3) Membranas flotantes en tanques de cúpula fija.

4) Rehabilitación de analizadores de oxígeno para el control de la combustión.

Considerando el efecto que tiene el viento dominante, proveniente del noreste, en la dispersión de los contaminantes atmosféricos. Los monitoreos regionales de calidad del aire, para este corredor industrial, enfrentan una dificultad particular, no permiten diferenciar los humos liberados, para determinar si las concentraciones de contaminantes, son consecuencia directa de las actividades cotidianas de refinación, de la generación de electricidad o de otras industrias perimetrales como Clarimex o las cementeras.

Para el caso específico de los óxidos de azufre, aunque en las fuentes de emisión se incluye a la RMH, proceden mayoritariamente de la quema de combustóleo en la central termoeléctrica "Francisco Pérez Ríos".

Justo aquí, se detecta un problema estructural, PEMEX tendrá que ofrecer un combustóleo de menor contenido en azufre o CFE tendrá que implementar nuevos equipos de control de emisiones (como filtros y lavadores de gases) o bien, que la termoeléctrica incorpore tecnologías que la conviertan a gas natural y que la refinería mantenga una suficiente producción para ofertarlo. En sendos casos se requiere de inversión (aunque las empresas generen recursos no son autónomas, deben cuidar los techos de gasto fijados en el presupuesto federal).

El bióxido de carbono se reporta con los gases de efecto invernadero.

Gases efecto invernadero (GEI): Bióxido de carbono (CO_2).

El cambio climático es un tema ineludible en las agendas actuales de colaboración internacional, México suscribió a la Convención Marco de las Naciones Unidas en 1992 y la ratificó en 1993; además firmó el Protocolo de Kioto el 9 de junio de 1998 y lo ratificó en el 2000.

Este fenómeno pone de manifiesto el problema central de las estrategias de desarrollo económico y socioambiental.

Desde 1997 PEMEX emprendió un esfuerzo voluntario para cuantificar sus emisiones de CO_2 en vista de que éste es el GEI más abundante como se presenta en la Tabla 25. Se estima que a partir de 2002 se podrán cuantificar las emisiones de otros GEI como: metano, NO_X, o los clorofluorocarbonatados.

Tabla 25. Emisión de Gases Efecto Invernadero RMH, 2001.

Parámetro contaminante	Ton
CO_2	2,825,726.67
CH_4	661.12
Total	2,826,387.76
CO_2 equivalente	2,839,609.65

Fuente: PEMEX, Subsistema de Información en Seguridad Industrial y Protección Ambiental, 2002.

Los principales generadores de GEI son: PEMEX-Refinación y PEMEX-Exploración y Producción (PEMEX, 2001b).

Entre las acciones que PEMEX realiza para contribuir al control del cambio climático, destaca la creación del "Mercado Interno de Permisos de Emisiones de Carbono", a través de este mecanismo podría obtener ingresos extrapresupuestales vía la comercialización de certificados producto de sus reducciones de CO_2. En dicho mercado participan, entre otros centros de trabajo, sus seis refinerías (Gómez, 2001).

Entre las áreas de oportunidad para reducir en PEMEX las emisiones de CO_2 se ubican los proyectos de eficiencia energética.

Energía

Por la importancia de PEMEX como proveedor y consumidor de combustibles fósiles se ha promovido el uso racional y eficiente de la energía en favor de atenuar sus consecuentes emisiones de CO_2 a la atmósfera, asociadas con el consumo de energía al ser ésta utilizada de forma convencional. **La refinación del aceite crudo consumió la energía equivalente a 7% de los petrolíferos elaborados por PEMEX-Refinación.**

En la RMH, el consumo de combustóleo y gas natural utilizados como combustibles para el proceso y producción de petrolíferos acumulado durante el año 2001, fue de 14,852,005.79 ton que representan un consumo de energía del orden de 157,360,975.50 Gcal (SISPA, 2002).

A nivel internacional se han clasificado geográficamente seis corredores de suministro de refinados. Por sus características, las refinerías mexicanas se asemejan al grupo III denominado Costa Norteamericana del Golfo de México (CNGM) conformado por: Alabama, Arkansas, Carolina del Norte y del Sur, Florida, Georgia, Louisiana, Mississipi, Tennessee y Texas. Este grupo incluye refinerías grandes y antiguas, alimentadas por ductos que manejan crudos procedentes de campos cercanos, cuentan con gas combustible en abundancia para las plantas de proceso y proveen materia prima a la industria petroquímica. Sin embargo, existen desventajas para el SNR, resultantes de diferencias: en la configuración (al tratar residuales), en las características de los crudos, en la composición del mercado y en sus restricciones de calidad (especificaciones ecológicas).

Algunos competidores en el mercado de referencia son: BP, Chevron, Exxon Mobil, Shell, Texaco y Unocal.

Solomon Associates es una compañía estadounidense que evalúa refinerías con base a una configuración operacional e indicadores financieros similares. Solomon ha desarrollando una metodología que permite determinar el Índice de Intensidad Energética (IIE), comparando datos totales de consumo de energía respecto al consumo en estándares internacionales, en la utilización de una unidad de proceso según su poder calorífico durante un período; valores inferiores a cien indican eficiencia. La unidad que se utiliza para estandarizar el poder calorífico al comparar la capacidad de destilación son los barriles de petróleo crudo equivalente (BPCE).

Para el año 2000 la RMH obtuvo un IIE de 105, contra 81 de la líder (PEMEX-Refinación, 2001). Lo anterior indica que no administra eficientemente su energía o bien el rezago tecnológico de sus instalaciones no permite recuperarla. Los trabajos de reconfiguración de procesos se reflejarían en la reducción de puntos en el IIE.

La RMH además de producir petrolíferos, también genera corriente eléctrica, exportando sus excedentes al complejo petroquímico Tula. A diferencia de otras ocasiones en que cubre su déficit de electricidad importándola de la central termoeléctrica Francisco Pérez Ríos; las cantidades acumuladas para el año 2001 se observan en la Tabla 26.

Tabla 26. Balance de energía eléctrica

RMH 2001

	Gcal	kw-hr
Generación	**1,668,984.58**	**681,129,230.00**
Importación	**99,752.67**	**40,710,060.00**
Exportación	**21,029.28**	**8,582,260.00**
Consumo	**1,747,707.97**	**713,257,030.00**

Fuente: PEMEX, Subsistema de Información en Seguridad Industrial y Protección Ambiental, 2002.

Hidrocarburos derramados (y fugas)

A la fecha no hay estudios realizados ni reportes por parte de PEMEX, para las instalaciones o inmediaciones de la RMH o en su área de influencia, en lo referente a:

a) Volumen de líquidos derramados.

b) Derrames provocados por actos de vandalismo.

c) Inventario de suelos contaminados.

d) Superficies restauradas y técnicas de bioremediación para sitios contaminados.

Sin embargo, existe material hemerográfico que señala anomalías tales como tomas clandestinas a ductos (ordeñas), volcaduras de pipas, etc.

Generación de residuos peligrosos

El registro de residuos peligrosos de la refinería queda comprendido en la Tabla 27.

Tabla 27. Tipo y volumen de residuos peligrosos RMH (Ton)

Residuos	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00
Lodos aceitosos	10,000	0	29,000	75,000	45,000	2,500	500
Reciclaje de Catalizadores gastados en cementeras	0	0	0	3,500	1,000	750	350
Manejo y disposición del catalizador de HDR	0	0	0	744	3,400	6,000	2,800
BPC's	0	0	23	0	0	5	0
Reciclaje del desecho ferroso y no ferroso	0	0	3,000	3,900	1,333	298	200

Fuente: RMH. *Evolución de la protección ambiental en la Refinería Miguel Hidalgo*. México, 2001

De los residuos peligrosos generados por las operaciones de RMH a nivel corporativo solo son notificados los catalizadores gastados (envenenados por metales como vanadio). En la tabla 28 se observa que casi el 90% de los residuos peligrosos generados por la RMH es tratado por terceros, el resto es tratado *in situ*. No se cuenta con datos que permitan conocer si otros residuos son transferidos intra PEMEX.

Tabla 28. Manejo de residuos peligrosos RMH
de enero del 01a abril del 2002.

Residuos	Kg.
Inicial	530,000
Final	0
Generación	4,341,993
Tratado In situ	5,563
Tratado por terceros	4,866,430
Reciclaje de Catalizadores gastados en	4,341,993

cementeras	

Fuente: PEMEX, Subsistema de Información en Seguridad Industrial y Protección Ambiental, 2002.

Para manejar adecuadamente los inventarios de residuos sólidos industriales peligrosos se verifica que la caracterización de estos se lleve a cabo aplicando los criterios de la NOM-052-ECOL-93 que establece las características, el listado y los limites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente (DOF, 1993). Mediante un análisis de laboratorio se puede determinar si los constituyentes de un residuo por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico infecciosas, pueden constituir un peligro para la salud.

Tocante a los principales procesos que se emplean en PEMEX-Refinación para tratar residuos *in situ* (Olivares, 1995) :

a. Lodos aceitosos.- originados del retiro de sedimentos en los tanques de almacenamiento de crudo, combustóleo, gasóleo y en las plantas de tratamiento de efluentes; están constituidos por parafinas, asfaltenos, agua y material inorgánico. Este último en pequeña proporción, pero mezclado con hidrocarburos que dificultan su separación.

Son tratados físicamente, la centrifugación permite recuperar el 80% de hidrocarburos, agua y sólidos. Los hidrocarburos se reprocesan, el agua se envía al tratamiento de efluentes y se define la disposición final del residuo practicándole el análisis CRETIB.

b. Lodos blancos.- generados en el tratamiento del agua de abastecimiento, su disposición final se hace en la industria calera; adicionándose a la cal en su manufactura sin que se afecte la calidad del producto ya que no son peligrosos. La dificultad que se enfrenta es su traslado y la baja proporción que puede incorporarse a la cal.

c. Catalizadores agotados.- Provienen de dos plantas de desintegración catalítica de gasóleos pesados; se componen principalmente de sílice - alúmina; al perder la reactividad el catalizador es sustituido por uno nuevo; se dispone del catalizador agotado en plantas cementeras al considerarse no peligroso.

d. Aceites gastados.- proveniente del uso de lubricantes en equipos dinámicos; considerados como peligrosos se busca sean reprocesados por la industria de lubricantes.

Anteriormente, se generaron bifenilos policlorados (BPC's) y lodos plomizos.

Considerados como activos improductivos, los residuos que se desechan encierran valor económico toda vez que pueden ser reusados, reciclados o sometidos a recuperación de materiales secundarios; peyorativamente representan un costo adicional si se considera el deshacerse de manera adecuada de ellos.

En la búsqueda por una mayor competitividad comercial la Industria del cemento en México está quemando residuos peligrosos como combustible alterno en sus hornos, buscando reducir el costo de los combustibles tradicionales, como el combustóleo. Esta estrategia es alentada por un grupo de empresas extranjeras que han hecho del reciclaje de residuos peligrosos un gran negocio y ha encontrado la aceptación de las autoridades ambientales. La industria argumenta que el reciclaje energético de residuos

combustibles es ecológico porque ahorra combustibles fósiles y recursos naturales; sin embargo, la experiencia internacional de esta práctica demuestra lo contrario, es una tecnología sucia que no debe ser transferida a nuestro país, ya que producen nuevos contaminantes, especialmente Productos de Combustión Incompleta (PCI), incluyendo las dioxinas y furanos (cancerígenos), en las emisiones de la tronera. CEMEX Atotonilco, Apaxco y Cruz Azul están quemando residuos tales como: grasa, lodos, hule, lodos blancos, aceites gastados, catalizadores, carbón activado, estopa, trapos, llantas, pañales, papel, plástico, tintas, mascarillas, toner, filtros, sulfato de calcio y solventes (http://www.texascenter.org/publications/spakiln.htm).

Salud ocupacional

Aunque todos los procesos de destilación son cerrados, existe el riesgo por exposiciones tóxicas en caso de fugas en los empaques que sellan las bombas y las conexiones de los ductos a alta presión, derrames o emanaciones.

Las fugas son mejor controladas por los procedimientos de mantenimiento apropiado.

En la RMH existe una unidad médica preventiva, que atiende urgencias en caso de presentarse algún accidente. La Tabla 29 identifica los padecimientos más comunes.

TABLA 29. PRINCIPALES GASES DE RIESGO EN EL AMBIENTE DE TRABAJO

SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS (vapores, humos y polvos)	SALUD OCUPACIONAL (por padecimiento)
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP). Naftas aromáticas y alifáticas (Benceno y monóxido de carbono).	Leucemia (Cáncer a los tejidos que producen glóbulos blancos). Anemia (aplasica) Dermatitis (Desgrasan la piel) .
Vapor de naftas.	*Agudo*.- Causa cefaleas, nauseas y mareos. *Crónico*.- Pérdida de conocimiento.
Hexano.	Afectaciones al Sistema Nervioso Central.
Ácido sulfhídrico. (En la "Alquilación" es usado como catalizador)	*Crónico*.- Irritación, mareos, cefaleas. *Agudo por encima de los límites*.- Depresión del Sistema Nervioso e incluso muerte.
Ácido sulfúrico. Ácido fluorhídrico.	El contacto directo provoca graves lesiones cutáneas y oculares. Daños en el sistema respiratorio (la inhalación de vapores ácidos causa fuerte irritación).
Las fracciones y los combustibles más volátiles. (P. Ej. Gasolina y queroseno)	Neumonía química por la constante aspiración de combustibles de bajo punto de ebullición. Tienen un ligero efecto anestésico, por lo general inversamente proporcional al peso molecular.
Éteres.	Cancerígenos (Existe controversia respecto a que lo sean).
"Polvos" de catalizadores (Contienen metales nobles: Ni, Co, Cr, Cd). La exposición se efectúa al manipular un catalizador agotado o recargado.	Lesión en pulmones y disfunciones en riñón. Además desplazan el calcio de los huesos, retardando el crecimiento.

Fuente: OIT. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. 3era. Ed. Madrid, 1998. p. 78.1-78.33

SEGURIDAD INDUSTRIAL

En su sistema de seguridad la RMH utiliza dos índices: frecuencia y gravedad cuyos valores para 2001 fueron de .18 y 158 respectivamente. Estos índices dan cuenta de los incidentes ocurridos, por negligencia o falta de precaución.

A pesar de que las estadísticas habían venido disminuyendo favorablemente hasta 2000, en 2001 se registraron varios accidentes y un trabajador muerto .

Auditoria Ambiental

A partir de 1992, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) implantó el Programa Nacional de Auditoria Ambiental. También conocido como certificación de Industria Limpia, es un programa voluntario de reducción de riesgo, el cual consiste en un examen metodológico del desempeño en las operaciones industriales, que lleva a las empresas a cumplir cabalmente con la normatividad ambiental mexicana (LGEEPA, Art. 38Bis) (e inclusive se fortalece con

aspectos no reglamentados, pero regulados bajo parámetros internacionales, Ej. Organización Internacional de Normalización (ISO)). Desde 1993 PEMEX ha realizado auditorias ambientales externas en sus distintas instalaciones de manera voluntaria y en coordinación con la PROFEPA.

Como resultado de haber asegurado al 100% el cumplimiento de las 289 recomendaciones derivadas de la auditoria ambiental realizada en 1993, la PROFEPA otorgó el certificado como "Industria Limpia" a la RMH, el 29 de julio de 1998 con vigencia al 28 de julio de 1999; del cual se refrendó su vigencia del 29 de julio de 2000 al 28 de julio del 2002 (RMH, 2001).

Cristalizando gran parte de los esfuerzos realizados en beneficio de las relaciones con la comunidad local.

Sistemas de administración ambiental

El uso de sistemas de gestión ambiental por la industria a lo largo del mundo ha ganado gran popularidad. Como ya se indicó, en México, PEMEX ha desarrollado su propio Sistema Integral de Administración de la Seguridad Industrial y la Protección Ambiental (SIASPA) para las operaciones de producción de la gran variedad de instalaciones, incluye experiencias en el diseño, implantación y desempeño de programas de seguridad en compañías petroleras líderes en el mundo. Como instrumento administrativo, facilita el diagnóstico, la evaluación y la planeación de la seguridad, así como la protección ambiental.

La RMH se autoevalúa de acuerdo con los requisitos del SIASPA, su implantación en el nivel 3 tiene un nivel de cumplimiento al 100% de sus tareas.

En busca de mejores procesos administrativos y del aseguramiento de la calidad, la RMH ha obtenido certificados bajo la norma ISO 9002 para todos sus productos (turbosina, propileno, gasóleo, diesel, magna, etc.) (PEMEX, 2000).

El primer certificado que obtuvo fue por el proceso de fabricación de turbosina bajo las normas: NMX-CC-004:1995 IMNC / ISO 9002:1994; con validez por tres años a partir del 11 de noviembre de 1996. Actualmente la RMH suministra la totalidad de la turbosina empleada en el aeropuerto internacional de la ciudad de México (PEMEX, 1997).

PEMEX tiene también una estrategia de integración con otros sistemas de gestión, pretendiendo la sinergia entre las normas.

A finales del año 2001, la gerencia de la RMH se propuso establecer y mantener un sistema de administración ambiental en apego a las normas: NMX-SSA-001:1998 IMNC / ISO 14001:1996, aplicables a productos, servicios y operaciones de manufactura; sin que a la fecha se cuente con referencias de su implantación.

Inversión en proyectos ambientales

La ejecución del denominado "paquete ecológico" iniciado por PEMEX en 1989 y cuya inversión se estimó en 3,679 millones de nuevos pesos se orientó hacia tres objetivos generales (Viejo, 1994):

1. Eliminar el plomo y aumentar el octanaje de las gasolinas.

2. Producir los aditivos oxigenantes correspondientes.

3. Disminuir el contenido de azufre en el diesel y el combustóleo.

Para ello en la RMH fueron modificadas al proceso las plantas:

- ✓ **MTBE**
- ✓ **TAME**
- ✓ **Hidrodesulfuradora de diesel (HDD)**
- ✓ **Alquilación**
- ✓ **Hidrodesintegradora de residuales (HDR-oil)**
- ✓ **Reformadora (RGC)**

En la Tabla 30 se muestra que la inversión ejercida en proyectos ambientales en la RMH al año 2000 alcanzó un total de $ 178, 900,000.00.

Tabla 30. Inversión en la ejecución de proyectos ambientales RMH (Millones de pesos)

Año	Monto
1994	3.5
1995	8.6
1996	45.5
1997	48.7
1998	30.0
1999	33.8
2000	8.6
Total	178.7

Fuente: RMH. *Evolución de la protección ambiental en la Refinería Miguel Hidalgo*. México, 2001

CONCLUSIONES

1. La RMH no está ajena a su entorno, al evaluar sus impactos económicos, sociales y ambientales, presentes en la zona de influencia, que comprende los municipios de Atitalaquia y Tula, se ha logrado también reflejar la relevancia de la política industrial. La planificación económica esta siendo rebasada y la normatividad ambiental tiene un retraso respecto a los acontecimientos. Al término de esta tesis no se evidenció existencia de algún programa de ordenamiento industrial o desarrollo regional, ni en el orden municipal ni en el estatal. Tampoco se están formando racimos de empresas bien planeados (clusters), que concatenen diversas actividades productivas con efectos multiplicadores sobre ellas. No se puede exigir a ninguna rama económica congruencia con programas sectoriales de industria ausentes. Los planteamientos políticos no hacen sino tratar de racionalizar nociones de economía, aunque exista gran motivación por procurar la prosperidad de la zona.

2. De este modo, la hipótesis se ratifica en parte: si bien el impacto económico de la RMH es positivo, queda en debate su imagen social y el respeto a sus prácticas de conservación al ambiente.

3. Históricamente la refinación ha representado más de la mitad de la producción manufacturera registrada para la zona de influencia. Es imposible escatimar la importancia de la RMH en el cambio estructural de la región a un cuarto de siglo de su existencia. Su dinamismo económico ha impactado en gran medida el crecimiento industrial del Estado de Hidalgo. Ha coadyuvado al logro del desarrollo económico, emergiendo cimientos industriales en la región del VM considerada económicamente deprimida.

4. Sin embargo, aún falta tiempo para que se considere a la RMH como un polo de desarrollo contundente. Sólo una mínima proporción respecto al número total de las empresas de capital privado, radicadas en la zona de influencia, comercializa sus productos o se abastece de sus combustibles aprovechando la reducción de costos por transportación, pese a que haya buena disposición para suministrarlos.

5. Por el hecho de ser paraestatal, se le impone una fuerte carga impositiva, que limita su rentabilidad como negocio.

6. Como industria estratégica, PEMEX-Refinación habrá de cerrar la brecha entre el crecimiento de la demanda interna de petrolíferos y la oferta, haciéndose necesaria la construcción de nuevos trenes de refinación para seguir reduciendo el gasto por importación de gasolina, diesel y combustóleo que representa salida de divisas. Dentro de sus propósitos siempre estará incrementar su rentabilidad ante el reto de procesar crudos más pesados y obtener combustibles limpios.

7. Sin pretender ablandar planteamientos economicistas duros, es necesario comunicar un mensaje: la generación de riqueza no sólo no está reñida con el cuidado ambiental, sino que puede estar en armonía con éste, cuando las políticas económicas definen un marco regulatorio adecuado, y el empresario logra entender su propia conveniencia, en el mediano y largo plazo, al volverse más eficiente y competitivo.

En la zona de influencia, actualmente el proceso de industrialización enfrenta una limitante para su expansión: la dotación de servicios anticipada. Como contraparte, existe insuficiencia de controles como verificación industrial, campañas de monitoreo, etc; y falta de recursos por parte de las autoridades estatales en la materia, el Consejo Estatal de Ecología (COEDE) y la delegación estatal de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), que hagan cumplir con el piso normativo vigente.

8. Atitalaquia y Tula se encuentran entre los municipios que presentan los mayores índices de bienestar, observados en la entidad, originado por las proporciones de PEA ocupada que perciben más de cinco salarios mínimos. La industria manufacturera en la zona de influencia constituye la principal fuente de ingresos, por concepto de salarios y ganancias no agrícolas, en el medio rural; generando un mayor dinamismo al desarrollo económico regional.

9. Pese a lo anterior, hay distorsión en la distribución del ingreso y en las oportunidades de empleo, se ha tendido a favorecer sólo a una pequeña porción de la población nativa, existiendo población rural que se siente poco favorecida o privada del beneficio de lograr un trabajo permanente, dado que la RMH recluta a poca gente de la región; La educación técnica define el perfil de inserción en el mercado de trabajo en las comunidades de origen.

10. Con la inmigración los beneficios de la derrama económica, si bien, se quedan en las distintas localidades de la zona de influencia, lo hacen por efecto del comercio y no de percepciones directas.

Incluso, por la fuerte derrama económica, se considera a la prostitución subproducto de la industrialización en la zona de influencia.

11. Con la finalidad de participar activamente en el proceso de mejoramiento de las condiciones de vida y la infraestructura de las comunidades vecinas, la RMH realiza: donaciones en especie y donativos de recursos en efectivo. El propósito de estas asignaciones es eliminar el prejuicio que tiene la comunidad sobre la instalación industrial, al elevar la calidad de los servicios públicos municipales (a través de caminos, escuelas y hospitales). Infortunadamente la comunidad percibe que se le compensa por recibir un daño ambiental (o soportar la presencia de giros negros) y no como un apoyo.

12. PEMEX es una empresa de alto riesgo, que reconoce el impacto de sus operaciones sobre las comunidades en las que opera. Entre los principales aspectos detectados, destaca la implantación del SIASPA como una fortaleza de esta empresa de gobierno.

13. La RMH junto a la termoeléctrica representan los volúmenes de extracción de agua subterránea más grandes de la región, posiblemente los niveles freáticos se están abatiendo; sin que se hayan encontrado datos que respalden esta aseveración.

14. La RMH emite a la atmósfera contaminantes derivados de la combustión, y también los resultantes de emisiones fugitivas y la

evaporación de hidrocarburos. De las emisiones consignadas, el bióxido de azufre es el contaminante prominente.

La dispersión de los contaminantes atmosféricos no permite diferenciar los humos liberados por la Termoeléctrica o Clarimex, de los de la RMH, dificultando la determinación de las concentraciones de contaminantes consecuencia de la refinación.

Entre las acciones que PEMEX realiza para contribuir al control del cambio climático esta la consecución de mayor eficiencia energética. La RMH da seguimiento a las emisiones de CO_2 en vista de que éste es el gas efecto invernadero más abundante.

15. Por otra parte, el hecho de que los parámetros exigidos en los medios agua y aire actualmente se encuentren dentro de los límites máximos permisibles en los reportes citados de la RMH, no significa que anteriormente se diera una situación similar. Los valores obtenidos en la zona históricamente son insuficientes para representar el comportamiento de los contaminantes.

16. No hay estudios ni reportes realizados por parte de PEMEX para las instalaciones o inmediaciones de la RMH o en su área de influencia, en lo referente a suelos contaminados o hidrocarburos derramados.

PEMEX-Refinación ha logrado que otras industrias aprovechen como insumo lo que ya no utiliza (lodos aceitosos y catalizadores gastados). El manejo óptimo de los residuos

industriales y las sustancias potencialmente peligrosas constituye quizá el punto vulnerable en la prevención de la contaminación en la región.

17. Casi todas las grandes compañías instan e incluso exigen a sus proveedores poseer la certificación ISO 9000. La RMH cuenta con tales certificados para toda su línea de producción, lo cual además de asegurar una mayor productividad puede resultar en una eficaz mercadotecnia. Asimismo, la implantación de la norma ISO 14000 permite una mayor competitividad en una práctica de respeto al ambiente.

18. Sin perjuicio de lo anterior, se estima necesario señalar que la falta de mediciones puntuales y fidedignas sobre los elementos del medio, que estén siendo impactados en el área de influencia, dificulta que las autoridades reconozcan los problemas ambientales y llamen a cuentas a las industrias directamente responsables de afectaciones en vida silvestre, cultivos, salud humana y cambios del estilo de vida.

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

- ✓ ***El desarrollo regional deberá procurar la diversificación del sector manufacturero para que el crecimiento económico de la región no quede subordinado a una actividad única. El gobierno estatal deberá trabajar con promoventes y empresarios privados en proyectos de evaluación técnica, socioeconómica y ambiental para fundamentar la factibilidad y la programación de los diferentes desarrollos industriales. Para convertir el uso de suelo de rural a urbano y de urbano a industrial, se debería determinar su zonificación bajo un Ordenamiento Industrial; con una promoción selectiva de industrias cuyo tamaño les permita absorber gran cantidad de trabajadores (intensivas en mano de obra) y que cuenten tecnologías limpias (o asimilarlas); determinando las potencialidades de cada región mediante algún Programa Estatal de Desarrollo Regional.***
- ✓ En otro ámbito PEMEX deberá establecer un estricto modelo de seguimiento sobre la transparencia en la aplicación de donaciones y donativos, así como diseñar formulas más equitativas al otorgarlos.
- ✓ En las municipalidades debe procurarse un mayor impulso al desarrollo cultural y el deporte como alternativas sanas de esparcimiento.
- ✓ Las autoridades competentes (CNA, COEDE, Consejo Estatal de Agua potable y Alcantarillado) deberán planificar la economía del recurso agua, requiriendo información actualizada sobre disponibilidad y el ordenamiento en la extracción del acuífero VM, así como las descargas de origen industrial, con mayor detalle

para la sustentabilidad ecosistémica del corredor industrial Tepeji-Tula-Atitalaquia-Atotonilco.

- ✓ **Se sugieren monitoreos a los cuerpos receptores de aguas residuales para determinar la permanencia de los contaminantes a fin de darlos a conocer a la población afectada.**
- ✓ **Mejorar la calidad del aire es uno de los desafíos que mas convoca el interés de quienes habitan la zona de influencia declarada como crítica por sus emisiones tóxicas. La circunstancia es compleja debido a que tiene implicaciones de tipo estructural y operativo. Se sugiere: i) Vigilar la prevalecencia de enfermedades pulmonares obstrusivas crónicas en la población de la zona de influencia; ii) Instalar una red automatizada de monitoreo de la calidad del aire en la región, que entregue informes en tiempo real, además de mayor control por parte de las industrias con equipo de monitoreo móvil en las chimeneas (cuyo método de monitoreo se encuentre registrado ante la Entidad Mexicana de Acreditación); iii) Se debe construir un modelo de dispersión que establezca una pluma de transporte de los contaminantes atmosféricos, considerando el viento proveniente del noreste y la reactividad**

química de los contaminantes (P. eje. anhídrido sulfuroso); iv) En relación a la generación de lluvia ácida, se hace necesaria la realización de un número mayor de estudios al respecto (se infiere que existe, según revelan los propios trabajadores de CFE las prendas de vestir se manchan con puntos amarillos que después se convierten en agujeros); v) Establecer un "Inventario de emisiones" que además considere la existencia de otros contaminantes criterio normados (O_3 ó PM_{10}), que no se reportan por parte de las paraestatales y suelen ser importantes para evaluar la calidad del aire.

- ✓ ***Tomando en cuenta el precio de la energía y los costos de capital, se requerirá atención continua en los trabajos de reconfiguración de procesos para lograr alguna meta en la reducción de puntos en el IIE que represente ahorros de energía y dinero.***

- ✓ La RMH deberá poner mayor precaución en las tecnologías alternativas de manejo, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos a fin de programar su minimización (Ej. análisis de ciclo de vida).

- ✓ Las autoridades municipales, estatales y federales ambientales, deben dar a conocer a la población local, si las cementeras están incinerando residuos peligrosos, los volúmenes y tipo de contaminantes que generan, a fin de prevenir padecimientos y que se tengan elementos suficientes para valorar esta práctica

cuando salga publicado la propuesta PROY-NOM-098-ECOL-2000, de tratamiento térmico de los residuos peligrosos; mientras se encuentran mejores alternativas para su disposición final.

- ✓ Las autoridades deben respetar el radio de riesgo de 2 km a la redonda de la RMH al autorizar usos de suelo, licencias de operación, giros comerciales y permisos de construcción, con la finalidad de garantizar la integridad física de la población, acción que se ha comenzado a realizar recientemente. La RMH debe mantener líneas abiertas de comunicación con las comunidades, para compartir información pertinente sobre los riesgos potenciales en seguridad industrial e impacto al ambiente con el fin de asegurar la aceptación de la sociedad y mantener la confianza de las comunidades en las que opera.

Regresar al Indice de la Tesis

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Benítez. *Zona de influencia de la Refinería Miguel Hidalgo.* Informe de investigación IMP / PIMAS; México, enero del 2002; pp 46; Documento inédito.

Arteaga M. y González O. *Identificación de proyectos y análisis de mercado;* UAM-I; México, 1996.

Barrera A., Saldívar A., Rosales P., Ortiz S., Nava M., Aguilar S., Villaseñor E., Ángeles Á. *Índice de sustentabilidad industrial estudio de caso "Refinería Miguel Hidalgo".* Reporte de investigación IMP / PIMAS; México, abril del 2002; pp 79-86.

Barrón Luis y De Remes Alain (Coords.) *Crecer y Conservar. Definiciones para una política ecológica;* Cal y Arena; México, 1996.

Camposortega Sergio. *Población, bienestar y territorio en el Estado de Hidalgo, 1960-19990*; UAH. México, 1997.

Centro de Desarrollo Municipal (CEDEMUN). *Cédula de Información Básica*; México, D.F. 2000.

Chacalo Alicia y Delgado Araceli. *Problemática del medio ambiente*; UAM-AZC; México, 1994. pp 72-73.

Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo organismo autárquico de las Naciones Unidas (CMMAD). *Nuestro futuro común; Informe Brundtland*; copia mimeografiada. 1987.

Comisión Federal de Electricidad (CFE). *Estadísticas por entidad federativa*; México, 2001. pp 8

Comisión Nacional del Agua (CNA). *Condición geohidrológica de los principales acuíferos de la República Mexicana*, Gerencia de Aguas Subterráneas; México D.F. 1997.

CNA. *Los recursos hídricos subterráneos y la disposición de aguas residuales*; VIII curso internacional de OMS-PNUMA-GEMS; México, 1996.

Comisión Nacional de las Zonas Aridas (CONAZA). *La desertificación en el altiplano mexicano*; UACH; México, 1999. pp 126.

Consejo Nacional de Industriales Ecologistas (CONIECO). *NHUMO Ejemplo en la Cumbre de la Tierra;* en El Ecologista Industrial. Revista Bimestral; Ago-Sep 2002 México. pp 16.
Consejo de Recursos Minerales (CRM). *Monografía Geológica-Minera del Estado de Hidalgo*; SEMIP; México, 1992. pp 76-81.

Cubillas C. Blanca, *El impacto de las aguas negras*; Facultad de Ciencias, UNAM; México D.F., 1980. p. 57

Diario Oficial de la Federación (DOF). *Ley Federal de Entidades Paraestatales*; expedida en México, D.F. y publicada el 14 de mayo de 1986.

Diario Oficial de la Federación (DOF). *Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996*; expedida en México, D.F. y publicada el 24 de junio de 1996.

DOF. *Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993*; expedida en México, D.F. y publicada el 5 de octubre de 1993.

DOF. *Norma Oficial Mexicana NOM-085-ECOL-1994*; expedida en México, D.F. y publicada el 2 de Diciembre de1994.

Gómez Ávila Salvador. *El mercado interno de permisos de emisiones de carbono en Petróleos Mexicanos;* en Boletín SIASPA; Año 3, No. 3, México, diciembre 2001; pp 7

Hocking B. Martin. *Handbook of chemical technology & pollution control*; U. de Victoria; British Columbia, Canadá, 1998. p. 587-631.

Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES). *Lista de comprobación y control del contenido de un proyecto.* Citado en Evaluación de tecnologías en la industria de refinación del petróleo. PEMEX-Refinación e IMP. México, 1998. pág. 249-261.

Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). *Estudio epidemiológico del estado de salud de trabajadores de 8 empresas de la industria de la cal y del cemento en el Estado de Hidalgo*; Subdirección en Hidalgo, 1981.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) a. *División Territorial en Hidalgo de 1810 a 1995*; México, 1997; p. 82, 90, 102-103, 154, 174 y 185.

INEGI b. *Destino de la Producción Agropecuaria en el Estado de Hidalgo*; México, 1997; p. 5.

INEGI. *El sector energético en México*; México, 2000. pág. 278.

INEGI. *Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo*; México,1999. p. 209-211, 345-347, 84-85, 523, 529-531 y 536-537.

INEGI. *Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo*; México, 1992; p. 12, 21-25, 29, 64-65.

Iracheta Alfonso. *Sustentabilidad y desarrollo metropolitano*; en Ciudades No. 34 abril-junio de 1997, RNIU, Puebla, México; p. 8.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA); México, 1997; p. 87-89. y su *Reglamento*; México, 2000. SEMARNAP

***Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios*; expedida en México, el 15 de julio de 1992.**

Morales Isidro, Escalante Cecilia, Vargas Rosío. *La formación de la política petrolera en México 1970-1986,* El Colegio de México, 1988. p. 35-46.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) . *Análisis del desempeño ambiental: México*; París, 1998. p. 79-83.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. 3era. Ed. Madrid, 1998. p. 78.1-78.33

Olivares Páez J. Manuel. *Tratamiento y disposición final de residuos en PEMEX-Refinación*; en Memoria del taller de residuos peligrosos en México; INE, 1995. p. 31-35.

Petróleos Mexicanos (PEMEX) a. *Anuario estadístico*; México, 2001; Cuadro 63.

PEMEX b. *Seguridad, salud y medio ambiente*; México, 2001; pág 20.

PEMEX c. *Manual del SIASPA*; DCSIPA; México, 2001.

PEMEX.* El Sistema Integral de Administración de la Seguridad Industrial y la Protección Ambiental *. Revista Ductos No.7; mayo-junio 1998. p. 11.

PEMEX. *Refinería "Miguel Hidalgo"*; Manual de inducción, PEMEX-Refinación; México, 2000. p. 4.

PEMEX. *Refinería Miguel Hidalgo*; PEMEX-Refinación ; México, 1997. pág. 5, 9, 39-47, 22.

PEMEX. *Refinería Miguel Hidalgo*; Subdirección de Transformación Industrial; México, 1990. pág. 5, 35-41.

PEMEX-Refinación. *Plan de Negocios 2002-2010;* México, D.F. septiembre de 2002.

PEMEX-Refinación. Correspondencia personal remitida por la Subdirección de Producción en México, D.F. 2001.

Peña de Paz Francisco. *Uso agrícola de las aguas residuales. ¿Factor de sustentabilidad o de riesgo sanitario?* en González L. Jorge *et al. Agroecología y desarrollo sustentable.* 2° Seminario Internacional de

Agroecología. Universidad Autónoma de Chapingo. México, 1995. p. 313-314.

Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 (PND); Poder Ejecutivo Federal; México, 2001.

RMH. *Evolución de la protección ambiental en la Refinería Miguel Hidalgo*; Refinería Miguel Hidalgo; México, 2001.

Romero, Humberto. *El Valle del Mezquital, México: Estudio de caso*; en Recopilación bibliográfica de la experiencia en el uso de aguas residuales en el Valle del Mezquital, su impacto en la salud y el ambiente. Red Panamericana de Información en Salud Ambiental. Perú, 1998.

ROSAS J. Y RODRÍGUEZ N. *GASOLINAS: EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA DE REFINACIÓN;* OCTANAJE NO. 12; FRANQUICIA PEMEX; JULIO-AGOSTO 1997; P. 21

Ruiz Yolanda. *¿Es posible crecer y respetar el ambiente?*. Artículo publicado en el semanario Expansión del 04-18 sep. del 2002. p. 73-79.

Sato Michéle y Santos José Eduardo dos. *Sinopsis de la Agenda XXI* ; PNUD-SEMARNAP; México, 1997; p. 87.

Schmidheiny Stephan. *Cambiando el rumbo- Una perspectiva global del empresario para el Desarrollo y el Medio Ambiente*. MIT Press – WBCSD; FCE, México, 1992. p. 143

Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP). *Ecoplán del Estado de Hidalgo*; México, 1980.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). *Informe del muestreo para determinar pérdidas causadas por polvos contaminantes.*

Apasco, Atotonilco y Atitalaquia; Dir. Gral. de Sanidad Vegetal; Hidalgo, México, 1975.

Secretaría de Energía (SENER). *Programa sectorial de energía 2001-2006*; México, 2002.

Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). *Programa de Medio Ambiente 1995-2000*; México, 1996. p. 151-156 y 49.

Vargas Pablo y Gutiérrez M. Irma. *Tula: El impacto social del proceso de industrialización;* Centro de Estudios de Población; UAH Pachuca, Hgo. 1989.

Vargas Pablo. *Tula: evaluación del efecto social de un proyecto industrial;* Ciencia y Desarrollo; Vol. XVII, No. 100; CONACYT México sep/oct 1991; p. 90-9.

Vargas Pablo, Vázquez C. Gabriela y Zavala M. Lilia. *La población del Estado de Hidalgo;* Centro de Estudios de Población; UAH Pachuca, Hgo. 1997. p. 34-35.

Viejo Zubicaray Manuel. *El paquete ecológico de PEMEX*; En Internacionalización de costos ambientales, XII Curso sobre planificación energética; Puebla 1994. p. 57-78.

Zavala M. Lilia, *La prostitución como un subproducto de una nueva etapa de industrialización en Tula* en Vargas G. Pablo E. y Gutiérrez M. Irma., *op cit*. 1989. p. 193-217.

- *CARTAS TEMÁTICAS DE INEGI:*

INEGI, *Carta edafológica;* México 1999.

Mapas de Servicios Urbanos del municipio.

- *MEDIOS MAGNÉTICOS*

http://www.atitalaquia.gob.mx/

http://www.energía.gob.mx/energía/temas.htm

http://www.secofi-siem.gob.mx/

http://www.texascenter.org/publications/spakiln.htm ***Documento:*** **Quemando nuestra salud: la incineración de residuos peligrosos en hornos de cemento.** ***Consulta realizada el 26 de junio de 2002.***

http://www.cetis26.edu.mx.

http://www.uttt.edu.mx.

http://www.ssa.gob.mx/nom/022ssa13.html