

20  
2ej

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**



**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA**

**IMPACTO AMBIENTAL EN EL PUERTO INDUSTRIAL  
LAZARO CARDENAS, MICH.**



**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA**

**T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADO EN GEOGRAFIA  
PRESENTA:**

**MARTIN PARRA GARCIA**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# INDICE

	PÁGINA
1. INTRODUCCION . . . . .	1
2. ZONA DE ESTUDIO . . . . .	10
3. MEDIO NATURAL. . . . .	14
3.1. GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES . . . . .	15
3.2. CLIMA . . . . .	17
3.3. HIDROLOGÍA . . . . .	23
3.4. EDAFOLOGÍA . . . . .	25
3.5. VEGETACIÓN . . . . .	26
3.6. OCEANOGRAFÍA . . . . .	26
3.7. USO DEL SUELO . . . . .	28
4. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS . . . . .	31
4.1. CIUDADES . . . . .	31
4.2. INFRAESTRUCTURA URBANA . . . . .	32
4.3. EQUIPAMIENTO URBANO. . . . .	32

	PÁGINA
4.4. ACCESO Y VIALIDAD . . . . .	33
4.5. POBLACIÓN . . . . .	33
4.6. EMPLEO . . . . .	35
4.7. VIVIENDA . . . . .	36
4.8. EDUCACIÓN . . . . .	37
4.9. MIGRACIÓN . . . . .	38
4.10. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (P.E.A.)	39
5. PERFIL INDUSTRIAL . . . . .	41
5.1. AGUA Y ENERGÉTICOS . . . . .	46
6. AGENTES CONTAMINANTES . . . . .	49
6.1. AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES . . . . .	50
6.2. AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES . . . . .	51
6.3. DESECHOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS . . . . .	53
6.4. DESECHOS SÓLIDOS INDUSTRIALES . . . . .	54
6.5. SUELO . . . . .	56
6.6. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA . . . . .	56
6.7. RESEÑA DE ALGUNOS DESASTRES OCASIONADOS POR LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA. . . . .	57

	PÁGINA
6.8. TIPOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA, . . .	59
6.9. FUENTES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS .	64
6.10. CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN EL PUERTO INDUSTRIAL . . . . .	66
6.11. DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRI- COS . . . . .	70
6.12. ZONA DE MAYOR AFECTACIÓN POR CONTAMINAN TES ATMOSFÉRICOS . . . . .	72
 7. IDENTIFICACION DE IMPACTOS AL MEDIO . . . . .	 78
 7.1. IMPACTOS OCASIONADOS AL CREARSE LA Cd. DE LAZARO CÁRDENAS . . . . .	 82
7.2. IMPACTOS GENERADOS POR LA UBICACIÓN DEL PUERTO INDUSTRIAL . . . . .	84
7.3. IMPACTOS DETECTADOS DURANTE LA CONSTRUC CIÓN DEL PUERTO INDUSTRIAL . . . . .	86
7.4. IMPACTOS OCASIONADOS AL ENCAUZAR Y REC- TIFICAR LA CORRIENTE DEL RÍO BALSAS . . .	88
7.5. IMPACTOS AL MEDIO ACUÁTICO . . . . .	89
7.6. IMPACTOS GENERADOS POR CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA . . . . .	91

	PÁGINA
7.7. IMPACTOS GENERADOS POR LOS DESECHOS SÓLIDOS . . . . .	105
8. POSIBLE MODIFICACION CLIMATICA . . . . .	110
8.1. TEORÍAS DE MODIFICACIÓN CLIMÁTICA . . . . .	110
8.2. PARTÍCULAS SUSPENDIDAS . . . . .	112
8.3. GASES . . . . .	117
8.4. OZONO Y RAYOS ULTRAVIOLETA . . . . .	119
9. COMENTARIOS Y SUGERENCIAS FINALES . . . . .	121
BIBLIOGRAFIA . . . . .	126

## INDICE DE PLANOS Y FIGURAS

P L A N O S		PÁGINA
No. 1	MARCO REGIONAL Y MUNICIPAL . . . . .	11
No. 2	ESCENARIO REGIONAL EN 1982 . . . . .	12
No. 3	PUERTO INDUSTRIAL . . . . .	13
No. 4	USO DEL SUELO . . . . .	30
No. 5	PERFIL INDUSTRIAL . . . . .	42
No. 6	AREA SUSCEPTIBLE AL MAYOR RIESGO CONTAMI- NANTE DERIVADO DE LA ACTIVIDAD PORTUARIO- INDUSTRIAL . . . . .	76
No. 7	PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA . . . . .	77

## F I G U R A S

No. 1	DIVERSOS TIPOS DE DISPERSIÓN DE CONTAMI- NANTES . . . . .	74
No. 2	EFFECTO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES AL SA- LIR DE LA CHIMENEA . . . . .	75
No. 3	CÍCLO ENERGÉTICO . . . . .	106
No. 4	MATRIZ DE INTERACCIÓN . . . . .	109
No. 5	EFFECTO DE INVERNADERO, EFFECTO DE LA DIFU- SIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR POR LAS P.S.T.,	113

## I. INTRODUCCION

El Gobierno Mexicano, como un intento más por lograr una mejor distribución de la población y de las actividades económicas, evitando de esta manera que la gente siga desplazándose al centro del país, lugar donde se ubican principalmente las zonas industriales y núcleos consumidores. Por lo costoso que resulta en la actualidad dada la escasez de recursos, energéticos y suelo. Además del alto precio de traslado del insumo para la elaboración, venta y distribución del producto.

Razón por la cual se pone en marcha el Plan Nacional de Desarrollo en 1978, en el que se propone la creación de nuevos polos de desarrollo, considerando ahora los lugares donde se encuentran los recursos, fuentes de energía y población regional. Para este propósito las zonas costeras ofrecen muchas ventajas, por situarse cerca de dichos recursos explotables, ya que dotándolos de la infraestructura necesaria, sería posible procesarlos ahí mismo, además de la compra-venta de productos al extranjero, logrando considerables ahorros.

Los Puertos Industriales surgen después de la Segunda Guerra Mundial, considerando ya los avances y requerimien



tos a futuro. La creciente necesidad de transportar grandes volúmenes de mercancía, obliga a planear estos complejos portuarios.

México los considera en su Plan Nacional de Desarrollo, con carácter de "prioritario" y en febrero de 1979, por Decreto Presidencial se aprueba el Programa para la Creación de Puertos Industriales. Para el país, la construcción de puertos industriales en ambas costas puede significar la ampliación de su industria, modernización de su transporte y la proyección de sus actividades económicas más allá de sus fronteras.

Un puerto industrial es un conjunto planeado y coordinado de instalaciones industriales, portuarias y de servicios urbanos, con la infraestructura necesaria para que la materia prima y producto elaborado tengan acceso directo a la industria y sistemas de distribución. Estos productos facilitan el manejo de grandes volúmenes de carga a costos muy bajos, además de mayor fluidez y eficacia a la correspondencia entre el transporte marítimo y terrestre.

El Puerto Industrial de Lázaro Cárdenas, es uno de los cuatro de reciente creación en México, dada su ubicación favorable de enlace con otros países por el Océano Pacífico

co. En el Puerto de Lázaro Cárdenas hay agua en abundancia, energía eléctrica, un centro urbano e infraestructura aceptable, además de los yacimientos de hierro de Las Truchas, básicos para la instalación de la Industria Siderúrgica - Lázaro Cárdenas - Las Truchas, S.A. (SICARTSA). En 1979 se inician los Planes de Instalación y Desarrollo de este Puerto Industrial.

Así como hay una serie de aspectos favorables, sobre todo por abrir nuevas fuentes de trabajo para la población local. También se debe pensar en las diversas formas de contaminar el medio, generadas al establecerse el Puerto Industrial. Por una parte es benéfica esta nueva fuente de empleos y por otra son preocupantes las afectaciones que pudieran incidir sobre los ecosistemas existentes, incluyendo al elemento humano, imperturbados y en tranquilidad hasta la instalación de SICARTSA, inaugurada en 1976.

Durante la construcción de la presa "La Villita" (1964) y de la carretera (1965), se inicia la interrelación con otros pueblos, y con esto se establecen una serie de cambios paulatinos al antiguo pueblo "Los Llanitos", ahora Cabecera Municipal y Puerto Industrial. Durante la construcción de SICARTSA (1973), llegaron más de 18 000 trabajadores, iniciándose también las obras portuarias, pobla-

ción que se establece en el lugar y que serían después los obreros de SICARTSA.

Al ser nominado Puerto Industrial, el Gobierno Federal - ofreció estímulos para las compañías que se establecieran y rápidamente hubo demanda de instalación, como por ejemplo: FERTIMEX, PEMEX, CFE, Industria Metalmeccánica, Industria Petroquímica, Industria Cementera entre otras, industrias que en su mayoría poseen un elevado potencial contaminante.

El propósito de esta tesis es identificar todos los impactos negativos que se han ido generando a partir del acondicionamiento, obra y operación del Puerto Industrial. Se entiende por "Impacto Negativo", cualquier afectación o deterioro sobre la calidad de vida de la población o de su ecosistema sustentante, provocado por el establecimiento de cualquier obra o acción mal planeada. Dichos Impactos negativos causan efectos en la salud, en el bienestar humano y en el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales. Todos los Impactos negativos aquí identificados son consecuencia de la contaminación ocasionada por las descargas de industrias y núcleos urbanos, en sus diferentes manifestaciones, sean: aguas residuales, desechos sólidos y contaminación atmosférica.

En esta tesis se analiza principalmente la contaminación - atmosférica, por ser el campo en que el autor ha trabajado durante los últimos cuatro años, aunque aceptando que los otros tipos de contaminación (aguas residuales y desechos sólidos principalmente) son primordiales, por lo que también serán considerados en este trabajo.

Es importante hacer estudios geográficos enfocados a la - protección de los ecosistemas contra la contaminación, ya que constituyen una parte de los recursos naturales, que explotados racionalmente proporcionan al hombre beneficios y con esto, una mejor calidad de vida.

La tesis contiene los siguientes capítulos: Medio Natural, Aspectos Socioeconómicos, Perfil Industrial, Agentes Contaminantes, Identificación de Impactos al Medio y una posible Modificación Climática, para lograr la identificación de los impactos adversos. Al final se dan sugerencias, que de llevarse a cabo, garantizarían una mejor armonía entre medio natural - hombre y sistemas industriales productivos. El último capítulo denominado: "Posible Modificación Climática" se incluye como una advertencia de lo que podría llegar a ocurrir de continuar las fuertes descargas de contaminantes a la atmósfera, sin ninguna medida de protección. Efectos muchos de ellos irreversibles quizá, sin saber a

largo plazo lo que va a ocurrir con los ecosistemas naturales, si no se protegen ahora. ¿Por qué no pensar en una posible modificación climática, ocasionada por el alto volumen de contaminantes suspendidos en el aire de éste Puerto Industrial?.

Además de la identificación de Impactos adversos, otros objetivos de este trabajo son:

- a) Establecer la problemática medio-ambiental que prevalece en un puerto industrial, tomando como base el estudio del Medio Natural, identificando las modificaciones ocasionadas por un cambio de uso del suelo portuario y esperando de esto, posibles afectaciones a los ecosistemas naturales.
- b) Analizar las consecuencias inherentes a la transformación de una población rural en un conglomerado industrial. Aquí se establecerá el medio socioeconómico existente de la región.
- c) Determinar cuales son los principales contaminantes, en especial los atmosféricos y su Impacto sobre el paisaje geográfico existente en el Puerto Industrial.

Para la elaboración de este trabajo, se consideraron todos los estudios relativos al puerto (15 en total), en especial los de FIDELAC, CONAPO, SAHOP, CONURBAL, SSA (4), en los trabajos elaborados por la SSA; el autor intervino directamente por pertenecer a dicha institución, realizando pruebas relacionadas con la instalación y operación de la red de monitoreo, recopilando y procesando la información de cada una de las comisiones al lugar.

En la identificación de Impactos por Contaminación Atmosférica, se debe aclarar que al no haber estudios específicos para Lázaro Cárdenas, de este tema, se considera lo anotado en algunos otros realizados en el país, de zonas también contaminadas y tomando en cuenta que la afectación se presenta en cualquier parte que rebase los niveles aceptables de contaminantes atmosféricos. En Lázaro Cárdenas están siendo afectados los ecosistemas naturales, sólo que no ha sido posible cuantificar el daño.

Para la información climatológica, la SARH (observatorio Meteorológico de Tacubaya) facilitó fotocopias de la estación Melchor Ocampo, con los parámetros que contaban de 1960 a 1980, sean: vientos, lluvias, temperaturas, etc. De igual modo, la misma Secretaría facilitó el boletín hidrológico No. 49, Tomos IV y V, 1973. Y de esta manera fue po

sible analizar la hidrología del bajo Río Balsas.

También se consultaron las cartas elaboradas por la SPP, - escala 1:50 000 (6 topográficas) de la región y el Atlas Nacional del Medio Físico, escala 1:1 000 000, 1981. Igualmente se utilizó el mapa de carreteras editado por SAHOP, escala 1:600 000, 1967, de los Estados de Michoacán y Guerrero.

La idea de hacer una tesis del Puerto Industrial Lázaro - Cárdenas, surgió desde la primera comisión realizada a dicho sitio. La tarea consistió en un reconocimiento de la zona, para recopilar información técnica de SICARTSA (principalmente datos físicos de las chimeneas y altura de la capa de mezclado), necesario para echar a andar el Modelo Pasquill por computadora y conocer de esta manera, la dispersión de los contaminantes y áreas de afectación de SICARTSA, FERTIMEX y otras compañías estaban en construcción en aquellos días (finales de 1981).

Después de esa visita, hubo otras cinco más, cada una con tareas específicas que realizar, sobre todo recopilando información y haciendo pruebas con muestreadores de partículas totales suspendidas (PST) y gases, aparatos instalados en puntos estratégicos, con los que se hacían pruebas

horarias de uno o hasta tres días. Las muestras eran llevadas al laboratorio de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente (SSA), donde eran analizadas, para obtener cifras de la proporción de contaminantes existentes en la atmósfera del puerto, pero no fué posible cuantificar las afectaciones a los ecosistemas. Esto se logrará cuando la red de monitoreo quede instalada en forma fija, para que se recopile información diaria.

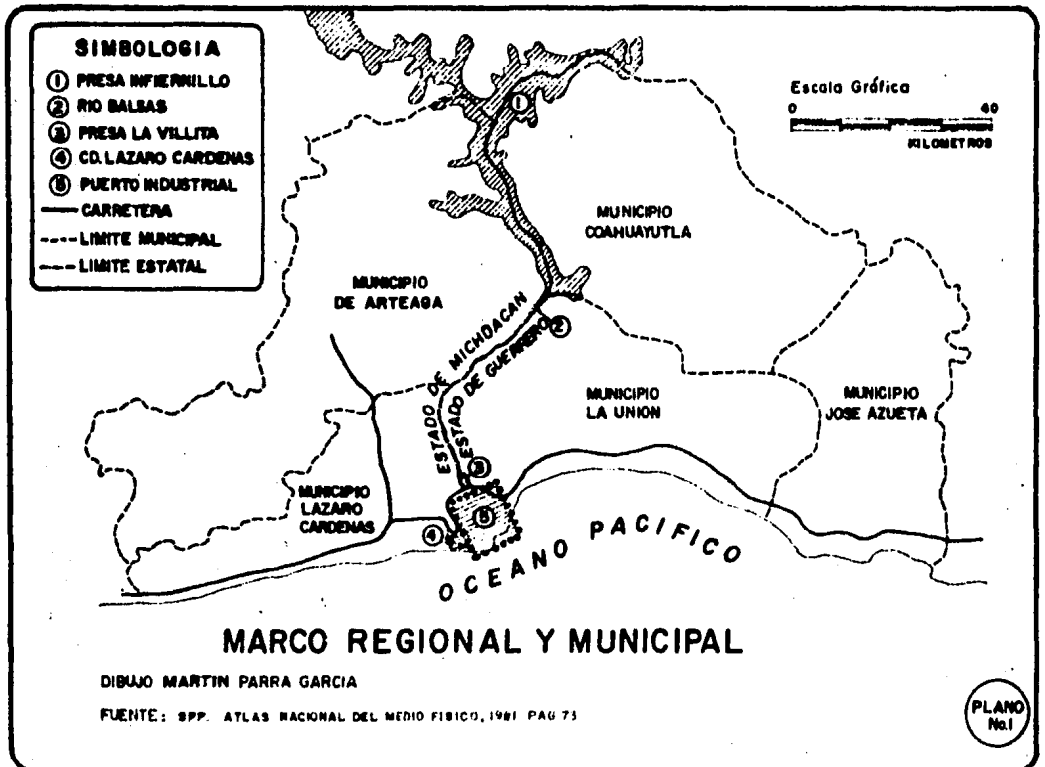
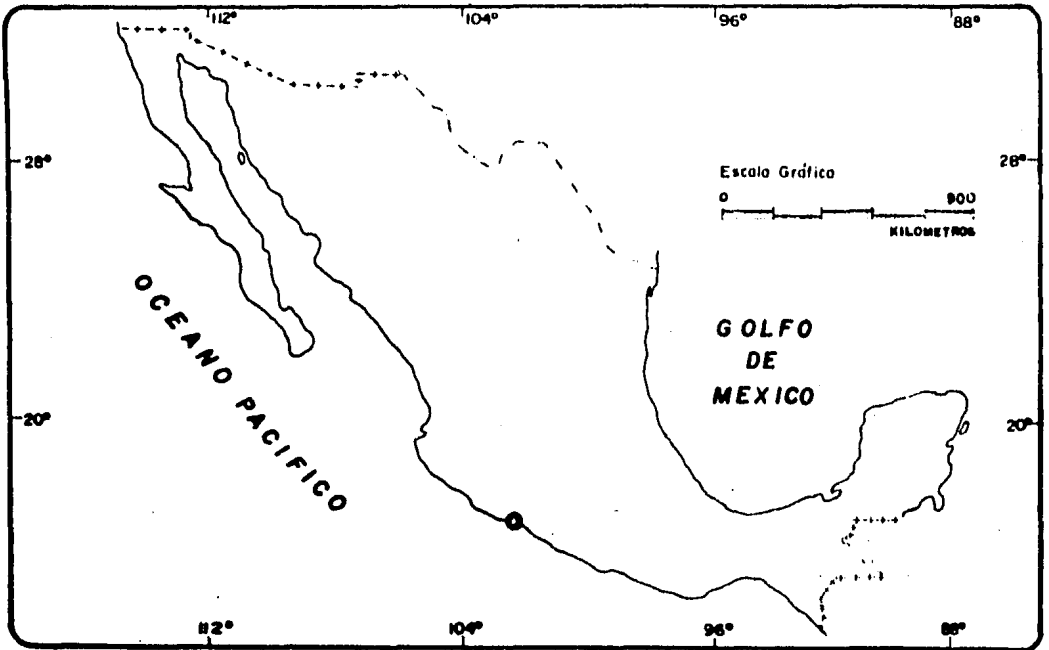


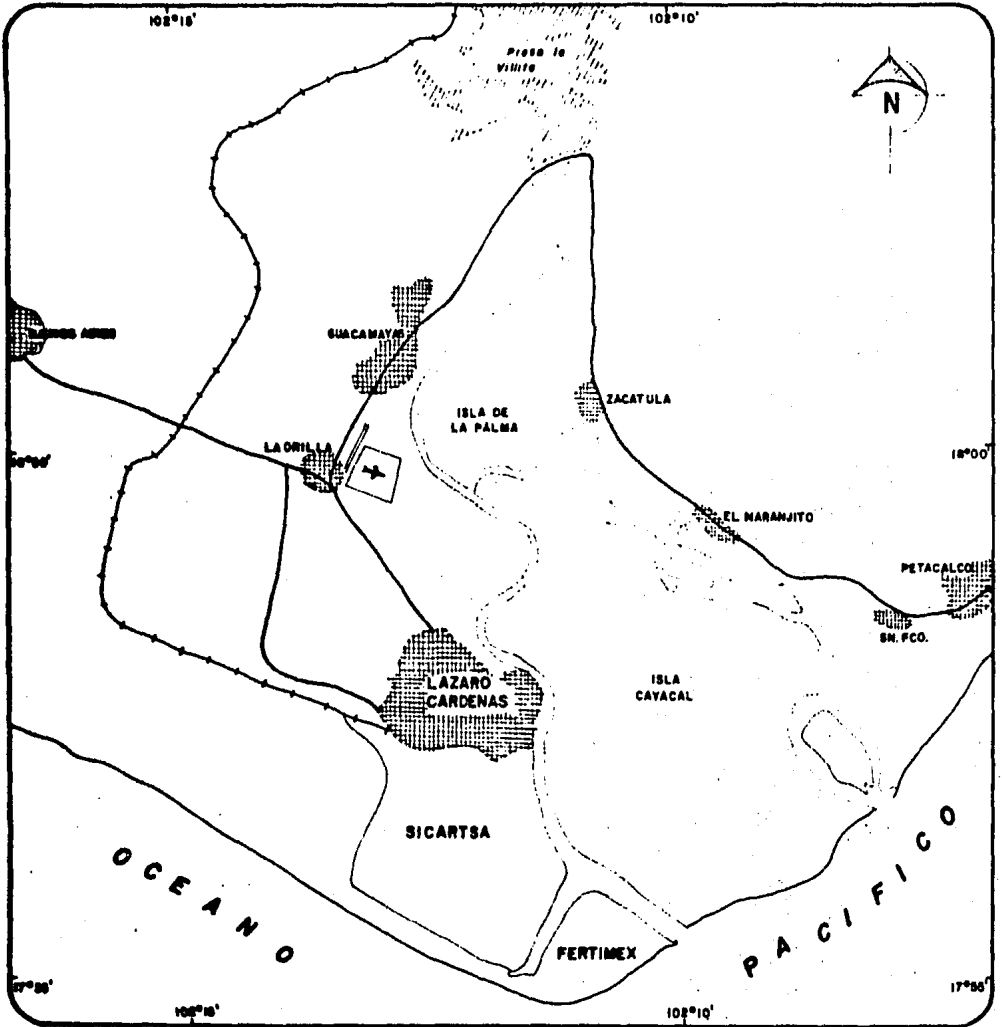
## 2. ZONA DE ESTUDIO

Se considera como zona de influencia del Puerto Industrial, a todos los pueblos o ciudades que de algún modo ven alterada su actividad cotidiana, como consecuencia de la atracción socioeconómica que se ejerce sobre dichas localidades al establecerse dicho puerto.

Se comparte el mismo criterio que el de los estudios: Consultoría Externa (1978), FIDELAC (1978), Guzmán (1973), -- SAHOP (1980) y SSA (1981, 1982 y 1983), en señalar como -- más notable la atracción desplegada directamente sobre cinco municipios principalmente: Arteaga y Lázaro Cárdenas en el Estado de Michoacán; y Coahuayutla, La Unión y José -- Azueta en el Estado de Guerrero. Ocupa una superficie de --  $11\ 600\ \text{Km}^2$  aproximadamente, siendo sus coordenadas extre-- mas:  $17^{\circ}30'$  -  $19^{\circ}45'$  de latitud norte y  $101^{\circ}00'$  -  $102^{\circ}50'$  de longitud oeste.


El Puerto Industrial de Lázaro Cárdenas y su zona de in- - fluencia se localizan en las costas del Océano Pacífico, - entre los límites de los Estados de Michoacán y Guerrero, dentro de los municipios de Lázaro Cárdenas, Mich., y la - Unión, Gro., sobre la margen derecha del Río Balsas, junto a la Ciudad de Lázaro Cárdenas. (Ver los planos No. 1, 2 y 3).



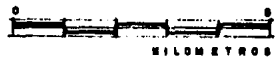


## ESCENARIO REGIONAL EN 1982

### SIMBOLOGIA

-  CARRETERAS
-  FERROCARRIL
-  RIO BALSAS
-  ZONA URBANA

### ESCALA

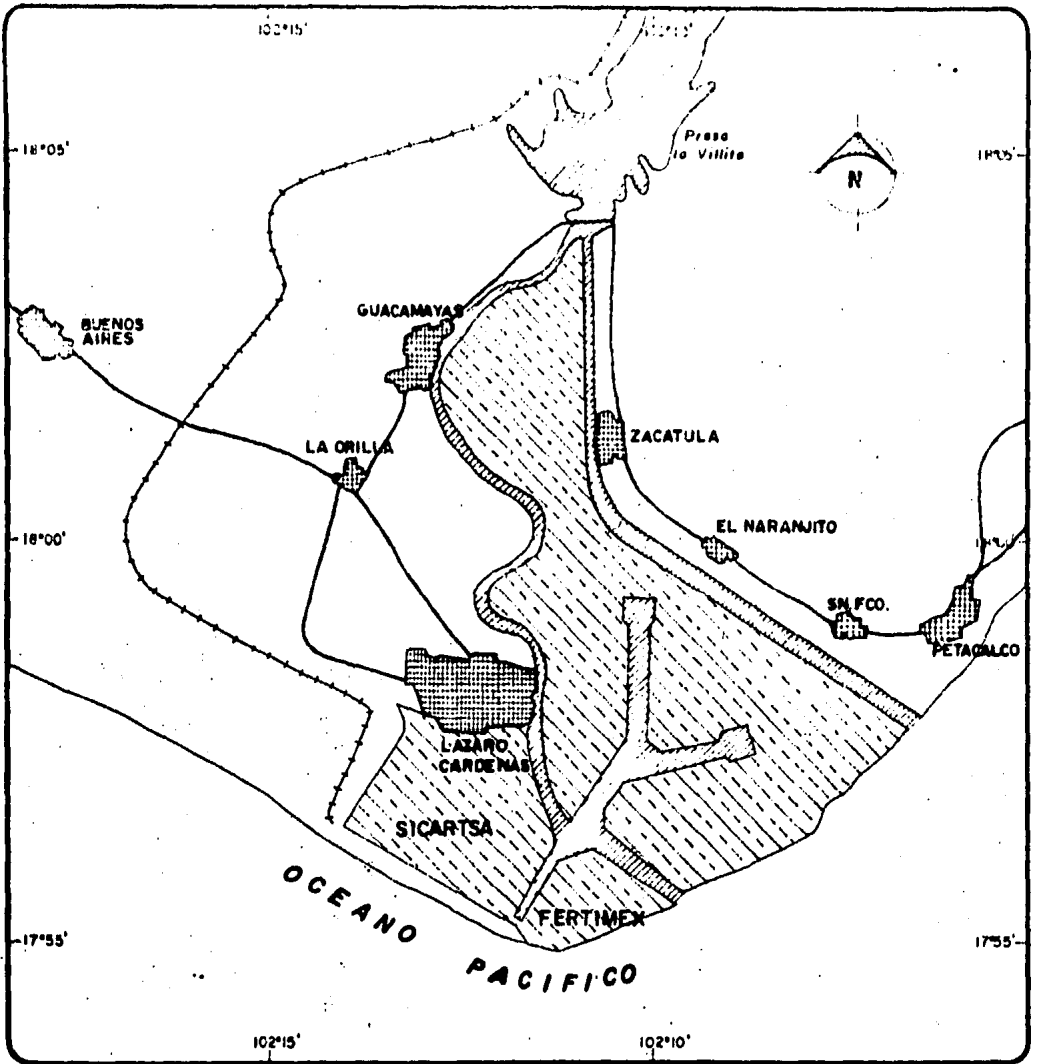


AJUSTO Y DIBUJO:  
MARTIN PARRA GARCIA

PLANO No. 2

PLANO  
No.2

FUENTE: S.D.P. CARTA TOPOGRAFICA LAZARO CARDENAS.

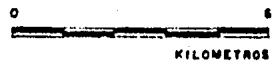


**SIMBOLOGIA**

- CARRETERAS
- FERROCARRIL
- RIO BALSAS
- CANAL DE DESVIACION
- DARSENA
- FUTURO PUERTO INDUSTRIAL
- ZONA URBANA

**PUERTO INDUSTRIAL**

ESCALA



AJUSTADO Y DIBUJADO POR  
MARTIN PARRA GARCIA

FUENTE: PROGRAMA DE PUERTOS INDUSTRIALES  
LAZARO CARDENAS PLAN MAESTRO

PLANO  
No.3

### 3. MEDIO NATURAL

La región donde se ubica el puerto y su área de influencia se encuentra fisiográficamente dentro de las provincias: - Sierra Madre del Sur, Planicie Costera del Pacífico y Depresión del Río Balsas.

El relieve muestra variaciones que van desde el nivel del mar, hasta unos 2000 metros y en algunos casos los supera. Las zonas más altas forman parte de la Sierra Madre del Sur y se encuentran en la parte más distante de la zona de influencia del puerto. Algunas sierras locales son: La de Coalcomán y la del Espinazo del Diablo. El puerto se ubica a una altitud promedio de 27 metros sobre el nivel del mar.

La Planicie Costera del Pacífico es una de las zonas bajas; forma una faja ininterrumpida de planicie litoral que corre paralela con la costa.

La Depresión del Balsas es otra zona baja y por ésta corre el Río del mismo nombre.

### 3.1. GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES.

La SSA (1982, s/p) nos dice que en la Sierra Madre del Sur y sus estribaciones cercanas se distingue la geología, por la formación de dos unidades estratigráficas: La inferior está compuesta de calizas del Jurásico-Cretácico. La formación superior está compuesta de rocas terciarias, principalmente de edad Mioceno-Plioceno, hasta inicios del Cuaternario, compuestas sobre todo de rocas ígneas intrusivas ácidas y extrusivas.

Guzmán (1973, pp. 216-217) considera que la Sierra de Coalcomán y la del Espinazo del Diablo, están constituidas por sedimentos calizos del Cretácico, algunas pizarras intercaladas y material ígneo como andesitas, riolitas y tobas. También nos dice Guzmán: que al iniciarse la construcción de la presa "La Villita", en el lecho del río se encontró una capa gruesa formada por depósitos aluviales café-rojizos poco consolidados, constituidos por fragmentos redondeados de rocas, que en su mayoría son de origen ígneo. En el mismo lecho del río hay una capa más superficial aplanada con un material limo-arenoso con poca arcilla. El estudio de la SAHOP (1980, p.8) nos dice

que el Río Balsas en su cuenca baja corre sobre una formación de calizas Cretácicas con incrustaciones de pizarras intercaladas. Cerca del puerto en zonas cercanas al cauce del río hay areniscas de grano fino o grueso y sedimentos acumulados. Los depósitos de grano grueso están formados de granito alterado, localizándose al oeste del puerto. Los materiales transportados y depositados por el Río Balsas en su desembocadura, son de formación fina, poco plásticos y con problemas de invasión salina, predominando básicamente en las zonas afectadas por las mareas.

La región cuenta con algunos recursos minerales como: oro, plata, cobre, magnetita, plomo, caolín y calizas de diversa calidad.

El recurso más importante de la región es el hierro, sus yacimientos se localizan a unos cinco kilómetros del poblado La Mira, en Las Truchas (ver el plano No. 4). FIDELAC (1978, p.5) cuantificó una reserva superior a los 160 millones de toneladas.

También hay afloramientos de andesita, la cual es aprovechada para la construcción de infraestructura, como banco de material, claramente visible en la cor

tina de la presa "La Villita".

Toda la zona de estudio está cruzada por una falla - que corre con un rumbo NW-SE casi paralela a la costa, su línea de mayor intensidad se localiza a unos 30 kilómetros al noroeste del puerto. Unos kilómetros más al oeste hay otras dos fallas, paralelas a la costa, de menor peligrosidad aparente.\*

Por lo tanto, esta región es sísmica, ha sufrido varios temblores. Factor que deberá considerarse en la fase del proyecto de las instalaciones industriales.

### 3.2. CLIMA

El clima del puerto es caluroso, húmedo-seco (AWo -- (W) ), con lluvias en verano, según la clasificación de Köppen, con modificaciones ajustadas a la República Mexicana por E. García (1973). La temperatura media es de 26° centígrados, con máximas y mínimas de

---

\* SAHOP, Programa de Prevención y Atención de Emergencias Urbanas. Estado de Michoacán, 1982, pp. 76-98. Anexo plano No. 2.



39 y 12° centígrados respectivamente. Su grado de insolación es muy alto, pues su promedio anual es de 207 días despejados. El promedio de humedad relativa es de 69.6%, siendo sus máximos niveles de junio a octubre. La evaporación es de 1779 milímetros anuales, debido al alto contenido de humedad atmosférica. La lluvia se presenta durante el verano y es el mes de septiembre el de más alta precipitación. La lluvia aumenta si está asociada a alguna perturbación tropical. La región del puerto y su entorno presenta un promedio de lluvia acumulada anual de 1200 milímetros, bajo condiciones normales. En época invernal es muy difícil que se presente alguna lluvia, a menos que esté acompañada por el paso de frentes fríos en etapa de disolución, que produce además ligeros descensos de temperatura.

Acerca de los vientos dominantes Jáuregui (1980, p. 14) nos detalla que son principalmente del Oeste y Suroeste (ver la figura de la Rosa de los vientos), comenzando a soplar después del mediodía, con unos 4-5 metros por segundo (m/s) de intensidad. Durante la noche el viento sopla de la tierra al mar a unos 2 m/s) de velocidad; incide de esta manera hasta las 10 y 11 de la mañana, cuando toman fuerza los

**CLASIFICACION DE LA ATMOSFERA  
SEGUN SU ESTABILIDAD CONFORME AL  
CRITERIO DE PASQUILL**

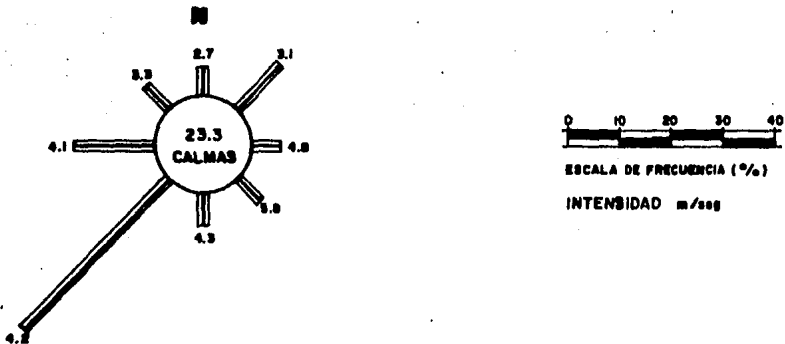
VELOCIDAD DEL VIENTO A 10 M. (m/seg)	DIA (RADIACION SOLAR INCIDENTE)			NOCHE (CUBIERTA DE NUBES)	
	FUERTE	MODERADA	DEBIL	$\geq 4/8$	$< 3/8$
$< 2$	A	A-B	B	-	-
2 - 3	A - B	B	C	E	F
3 - 5	B	B-C	D	D	D
5 - 6	C	C-D	D	D	D
$> 6$	C	D	D	D	D

LA RADIACION SOLAR ES FUERTE CUANDO LA ALTURA DEL SOL ES  $\geq 60^\circ$ , ES MODERADA SI ESTA COMPRENDIDA ENTRE LOS  $35^\circ$  y  $60^\circ$ . Y ES DEBIL SI ES INFERIOR A  $35^\circ$ .

FUENTE: PETERING U.S., AIR POLLUTION, No. GRAD HILL, 1974. Pag. 100

TABLA  
No.1

**ROSA DE VIENTOS**



ELABORADO CON INFORMACION DE LA SARH, SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL ESTACION MELCHOR OCAMPO.  
AJUSTADO Y DIBUJADO POR: MARTIN PARRA GARCIA.

vientos del día. El puerto se ve muy afectado en -- cuanto hay calma, pues el humo fumiga toda o gran - parte de la ciudad. Los vientos más intensos son los que se presentan asociados a huracanes con velocidades hasta de 150 kilómetros por hora.

Durante un período de observación de 40 años, se obtuvieron datos de frecuencias ciclónicas, mismos que muestran incidencia de época lluviosa, siendo más -- frecuentes al inicio o al término de dicha temporada; septiembre es mes de mayor presencia, con la llegada de unos once ciclones. Hay que tomar en cuenta que - algunos tocan tierra y otros sólo hacen sentir su - influencia con lluvias temporales.

En Lázaro Cárdenas, por ser un puerto, se conservan ciertas condiciones térmicas notables y de noviembre a mayo hay una elevada frecuencia de cielos despejados, por lo que rara vez se llega a presentar alguna inversión térmica, aunque sí descensos de temperatura, condicionados por la entrada de cuñas o vaguadas polares. Cuando esto ocurre el flujo de vientos de - la tropósfera desciende y puede originar un aumento de nubosidad y hasta lluvias ligeras. Por lo que hace pensar que las condiciones de mezclado son buenas

ayudadas también por la brisa y la topografía local.

### 3.2.1. NIVELES DE ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA.

Es importante estudiar los niveles de estabilidad atmosférica para tener una idea del grado de dispersión y transporte vertical y horizontal que sufrirán los contaminantes emitidos. La capacidad de dispersión del aire está en función de su grado de turbulencia, de modo que mientras más agitación tenga esta capa, mayor capacidad tendrá para diluir los contaminantes atmosféricos.

El modelo de Pasquill considera la estabilidad atmosférica como una función de la velocidad del viento, cobertura de nubes durante día y noche, altura solar o insolación diaria (ver tabla No.1). Dicho modelo engloba de acuerdo a su estabilidad, diferentes niveles: desde la clase A, para la más inestable, hasta la clase F, como la más estable. La estabilidad depende asimismo, de la radiación solar y la intensidad del viento.

Sin la influencia de nubes, la radiación depende de la altura del sol; que a su vez está en fun--

ción de la altitud, hora del día y época del año. Ahora bien, cuando hay una cierta cantidad de nubes de un determinado espesor, se reduce la radiación solar, por lo que se produce en la superficie terrestre y capas atmosféricas próximas, una alteración en la temperatura y con ello, cambios de presión que originarán movimientos de las masas atmosféricas y por consiguiente, de la estabilidad atmosférica.

En la zona de estudio Jáuregui (1980, pp. 14-16), aduce que de enero a julio de 6 a 9 de la mañana, prevalece la categoría B, su viento es mayor a los 2 m/s; una vez establecida la brisa (11 a.m.), continúa dominando la inestabilidad B, a partir de las 20 horas y hasta entrada la mañana (10a.m.) la frecuencia de calmas es superior al 60% y es en este tiempo cuando ocurren en el área las condiciones más desfavorables para la difusión de contaminantes atmosféricos, debido a la mínima capacidad de dispersión; por el momento estable del aire y la reducida velocidad del transporte horizontal.

### 3.3. HIDROLOGÍA

Adoptando los datos de SAHOP (1980, p.10), donde nos dicen que el Río Balsas tiene una cuenca de captación de 112 320 km<sup>2</sup>, una longitud en sus corrientes de 720 km., con un escurrimiento anual de 13 860 millones de metros cúbicos por segundo.

La construcción de las presas "Infiernillo" y "Villita", ocasionó algunos efectos al medio, debido a la reducción y control del escurrimiento. Tomando en cuenta la gran actividad futura que habrá en el puerto, la SARH ha proyectado un canal de desvío (ver el plano No. 4), a partir de la caída de agua de la cortina de la presa "La Villita", el cual desembocará al Oeste de Petacalco. El canal deberá soportar el máximo gasto de la obra de diseño de la presa, previendo de esta manera, alguna posible inundación al Puerto Industrial.

Han ocurrido algunas avenidas extraordinarias en el puerto, la mayor registrada al paso por la presa "Infiernillo", en septiembre de 1958, fué de 4671 m<sup>3</sup>/s.\*

\* Fuente: SARH, Boletín Hidrológico No.49, Cuenca del Medio y Bajo Balsas. Tomo V, 1973, pág.IV-02.

cabe destacar que dicha avenida ocurrió con lluvias de carácter ciclónico. Después de la construcción de las presas éstas avenidas quedaron controladas.

### 3.3.1. RIEGO.

El agua para la zona de riego se obtiene de la presa "La Villita". El riego se hace por medio de dos canales: el canal principal es el de la margen derecha, irriga unas 9000 hectáreas (Ha.), el de la izquierda otras 7000. Se ha estimado que la superficie regable por gravedad habrá de limitarse a unas 11 000 ha., pues parte de la tierra del distrito de riego, será destinada a los usos urbanos e industriales. En consecuencia, será suficiente con 18 m<sup>3</sup>/s, que salen de la presa, dedicándose el resto (15 m<sup>3</sup>/s) de agua a la satisfacción de necesidades urbanas e industriales.

Algunos datos geohidrológicos para la zona portuaria y en su entorno, considerando los informes de FIDELAC (1978, p.4) son:

Area de recarga	-	Sierra Madre del Sur
Roca almacenadora	-	Ignea y sedimentaria

Nivel de permeabilidad - Bajo  
 Redes de flujo - Dendríticas

Dependiendo de la cercanía del mar y la pendiente del terreno, se tiene un nivel freático explotable que varía desde los 2 a los 48 metros de profundidad.

### 3.4. EDAFOLOGÍA

De acuerdo a la clasificación FAO-UNESCO, la zona de estudio presenta los siguientes tipos de suelo: Aluvión, Cambisol crómico, Regosol eútrico, Rendzina y Solonchak gleyco. Todos son susceptibles a erosionarse fácilmente. El regosol eútrico es el suelo predominante en la zona. El área del Puerto Industrial se asienta sobre el Cambisol crómico. Los suelos de aluvión son formados por materiales arrastrados y depositados, incluyendo el arrastre laminar del Río Balsas, su principal formador.

En las colinas los suelos son de textura variable, poco permeables y de fertilidad irregular. En los suelos de pendiente mayor al 10% son necesarias las prácticas de conservación.



### 3.5. VEGETACIÓN.

La zona de estudio se localiza como parte de la región Neotropical, entre las provincias que J.

RZEDOWSKI\* cita en su obra como: Costa Pacífica y - Depresión del Balsas.

Los tipos de vegetación predominantes en la región de las partes altas son: Bosque Mixto de Encino, - Selva mediana subcaducifolia, Selva baja caducifolia, Palmar, Tular y Manglar. Además de la vegetación inducida en base a huertos de frutales y agricultura.

### 3.6. OCEANOGRAFÍA.

De acuerdo con el estudio de la SSA (1982, s/p), - las aguas superficiales del puerto manifiestan una, temperatura variable, dependiendo de la época anual, con una media entre los 26.5°C y los 30.5°C, tiene una salinidad entre los 34 y 36 ‰. El PH oscila entre 7.9 y 8.4. El oxígeno disuelto va de los 8 a los 10 microgramos por litro, a nivel superficial

---

\* La Vegetación en México, Ed. Limusa, 1978, pp. 98-99.

y disminuyendo gradualmente conforme aumenta la profundidad.

Las corrientes predominantes para el oleaje local tienen una dirección Noroeste, Oeste y Sureste, alcanzando las olas unos dos metros de altura.

### 3.6.1. MORFOLOGÍA COSTERA.

La característica más sobresaliente de la costa, la constituye el Río Balsas, el cual desemboca en un delta; mismo que se forma a partir de su ramificación, dos kilómetros aguas abajo de la cortina de la presa "La Villita". Debido al aporte fluvial, el delta constituye un proceso de avance del continente hacia el mar. Es un delta de 13 kilómetros de base y 9 km de altura, con unos 60 km<sup>2</sup> de superficie. Las bocas del río tienen una gran inestabilidad por acción del oleaje, corriente litoral y disminución del aporte de sedimentos. El estudio de la SSA (1981, p. 31) afirma que en la zona submarina, las características fisiográficas más importantes señalan que hay un cañón submarino, formado a su vez de una serie de cañones con algunos tributarios mayores.

Destacando el "Cañón de la Necesidad", que termina en la Trinchera Mesoamericana, a unos 110 kilómetros de la costa a una profundidad de 4 600 metros.

### 3.7. USO DEL SUELO.

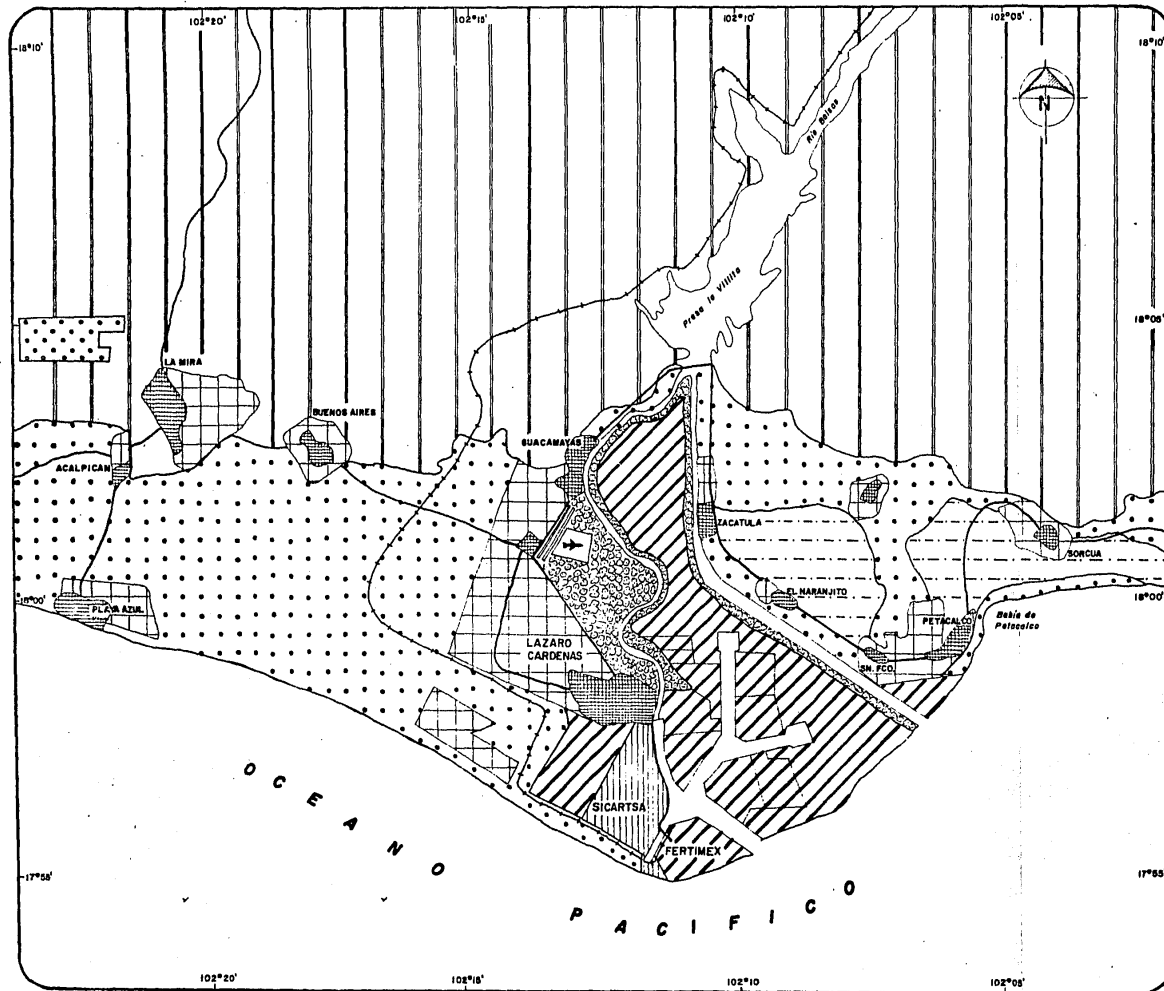
Los terrenos de propiedad federal cubren unas 3 345 Ha., perteneciendo los más importantes a instituciones como SICARTSA, FIDELAC, FERTIMEX y FONDEPORT. - Las tierras de propiedad privada ocupan 4 987 Ha., y los centros de población 1 202 Ha. La zona de riego tiene 15 000 Ha., y la zona dedicada al Puerto Industrial comprende un total de 5 535 Ha., de las cuales 580 serán dedicadas a los canales y dársenas. (ver plano No. 4).

Los terrenos ejidales abarcan la mayoría de las - - áreas del distrito de riego, exceptuando las tierras que ocupan los centros de población. Los terrenos agrícolas de propiedad privada se ubican en los alrededores del poblado El Habillal, Norte y Oeste de Zorcua.
















El cinturón verde, también conocido como Zona de Re

serva Ecológica, es la faja vegetal que rodeará las instalaciones de las industrias portuarias, que después de una serie de ajustes y recortes a dicha -- franja, sólo se le dedica una superficie de 222 Ha.

El propósito de este cinturón es dar seguridad, protección o amortiguamiento ambiental (principalmente del ruido, térmico, viento contaminante, etc.), para la población de la actividad Industrial-Portuaria. Hasta puede usarse como zona de esparcimiento y recreación para los habitantes, considerando medidas protectoras para dicho cinturón vegetal. (ver el -- plano No. 4).



### SIMBOLOGIA

-  ZONA AGROPECUARIA.
-  ZONA INDUSTRIAL.
-  ZONA MINERA.
-  ZONA INDUSTRIAL PORTUARIA (i)
-  ZONA URBANA
-  ZONA DE RESERVA URBANA (i)
-  ZONA DE CULTIVO
-  CANAL DE DESVIACION.
-  DARSENAS.
-  ZONA DE RESERVA ECOLOGICA (i)
-  ZONA PECUARIA.
-  CUERPOS DE AGUA.
-  AEROPUERTO.
-  CARRETERA.
-  FERROCARRIL.

(i) PROPUESTA.

ESCALA



ACONDICIONO Y DIBUJO:  
MARTIN PARRA GARCIA.

### USO DEL SUELO

PLANO No. 4

FUENTE: PROGRAMA DE PLANTAS INDUSTRIALES LAZARDO CARDENAS  
MEXICO 1982

#### 4. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS.

Se iniciarán una serie de comentarios de algunos aspectos socioeconómicos y la importancia que tienen éstos para la región, en la cual el núcleo principal es el Puerto Industrial de Lázaro Cárdenas. Enfocados a lograr un análisis de la problemática que actualmente prevalece en dicha región. A continuación se analiza cada uno de los factores que se consideraron importantes para el análisis global - de dichos aspectos.

##### 4.1. CIUDADES.

Las únicas que podrían considerarse como tales son: Lázaro Cárdenas y Playa Azul, porque reúnen los requisitos básicos dentro del marco regional y de servicios. Hay otros centros poblacionales importantes, como por ejemplo: Guacamayas, que en la actualidad ya está conurbado con Lázaro Cárdenas e integrados socioeconómicamente. Los demás pueblos de la región también crecen rápidamente y como se ve en el plano de Uso del Suelo (No. 4), se les destina una zona - de reserva urbana para futuros usos.

## 4.2. INFRAESTRUCTURA URBANA.

La región cuenta con una red importante de vías de comunicación, las que ubican a Lázaro Cárdenas como uno de los polos mejor comunicados para la competencia en los mercados nacionales o extranjeros. El Puerto se comunica por carretera con:

Cd. Lázaro Cárdenas - Morelia - México.

Cd. Lázaro Cárdenas - Zihuatanejo - Acapulco - México

Cd. Lázaro Cárdenas - Colima - Guadalajara.

Cd. Lázaro Cárdenas - Zihuatanejo - Altamirano - Méx.

También se cuenta con ferrocarril cuya ruta es: México - Acapulco - Zihuatanejo - Lázaro Cárdenas - Colima - Guadalajara. Hay comunicación por carretera pavimentada con todos los pueblos de la región. Hay -- aeropuerto y comunicación por mar.

## 4.3. EQUIPAMIENTO URBANO.

Actualmente se estiman de buena calidad los elementos para equipamiento urbano con que cuenta el Puerto Industrial, como son: Educación, Cultura, Salud, Comercio, Telecomunicaciones, Transportes y Servicios Municipales, entre los más importantes.

#### 4.4. ACCESO Y VIALIDAD.

Los accesos se derivaron de los ya existentes, la mayor parte de movimiento de insumos y productos; así como fuerza laboral entra y sale del puerto por la avenida Lázaro Cárdenas. El flujo vehicular en el acceso al Puerto Industrial en horas pico, se estima en 4 902 vehículos por hora. Y unos 2 000 por hora durante el resto del día.

SICARTSA también utiliza para el transporte de materia prima de la mina de hierro y roca caliza, la carretera de libramiento que pasa por donde está la sede del 44 avo. Batallón de Infantería, por el oeste de la ciudad. (ver el plano de uso del suelo).

#### 4.5. POBLACIÓN.

La región de estudio ha manifestado grandes movimientos poblacionales desde 1950, tiempo en que tenía una población ligeramente mayor a los 4 000 habitantes, unos 7 000 en 1960, hasta el último año censal en el que se registró una población mayor a las 80 000 personas. El comportamiento demográfico de la región en la última década resulta notorio, pues



según estimaciones la población se acercaba a los 70 000 en 1975, lo que implica un crecimiento anual mayor al 26% a partir de 1970. Así, de éste modo, se hace notoria la tasa poblacional tan elevada en la década 1970-1980, la que constituye un fiel reflejo del acelerado poblamiento durante la construcción de SICARTSA y otras instalaciones del Puerto Industrial.

TABLA No. 2  
TABLA DE POBLACIÓN EN LA REGIÓN

<u>A Ñ O</u>	<u>HABITANTES</u>
1950	4 169
1960	6 898
1970	20 137
1980	80 778

Fuente: CONAPO, 1982, págs, 3-92.

Del censo de 1980, se distinguen porcentajes muy marcados en población joven, como se muestra en el siguiente cuadro.

TABLA No. 3

<u>POBLACIÓN</u>	<u>A Ñ O S</u>	<u>PORCENTAJE</u>
Infantil	0 - 14	48.93
Joven	15 - 29	26.07
Madura	30 - 59	21.24
Senil	60 - 85 o más	3.76

De lo que se desprende que posee una población predominantemente joven, ya que casi la mitad de ella está en edad escolar, una cuarta parte está potencialmente en edad de trabajar, descendiendo un poco el porcentaje de pobladores en edad madura.

TABLA No. 4  
PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN LA REGIÓN

<u>AÑOS</u>	<u>HABITANTES</u>
1985	148 546
1990	227 771
1995	316 138
2000	409 377

Fuente: CONAPO, 1982, págs. 3-120.

#### 4.6. EMPLEO.

En el Puerto Industrial se van a generar para el año 2000, 74 331 empleos de la actividad Industrial-Portuaria, también se estarán generando en la construcción del Puerto Industrial en sus diferentes etapas, en la Tabla No. 5, se enlista la generación de empleos en la actividad industrial-Portuaria, y como consecuencia del mismo los de la construcción.

Para saber cuantos empleos se van a producir en forma indirecta en el sector terciario, se va a considerar el criterio expuesto en el estudio de la SSA (1983, DIAGNOSTICO...pp. 122-123) que dice: "Finalmente para calcular los empleos indirectos, se han considerado que de acuerdo con indicadores naciona-

les e internacionales, por cada empleo en el Puerto Industrial se generarán 1.5 empleos en el sector -- terciario"; por lo tanto de los 74 331 empleos en -- operación se le adicionan 111 496 indirectos. Lo -- que dá un total de 216 911 empleos para el año 2000. Y al terminarse la fase de construcción portuaria, -- se reducirán ligeramente por ser empleos temporales. En la siguiente Tabla se aprecia como se van generando los empleos hasta el año 2000.

TABLA No. 5  
GENERACIÓN DE EMPLEOS HASTA EL AÑO 2000

AÑO	OPERACIÓN		TOTAL
	INDUSTRIAL - PORTUARIA		
1981	1 077	4 583	5 660
1985	8 228	23 273	31 501
1990	24 621	10 983	35 604
1995	39 422	16 930	56 352
2000	74 331	31 084	105 352

Fuente: Proyecto EDP - CONAPO, 1982, pág. 3-53.

#### 4.7. VIVIENDA

La población llega a la región más rápido que lo que aumenta la construcción de viviendas, por lo que hay demanda, ocasionando especulación en el valor y cos-

to del suelo, asimismo, en las viviendas construídas. De las 11 888 viviendas registradas en el censo de 1980, el 65% son de uno o dos cuartos, en los que predomina la ocupación de 3, 4 o hasta 5 personas por habitación. Del total de las viviendas 43% tienen techos de lámina de cartón o metálica, palma, madera o asbesto. El 50% tiene loza de concreto. Con respecto a las paredes predominan las de madera y tabique, con un 74% de pisos hechos con cemento.

Para que se solucione la demanda de vivienda, se deberán construir unas 1500 anuales, considerando el desarrollo actual.

#### 4.8. EDUCACIÓN

En la región se nota un bajo nivel educacional, pues de los 63 846 habitantes que hay de 6 años o más, sólo el 39.4% tienen educación escolar, de los cuales el 15.2% están en primaria, el 22.0% están estudiando o tienen secundaria y sólo el 2.2% cuenta con educación superior. Por lo que se desprende que no toda la población infantil, asiste a escuela primaria o secundaria; la gente adulta no estudia por tener que trabajar y muchos sólo saben leer y escribir, otros

ni eso pues el 23% de la población es analfabeta.

#### 4.9. MIGRACIÓN

Los movimientos poblacionales de llegada fueron muy fuertes en la década pasada, en busca de un mejoramiento de su calidad de vida.

Las causas más comunes para que la población emigre de su lugar de origen, son:

- En busca de mejores salarios
- Por problemas familiares
- Falta de locales para estudiar
- Otras causas

Entre los estados que más gente aportaron por orden de importancia, están: Otras partes del Estado de - Michoacán, Guerrero, Distrito Federal, México, Jalisco, Guanajuato, Veracruz y Colima.

Incluso han llegado a trabajar al Puerto Industrial, algunos extranjeros.

La población que sale de la región, lo hace a ciudades más grandes que ofrecen mayor diversidad de ac-

tividad y competencia, a las ciudades que más emigran son: Acapulco, Zihuatanejo, Morelia y México.

#### 4.10. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (P.E.A.)

La situación en 1980 refleja unos patrones de actividad económica que presentan un mayor grado de normalidad con respecto a los prevalecientes en el país. El sector primario ocupa el 34% de la P.E.A., el secundario el 30%, en su mayoría constituido por operarios de SICARTSA, por obreros y empleados dedicados a las obras portuario-industriales correspondientes. El sector terciario cubre el 36% restante, habiendo disminuído mucho respecto a la proporción que representara la población activa residente en la localidad, durante la primera etapa de la construcción de SICARTSA

Considerando la división de la actividad económica que hace FIDELAC (1978, p.14), en su estudio se presentan a cada uno de los sectores y su dedicación principal.

##### SECTOR PRIMARIO

Cultivos de copra, maíz, frijol, sorgo, ajonjolí, cí

tricos, coco, frutas (principalmente plátanos, tam  
rindo, mango, guanábana y guayaba).

Pesca de tiburón, ostión, lapa, langosta, huachinango, mojarra.

Minería: Hierro, oro, plata, cobre y magnetita.

#### SECTOR SECUNDARIO

SICARTSA 1a. etapa - lingotes, alambrón, varilla,  
otros.

FERTIMEX, 1982 - construcción.

Ind. de la construcción - varios.

Ind. varias - mosaico, material de construcción, muebles, frigoríficos y otros.

#### SECTOR TERCIARIO

Comercio, automotriz, materiales diversos, alimentos,  
ropa, zapatos, abarrotos, otros.

Banca - Banamex, Bancomer, Banco Mexicano del Sur,  
Banrural, Banco de México.

Servicios municipales y coyunturales.

## 5. PERFIL INDUSTRIAL

El Puerto Industrial se asentará básicamente sobre las Islas del Cayacal y de la Palma, lo que representará una extensión de 4 123 Ha.; con esto la superficie total para el desarrollo industrial, incluyendo los espacios ya ocupados será de 5 535 Ha., de las cuales 580 corresponden a los canales y dársenas.

Las instalaciones de SICARTSA, FERTIMEX y la terminal de carga de la SCT, son las primeras de todo el complejo portuario-industrial. (Plano No.5).

Para el desarrollo total del Puerto Industrial, se han considerado tres etapas, adoptando el plan de la Coordinación General de Puertos Industriales.

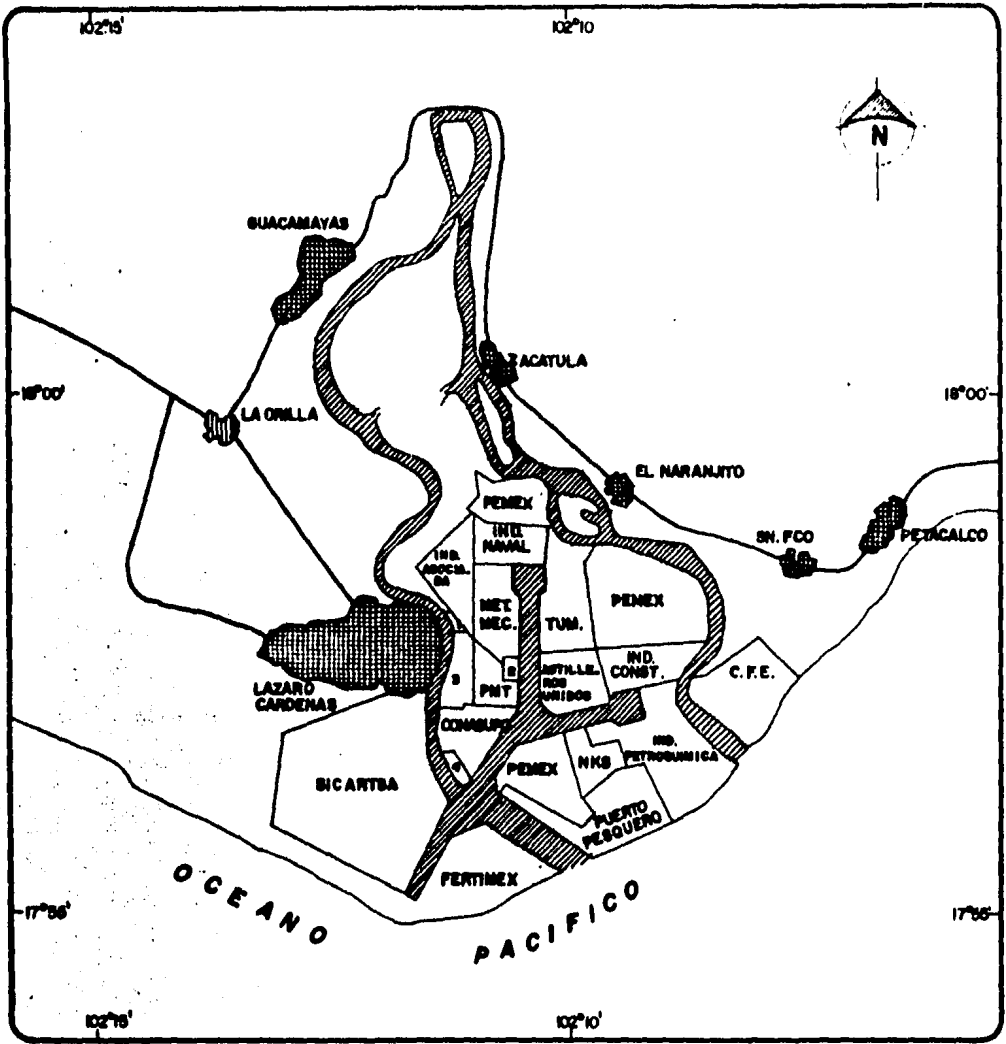
Primera Etapa      1983 - 1990

Segunda Etapa      1991 - 2000

Tercera Etapa      2001 - 2010





Durante la primera etapa, se espera la construcción de las instalaciones industriales e infraestructura necesaria para el buen funcionamiento del Puerto Industrial.





## PERFIL INDUSTRIAL

### SIMBOLOGIA

- |   |               |   |                  |
|---|---------------|---|------------------|
|  | CARRETERA     | 1 | CET. DEL MAR     |
|  | ZONAS URBANAS | 2 | CEMENTOS ANAHUAC |
|  | DARSENAS      | 3 | SECC. DE MARINA  |
|  | RIO BALSAS    | 4 | ADMINISTRACION   |

### ESCALA



AJUSTO Y DIBUJO  
MARTIN PARRA GARCIA

PLANO  
No.5

FUENTE: DIAGNOSTICO INTEGRAL DE SALUD EN EL PUERTO INDUSTRIAL  
LAZARO CARDENAS, 1963 PAB.116

En la segunda etapa se tomará en cuenta el desarrollo de la primera, y en esta se incluyen las áreas por asignar ubicando industrias como la Marítima y Naval, así como manufacturera de apoyo (mediana y ligera) que permitirá la diversificación industrial e integración económica de la zona portuaria.

Con el desarrollo de la tercera etapa, se le integran las 3 251 Ha., que se contemplan para uso industrial neto en el Puerto, incorporándose las industrias petroquímicas, de construcción y de servicios. SICARTSA es la única industria actualmente en actividad, sus productos principales son: varilla corrugada, perfiles laminados, planchas y perfiles pesados.

Requiriendo como materia prima para su realización "pellets" de hierro, carbón, caliza, coque y dolomita.

Actualmente está en construcción la planta de FERTIMEX, que producirá fertilizantes nitrogenados y fosfatos a partir de urea y roca fosfórica.

De manera general, la información que se tiene acerca de las empresas instaladas y por instalar en el Puerto Industrial de Lázaro Cárdenas, se presentan en la siguiente tabla:

TABLA No. 6

<u>EMPRESA</u>	<u>G I R O</u>	<u>PRODUCCIÓN</u>
SICARTSA	SIDERURGICA	1.35 Millones de ton. año-acero.
FERTIMEX	FERTILIZANTES	Acido fosfórico 2000 tons/año. Fosfato diamónico 275 000 tons/año. Superfosfato triple 150 000 tons/año Nitrate de amonio 4000 000 tons/año. Fórmulas Complejas 536 000 tons/año
N. K. S. (Nafinsa, Kovex y Sidermex)	METALURGIA	Piezas de función - piezas forjadas, pie- zas de parlería, equipo ensamblado.
P. M. T. (Productora Mexicana de Tubería)	FABRICAR, EN- SAMBLAR, COM- PRAR TUBERIA DE ACERO SOL- DADO DE GRAN DIAMETRO.	Tubería de acero sol- dado de gran diámetro.
C E L A S A Construcción y equipo Latino- americano, S.A.	PAILERIA	Construcciones de equipo de servicio ligero para industrias. Tubos, vigas, pailerías estructuras.
T.M.M. (Transportación Marítima Mexi- cana).	TRANSPORTES LI- QUIDOS A GRANEL	Transporte de 150 000 tons/año de productos varios.

PUERTO PESQUERO	ALIMENTARIO	Producción de harina de pescado y enlatados.
ASTILLEROS UNIDOS.	REPARACION Y CONSTRUCCION DE BARCOS.	4 Barcos-año de 250 metros de eslora y hasta 120 000 tons.
CONASUPO	ALIMENTOS Y ALMACEN.	Sólo es terminal de granos.
PEMEX	ALMACEN Y DISTRIBUCION	Planta criogénica para amoniaco. Almacenaje y distribución de productos petroquímicos.
CEMENTOS ANAHUAC, S.A.	CEMENTERA	Producción de cementos y similares.
T.U.M. (Terminal de usos múltiples)		Terminal de usos múltiples.
LATEX DISTRIBUIDORA.	QUIMICA	Producción de latex y similares.
WALSEN IRLE	ASTILLEROS REPARACION DE BUQUES DE ALTURA	
CIA.SIDERURGICA DE GUADALAJARA	PROCESAMIENTO DE CHATARRA Y FIERRO ESPONJA	
TATSA CONSTRUCTORA.	FABRICACION DE PREESFORZADOS PRETENZADOS. FABRICACION DE -PREMEZCLADOS Y MEZCLA ASFALTICA	

ALMACENES NACIO  
NALES DE DEPOSI  
TO, S.A.

BODEGAS DE ALMACE  
NAMIENTO.

C. F. E.

GENERACION Y TRANS  
FORMACION DE ENER  
GIA ELECTRICA.

BASE NAVAL

ESCUELA TECNICA  
PESQUERA

EDUCACION TECNICA.

FUENTE: S.S.A., Diagnóstico Integral de Salud en el Puerto Industrial Lázaro Cárdenas, Pág. 114-116.

## 5.1. AGUA Y ENERGÉTICOS.

En Lázaro Cárdenas, tanto el área industrial como la urbana obtienen el suministro de agua del Río Balsas.

A raíz de la construcción de la presa "La Villita", el gasto de agua fue regulado a  $33 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , para uso urbano e industrial. El uso urbano de agua en este año (1984) es de 246 litros por segundo (1/seg.).

El abastecimiento a la potabilizadora de Lázaro Cárdenas, se hace por un canal a cielo abierto de dudosa calidad del agua, el abastecimiento a Guacamayas

se hace del mismo canal y de pozos.

Habrá que considerar un aumento de la demanda de - -  
agua para cada año que pase. Con el resto del agua,  
el Complejo Industrial cubrir  perfectamente sus ne-  
cesidades de consumo.

El energético con que se moverán las industrias, se-  
r  la energía eléctrica, gas natural, combustóleo y  
diesel, siendo la eléctrica la que tendrá mayor de--  
manda de uso.

Actualmente la Ciudad de Lázaro Cárdenas y sus zonas  
industriales obtienen el suministro de energía eléc-  
trica de las plantas "Infiernillo" y "Villita", de -  
la primera parcialmente y de la segunda en su totali-  
dad.

Ante la creciente necesidad de energía eléctrica, se  
tiene programada la construcción de una planta termo-  
eléctrica con una capacidad generadora de 350 Mega--  
wats cada una. Estas plantas operarán mediante com--  
bust leo.

La entrada y salida de insumos y productos elabora-

dos, se hará por la vía que más convenga, pués dada la infraestructura existente es posible. Aunque la más usual será el ferrocarril, barco o por carretera, dependiendo donde se localice el supuesto mercado consumidor.

## 6. AGENTES CONTAMINANTES.

El desarrollo científico y tecnológico trae como consecuencia un mayor índice de bienestar al hombre, quien ha venido modificando su hábitat, sometiendo gradualmente a la naturaleza en la incesante búsqueda de sus satisfactores, de tal manera que en su afán de mejorar, se ha ido insensibilizando a las consecuencias de un incontrolado abuso de los recursos. A medida que el ambiente se deteriora ocurre lo mismo con la calidad de vida del hombre.

La contaminación se manifiesta por presencia de sustancias en concentraciones más altas que los niveles normales aceptables, produce efectos dañinos para el hombre, animales, vegetación y bienes materiales. Dichas sustancias pueden ser compuestos naturales, aguas residuales, desechos sólidos o mezclas de productos químicos capaces de permanecer en forma de gases, partículas sólidas o líquidas.

La contaminación del aire proviene de fuentes móviles, fijas o naturales. Y de las emisiones producidas por incineración de basura al aire libre.



Los compuestos con mayor incidencia en la degradación de la atmósfera y afectaciones a todos los seres vivos y materiales de la región son: monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y partículas sólidas en suspensión. Existen diversas formas de contaminar el ambiente como a continuación se irán describiendo.

### 6.1. AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES.

Actualmente todos los poblados de la región presentan un servicio de drenaje y alcantarillado muy deficiente, o hasta nulo.

Lázaro Cárdenas y La Mira, tienen un déficit del 20%, Guacamayas 40% y Playa Azul 68%; las demás localidades no cuentan con el servicio. Lázaro Cárdenas y Guacamayas cuentan con un sistema de tratamiento antes de descargar sus aguas al brazo derecho del Río Balsas.

El resto de localidades no cuentan con ningún tratamiento, por lo que descargan sus aguas residuales directamente a fosas sépticas, sobre el suelo, sobre las calles; muchas de éstas de tierra o a los cuerpos de agua receptores, sea el mar o el Río Balsas.

## 6.2. AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Actualmente SICARTSA da un tratamiento a sus aguas residuales, antes de arrojarlas al mar. Descargando un volumen de  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ . Para 1985 (este año) se unirá FERTIMEX a SICARTSA y serán las instalaciones que más arrojen aguas negras, aunque ambas lo harán con un buen sistema de tratamiento, intentando con esto perjudicar lo menos posible la flora y fauna marina.

Los análisis realizados por la SSA (1983, DIAGNOSTICO...p. 175), de dichas aguas residuales, muestran que contienen los siguientes compuestos:

SICARTSA:  $\text{DBO}_5^*$ , Sulfocianuro, Fenol, Cianuro,  $\text{PH}^{7.8}$ ,  
Amoniacó y Petróleo.

FERTIMEX:  $\text{DBO}$ ,  $\text{PH}^{3.0}$ , Fosfoyeso (suspendido), Sales disueltas, Acido Fosfórico, Fluoruro, Silicatos diluidos, Grasas y Aceites.

A continuación se muestra una tabla de las descargas de agua residual que generará el Complejo Industrial.

---

\* Demanda Bioquímica de Oxígeno.

TABLA No. 7

<u>AÑO</u>	<u>COMPLEJO INDUSTRIAL</u>	<u>DESCARGA m<sup>3</sup>/seg.</u>
1982	SICARTSA	2.00
1985	10 COMPANIAS	3.35
1990	COMPLETO	18.47
2000	COMPLETO	26.70

FUENTE: S.S.A. Diagnóstico Integral de Salud, op.  
Cit. pág. 181.

Aclarando que en el caso de SICARTSA, FERTIMEX y NKS tendrán un sistema de tratamiento.

Astilleros Unidos, Puerto Pesquero, PMT, trabajarán - sin ningún tratamiento a sus aguas.

De las demás industrias, no se cuenta con información. De igual importancia resulta el efecto contaminante - que algunas actividades marítimas tienen sobre los -- cuerpos de agua, entre los que destacan:

- El deslastre.
- Lavado de tanques y bodegas
- Descarga de aguas negras propias de actividades del barco.
- Manejo de residuos, etc.

Dichas actividades se llevan a cabo en las inmediaciones de la playa o dentro de las dársenas, en bodegas y barcos.

Los principales contaminantes que resultan de dicha actividad son: grasas, aceites, materiales orgánicos e inorgánicos.

### 6.3. DESECHOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS

A finales del año de 1982, los desechos recolectados por vía domiciliaria eran llevados a un tiradero ubicado entre la sede del 44avo. Batallón de Infantería y la Colonia de Ferrocarrileros, por la carretera de libramiento al noroeste de Lázaro Cárdenas. Dicho tiradero no cumple las funciones adecuadas como relleno sanitario, además le falta muy poco para llenarse.

La SSA (1983, DISPOSICION... p.8), considera una recolección para este año de 9 462 toneladas, por lo que se supone que dicho reservorio será en poco tiempo insuficiente para soportar el fuerte incremento poblacional que se espera.

En dicho estudio se sugiere la instalación de un relleno sanitario que funcione como es debido. Se escogió una barranca ubicada entre la presa "La Villita" y Guacamayas, considerando el tipo de recolección y el costo del mismo. El sistema de recolección actual es deficiente, por lo que mucha gente en los poblados de la región generalmente deposita su basura en la calle o en el suelo, la queman al aire libre y algunos la entierran o la tiran al río.

#### 6.4. DESECHOS SÓLIDOS INDUSTRIALES.

La SSA (1983, DIAGNOSTICO...p. 174) afirma que actualmente SICARTSA produce unas 75 000 toneladas al mes de desechos sólidos, los que consisten en caliza semicalcinada, lodos, cenizas y polvo. La disposición de éstos desechos se hace de la manera siguiente: La caliza semicalcinada se utiliza como relleno en carreteras interiores, el resto es llevado a una barranca conocida como "El Vaciadero", los lodos son vaciados en un contenedor conocido como presa de colas. Las cenizas y polvos generados durante el proceso que son captados a la misma barranca, pero dichos colectores son muy deficientes y frecuentemente no funcionan, por lo que el polvo y ceniza son emitidos a la atmósfera.

El resto de industrias que formarán parte del complejo industrial están en su fase de construcción.

Para este año (1985) se espera estén funcionando el bloque de industrias de la primera etapa, generando:

FERTIMEX, se estiman emisiones de polvos con altas concentraciones de azufre y fosfatos. Pero en esta industria el desecho principal en pleno funcionamiento, nos dice la SSA (1981, p.31) que será de unas 6 000 toneladas diarias de fosfoyeso, subproducto de la fabricación de ácido fosfórico. Una de las soluciones viables para este desecho, es depositarlo en el fondo del cañón submarino, conocido como "Boca de la Necesidad", cuidando de no afectar la flora y fauna de dicho cañón.

N K S, se esperan unas 1 840 tons./mes de desechos sólidos, principalmente óxidos metálicos, polvos, la drillo, arena, plástico, escoria y desechos de madera y trapo. El lugar de depositación de estos desechos aun no se ha determinado, será conveniente se seleccione lo más adecuado para su disposición.

Astilleros Unidos generará unas 5 tons./año de des--

perdicio de naturaleza férrica y de acero. Para el resto de industrias aun no se tiene información, aunque por su tipo de producción se espera que PEMEX y Cementos Anahuac, sean de las compañías que generarán grandes volúmenes de desechos.

#### 6.5. SUELO.

En el Puerto Industrial y su zona de influencia, el suelo se contamina por uso inadecuado de agroquímicos en la zona agrícola. También se contamina al enterrar basura, depositarla al aire libre o quemarla a cielo abierto. Considerando el tipo específico de basura, podría llegar a presentarse en época lluviosa la lixiviación normal, contaminándose con esto -- las aguas subterráneas.

#### 6.6. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.

Nunca existirá en la atmósfera algún contaminante -- aislado, siempre será una mezcla de ingredientes que varía según el lugar, las condiciones del tiempo, -- época del año y fuentes contaminantes. Con todo esto se considera al contaminante y sus características.

## 6.7. RESEÑA DE ALGUNOS DESASTRES OCASIONADOS POR LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.

El propósito de este estudio, es dar un enfoque primordial a la contaminación atmosférica, aunque aceptando que toda la contaminación en sus diferentes aspectos va implícita en el desarrollo de un Puerto Industrial.

A continuación se exponen algunos ejemplos\* de desastres ocasionados por la contaminación atmosférica en ciudades industriales, intentando con esto, hacer un poco de conciencia en el habitante del Puerto Industrial.

Diciembre de 1930: El Valle de Mosa en Bélgica, sufrió una inversión de temperatura en una superficie de 25 km<sup>2</sup>. Las emanaciones de la industria pesada, - altos hornos, fundición de acero, centrales de energía, hornos de cal, de reducción de zinc, fábricas - de ácido sulfúrico y de abonos artificiales, permanecieron varios días a nivel suelo, al tercer día todos los habitantes de la región empezaron a sufrir - afecciones respiratorias, 60 personas murieron y al

\* Tomados de Perkins 1974, pág. 339-343 y de STERN .  
N. 1976, pág. 131-133.



diluirse la contaminación unas seis mil continuaron gravemente enfermas.

En octubre de 1948 la Ciudad de Donora, Pensilvania, sufrió una inversión térmica acompañada de anticiclón y movilidad nula del aire, ocasionando la acumulación de impurezas hasta alcanzar concentraciones anormales. Esta ciudad tiene industria siderúrgica, así como instalaciones para reducción del zinc, murieron 4 000 personas y unas 6 000 enfermaron gravemente.

En noviembre de 1950 en la Ciudad de Poza Rica, en plena inversión térmica, hubo un escape accidental de sulfuro de hidrógeno, arreglándolo a los 25 minutos, tiempo suficiente para provocar la intoxicación de 320 personas y la muerte a 22.

Diciembre de 1952 en la Ciudad de Londres, la niebla tradicional fue incrementada por un descenso de la presión barométrica y una inversión térmica, los contaminantes industriales y los producidos por la calefacción doméstica permanecieron al nivel del suelo, provocando 4 000 defunciones y muchas personas con lesiones graves.

La Ciudad de Nueva York ha sufrido varios de estos episodios trágicos (noviembre de 1953, 1962, 1966 y enero de 1963), ocasionados por las mismas causas climáticas, sea un descenso de la presión acompañado con inversión térmica, obligando a los contaminantes a permanecer a nivel suelo respirándolos la gente, ocasionando la muerte de 400 personas en 1963 y de 168 en 1966, a la vez que afectó a muchas personas del sistema respiratorio.

En la Ciudad de los Angeles, desde 1940 en cuanto hay inversión térmica, se sienten los efectos de la contaminación atmosférica ocasionada principalmente por los tubos de escape de los automóviles, haciendo toser, estornudar y lagrimear a la gente.

Hay otros ejemplos de desastres como el de octubre de 1953 en Nueva Orleans con 200 heridos y 2 muertos. En Yokohama, 1956 con varios miles de afectados.

## 6.8. TIPOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.

Dadas las características de presencia atmosférica los contaminantes pueden ser primarios o secundarios.

Los contaminantes atmosféricos primarios, son aquellos que entran a la atmósfera sin sufrir ninguna reacción química que modifique su composición, algunos de estos permanecen suspendidos en el aire, se asocian a gotitas de agua o núcleos higroscópicos incrementando su tamaño. Los contaminantes atmosféricos primarios más comunes son:

- P.S.T. (Partículas totales en suspensión), se dividen en polvos, humos, bruma y aerosoles.
- GASES: Principalmente compuestos gaseosos de azufre, nitrógeno, carbono e hidrocarburos en general.

Las P.S.T., son contaminantes que pueden ser sólidos o líquidos. Cuando son partículas sólidas las hay -- submicroscópicas, cuando su diámetro es de 0-10 micras, son muy ligeras y por lo tanto muy volátiles, pueden permanecer en suspensión durante períodos largos y pueden ser inhalados fácilmente por la gente. Las partículas micrométricas son las que tienen un diámetro superior a las 10 micras y por lo tanto más sujetas a la fuerza de gravedad, depositándose en -- cualquier parte, afectando el paisaje, empobreciendo el suelo y deteriorando los bienes materiales.

- El polvo es producido por desintegración mecánica natural o artificial de materia sólida, su diámetro es alrededor de la micra.
- Humos, están constituidos por partículas sólidas y líquidas formadas mediante procesos complicados -- (condensación de vapores sobresaturados, sublimación y reacciones químicas) subsiguientes a las combustiones. Su tamaño es parecido al del polvo.
- Bruma: son gotículas en suspensión de unas 10 micras de diámetro formadas por condensación de vapor sobre ciertas partículas higroscópicas, núcleos de condensación o más raramente por pulverizaciones de agua en la atmósfera.
- Aerosoles: son un producto de la interacción física de los contaminantes sólidos y líquidos, presentándose bajo la forma de suspensiones coloidales, de tal forma y peso que pueden flotar durante determinado tiempo. Su diámetro puede ser de 1 a 50 micras. Un ejemplo de estos aerosoles es el que forma la interacción de partículas ligeras suspendidas.

Otro ejemplo muy común es que salga el hidrocarburo líquido y se acople con alguna partícula de --

hollín de la combustión del automóvil.

Dos de los problemas más serios provocados por los aerosoles en general, son la dispersión y absorción de la luz solar, dando lugar a un efecto de dispersión de la luz proveniente del sol al penetrar en las capas bajas y densas de la atmósfera y a su vez, una segunda dispersión de la luz y calor reirradiado por la superficie caliente de la tierra, con un ligero aumento de temperatura general del lugar.

El otro problema que pueden ocasionar los aerosoles, es que al tener un diámetro cercano a la micra, son susceptibles de ser inhalados por las personas, llegando a ocasionarles problemas en el aparato respiratorio principalmente.

Gases, generalmente son producto de la combustión de actividades domésticas o industriales. El indicador característico de contaminación urbana es el dióxido de azufre. Algunas veces se asocian a él gotitas de agua o núcleos higroscópicos y hasta pueden sufrir algunas reacciones químicas de mezclado.

- Compuestos de azufre, son gases que generalmente penetran en la atmósfera en forma de dióxido de --

azufre ( $\text{SO}_2$ ), se pueden oxidar o hidratar y generar otros compuestos como ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), sulfatos ( $\text{SO}_4$ ), mezclas de diversos óxidos de azufre ( $\text{SO}_x$ ), sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ). El trióxido de azufre en combinación con las gotas de agua dan lugar al compuesto conocido como lluvia ácida. ( $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \text{ --- } \text{H}_2\text{SO}_4$ ).

- Compuestos nitrogenados, este gas generalmente se origina como óxidos de nitrógeno o amoníaco ( $\text{NO}_x$  o  $\text{NH}_3$ ) y mediante ulteriores transformaciones forman mezclas de distintos óxidos de nitrógeno.
- Compuestos de carbono, es fundamentalmente el monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), que puede pasar por oxidación a dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

Este componente natural de la atmósfera, no debe considerarse contaminante a menos que su concentración sobrepase su nivel aceptable.

- Hidrocarburos, los hay procedentes de la combustión incompleta de petróleo y gasolina, del refinado de crudos o de los pulverizadores a presión.

También algunos son introducidos a la atmósfera por la combustión incompleta de combustibles que

contengan carbono, evaporación de gasolinas o pinturas. Algunos de estos productos causan irritaciones y otros son cancerígenos.

Los contaminantes atmosféricos secundarios, también son conocidos como "smog fotoquímico", el cual se forma de la combinación de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno emitidos a la atmósfera de los tubos de escape de los automóviles, refinerías o de chimeneas de las fábricas.

Estos contaminantes se activan químicamente en el aire, reacción en la que participa la energía solar, dando como resultado una mezcla totalmente nueva, pero sumamente perjudicial al hombre y a las plantas.

El ozono y el PAN (Peroxiacetil nitrato) son de los compuestos fotoquímicos más comunes.

## 6.9. FUENTES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS.

Para explicar este punto de las fuentes emisoras del contaminante, habrá necesidad de apoyarse en la Nueva Ley Federal de Protección al Ambiente. (Artículo No. 18, pág. 14-15, 1982). que nos indica como -

considerar dichas fuentes.

1. Naturales: Que incluyen áreas polvosas de terrenos erosionados o secos, emisiones volcánicas y otras semejantes.
2. Artificiales: Son todas aquellas producidas por la acción humana, entre las que se encuentran:
  - Fijas; como fábricas, talleres, termoeléctricas, instalaciones nucleares, refinerías, plantas químicas, construcciones y cualquier otra análoga a las anteriores.
  - Móviles; vehículos automotores de combustión interna, aviones, locomotoras, barcos, motocicletas y similares.
  - Diversas; como la incineración, quema de basura a la intemperie, quema de residuos, uso de explosivos o cualquier otro tipo de combustión que produzca o pudiera producir contaminación.

Suponiendo que para el Puerto Industrial, las fuentes artificiales serán las que impliquen mayor interés a futuro, con muchas posibilidades de que lleguen a producir una contaminación atmosférica severa, dada la actividad industrial y urbana tan comple



ja que vive dicho puerto, además de la práctica de la quema de basura al aire libre y otras incluidas en el inciso de las diversas.

## 6.10. CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN EL PUERTO INDUSTRIAL.

La actividad insutrial del Puerto de Lázaro Cárdenas y su área de influencia, se incrementará mucho durante los próximos años, por lo que cabe pensar que la calidad actual de la atmósfera se modificará en función de la actividad portuaria industrial y urbana.

Las emisiones de la región incluyendo la siderúrgica, la SSA (1983, DIAGNOSTICO... p. 198), ha estimado que son 686 toneladas por día, abarcando todas las actividades y usos; sean urbanos o industriales, cifra que se incrementará notablemente para el período 1986-1990, calculándose que alcanzarán las 762.2 toneladas por día.

A continuación se expone una tabla en la que aparecen las emisiones generadas por la quema de combustible y sus contaminantes en la zona urbana del Puerto Industrial.

TABLA No. 8

PERÍODO	PST	SO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>
T O N E L A D A S P O R D Í A						
1982-85	2.24	3.60	0.05	3.45	0.66	54.55
1986-90	14.81	24.39	0.40	22.45	4.19	377.27

Fuente: SSA, Diagnóstico Integral de Salud, op. cit. pág. 201.

Con el funcionamiento de SICARTSA, se está generando una fuente considerable de emisiones que, dado su tipo de producción son principalmente los gases: dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y partículas suspendidas (PST); principalmente como óxidos de hierro (Fe O<sub>x</sub>), cenizas, escoria y cal.

Las siguientes tablas expresan las emisiones de PST, gases y orgánicos actuales del proceso del cual - - SICARTSA obtiene finalmente su producto.

TABLA No. 9

## INVENTARIO DE EMISIONES DE PARTÍCULAS (PST) DE SICARTSA.

PROCEDIMIENTO	EMISIONES	
	TONELADAS/AÑO SIN CONTROLAR	TONELADAS/AÑO CONTROLADAS
Carbón	2 210	749
Cal	16 370	175
Aglomeración	56 000	560
Operación de fa- bricación de coque	1 686	1 191
Altos hornos	1 686	1 191
HOB	14 755	452
Planta Motriz	25	25
Aceite combustible	292	
Gas natural	32	
Acabado	770	

Tabla elaborada en base a datos obtenidos del Diagnóstico Integral de Salud, op. cit. pág. 190-191.

Como observamos las emisiones sin controlar llegan a 253.2 toneladas por día y sólo 10.85 toneladas por día son controladas.

TABLA No. 10

## INVENTARIO DE EMISIONES GASEOSAS Y ORGÁNICAS DE SICARTSA.

<u>PROCEDIMIENTO</u>	<u>CONTAMINANTE</u>	<u>EMISIONES TONS/AÑO</u>
Operación de	Benzopireno	17
Producción de	Cianuro	139
Coque.	Benceno	370
	Hidrocarburos (excepto benceno)	2 500

corrientes del viento existentes en un momento dado. (ver las figuras 1 y 2). Estas corrientes se desarrollan con mayor fuerza cuando el cielo está despejado y los vientos regionales son leves.

Se presentan problemas especiales en las costas donde pueden cambiar considerablemente la velocidad y dirección del viento, así como su estabilidad. Por ejemplo, el penacho\* de una fábrica, puede ser trasladado tierra adentro por la brisa del mar. También puede alcanzar alturas considerables, ser arrastrado por una corriente de retorno y cambiar la dirección. En caso de no ser afectado el penacho por ningún -- obstáculo, seguirá la dirección del viento normal.

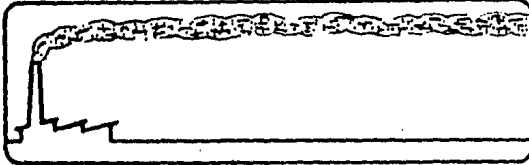
(Ver figura No. 2)

Teniendo los datos físicos de la fuente de emisión y los de la meteorología local, se podrán calcular y definir las concentraciones de contaminantes en la zona fumigada, como lo muestra el plano No. 6. Para lograr este objetivo, se hace necesario el apoyo de un modelo matemático (el de Gauss es de los más usuales), además de considerar los niveles de estabili-

---

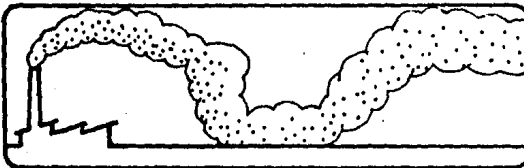
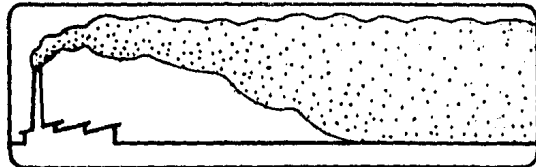
\* En la figura No. 1, se dan ejemplos de los tipos más comunes de penachos o plumas contaminantes, como se les conoce comúnmente.

## DIVERSOS TIPOS DE DISPERSION DE CONTAMINANTES



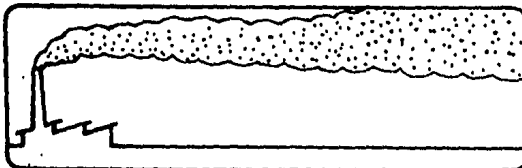
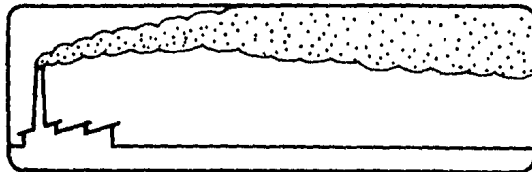
PENACHO EN ABANICO

FUMIGACION



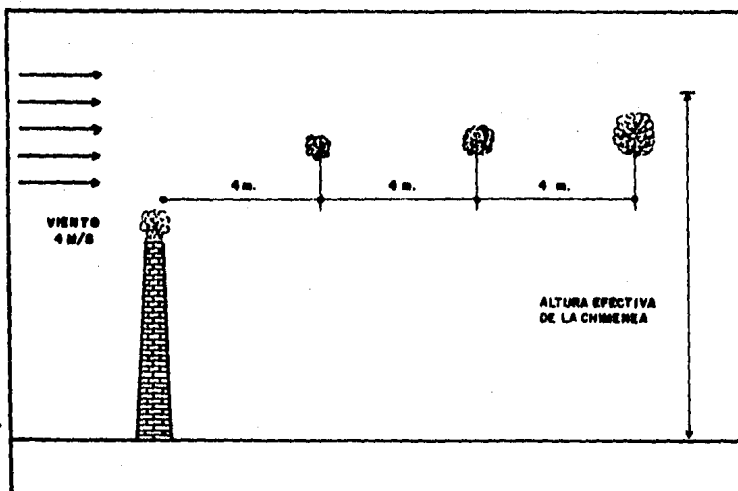
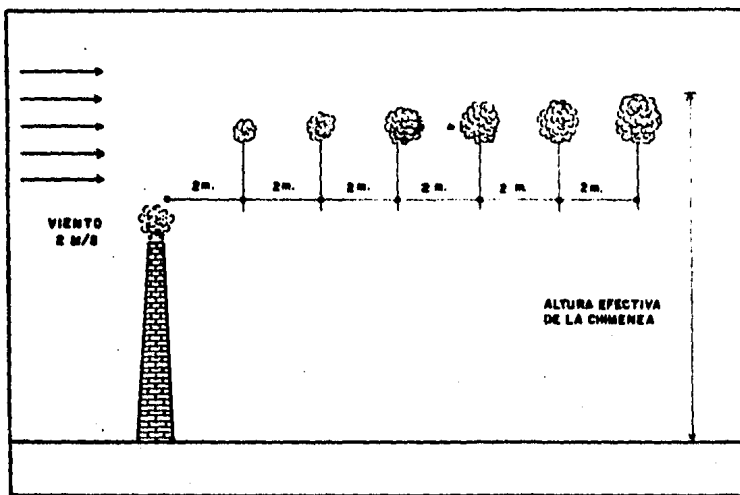
PENACHO ONDULADO  
O SERPENTEANTE

PENACHO CONICO



PENACHO ASCENDENTE

## EFFECTO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO SOBRE LA CONCENTRACION DE CONTAMINANTES AL SALIR DE LA CHIMENEA



dad de Pasquill.

## 6.12. ZONA DE MAYOR AFECTACIÓN POR CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS.

Con el fin de valorar aproximadamente las áreas potenciales afectadas por las emisiones atmosféricas urbanas e industriales de la zona de estudio, la SSA (1983, DIAGNOSTICO... pp. 222-223) para conocer el comportamiento de las PST (Partículas suspendidas) aplicó un modelo matemático - estadístico, considerando los datos básicos de las chimeneas y la micro-meteorología del lugar del que se obtuvieron los siguientes resultados: delimitando la zona afectada en los planos 6 y 7, dentro del cono de afectación, se ubican los lugares donde la concentración de contaminantes es mayor o igual a 260 microgramos por metro cúbico de aire; que es el nivel estándar de la norma de calidad del aire para éste contaminante en los Estados Unidos.

En esta primera etapa sólo destacan las emisiones de SICARTSA, por su volumen, que aunque posee equipo antitcontaminante es usado muy esporádicamente permaneciendo casi todo el año, sin trabajar el equipo, -

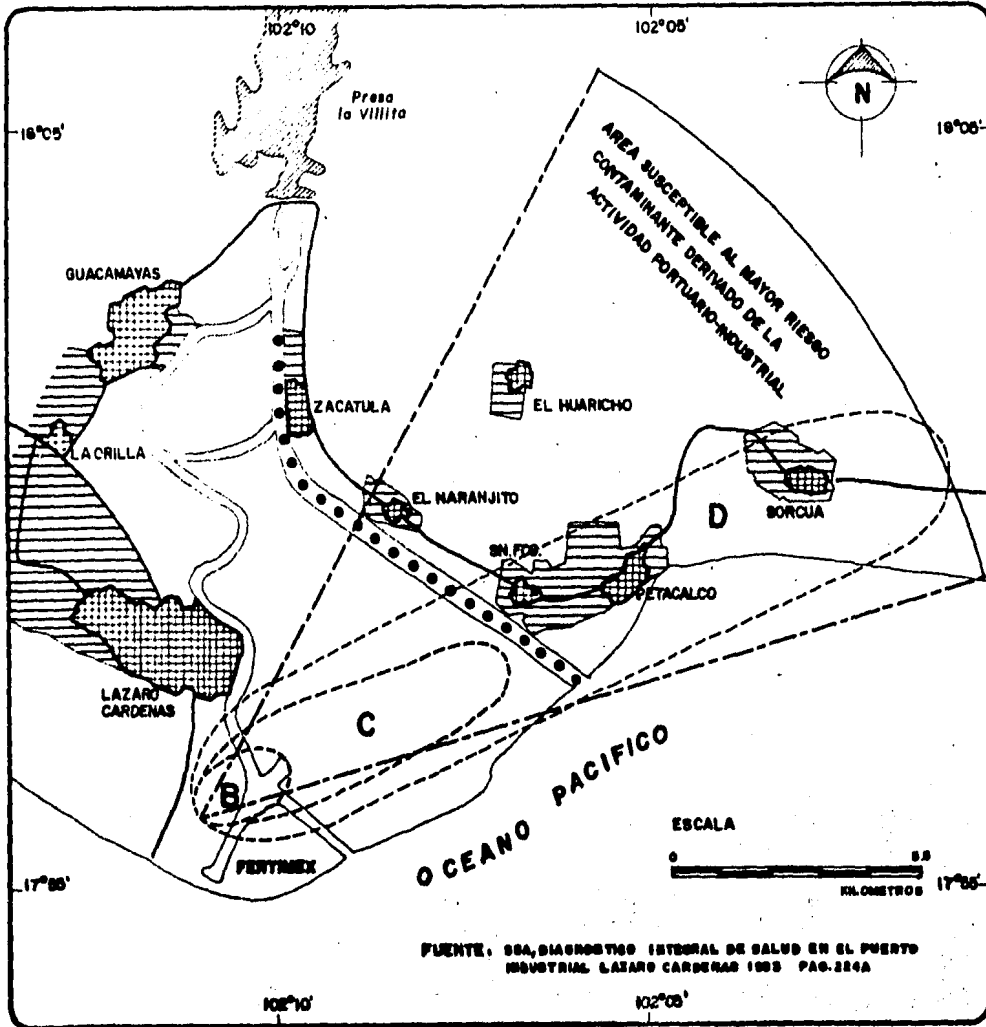
arrojando sus desechos a la atmósfera y utilizándolo solamente cuando en la Ciudad va a haber alguna visita de gente importante. El boletín informativo de -- SICARTSA en el capítulo "Prevención de la Contaminación en SICARTSA", páginas 48-66, se explican a detalle cada uno de los equipos contaminantes con que -- cuenta la empresa

Además de las emisiones de SICARTSA se le agregan -- otras fuentes contaminantes de menor consideración.






Del estudio realizado por la SSA, se menciona una zona afectada de 36.326 km<sup>2</sup> como lo muestra el Plano - No. 6; en áreas de Petacalco, San Francisco, El Naranjito, El Huaricho y aproximadamente la mitad del Complejo Industrial. En el mismo plano se marca el - área de mayor susceptibilidad al riesgo derivado de la actividad portuario - industrial, así como las zonas afectadas en las diferentes clases de estabilidad atmosférica.

En el plano No. 7 se muestra la productividad agrícola de la zona que está siendo afectada por la dispersión de los contaminantes en esa dirección.





### SIMBOLOGIA

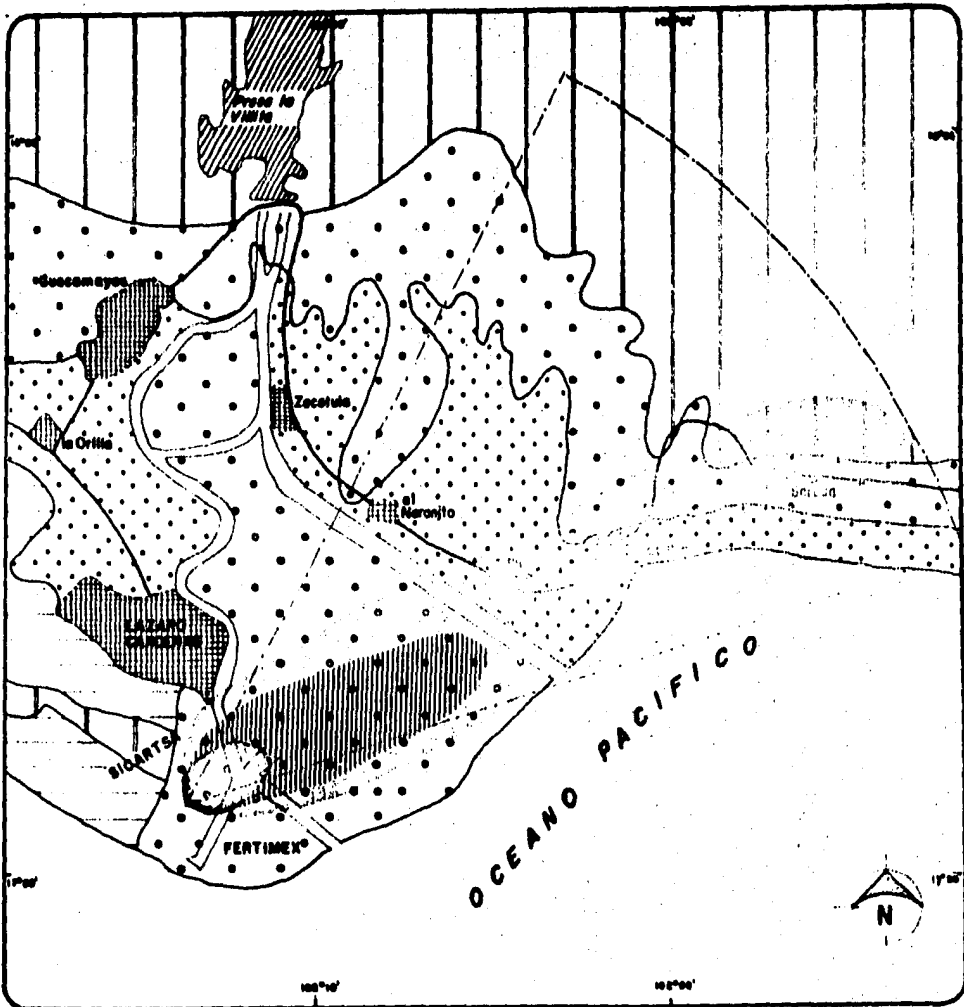
-  CARRETERAS
-  AFECTACION ZONA URBANA
-  AFECTACION AL CANAL DE DESVIO
-  AFECTACION AL RIO
-  AFECTACION CRECIMIENTO URBANO FUTURO

ISOPLETAS DE 260  
MOS. /M<sup>3</sup>(PARA 24 HRS)  
DE PST, SEGUN CLASES  
DE ESTABILIDAD  
ATMOSFERICA SEGUN  
PASQUILL.

CLASE	KM <sup>2</sup>
B	1.956
C	6.733
D	27.637

AJUSTADO Y DIBUJADO POR  
MARTIN PARRAGARCIA

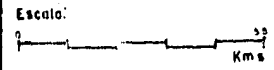




**SIMBOLOGIA**

-  PRODUCTIVIDAD ALTA
-  PRODUCTIVIDAD ALTA-MEDIA
-  PRODUCTIVIDAD MEDIA
-  PRODUCTIVIDAD BAJA
-  AFECTACION INDUSTRIAL
-  AFECTACION AL RIO Y CANAL
-  CARRETERAS
-  ZONA URBANA

AJUSTADO Y DIBUJADO POR:  
MARTIN PARRA GARCIA.



**PRODUCTIVIDAD AGRICOLA**

PLANO  
No. 7

## 7. IDENTIFICACION DE IMPACTOS AL MEDIO.

Los impactos ambientales en cuanto al tiempo y modo en que se presentan, pueden ser primarios o secundarios. Esta distinción es importante para la selección de las opciones técnicas y de localización del proyecto.

Los impactos primarios son los cambios en las características del ambiente que se presentan en forma inmediata directa (ver tabla No. 12), y como son los más evidentes son relativamente fáciles de analizar y medir.

Los impactos secundarios son consecuencia de los primeros y requieren de análisis más profundos. Un impacto secundario puede tener repercusiones más negativas a largo plazo, que un primario.

Por ejemplo el desmonte irracional de una zona boscosa produce la pérdida inmediata de la cubierta vegetal, lo cual es un impacto primario y de éste se generan varios impactos secundarios a saber; aumento de temperatura, pérdida de la zona como recarga de acuíferos, con auxilio del viento genera tolvaneras, en época lluviosa y ayudado por la pendiente, el agua superficial arrastrará el suelo, elimi-

nando con esto sus posibilidades productivas.

Los impactos ambientales pueden presentarse con distintos grados de magnitud e importancia. Una obra que por sus características tenga una influencia regional, provoca impactos de orden mayor que una obra local. Los grandes proyectos como es el caso de este Puerto Industrial, al llevarse a cabo tienen impactos potenciales de gran importancia, requieren de una evaluación integral y exhaustiva que permita detectar con precisión los efectos más significativos y establecer medidas oportunas para mitigarlos. En la tabla número 12, se señalan los impactos potenciales primarios y se nota claramente como el progreso desenfrenado del hombre es capaz de afectar el medio natural.

## TABLA No. 12

### AREAS QUE PUEDEN SUFRIR IMPACTOS AMBIENTALES

#### 1. EFECTOS FISICO-QUIMICOS.

##### - AGUA SUPERFICIAL

Características del fondo o bordes

Características del drenaje.

Variación del flujo.

Calidad del agua.

##### - AGUA SUBTERRANEA

Alteraciones del flujo.

Interacciones con la superficie  
Calidad del agua.

- AGUA MARINA

Fondo marino (azolves, erosión)  
Calidad del agua.

- RUIDO

Intensidad.  
Duración.  
Repetición.

- SUELO

Erosión.  
Uso de áreas inundables.  
Uso potencial del suelo.  
Compatibilidad de los usos del suelo.  
Calidad del suelo.  
Asentamiento y compactación.  
Estabilidad (deslizamiento y hundimiento).  
Sismicidad.  
Aspectos geomorfológicos.

- ATMOSFERA

Calidad del aire.  
Clima.  
Visibilidad.

2. EFECTOS ECOLOGICOS.

- ESPECIES Y POBLACIONES TERRESTRES.

Vegetación terrestre.  
Flora y fauna de interés ecológico.  
Flora y fauna de interés comercial.

- ESPECIES Y POBLACIONES ACUATICAS.

Vegetación acuática.

Fauna de interés ecológico.

Fauna de interés comercial.

- HABITATS Y COMUNIDADES.

Terrestres.

Acuáticos.

3. EFECTOS ESTETICOS.

- SUELO

Relieve y características topográficas.

- ATMOSFERA

Sonido.

Visibilidad

- AGUA

Apariencia.

Interfase tierra-agua.

4. EFECTOS SOCIOECONOMICOS.

Tenencia de la tierra.

Economía regional.

Empleo y mano de obra.

Infraestructura y servicios regionales.

Salud pública.

Educación.

Estilo y calidad de vida.

Recreación.

Areas de interés científico, cultural o patrimonial.

FUENTE: SEDUE, Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental.  
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE IMPACTO AMBIENTAL.  
(Inédito).

## 7.1. IMPACTOS OCASIONADOS AL CREARSE LA CIUDAD DE LÁZARO CÁRDENAS.

Las afectaciones se pueden manifestar como consecuencia de la actividad programada en el área de estudio, se analizan a continuación en forma gradual. Definiendo cada uno de los posibles impactos que sufrirán los factores ambientales que componen el ecosistema, en función de las etapas del desarrollo portuario.

Se analizan sobre todo y en forma sistemática los impactos ambientales primarios generados.

- El proyecto se ubica en la desembocadura del Río Balsas, dentro del área comprendida por el delta, área muy inestable.
- Al ser repartidas las 90 000 Ha., de la Hacienda "La Orilla", se inicia el proceso de poblamiento y modificación de la región.
- La construcción de la presa "La Villita" y su sistema de riego ocasionó la llegada a trabajar de -- más gente, la gran mayoría de esta se quedó en Melchor Ocampo.

- A raíz de la construcción de las obras de SICARTSA (1973), fueron atraídos más de 18 000 trabajadores. Este es uno de los impactos sociales más importantes que ha sufrido la región.
- Se modifica la actividad principal a la instalación de SICARTSA, que hasta ese momento era la actividad agrícola de manutención y una industria incipiente a nivel artesanal. Con la construcción de la siderúrgica se inicia la industrialización.
- Debido al poco tiempo de transformación, se ha ocasionado un desequilibrio y desajuste social, por el crecimiento espontáneo de la población que llegó. Dado el acelerado desarrollo se ha puesto de manifiesto, la falta de planeación e insuficiencia de recursos económicos para satisfacer la demanda de servicios básicos; como energía eléctrica, agua potable, drenaje, alcantarillado, recolección y -- disposición de basura, salud y vigilancia entre -- otros, servicios que siguen muy deficientes actualmente.
- La región está sufriendo un acelerado crecimiento demográfico, principalmente Lázaro Cárdenas y Guacamayas, mismos que actualmente están conurbados.



- Los inmigrantes son principalmente gente joven en busca de trabajo, por lo que una gran mayoría llegan solos, de lugares cercanos del estado o de los estados vecinos. Abundan los inmigrantes de origen rural tratando de mejorar su calidad de vida.
- Debido a la escasez de vivienda hay problemas por la ocupación de muchos habitantes por cuarto (de 4 a 5), sea por familia numerosa o por población masculina trabajadora; en ambos casos hay hacinamiento.

## 7.2. IMPACTOS GENERADOS POR LA UBICACIÓN DEL PUERTO INDUSTRIAL.

De acuerdo al proyecto de desarrollo portuario, las instalaciones industriales y del puerto requieren del área completa de las islas del Cayacal y la Palma (ver plano No. 2), lo que implica un cambio total de uso del suelo en dichas islas, resultando perjudicados los ecosistemas existentes. Los impactos detectados son:

- El Puerto Industrial se planeó en ese lugar para aprovechar la ubicación del puerto existente, el

excedente de energía eléctrica y la disponibilidad de agua.

- El proyecto se ubicará en terrenos de la llanura - deltáica del Río Balsas, abarcando las islas mencionadas, donde los suelos son de aluvión; susceptibles a la erosión, fértiles y con buen drenaje.
- Al norte y noroeste de las islas el ecosistema está en proceso de degradación, afectándose primordialmente las zonas de cultivo de cocotero.
- La Isla del Cayacal presenta un ecosistema íntegro y muy frágil, formando principalmente al sureste zonas pantanosas, con vegetación de tular y manglar.
- Dicha isla tiene un elevado valor paisajístico, y es importante el reflujó de fauna silvestre, especialmente aves.
- En las zonas norte, oeste y este, existen cultivos de cocoteros y frutales. En la parte sur se encuentran playas y llanuras deltáicas sujetas a la erosión marina e inundaciones eventuales.
- Para llevar a cabo este proyecto se expropiaron 3 000 Ha., ejidales, afectando a 505 personas, que obtenían de dichas tierras una producción aproxi-

mada de 60 millones de pesos anuales, cultivando coco, plátano, papaya y maíz.

- El cambio de uso del suelo determinó una transformación de actividad en la población afectada, abandonando sus labores productivas para dedicarse a actividades secundarias, de servicios, o incluso abandonar la región.
- Asimismo, el cambio de uso del suelo agrícola a industrial, ocasionó la pérdida de 2 450 Ha., de cultivos, 400 Ha., de selva y 200 Ha., de manglar.
- Para llevar a cabo las obras de acondicionamiento del terreno para la construcción del proyecto será necesario desmontar unas 2 900 Ha., de vegetación permanente.

### 7.3. IMPACTOS DETECTADOS DURANTE LA CONSTRUCCION DEL PUERTO INDUSTRIAL.

Durante la construcción del Puerto Industrial se desarrollarán importantes obras, la mayoría de estas modificarán el medio. Los cambios detectados se atribuyen al dragado, acondicionamiento, contaminación y alteración del flujo de los cuerpos de agua.

- Durante la preparación del terreno, indica la SSA (1983, DIAGNOSTICO... p. 214) que se removerán -- unos 8 millones de metros cúbicos de tierra. Se - nivelarán a cuatro metros sobre el mar para evitar las inundaciones, destruyendo totalmente la cubierta vegetal existente en toda la zona del proyecto.
- Al rellenar las áreas inundables y hacer nivelación mayor a la que tenía el terreno, desaparecerán los arroyos y riachuelos que alimentaban las islas, lo que la afectará en la recarga de acuíferos, así como en el avance de tierras en el intercambio de aguas salada-dulce, modificando con esto la calidad del agua superficial y del subsuelo.
- Dado el gigantesco movimiento de tierras para su acondicionamiento y nivelación, en época de secas podría generar erosión eólica, causando tolvaneras, las cuales dado el patrón de vientos se desplazarán hacia Petacalco y sus alrededores.
- Para la construcción de las dársenas y canales de navegación y comunicación del puerto, será necesario dragar unos 8 200 metros de longitud con una profundidad de 14 a 16 metros.

- Del punto anterior se deduce la destrucción total del medio estuarino, por la remoción de sólidos en suspensión y aumento de profundidad, evitando la estabilidad y desarrollo de estas comunidades, resultando más afectados los niveles tróficos superiores, sean moluscos y peces principalmente.
  
- Disminución casi total del plancton en sus organismos y géneros componentes, desaparición de grupos como Radiolarios, Dino-Flagelados, Rodofitas, Gasterópodos y Ostrácodos.\*

#### 7.4. IMPACTOS OCASIONADOS AL ENCAUZAR Y RECTIFICAR LA CORRIENTE DEL RÍO BALSAS.

Una de las obras prioritarias para la construcción del puerto, es la rectificación del brazo izquierdo del Balsas, con esta acción se busca proteger la zona industrial de las fuertes avenidas del Río, además permitirá la recuperación de 500 Ha., en la Isla del Cayacal. Se tiene proyectada la construcción de diques en ambos brazos del Río. Esta obra compromete la estabilidad de los arroyos, esteros y del -

---

\* SSA. Diagnóstico Integral de Salud, po. cit. pág. 212.

mismo Río.

- Al controlar el comportamiento hidrológico del río, traerá como consecuencia la afectación a los estuarios, situación que se vió iniciada al construirse la presa "La Villita".
- Dicha rectificación del río favorecerá la penetración de la cuña salina del mar, hecho que afectará la pesca por el incremento de salinidad en época de sequía.
- También ocasionará una mayor inestabilidad de las barras de San Francisco, La Necesidad y las Burras. Así como una erosión marina más fuerte en la costa.
- La construcción del dique generará la desaparición del estero de San Fransicos, donde la vegetación predominante es el manglar, derivándose de esto la desaparición de un hábitat con especies caraterísticas.

## 7.5. IMPACTOS AL MEDIO ACUÁTICO.

La contaminación del agua trae como consecuencia una reducción del volumen y de la calidad del agua, así como una destrucción o alteración de algunos ecosis-

temas acuáticos, impacto que en muchos casos será irremediable.

A continuación se describen algunas de las alteraciones al medio acuático, en este complejo industrial.

- El brazo derecho del Río Balsas recibe las descargas de aguas residuales de Lázaro Cárdenas, Guacamayas y SICARTSA. La carga principal proviene de SICARTSA, pues arroja 30 tons/día de amoníaco, además de la contaminación por aguas negras; resultado de los asentamientos humanos mencionados.
- Dichas descargas además de amoníaco contienen fósforo y nitrógeno, compuestos que ocasionan una hiperfertilización de los cuerpos de agua, constituyendo un grave riesgo para la vida acuática. A partir de éste año (1985) las descargas tendrán más compuestos residuales. Además serán de mayor volumen, tanto por las industrias como por el crecimiento de la mancha urbana y con esta el aumento de los servicios que se requerirán.
- Otra fuente importante de contaminación incuantificable por su origen, es el derivado de los acci

dentes, que podrían ser derrames en la operación de carga - descarga, hasta los de gran magnitud como rompimiento de ductos submarinos, o algún posible accidente en barco.

- También el deslastre o limpieza de grandes barcos podría generar un fuerte incremento de contaminantes en el agua, que aunque lo hicieran en las dársenas fácilmente se saldrían al mar, ocasionando con esto un alto riesgo de contaminación costera.

## 7.6. IMPACTOS GENERADOS POR CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.

Durante esta primera etapa sólo es posible evaluar las emisiones de SICARTSA, que se componen de PST -- (partículas suspendidas), humos y vapores gaseosos de diversa índole. El resto de industrias se espera estén funcionando para este año (1985).

A continuación se exponen los contaminantes más comunes en el puerto industrial, tratando de enfatizar en uno de los tipos de contaminación más perjudicial que deteriora actualmente, pero que a futuro el grado de afectación será mayor.



Los siguientes comentarios de daños a los seres vivos y materiales por la contaminación atmosférica - se han adaptado de otros estudios considerando al contaminante igual de perjudicial. En Lázaro Cárdenas por no haber red de monitoreo atmosférico no es posible evaluar directamente estos daños, aunque es seguro que están ocurriendo como en todas partes - donde hay contaminación.

El hombre utiliza para su respiración unos  $12 \text{ m}^3$  de aire diarios. De la calidad de éste depende en gran parte su salud.

#### 7.6.1. EFECTO DE LAS P.S.T. (PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES),

En el hombre.

Generalmente los contaminantes atmosféricos que atacan al hombre no lo hacen de manera aislada, actúan en mezclas, unas veces provocando sinergias\* y otras produciendo efectos independientes. Estos contaminantes atacan fundamentalmente la nariz, senos frontales, ojos, parénquima pulmonar

---

\* Distintos efectos ocasionados de una misma acción.

y vías bronquiales. El organismo reacciona mediante vibriasis \*, lagrimeos y tos.

En las plantas.

En general se ven afectadas por la presencia de - PST como:

- En la planta como partículas inertes, acumulándose sobre las hojas obstruye los estomas, reduciendo la superficie foliar expuesta a la radiación solar, disminuyendo con esto la función clorofílica.
- Si las PST son tóxicas generan necrosis \*\* y caída de las hojas.
- A los suelos les ocasiona una alteración en su compuesto químico, llegando a afectar la producción de los mismos.

En los animales.

- Mediante la inhalación de las partículas.
- Por medio de la ingestión de vegetación que lleva pegadas en las hojas las PST.

---

\* Aumento de vello protector.

\*\* Muerte de una o muchas células.

- En el consumo de agua contaminada que lleve las PST en suspensión.
- Se manifiestan las enfermedades en diferentes formas, dependiendo del tipo de PST que se trate.

#### Sobre los materiales.

Las PST transformadas pueden causar mucho daño a los materiales, dependiendo de la composición química y del estado físico de dichas PST.

- Uno de los daños es la caída de los materiales.
- Daños químicos cuando las PST son corrosivas, la tasa de corrosión aumenta mucho con la humedad.

#### Sobre la visibilidad.

La disminución de la visibilidad causada por contaminación por PST crea problemas serios en la aviación, automovilismo, etc.

#### Sobre la radiación solar

La contaminación por partículas disminuye la cantidad total de radiación solar que incide sobre -

la superficie terrestre. Los contaminantes absorben parte de la radiación incidente (la que procede del sol), y dispersan otra parte de nuevo hacia el espacio, de la que se desprenden: la disminución de visibilidad ocasionada por una menor disponibilidad de luz. Y una posible disminución de la temperatura terrestre, debido a la reducción de energía recibida por la superficie terrestre. En la figura No. 3, se ejemplifica el ciclo energético completo.

### 7.6.2. EFECTOS DE LOS OXIDOS DE AZUFRE.

El óxido de azufre se emite a la atmósfera principalmente como dióxido de azufre  $SO_2$ , y en menor proporción como trióxido de azufre  $SO_3$ , en conjunto a los dos compuestos se les conoce como óxidos de azufre  $SO_x$ . Los óxidos de azufre son generados por la combustión incompleta de automotores, de fábricas, siderúrgicas, termoeléctricas. También hay de las emisiones naturales que ocurren al entrar en actividad algún volcán, o de polvos donde hay compuestos de azufre como la piritita, el yeso, etc.

### Efectos en el hombre.

La mayor parte de los efectos sobre la salud del hombre están relacionados con la irritación del sistema respiratorio, también acelera el desarrollo de enfermedades cardíacas, algunos efectos pueden ser: una fuerte irritación de las membranas mucosas, de los ojos y de las vías respiratorias. El cuerpo reacciona con lagrimeo, enrojecimiento de los ojos, tos, disneas \* y espasmos \*\* en la laringe.

### Efectos en los vegetales.

Los óxidos de azufre son muy perjudiciales para todo tipo de vegetación.

- Provoca necrosis entre los nervios de las hojas, con una coloración marfil, marrón claro o rojo según la especie, es natural que aparezcan en las partes de las hojas más ricas en estomas.
- Debilitamiento general de la planta, que se manifiesta principalmente disminuyendo su desarrollo. Cuando la planta está en el óptimo de la actividad fotosintética, es más sensible al  $SO_2$ .

\* Dificultad para respirar.

\*\* Contracción involuntaria y persistente de uno o varios músculos.

- Daña las flores y frutos en plena formación, así como el crecimiento del fruto y semilla, disminuyendo de tamaño y peso. De las plantas comerciales más afectadas se tiene la alfalfa, algodón, calabaza, soya, etc.
- También puede llegar a ocasionar alteraciones a la composición química del agua y suelo, al ser fumigados por el contaminante directamente.

#### Efectos sobre los animales.

Se han observado diversas alteraciones sobre todo si la concentración es permanente. Encontrándose un descenso en la duración de la vida, alteración en los ojos, pérdida del pelo, afectaciones al corazón, hemorragias y necrosis abundantes.

#### Efectos sobre los materiales.

Buena parte de los daños a los materiales son ocasionados por el vapor de ácido sulfúrico altamente reactivo, que se produce cuando el  $SO_x$  se oxida con las gotitas de agua y se combina con éstas, formándose de esta manera la lluvia ácida. La lluvia ácida al precipitarse hacia el suelo es capaz de afectar su contenido químico o el de los cuer-

pos de agua donde caiga, sea superficial o subterránea si se filtra y se mezcla con otras.

- El secado y tiempo de endurecimiento de algunas pinturas aumenta con la exposición al  $\text{SO}_2$ . Ciertas capas se hacen más suaves, y otras se vuelven más quebradizas al secarse en presencia de este compuesto.
- Las tasas de corrosión de la mayoría de metales, especialmente sobre acero, zinc, se aceleran en ambientes contaminados con  $\text{SO}_2$ . Una elevada humedad y una alta temperatura desempeñan un papel importante activando la corrosión.
- Los óxidos de azufre principalmente como lluvia ácida afectan las fachadas o construcciones que contengan mármol o roca caliza principalmente, así como una gran diversidad de textiles, sobre todo los sintéticos.

### 7.6.3. EFECTOS DE LOS OXIDOS DE NITRÓGENO.

Los óxidos de nitrógeno se producen durante procesos de combustión, el papel más importante que desempeñan en la contaminación del aire, parece ser

el de componente de las reacciones de la contaminación fotoquímica o secundaria.

Puede estar presente en los alrededores de centrales eléctricas y algunas fábricas.

Efectos en el hombre.

Los óxidos de nitrógeno son peligrosos para la salud, afectan principalmente el aparato respiratorio. Los principales efectos a altas concentraciones son: percepción olfativa, irritación nasal, incomodidades respiratorias, dolores agudos respiratorios, edema \* pulmonar e incluso la muerte.

Efectos sobre las plantas.

Sólo si las exposiciones son fuertes y si se prolongan durante días, puede ocasionar defoliaciones, clorosis \*\*, necrosis internerviales, también ejercen acción inhibitoria de la fotosíntesis.

Efecto sobre los animales.

Ocasiona problemas a los tintes utilizados en el

---

\* Aumento anormal.

\*\* Coloración amarillo-verdosa.



rayón, acetato y algodón, así como fibras textiles y aleaciones de cuproníquel.

#### 7.6.4. EFECTOS DEL MONÓXIDO DE CARBONO.

El monóxido de carbono (CO), procede de la combustión incompleta de materiales carbonosos, motores de gasolina, instalaciones industriales y centrales termoeléctricas.

Efectos sobre el hombre.

El monóxido de carbono es absorbido por los pulmones, donde se combina con la hemoglobina de la sangre y algunas hemoproteínas extravasculares con la consiguiente reducción de la capacidad para transportar el oxígeno que se distribuye a los tejidos.

El monóxido de carbono tiene una afinidad para la hemoglobina 240 veces superior a la del oxígeno y por esto la carboxihemoglobina es un compuesto más estable que la oxihemoglobina. Los efectos de dichos trastornos sanguíneos se manifiestan como: síntomas y alteraciones a la aptitud funcional normal y de la percepción. Cansancio, dolor de cabeza.

Cuando hay concentraciones superiores al 10%, afec  
taciones cardíacas, flujo acelerado de la sangre -  
arterial. A los fumadores que inhalan el humo, les  
puede ocasionar cáncer.

Los síntomas de intoxicación son: cefalea\*, vérti-  
go e inconsciencia. En altas concentraciones de  
ser inhalado, puede ocasionar la muerte a pocos mi  
nutos de exposición.

Hasta la fecha no se sabe que tenga efectos negatiu  
vos sobre la vegetación, animales y materiales.

#### 7.6.5. EFECTOS DE LOS HIDROCARBUROS.

Los hidrocarburos más importantes en la contamina-  
ción atmosférica son los que andan suspendidos por  
el aire, sean PST o gases, son productos de la com  
bustión incompleta de energéticos tales como petró  
leo, gas, gasolina, diesel, etc.

También dichos hidrocarburos toman parte en la  
reacción fotoquímica con la luz solar y óxidos de

---

\* Dolor de cabeza.

nitrógeno para formar nuevos contaminantes secundarios.

Efectos sobre el hombre.

Sólo provocan efectos nocivos bajo exposición a altas concentraciones. Los vapores son más irritantes para las membranas mucosas, además puede causar lesiones sistemáticas al ser inhalados. Otros son altamente cancerígenos como el caso del benzopireno\*.

Efectos sobre las plantas.

Los hidrocarburos en forma de partículas son muy pegajosos, se adhieren a las hojas obstruyendo sus estomas y dificultando así la función clorofílica.

No se cuenta con información para evaluar los efectos negativos sobre los animales y materiales.

---

\* El benzopireno altamente cancerígeno es común que se ingiera con el alimento preparado directamente al fuego, como el caso de la carne asada.

## 7.6.6. EFECTOS OCASIONADOS POR EL RUIDO.

En la actualidad no hay problemas de contaminación por ruido en la región de estudio. Pero se consideró necesario anexarlo, dada la importancia del complejo industrial y el crecimiento urbano esperado, sabiendo que los ruidos afectan la salud de diversas maneras.

### Efectos en el hombre.

Los principales efectos son fisiológicos y psíquicos, puesto que son afectados básicamente los órganos auditivos y sus vías sensoriales de manera directa. Los ruidos perturban el sistema nervioso central y alteran el sistema neurovegetativo provocando afectaciones respiratorias, cardíacas; circulatorias, o bien alterando la actividad de las glándulas endocrinas.

Generalmente aparece una sensación de fatiga, debilidad, dolores de cabeza, pérdida de apetito. A veces se modifican los movimientos peristálticos \*

---

\* Concentraciones viscerales involuntarias para empujar el contenido alimenticio a través del tracto digestivo.

del aparato digestivo,

También son afectados los órganos del equilibrio y la agudeza visual.

Con respecto a los efectos psicológicos, puede ocasionar bajas anímicas y diversos sentimientos como miedo, angustia, obsesión, irritabilidad, incomodidad, insomnio, perturbaciones de la memoria y pérdidas de concentración.

Efectos sobre animales y vegetales.

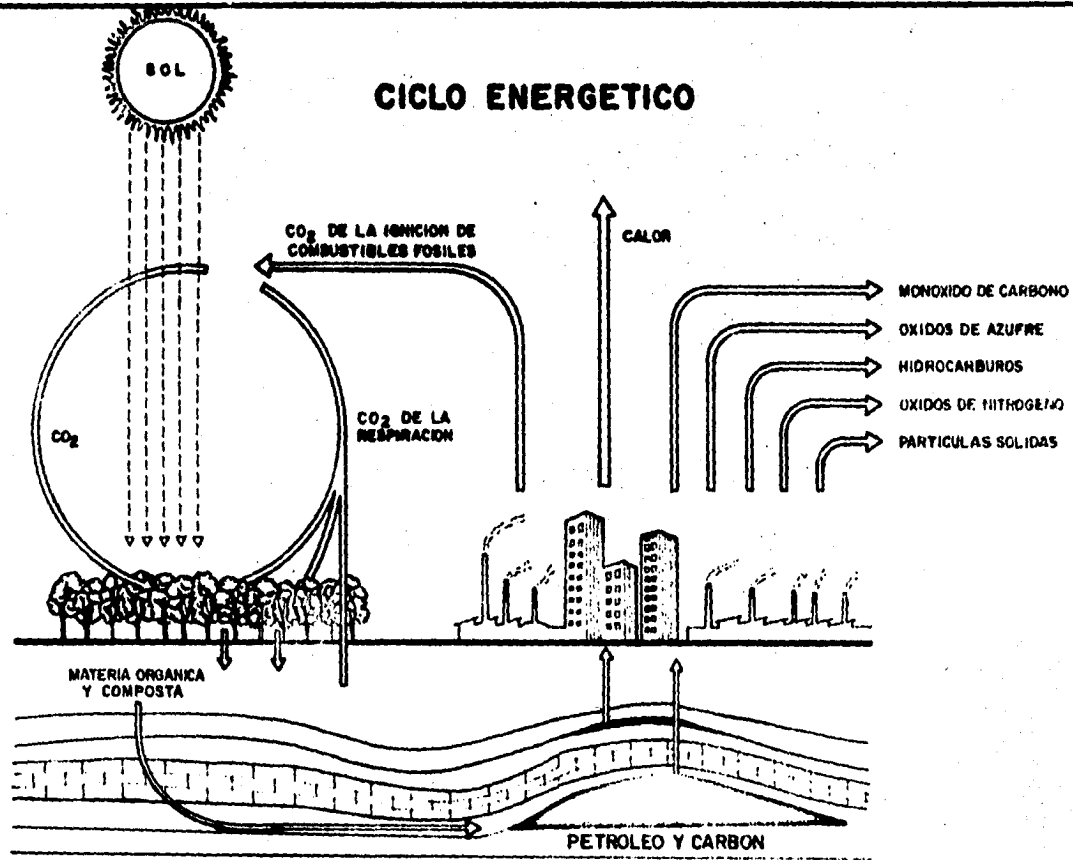
Los mamíferos sufren efectos parecidos a los del hombre.

En cuanto a los vegetales existen contradicciones entre los ecólogos vegetales, ya que mientras algunos aseguran estos efectos, otros lo dudan o hasta lo niegan completamente. Sin embargo, sabemos que la vegetación es muy útil como amortiguador de ruidos.

Efectos sobre los materiales.

Los efectos principalmente son la resonancia y la fatiga.

# CICLO ENERGETICO



FUENTE : PERKINS H.C. AIR POLLUTION MC. GRAW HILL 1976 . PAGINA 21

AJUSTADO Y DIBUJADO POR MARTIN PARRA GARCIA

FIGURA  
No 3

El primero al producir aumentos de amplitud de - las oscilaciones sobre el material sometido, llegando incluso a producir rotura. El segundo se - produce cuando se rompe un material con un tiempo y tensión dados, la rotura aparece sin deformaciones plásticas.

## 7.7. IMPACTOS GENERADOS POR LOS DESECHOS SÓLIDOS.

El crecimiento poblacional e industrial al que será sometido el Puerto de Lázaro Cárdenas, generará una complejidad laboral, ocasionando entre otros problemas, el de la disposición final de basura y el efecto adverso al suelo que produce dicha descarga, aunado a las altas tasas de temperatura y humedad promedio, por lo que se deduce:

- La fácil degradación biológica de la basura orgánica, ocasiona efectos adversos al suelo por los caldos de fermentación producidos.
- En base al punto anterior, el suelo es afectado - en su estructura química, sufriendo una disminución en su rendimiento agrícola.
- La depositación al aire libre de basura, sobre el

suelo, también causa problemas en su dispersión y expansión, disminuyendo la superficie productiva.

- La incineración de basura a cielo abierto, provoca alteraciones a la atmósfera y al suelo por la depositación y disgregación de partículas.
- La depositación indiscriminada de basura que sufre la zona de estudio, está causando también contaminación estética del paisaje.

#### 7.7.1. DESECHOS SÓLIDOS INDUSTRIALES.

La depositación actual de desechos sólidos industriales se debe principalmente a SICARTSA, al disponerlos en la barranca "El Vaciadero". Los desechos de FERTIMEX serán polvos con altas concentraciones de azufre y fósforo, lo que generará hiperfertilización al suelo. Además afectará el "Cañón de la Necesidad" donde depositará su fosfoyeso excedente.

Para la siguiente etapa de desarrollo y al arranque de muchas industrias, la disposición se deberá hacer en un sitio previamente estudiado por es-



pecialistas; en su selección, manejo, tratamiento y disposición final de dichos residuos. Evitando así posibles focos de contaminación o riesgo, pues habrá desechos peligrosos que pudieran ocasionar accidentes tales como explosiones, expulsión de gases venenosos, reacciones químicas peligrosas, malos olores, etc.

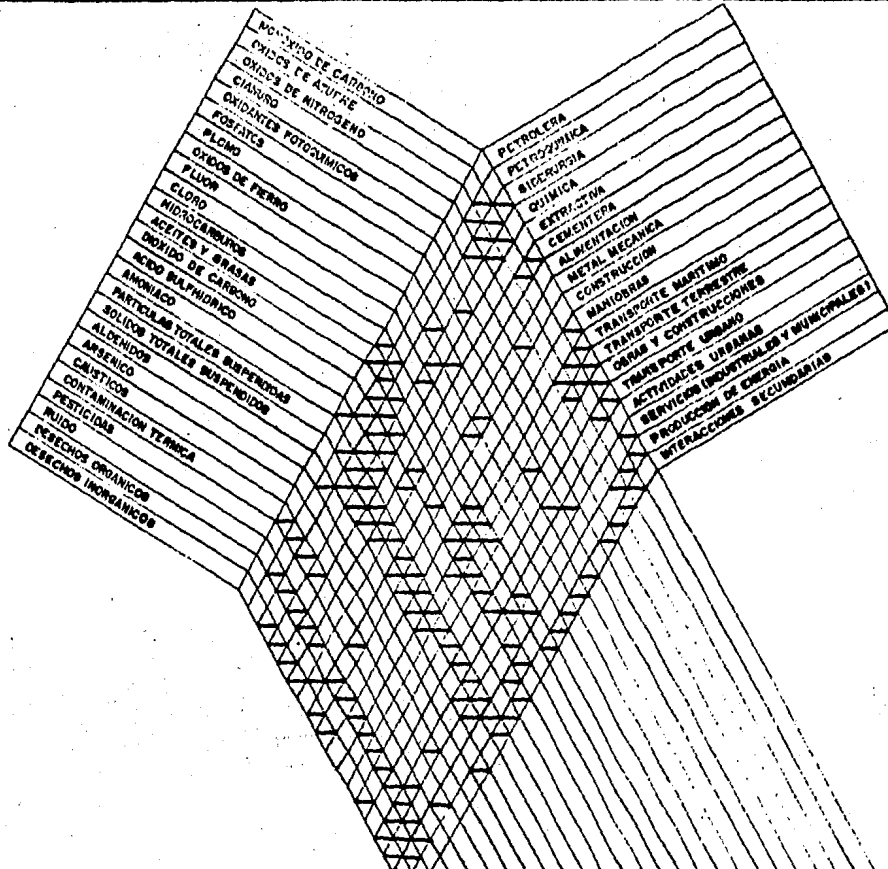
Para apreciar en forma global todos los contaminantes y sus diversos grados de afectación, se ha adoptado una matriz de interacción, Fuente - Vector - Efecto. (Ver la figura No. 4).

Esta identificación se logró mediante la asignación de los calificativos: alto, medio y bajo. Dado el grado de deterioro causado por la exposición de los contaminantes considerados.

Dicha matriz que se ofrece en la página siguiente se tomó íntegramente del estudio más reciente que hizo la SSA (1983, DIAGNOSTICO ... p. 226), siendo el autor de ésta tesis parte del grupo de trabajo, que realizó este y otros estudios en el Puerto Industrial Lázaro Cárdenas.

# matriz de interacción

fuenta: vector: efecto



SALUD	B	M	A	-	B	-	M	-	M	A	A	-	M	B	M	A	A	N	N	M	N		
FAUNA	B	M	-	M	A	B	-	B	M	A	B	A	M	B	M	A	M	A	M	A	B	M	M
FLORA	-	B	-	M	A	B	-	M	M	M	M	-	A	M	B	M	A	M	A	A	B	M	B
AIRE	-	B	-	M	-	-	-	M	M	A	A	N	-	M	B	M	A	N	B	-	M	M	B
AGUA	B	M	-	M	A	B	-	B	M	A	A	B	A	M	B	A	B	A	B	A	B	A	-
SUELO	A	A	-	M	-	B	-	B	-	M	A	A	-	M	B	M	A	N	B	M	B	M	-
OTROS	B	M	-	-	-	B	-	B	-	M	A	A	-	M	B	M	A	M	A	B	B	M	-

## AFECTACION

- A alta
- M media
- B baja
- \* sin información
- no evaluado

FIGURA No. 4

## 8. POSIBLE MODIFICACION CLIMATICA.

De una manera informal se expone esta hipótesis de alguna posible modificación climática en la zona de estudio, aceptando que no hay muchos puntos de apoyo, por tener solamente información a nivel mundial.

Aun así, a últimas fechas se manifiesta una fuerte tendencia a aceptar que la contaminación está ocasionando modificaciones climáticas.

Adoptando esos conceptos y considerando las emisiones tan altas de contaminantes que en este Puerto Industrial se - estarán generando; se sugiere la posibilidad, aunque sea a largo plazo, de alguna modificación climática y de acuerdo a los puntos de apoyo que se analizan: la tendencia es hacia un posible aumento de temperatura.

### 8.1. TEORÍAS DE MODIFICACIÓN CLIMÁTICA.

Existe una gran variedad de hipótesis que apoyan un posible cambio climático. A continuación se exponen las diversas teorías que enlista Brooks (1970, pp. 384-386) en su estudio, en las que, en cada una analiza los diferentes factores tendientes a una modi-

ficación sea por:

- Radiación solar.
- Modificaciones astronómicas.
- Alteraciones del calor de la Tierra.
- Movimientos de los Polos y Deriva Continental.
- Elevación del terreno.
- Distribución marítima - continental.
- Variación en las Corrientes Oceánicas.
- Posibles cambios en la Circulación Atmosférica.
- Aumento de Ceniza Volcánica en suspensión.
- Cambios en la Composición Atmosférica

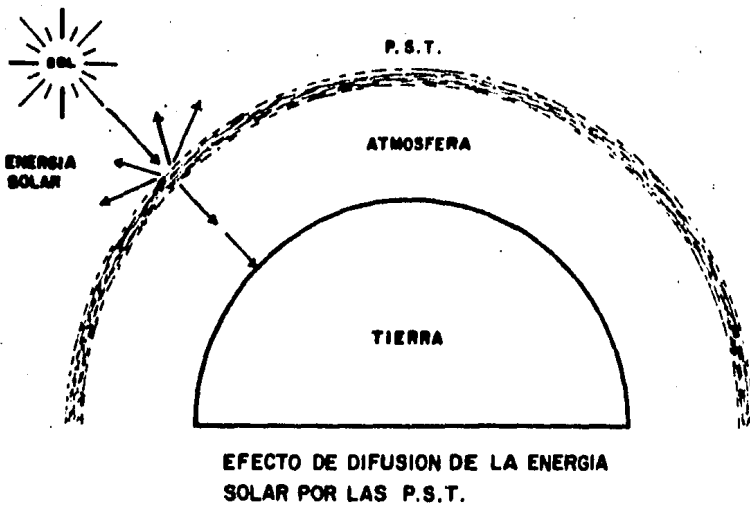
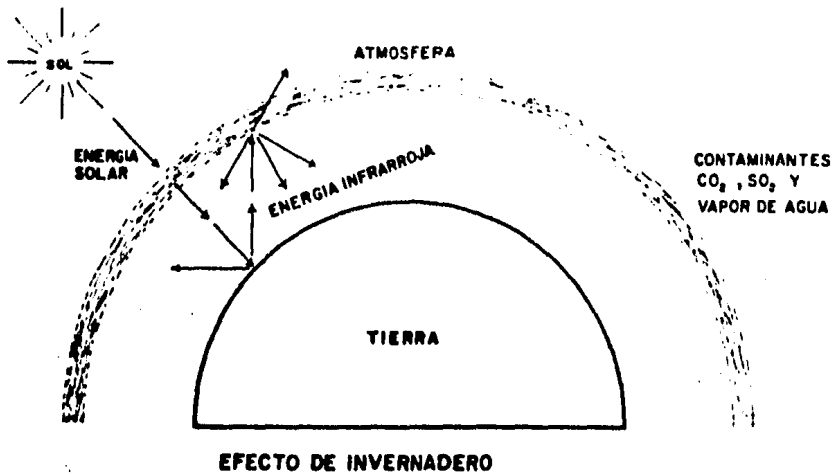
En este estudio sólo se analizan consideraciones de las dos últimas, dados los volúmenes tan alarmantes de contaminantes que soporta la atmósfera del Puerto Industrial, siendo los principales PST,  $\text{CO}_2$  y  $\text{SO}_2$ . No se descarta que varias de estas suposiciones estén en estrecha relación, sobre todo las de efectos a la atmósfera, asegurando que si hubiera alteraciones de una manera, habría en varios factores y podría surgir alguna reacción en cadena, modificándose el clima en muchos aspectos a la vez.

## 8.2. PARTÍCULAS SUSPENDIDAS.

Debido a las cantidades tan elevadas de estos contaminantes suspendidos en el puerto, aunque aceptando que las capas altas de mezclado y dispersión del aire son buenas, por ser zona costera. Aun así existen momentos de calma atmosférica en el que estos contaminantes, sean partículas o gases entrarían en acción. Con lo que se piensa que las PST permanecen en la atmósfera local el tiempo suficiente y dado su volumen suspendidas para que puedan absorber, difundir y reflejar en la atmósfera la radiación incidente solar, que normalmente llega hasta el suelo. La partícula se calienta al absorber la energía solar, dispersa, difunde y refleja todo el calor que detiene. (ver la figura No. 5). Logrando con esto posibles modificaciones al albedo \* y a la cantidad de energía que recibe directamente la superficie terrestre de la zona de estudio.

---

\* Albedo es la cantidad de energía solar reflejada por la superficie terrestre.



A continuación se dan valores del albedo tomando en cuenta el criterio de Lockwood (1979, p. 42) y Edmundo Torres Ruiz \*

TABLA No. 13

<u>SUPERFICIE</u>	<u>ALBEDO (porcentaje)</u>
NIEVE FRESCA Y SECA	80-95
SUELOS DE ARENA O PLAYAS	35-45
DUNAS	40
MAR CONGELADO	30-40
ZONAS URBANAS	16-45
SUELO CLARO	20-43
VEGETACION DESERTICA	37
HIERBA SECA	19-32
ESTEPA	20-30
PASTO SECO	15-30
PRADERA	15-25
HIERBA VERDE	15-20
BOSQUE DE HOJA CADUCA	15-20
PEDREGAL	10-20
CARRETERAS	08-17
SUELO OSCURO	05-16
BOSQUE DE CONIFERAS	10-15
RIOS	06-11
AGUA	05-10

El Albedo promedio a nivel mundial es del 30 por ciento.

\* Agrometeorología, Editorial DIANA, 1983, pág. 54.

### 8.2.1. CENIZAS VOLCÁNICAS.

Actualmente el volcán más cercano que está en actividad (latente) es el "Fuego de Colima", aunque este tipo de energía puede liberarse en cualquier momento dada la localización del Puerto; entre la Cordillera Volcánica y Sierra Madre del Sur, (no olvidar el inicio inesperado del Chichonal en marzo de 1982), por lo que es bueno hacer mención de lo que es capaz de generar una erupción volcánica, debido a la gran cantidad de cenizas, polvos y gases que se emiten a la atmósfera y con esto al clima terrestre.

De los anales históricos Allard Patrick (1981, p. 272) comenta de la erupción del Krakatoa (1883), del que se observaron acontecimientos anormales como halos y oscurecimientos. Cuando hizo erupción el Tambora (1815), el año siguiente fue llamado "El año sin verano".

Los volcanes arrojan una gran cantidad de PST, lo grandando así perturbar el balance de radiación de la tierra.



Se ha notado que después de la actividad volcánica, la transparencia de la atmósfera disminuye a la radiación solar directa en un 20%, también durante algunas semanas y del 10% durante varios meses.

Con respecto al aumento de nubosidad, Pedro A. - Mosiño \*, dice que ésta también puede ocasionar alteraciones a la temperatura, dependiendo de la cantidad de nubosidad acumulada, tipo de nubes, latitud y estación anual. Debido a que la mayoría de nubes son excelentes absorbentes de radiación infrarroja y magníficas reflectoras de la radiación solar. Esto como consecuencia de un alto -- contenido atmosférico de partículas en suspensión.

### 8.2.2. POLVOS.

Los polvos se pueden dispersar rápidamente o permanecer hasta por años; también afectan la radiación incidente desviándola o absorbiéndola, evitando así que llegue a la superficie terrestre.

---

\* Fluctuaciones Climáticas y su Impacto en las Actividades Humanas, CONACYT, 1976, pág. 67

Los polvos también son importantes, pues se piensa que inyectando medio milímetro de polvos a la atmósfera, puede reducir la transparencia de la radiación solar en un 20%.

### 8.3. GASES.

A lo analizado anteriormente se une la presencia de un alto contenido atmosférico de los gases compuestos  $\text{CO}_2$  y  $\text{SO}_2$ , los cuales con mucha facilidad ocasionan el conocido EFECTO DE INVERNADERO (Ver la figura No. 5), el cual consiste en que dichos contaminantes dejan pasar la radiación solar incidente - hasta el suelo, la tierra la regresa a la atmósfera en forma de radiación infrarroja; el  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  y el vapor de agua la absorben y la retienen, calentándose la faja donde se encuentren estos óxidos e irradiando el calor hacia la superficie terrestre.

La actividad humana ha incrementado mucho la cantidad de  $\text{CO}_2$ . Woodwell (1978, p.16) cita un contenido atmosférico actual de 330 p.p.m. (partes por millón), mientras que la normal son 0.5 - 1.5 p.p.m., dicho aumento se ha generado de 1850 a la fecha y la cuarta parte de este aumento ha ocurrido en la última

década, incremento atribuido al uso indiscriminado de combustibles que liberan el  $\text{CO}_2$ . En el caso del  $\text{SO}_2$ , la atmósfera lo adquiere de las emisiones industriales, urbanas o erupciones volcánicas de las que la cantidad de gases que emitan el 80% son  $\text{SO}_2$ , mismos que apoyan dicho efecto absorbiendo radiaciones solares y no dejando pasar la infrarroja emitida por la tierra a la atmósfera.

Un incremento en la temperatura disminuirá las lluvias y se agrandará la faja desértica.

Como una forma de apoyo a lo anteriormente expuesto, se hacen notar ligeros aumentos de temperatura en todo el país. En la Ciudad de México en 1983 (4 de mayo) se registró la más alta temperatura de su historia, fue de  $34.7^\circ\text{C}$ .

Han surgido muchos comentarios acerca de la modificación climática, el aumento de temperatura y modificaciones en el nivel del Océano Pacífico, el retiro de las masas polares hacia el norte, así como el aumento de los hielos ácidos por la contaminación. También se hace mención de movimientos climáticos debido a modificaciones en órbita terrestre, que traen como consecuencia, en un período analizado en

los últimos 9 000 años, una diferencia de radiación solar con respecto a la actual de 7% mayor en verano y 7% menor en invierno.\* Esto es en base a las diferencias de llegada de radiación solar, argumentando que la órbita de la tierra y la inclinación del eje eran distintos a los actuales.

#### 8.4. OZONO Y RAYOS ULTRAVIOLETA.

El ozono se forma en la estratósfera superior como resultado de la fotodisociación del oxígeno molecular por los rayos ultravioleta.

Aimedieu (1981, p. 502) comenta la existencia de una reducción a menos de un 10% de ozono y podría seguir ascendiendo si se sigue arrojando a la atmósfera los productos clorados o clorofluorocarbonados, utilizando el gas de nombre comercial "Freón" como refrigerante, y propulsores de botellas pulverizantes, además de las flotas de aeronaves que también están destruyendo el ozono.

---

\* Fuente: Información, Ciencia y Tecnología; Los cambios en la Órbita de la Tierra y Los Monzones, CONACYT, No. 60; enero 1982, pp. 19-20.

Esta reducción provocará un aumento a nivel suelo de la radiación ultravioleta, normalmente filtrada por el ozono. Dichas radiaciones penetran en la atmósfera según el ángulo de incidencia del sol, estando esta en razón directa con la época del año. Así entre más vertical está el sol es más alta la incidencia de radiaciones ultravioleta, las cuales se producen con mayor intensidad en el verano, alcanzando su máximo entre las 10 y las 14 horas. La altitud es otro factor importante en el aumento de éste tipo de radiación, alterándose de momento el balance radioactivo atmosférico, que ocasiona diversos efectos biológicos como: modificación o destrucción genética, inhibición de la fotosíntesis con alteraciones a la cadena alimenticia y el equilibrio del oxígeno atmosférico.

También puede tener efectos eritematosos \* y cancerígenos para la piel.

---

\* Quemaduras de piel por el sol.

## 9. COMENTARIOS Y SUGERENCIAS FINALES.

El desarrollo del Puerto Industrial de Lázaro Cárdenas generará importantes beneficios económicos y sociales, además de ocasionar muchos impactos adversos al ambiente en toda la región y su zona de influencia.

En el área se localizarán industrias importantes para formar el complejo, las que constituirán fuentes potenciales de contaminación, mismo que generará impactos a los ecosistemas, provocando alteraciones significativas a la atmósfera, agua y suelo.

Actualmente no se cuenta con información suficiente para evaluar el grado de afectación y los niveles de contaminación. Sin embargo, es posible saber que en la realidad, - la calidad ambiental no es satisfactoria y que si se suman a esto los efectos adversos que produzca el Puerto Industrial, es de suponerse que a corto plazo habrá un deterioro ecológico, con muchos impactos irreversibles, provocando consecuencias negativas a la región, por lo que es necesario sugerir ordenamientos que permitan evitar serias afectaciones al medio.

A continuación se proponen algunas medidas de control, mi

tigación y compensación de los impactos negativos identificados en éste estudio:

- Sugerir un racionamiento adecuado, uso y calidad del agua, de acuerdo a las necesidades del usuario, reciclando toda el agua que lo amerite, lo que ocasionará un buen ahorro. Se propone la instalación en zonas urbanas; sistemas de tratamiento y potabilización de manera que cubra más satisfactoriamente las necesidades de consumo de dicho líquido.
- Es de suma importancia que se controlen las descargas de agua residual, urbana o industrial al río; mediante un tratamiento adecuado, o bien descargando mar adentro mediante un emisor profundo y garantizando que no afectará la vida, ni la calidad del agua marina circundante. En función a las alteraciones previstas por aguas residuales, habrá que definir las medidas correctoras o de compensación que deben aplicarse para dichos efluentes. Podría preverse la existencia de un plan de vigilancia permanente para la inspección de los desfuegos residuales.
- Es necesario contemplar por parte de las industrias, medidas de emergencia, en caso de que llegara a presentarse algún vertido accidental de aguas residuales y que

pudiera generar impactos más fuertes. Por todo lo anterior, se hace útil la implementación inmediata de un sistema de monitoreo continuo para análisis de agua, y que se consideren descargas residuales urbanas e industriales.

- Es recomendable hacer estudios de regeneración de la vida estuarina, tomando en cuenta las medidas preventivas de las aguas residuales; tratando de ajustar dichos ecosistemas a su escenario ya modificado, pero que les permita vivir en el mismo lugar que antes lo hacían.
- Se recomienda hacer estudios enfocados a la protección de la faja costera, para que sea afectada lo menos posible por la erosión marina.
- Seleccionar debidamente los sitios más adecuados, así como un buen sistema de recolección y transporte para la disposición final de los desechos sólidos. Asimismo, evitar lo más posible la quema de basura a cielo abierto, se deberán tomar en cuenta necesidades actuales y planes futuros de desarrollo.

Es recomendable hacer una clasificación de los diversos desechos sólidos, y ver su utilidad económica posible,



así como su grado de peligrosidad en su caso. Seleccionando cada desecho de acuerdo a su tipo correspondiente.

- Para conocer cual es la calidad del aire en la región, se recomienda la instalación inmediata de un sistema de monitoreo atmosférico. La atmósfera ya está siendo afectada, situación que actualmente se puede corregir y proteger al medio dañado; que como se vió anteriormente son 36.3 km<sup>2</sup>, por el área de Petacalco. De no corregir esta situación a la mayor brevedad posible, cada vez será más difícil a medida que avance el tiempo y con este el grado de contaminación. También es recomendable prevenir alguna posible emergencia para casos de efectos agudos.
- Asimismo, se recomienda efectuar estudios que contemplen el grado de afectación de los suelos, vegetación y el hombre mismo, ocasionada por las emisiones atmosféricas contaminantes.
- Definir con apoyo el Plan de Desarrollo vigente, los espaciamientos mínimos que deben existir entre la zona portuario-industrial, zona de amortiguamiento y el asentamiento humano más cercano, así como entre las industrias; elaborando al mismo tiempo un inventario de emisiones en forma paralela al desarrollo industrial. Y condicionando

los permisos de establecimiento a toda industria, a la entrega de un estudio del Impacto Ambiental que ocasionará su proyecto. Del mismo modo procurar un mejor uso del suelo, evitando así los posibles efectos antagónicos que pudieran presentarse.

- Deberá procurarse la mayor dotación posible de servicios municipales básicos a toda la población, necesarios para lograr una mejor calidad de vida.

## B I B L I O G R A F I A

- AIMEDIEU P. LAS AMENAZAS SOBRE EL OZONO SE CONFIRMAN. REVISTA, MUNDO CIENTÍFICO No. 5 JULIO, 1981, PP. 502-503.
- ALLARD PATRIC ¿MODIFICA EL VULCANISMO EL CLIMA TERRESTRE?. REVISTA, MUNDO CIENTÍFICO No. 3, MAYO 1981, PP. 272-273.
- BONSANG BERNARD EL AZUFRE EN LA ATMOSFERA, REVISTA, MUNDO CIENTÍFICO No. 20, DICIEMBRE 1982, PP. 1190-1201.
- BROOKS C. E. P. CLIMATE THROUGH THE AGES, DOVER 1970 395 PP.
- CONAPO ESTUDIO DEMOGRAFICO DE LOS PUERTOS INDUSTRIALES 1950-2000. VOLUMEN No.3 PUERTO INDUSTRIAL LAZARO CÁRDENAS, MICH., NOVIEMBRE 1982, 179 PP.
- CONSULTORIA EXTERNA PUERTOS INDUSTRIALES, CONSULTORÍA EXTERNA, S. A., 1978, PP. 53-120.

- CONURBAL COMISION DE LA CONURBACION DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO BALSAS, ANALISIS DE UNIDADES AMBIENTALES DE LAZARO CÁRDENAS, MICH., MARZO 1980. 83 PP.
- FIDELAC FIDEICOMISO LAZARO CARDENAS LAZARO CÁRDENAS, MICHOACÁN: UNA PERSPECTIVA, 1978, 16 PP.
- GALAVIZ C. ISAAC EPIDEMIOLOGIA DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL, S. S. A. 1975. 21 PP.
- GIORGIO J. A. CONTAMINACION ATMOSFERICA, ALHAMBRA, ESPAÑA, 1977. 176 PP.
- GUZMAN V. RAQUEL PLANEACION GEOGRAFICA GANADERA DE LA ZONA DE LAZARO CARDENAS, MICH. ANUARIO DE GEOGRAFIA No. XIII, UNAM, 1973 PP. 211-285.
- HANSEN ET ALL CLIMATE IMPACT OF INCREASING ATMOSPHERIC CARBON DIOXIDE, REVISTA, SCIENCE, AGOSTO 1981, PP. 957-966.
- ICATEC SEMINARIO SOBRE ADMINISTRACION Y TECNOLOGIA DEL MEDIO AMBIENTE, MEXICO, D. F. MARZO 1981.

- JAUREGUI E. EL CLIMA DEL PUERTO LAZARO CARDENAS,  
MICH., SEPTIEMBRE 1980, 28 PP.
- LAMB H. H. CLIMATE: PRESENT, PAST AND FUTURE,  
METHUEN & CO. LONDON 1972, PP, 385-  
464.
- LOCKWOOD JOHN CAUSES OF CLIMATE, JOHN WILEY & SONS,  
NEW YORK 1979, PP, 140-242.
- MARSHAL JAMES EL AIRE EN QUE VIVIMOS, DIANA 1972,  
127 PP.
- MUNN R. E. ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT,  
JOHN WILEY & SONS 1975, 190 PP.
- N. A. S. A. POSSIBLE RELATIONSHIP BETWEEN SOLAR  
ACTIVITY AND METEOROLOGICAL PHENOMENA,  
WASHINGTON, D. C. 1975, 263 PP.
- J. M. M. ORGANIZACION METEOROLOGICA MUNDIAL.  
MODIFICACION DE LA CAPA DE OZONO DE-  
BIDO A LAS ACTIVIDADES DEL HOMBRE Y  
ALGUNAS POSIBLES CONSECUENCIAS GEOFI-  
SICAS. GINEBRA 1982, 8 PP.

- PERKINS H. C. AIR POLLUTION, MC. GRAW HILL, 1974  
PP. 145-357.
- PUIGSERVER MANUEL ATMOSFERA Y CONTAMINACION ATMOSFERICA.  
REVISTA, INVESTIGACIÓN Y CIENCIA No.  
37, OCTUBRE 1979, PP. 104-120.
- RAU & WOOTEN ENVIRONMENTAL IMPACT ANALISIS HAND-  
BOOK, MAC, GRAW HILL, 1980, PP. 1-567.
- REVELLE & THOMPSON LOS OCEANOS Y EL CLIMA. REVISTA, CIEN-  
CIA Y DESARROLLO No. 43, MARZO - ABRIL  
1982, PP. 28-36.
- ROBERTS & RABB CLIMATE AND HISTORY, PRINCETON, 1981  
280 PP.
- SAHOP PLAN ECOLOGICO DE LA DESEMBOCADURA DEL  
RIO BALSAS, 1980, 83 PP.
- SECRETARIA DE MARINA MEMORIA DEL LEVANTAMIENTO HIDROGRAFICO  
DEL PUERTO LAZARO CARDENAS, MICH.  
1975, 128 PP.

- SRIA. DE LA PRESIDENCIA      PROGRAMA GENERAL DEL PUERTO INDUS-  
TRIAL LAZARO CARDENAS, 1981, s/p.
- SCHUENEMAN ET ALL              AIR POLLUTION ASPECTS OF THE IRON AND  
STEEL INDUSTRY, U. S. DEPT OF HEALTH  
EDUCATION AND WELFARE, CINCINNATI,  
OHIO, 1963. 102 PP.
- S. P. P.                              X CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENU  
DA, 1980, ESTADO DE MICHOACAN, VOLUU-  
MENES I, II, III, TOMO No. 16 MEXICO  
1983.
- SOTO M. CONSUELO              CD. LAZARO CARDENAS UN NUEVO POLO DE  
DESARROLLO, ANUARIO DE GEOGRAFIA No.  
XV, UNAM, 1975, PP. 267-292.
- S. S. A.                              ESCENARIO AMBIENTAL DEL PUERTO INDUSU  
TRIAL LAZARO CARDENAS, MICH. 1982,  
s/p.
- S. S. A.                              DIAGNOSTICO INTEGRAL DE SALUD DEL  
PUERTO INDUSTRIAL LAZARO CARDENAS,  
MICH., 1983, 305 PP.

- S. S. A. DISPOSICION DE DESECHOS SOLIDOS DOMESTICOS EN EL PUERTO INDUSTRIAL LAZARO CARDENAS, MICH., 1983, 60 PP.
- S. S. A. SITUACION ACTUAL DE SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LAZARO CARDENAS, MICH., 1981, 43 PP.
- STERN ARTHUR FUNDAMENTAL OF AIR POLLUTION, ACADEMIC PRESS, 1976, PP. 11-350.
- STRAHLER & STRAHLER GEOGRAPHY AND MAN'S ENVIRONMENTAL, JOHN WILEY & SONS, 1977, PP 392-492
- SUESS & CRAXFORD. MANUAL DE CALIDAD DEL AIRE EN EL MEDIO URBANO, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE SALUD, 1980, 179 PP.
- TOMDA & BRAVAL EL DIOXIDO DE CARBONO Y EL CLIMA DE LA TIERRA, REVISTA, INFORMACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA No. 59, DICIEMBRE 1981, PP. 14-15.
- TURNER D. B. WORKBOOK OF ATMOSPHERIC DISPERSION ESTIMATES, ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (E.P.A.), U.S.A. 1970, 84 PP.



WOODWELL G.

LA CUESTION DEL DIOXIDO DE CARBONO,  
REVISTA, INVESTIGACIÓN Y CIENCIA  
No. 18, MARZO 1978, PP. 16-27,



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFÍA