

64
2 Ems.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

EVALUACION Y ALTERNATIVAS ENERGETICAS EN EL ESTADO DE TABASCO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
ENRIQUE V. GONZALEZ ESPINOSA

DIR. M. EN C. FRANCISCO CEPEDA FLORES



MEXICO, D. F.

1985



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.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
PROPOSICION	1
DEMOSTRACION	
I.- Breve Panorama Energético.	3
1.- Mundial	3
2.- Nacional	8
II.- El Impacto Petrolero en Tabasco	16
1.- Algunos datos socioeconómicos del estado	16
2.- Recursos e Infraestructura Petrolera en Tabasco	20
3.- Contaminación por el Petróleo.	24
4.- Petróleo y Desarrollo Regional.	31
III.- Situación Energética Actual en Tabasco.	35
1.- Consumo Energético Actual en Tabasco.	37
2.- Comentarios.	46
IV.- Opciones Energéticas "Comerciales" en Tabasco.	49
1.- El Potencial Hidroeléctrico en Tabasco.	49
V.- Las Tecnologías "Alternativas".	56
1.- Introducción.	56
2.- Tecnologías "Alternativas".	57
VI.- Tecnologías Alternativas de Energía Aplicables a Tabasco.	61
1.- Biomasa.	65
2.- Energía Solar.	75
3.- Energía Eólica.	85
4.- Microsistemas Hidráulicos.	89
5.- Sistemas Energéticos Integrados.	94
CONCLUSIONES.	96
EXTRACTO.	100
NOMINA BIBLIOGRAFICA.	105

PROPOSICION

En base a un estudio del estado de Tabasco que ha estado vi-
viendo en estos últimos años un crecimiento inusitado de la indus-
tria petrolera y tomando en cuenta las necesidades locales de ener-
gía y sus recursos potenciales de energía convencionales y no con-
vencionales, este trabajo busca proponer algunas alternativas que
pudieran servir al desarrollo de la oferta energética en la enti-
dad.

Abordar en cualquier forma el tema de los energéticos es ---
siempre enfrentarse a un sinnúmero de problemas que rebasan los me
ramente técnicos. Esto es porque los energéticos como todas las ma
terias primas han sido los que determinan, en su selección y uso,
el sentido del desarrollo de la cultura. Estas cuestiones energéti-
cas ejemplifican además, que los problemas técnicos-científicos -
siempre llevan una carga político-social que el ingeniero no debe
soslayar sino aceptarla a fin de dar respuestas congruentes con -
nuestras verdaderas necesidades técnicas y sociales.

De esta manera ante el deterioro ambiental y los grandes con
flictos sociales y económicos que vive esta entidad en gran parte
generados por la implantación de la industria petrolera, decidí --
profundizar mas en el problema por medio de este trabajo.

Se empieza con un breve panorama mundial y nacional en torno
a la energía, a continuación expongo el impacto (económico-social)
petrolero en Tabasco y los recursos e infraestructura petrolera --
que hay en el estado, analizo después el problema del petróleo y -
del desarrollo regional. A continuación se hace una primera evalua
ción energética del estado donde se ven los energéticos que se --

usan en Tabasco, así como el consumo de los diferentes sectores y algunas estimaciones de las pérdidas. Se subraya la necesidad de conocer esta demanda para adecuar para cada uso final de la energía el tipo de fuente y la tecnología mas apropiada.

Después notamos que hay un gran desaprovechamiento del recurso hidroeléctrico tanto a gran escala como en su opción a pequeña escala y evidenciamos con preocupación que nadie estudia o invierte sobre este recurso tanpreciado en el estado.

Seguimos con un breve análisis de la dependencia tecnológica y de los problemas con que se enfrentan las tecnologías "alternativas", para después pasar al análisis de las opciones energéticas - que nos parecen más apropiadas para adaptarlas a Tabasco, principalmente a las zonas rurales alejadas de las redes de energía con el fin de hacerlas mas productivas.

Las fuentes de conocimiento en este trabajo fueron primordialmente la amplísima literatura existente sobre energía y sobre las fuentes de energía alternativa en libros y revistas. Se recibió información de PEMEX y la C.F.E. de esta entidad*, también se aprovecharon las opiniones recibidas de gente que ha vivido la transformación de esta zona.

Cabe señalar que trabajos de investigación de este tipo para esta entidad no los hay. Tampoco hay gente estudiando con profundidad todos estos problemas. Hay pues una gran tarea por delante, - pues lo único que ofrece este trabajo es un sencillo, pero revelador panorama del problema energético en Tabasco

* Esta información fué muy difícil obtenerla y muy reducida, principalmente en PEMEX donde se limita y desanima la investigación independiente.

I BREVE PANORAMA ENERGETICO

1. Mundial.

Antes de 1973, cuando la Organización de Países Exportadores de Petróleo aumentaron el precio del crudo, el suministro energético en el mundo dependía principalmente de combustibles fósiles a precios de mercado mundial no solo reducidos sino descendentes en términos reales. Cuando se interrumpio esta tendencia, la economía mundial se estremeció y como a esto se aunó un creciente temor en los países desarrollados de posibles interrupciones en el suministro de hidrocarburos, se dio como resultado la llamada "crisis energética".

Crisis energética que no es realmente por escasez de recursos a nivel mundial ya que hay energéticos en forma considerable - aunque explotables a costos de 2 a 5 veces mayores que los actuales. La crisis es mas bien por factores socio-políticos, de precios altos e inestables, de disponibilidad no uniforme (en espacio y tiempo) de dichos recursos. Es debida entonces a una modificación estructural y a nuevas condiciones permanentes del mercado energético en donde los costos reales de la energía seguramente seguiran aumentando (con algunas bajas temporales debidas principalmente a la decisión de los países desarrollados de no bajar ni un ápice su nivel de vida y seguir siendo los grandes beneficiarios - de los bajos costos de la energía)¹ no obstante los esfuerzos tec-

¹ La situación energética actual es de "abundancia" de petróleo -- crudo en los mercados internacionales que determina una temporal tendencia a la baja en su precio; las medidas adoptadas para ahorrar energía por los países desarrollados (técnicas y políticas) obtuvieron buenos resultados.

nológicos que se desarrollan para invertir o detener esta tendencia. Al menos en unos 20 años será difícil que esto se logre.

Las reservas probadas mundiales de petróleo en 1980 eran del orden de los 640 mil millones de barriles y el consumo diario mundial era de 62 millones. En ese entonces se calculaba que las naciones pobres consumirían hidrocarburos en los años siguientes a una tasa anual de crecimiento del 6 % así para el año 2000 se habrían quemado 145 mil millones de barriles. Para los países industrializados se calculaba, que con un consumo de petróleo del 3 % como tasa anual de crecimiento (en E.U.A. fué de 3.6% y en la URSS del 8.5% en los últimos años) a fin del siglo estos países habrían consumido 493 mil millones de barriles. Es decir, el mundo en el año 2000, se calcula, habrá consumido 638 mil millones de barriles en total. La reserva mundial quedaría prácticamente agotada.²

Es importante apuntar que mientras los países industrializados con una quinta parte de la población mundial consume casi dos terceras partes de la energía producida en el mundo, la mitad de la población mundial que vive en países en desarrollo consume solo una sexta parte de la energía producida. Así por ejemplo a los 230 millones de estadounidenses corresponden 29 barriles de petróleo por cabeza al año, en tanto que a cada uno de los 3000 millones de habitantes del tercer mundo le tocan solo 1.52 barriles al año (en particular a los habitantes de América Latina les tocan --

2 Este cálculo hecho por Heberto Castillo (ref. 15) permanece en cierta forma válido en la convicción de que los pueblos del 3er. mundo conquisten el uso diario de la luz eléctrica de agua potable, de transporte mecánico, etc. y en este caso el agotamiento de las reservas incluso, podrían venir antes.

unos 4 barriles por cabeza al año, aunque estas cifras cobran un matiz aun más alarmante si se toma en cuenta que la eficiencia en el uso de la energía es mayor en los países industrializados que en el resto del mundo).

Naturalmente no solo los hidrocarburos se usan como energéticos "comerciales", están además el carbón, la energía hidráulica y la nuclear. En la figura 1.1.1 tomada de la ref. 11 se muestra la evolución en el tiempo de la producción y el consumo mundial de la energía primaria según las diferentes fuentes de energía "comercial". Se puede ver en ella que el petróleo ha ido desplazando al carbón. Que la energía hidráulica manifiesta un pequeño crecimiento acorde con su naturaleza (aunque este crecimiento se ha dado mucho más en los países desarrollados los cuales ya casi no tienen mas recursos de este tipo que no estén siendo ya explotados)³. Se nota que no aparece la energía nuclear y es porque su producción sigue siendo muy poca comparada con las otras energías.

Junto al consumo de energía "comercial" hay un consumo de energía en base a la leña y al carbón vegetal que se estima ha permanecido en un valor constante a nivel mundial, representando entre el 50 % y el 75 % de la energía comercial mundial en 1925 y solo entre 9 % y el 13 % en 1975. Este consumo de leña es particularmente importante en los países tercermundistas.

En la tabla 1.1.1 se ve la distribución del consumo energético por sector económico en 1972. La diferencia en la composición del producto bruto de cada país y la eficiencia de los procesos em

3 Algunos consideran que el potencial hidroeléctrico que no se utiliza es un desperdicio de energía equivalente al de la quema de gas en la atmósfera. (ref. 3).

	Mundial	Países Industrializados	E.U. y Canadá	Europa Occidental	Japón Australia y Nueva Zelanda	URSS y Europa Oriental	Países en Desarrollo ^(a)
Transporte	18%	20%	23%	14%	18%	9%	24%
Industria y Agricultura	31%	25%	22%	26%	32%	45%	38%
Doméstico y comercial	20%	22%	21%	27%	17%	15%	17%
Usos no-energéticos	4%	6%	6%	6%	9%	1%	3%
Conversión de energía y pérdidas	27%	27%	28%	27%	24%	30%	18%
Energía primaria	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Importaciones	-	37%	10%	60%	68%	-(4)%	-(127)%
Energía Total (en EJ=10 ⁶ TJ)	241	149	83	50	16	53 ^(b)	39 ^(b)

(a) Incluye China y países de economía centralizada de Asia

(b) Excluye leña y desperdicios agrícolas

Tabla 1.1.1. Consumo de energía primaria en el mundo por principales sectores económicos. Tomado de la ref. 11.

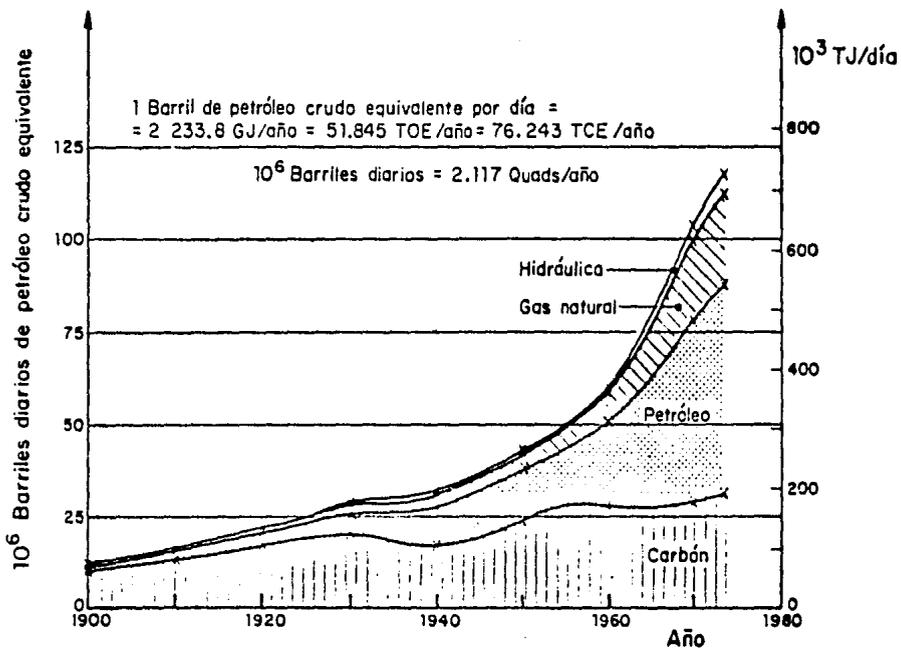


Figura 1.1.1. Producción y consumo mundial de energía primaria por fuentes. Tomado de la ref.

pleados en la producción, hacen ver diferencias entre los países - en el consumo por sector económico.⁴ Se nota también, en esta tabla que el consumo de energía primaria en el sector doméstico tiene mayor importancia relativa en los países desarrollados que en los que no lo están. Por otro lado son los países industrializados los que tienen un consumo de las diferentes fuentes de energía más diversificado y balanceado (Para mejor información véase tabla 2.3 de la ref. 11).

2. Nacional.

El sector energético nacional ha tenido un desarrollo acelerado desde la década de los 40^a. Entre 1960 y 1972 su tasa anual - promedio de crecimiento fue de 9.3 % cifra que superó a la del crecimiento anual del P.I.B. durante el mismo periodo. Hasta 1970 se fue autosuficiente. Un consumo elevado entre 1970 y 1973 y problemas en la distribución hicieron que se importaran cantidades rela-

4 El consumo de energía por unidad de producto depende del tipo de producto producido así por ejemplo, para producir una tonelada de papel se requieren entre 10 y 20 GJ, mientras que una tonelada de aluminio requiere para su producción un gasto energético entre 240 y 320 GJ.

tivamente pequeñas de petróleo y de carbón.⁵ Vino entonces el descubrimiento y explotación de los yacimientos petrolíferos en el Suresté y se recuperó la autosuficiencia energética. La producción de petróleo pasó de 486,600 barriles diarios en 1970 a 2,850,000 barriles diarios en 1982, de estos últimos 1,500,000 barriles diarios se destinan a la exportación y el resto al consumo interno. Con relación al gas natural la producción pasó de un equivalente a 332,000 barriles diarios de petróleo en 1970 a 783,000 barriles en 1982.

Así los hidrocarburos constituyen ahora la principal fuente de energía primaria del país⁶ (casi el 93 % del total en 1983)⁷, y el renglón por el que se obtienen el 75 % de divisas (diario Uno + Uno 15 de sep. de 1984).

5 A fines de 1976 los gobernantes tenían conciencia del agotamiento del patrón de desarrollo que siguió el país en el periodo de postguerra (expansión del mercado interno, de preferencia en producción de bienes de consumo suntuarios que se ubicaba en los -- principales centros urbanos generando costos sociales altísimos y dominado por un número reducido de grandes empresas oligopólicas de carácter transnacional). Se trató entonces de reorientar el modelo de desarrollo y adecuarlo a las nuevas modificaciones. impuestas por los procesos de producción diferenciados y especializados que caracterizan hoy la división internacional del trabajo. Entonces se pensó que la intensificación de la producción de hidrocarburos serviría como elemento catalizador del crecimiento económico. Así a la vez que habría el desarrollo acelerado de la producción petrolera se "emprendió un periodo de expansión que por su ritmo y sus consecuencias sociales y ecológicas recordaba las formas primitivas de la acumulación del capitalismo salvaje". (ref. 14)

6 La tasa de crecimiento del consumo de energía primaria en los últimos años es de 8.8% y de la electricidad 9.5%. Esto hará que, para el año 2000 requiramos 3.3 veces más energéticos y en especial 3.8 veces más energía eléctrica.

7 Proceso No. 407 20 de agosto de 1984.

Las reservas probadas totales de hidrocarburos en 1981 fueron de 72,070 millones de barriles⁸ ($441,070 \times 10^3$ TJ). Las reservas totales probables en 1982 fueron 90,000 millones de barriles - de petróleo crudo equivalente ($550,800 \times 10^3$ TJ). Las reservas totales potenciales que incluyen a las probadas y a las probables ascienden a 250,000 millones de barriles de P.C.E. (petróleo crudo equivalente). De las reservas totales probadas de hidrocarburos - en 1981 cerca del 79% correspondió a petróleo y el resto a gas natural. En este mismo año cerca del 75% de las reservas de petróleo - probadas se encuentran en la zona sur del país y un 22% adicional en Chicontepec.

Para 1982 las refinarias del país procesaron un promedio de 1,270,000 barriles de petróleo crudo equivalente diarios. Los productos más importantes de las refinarias nacionales son: combustible con 347,000 barriles de petróleo crudo equivalente (27.5 % de la producción total de refinados por día): gasolina con 361,000 - BPCED (28.5 % de la producción total); y diesel con 270,000 BPCED (21.5 % de la producción total).⁹

8 En el exterior se consignan cifras menores. Las revistas especializadas hablan de 47,000 millones, no de 72,000. En Chicontepec algunos especialistas afirman que hay 15,000 millones inventados (Proceso # 407 agosto de 1984).

9 Para 1983 cifras preliminares revelan ligera reducción de 2.2% - en el volumen de extracción anual de crudo y condensados, a 2,668 millones de barriles diarios la exportación fue de 1.535×10^6 - barriles diarios, cuando en 1982 se extrajeron 2.74×10^6 (aunque para el quinquenio 1985-1989 se piensa aumentar la plataforma de exportación de 1.5 a 1.6 millones de barriles diarios, según informe de Labores de PEMEX). También en este año de 1983 se detectó una baja de 4.5% en las ventas internas de petrolíferos, aunque su elaboración aumentó 4.7% respecto a 1982. Esta reducción del consumo de petrolíferos fue acompañada por una tasa de decrecimiento industrial de 7.6% y de 8.8% en manufacturas.

Es importante hacer un cálculo del tiempo que durarán nuestras reservas de hidrocarburos y para esto supondremos que estas se irán gastando en el tiempo no aritméticamente sino exponencialmente, se supondrá que el consumo anual P estará dado por la siguiente ecuación:

$$P = P_0 (1 + i)^n$$

Donde P_0 es el consumo en el año inicial o año 0

i es la tasa anual de crecimiento

n es el año a partir del inicial para el que se quiere saber el consumo.

El consumo acumulado desde el año inicial al año n , se calculará naturalmente, con la ayuda del cálculo integral quedando la siguiente fórmula:

$$V = E n + \int_0^{n_1} P_0 (1 + i)^n dn = E n + P_0 \left(\frac{(1+i)^{n_1} - 1}{\ln(1+i)} \right)$$

Donde E es la exportación anual

n_1 es el número de años

V es la reserva de 72×10^9 barriles en 1982, que se utiliza con el fin de calcular cuanto tiempo durara.

Si se mantiene un ritmo de crecimiento del consumo de hidrocarburos en México al 6 % anual y si se envía petróleo y gas a E.U.A. y al extranjero en la cantidad de 1.5×10^6 barriles equivalentes diarios, y con un consumo interno para 1982 conocido de 1.83×10^6 barriles diarios, entonces la duración de las reservas se conocerán sustituyendo los anteriores datos:

$$72 \times 10^9 = 547.5 \times 10^6 \cdot n + 667.95 \times 10^6 \left| \frac{1.6^n - 1}{\ln 1.06} \right|$$

Esta ecuación se verifica para $n=30.27$ años, así que las reservas se terminarían en el año 2012. Esta es una perspectiva verdaderamente catastrófica y aunque el modelo matemático para este problema es sumamente elemental no deja de tener cierta validez, principalmente porque los índices de crecimiento en el uso de hidrocarburos (que aquí se utilizaron) históricamente se han manifestado.¹⁰

También es preocupante la declinación de los campos de explotación que pierden energía con el paso del tiempo, entre 350,000 y 480,000 barriles diarios de hidrocarburos. Cada vez es necesario perforar más para obtener petróleo, se ha tenido que llegar a una profundidad mayor de 6,000 metros lo cual encarece y dificulta técnicamente las nuevas producciones.

Con respecto al carbón se estima que las reservas en el país son poco importantes, para 1980 se calculaban en $3,275 \times 10^6$ toneladas de carbón insitu (unos $15,675 \times 10^6$ barriles de P.C.E.), localizadas en un 98 % en el estado de Coahuila. Aunque los esfuerzos de exploración y explotación de los carbones no coquizables (los coquizables se usan en las siderúrgicas y son más demandados) son relativamente recientes y básicamente se utilizan para generar electricidad. Solo el .09 % de la energía primaria es por el carbón.

10 Este cálculo aparece en la ref. 3 y solo se diferencia en que utilizo una tasa de crecimiento menor, 6 %, cuando en esta referencia es de 6.6 %. La tasa que utilizo es la que en general -- han tenido los países subdesarrollados y que va mas de acuerdo (eso parece) con la grave crisis que vivimos.

Con respecto al uranio se estimó en 1980 que las reservas -- probables ascienden a cerca de 32,000 toneladas de U_3O_8 y las potenciales a 225,000 toneladas. Sin embargo las reservas probadas -- corresponden solo a 1,474 toneladas de U_3O_8 en 1981 y alcanzarían a lo sumo para alimentar a la planta nuclear de Laguna Verde durante su vida útil.¹¹ Aunque, hasta la fecha, es escasa la actividad de exploración de este recurso en el país, por lo que las cifras -- anteriores podrían tener un crecimiento importante en el futuro.

Con respecto a la madera usada como combustible hubo un consumo en México de aproximadamente 96×10^{12} Kcal (ref. # 26) que -- representa aproximadamente el 15 % de la producción de hidrocarburos en el país. Debemos apuntar que, aunque muy grande este consumo, ordinariamente no entra en los cálculos sobre energía (por su poca incidencia "comercial").

Con respecto a la energía hidroeléctrica podemos apuntar que la capacidad instalada en plantas hidroeléctricas en 1979 era de -- 5,220 MW habiéndose generado 17,800 GWH (14 millones de barriles -- de P.C.E.) que representó cerca del 30 % del total de energía eléctrica generada durante ese año. Para 1981 la capacidad instalada -- alcanzó ya 6,550 MW. Según la referencia # 9 solo se aprovecha el 15% del potencial hidroeléctrico identificado (la mayor parte de --

11 Esta planta cuya instalación será de 1308 MW al empezar a producir electricidad ahorrará tal vez 60,000 barriles de petróleo -- diarios, aunque ya ha empezado a notarse que no es una tecnología muy apropiada para nuestras necesidades por el gran capital que necesita al igual que los recursos humanos que deben ser de muy alto nivel científico etc. El caso es que ni las más mínimas precauciones para la población circundante se han tomado para en caso de desastre y ya se piensa (PDE, 1984) en un nuevo -- proyecto nucleoelectrico con una instalación que utilizará el -- resto de potencial de recursos. (Proceso. sep. 1984 # 412).

el estaría situado en el sur del país).

Dadas las características geológicas del país las posibilidades de la geotérmica como fuente energética parecen muy favorables. Entre los acuíferos geotérmicos mas ricos y explorados están las localizadas en Cerro Prieto, Baja California y los Azufres, -- Mich. A fines de 1981 la capacidad instalada para la generación de energía eléctrica era de 180 MW (concentrada en Cerro Prieto) con otros 440 MW en proceso de construcción.

En 1981 la producción anual de energía primaria alcanzó en México 1,838 billones de kcal de las que se exportó el 38 % dejando al mercado nacional 1,146.5 billones de kcal. El consumo y las pérdidas del sector energético ascendieron a 489.2×10^{12} kcal esto es el 42.6 % y el consumo final de energía en el mercado nacional fué de 656.9×10^{12} kcal es decir el 57.4 %.

El consumo final de energía en el mercado nacional se repartió de la forma siguiente:

Industrial.....	31.2 %
Transporte.....	41.0 %
Otros sectores.....	16.9 %
Usos no energéticos.....	10.9 %

Se nota en esta la predominancia del sector transporte, característica similar a otros países subdesarrollados.

Con respecto a usos y pérdida del sector energético en todo el país (PEMEX y C.F.E.) se sabe que el 42.6 % de la oferta total correspondió a este sector y que el 25.2 % fueron pérdidas. (ref. 26).

Los gastos de la operación y de la inversión en el sector -- energético para los años de 1984 a 1988 según el P.N.E. de 1984 - será de 48,400 millones de dolares, sin incluir pagos de amortizaciones.

II EL IMPACTO PETROLERO EN TABASCO

Con la estrategia del gobierno de apoyarse en el petróleo para salir de la crisis que afrontaba el país en 1976, el Sureste de sempeñó un importante papel dado su enorme potencial de recursos petrolíferos y por su ubicación geográfica que ofrece condiciones ideales para el impulso de las actividades petroleras. Impulso que ha propiciado la negociación de inversiones masivas y la contratación a gran escala de compañías extranjeras para la extracción de petróleo (más todavía para la extracción "costa afuera"), para la producción de productos petroquímicos y las instalaciones de eficientes sistemas de transporte. "Todo esto exigió una privatización a la escala del gran capital internacional del antiguo proyecto popular que aspiraba reservar el poder sobre todo el proceso de la explotación de hidrocarburos".¹ Ahora sin embargo el Sector Petrolero a dependido en poco más del 50 % de insumos extranjeros en los últimos años.²

1. Algunos datos socioeconómicos de Tabasco.

A partir de la instalación de PEMEX en Tabasco a principios de la década anterior la región ha sufrido una serie de cambios demográficos y socio-económicos intensos. Así vemos que su tasa de crecimiento medio anual con respecto a 1970 es de 3.85% superior a la del país (que es de 3.18 %). Esta población determinó una densi

¹ Referencia número 14.

² Periódico Uno más Uno, 15 Sep. de 1984.

dad demográfica de 46 habitantes por Km² (en 1980) siendo la población urbana de 462,460 habitantes y la rural de 712,672 (60.7%) y en total 1,173,132 habitantes (esta cifra representa el 1.7 % del total del país). Tabasco ocupa solo el 1.3 % del total del territorio nacional (o sea 24,661 Km² de los 1,958.201 Km² que tienen la República Mexicana).

Con respecto a la estructura ocupacional se observa que en 1970 el 59% de la población ocupada se dedicaba a las actividades agropecuarias y en 1980 esta se redujo al 42 %; la población rural es atraída por las perspectivas eventuales de empleo de la zona urbana, y en general también de los demás estados de la República -- acuden atraídos por la "bonanza" petrolera (de Tabasco salieron en 1980, (según la ref. 32) 87,662 personas y entraron 95,294 principalmente de Veracruz y Chiapas.

Se estima que por cada plaza de trabajo en PEMEX³ se generan otras tres actividades de servicios generales que absorben a más del 50 % de la población económicamente activa (el 31 % de la población total, constituye la P.E.A. en Tabasco. El 1.6 % de la población económicamente activa, (P.E.A.) está desempleada y el subempleo afectó al 33 % de las personas ocupadas, Censo de 1980. En 1980 el personal foráneo en Tabasco⁴ constituyó el 35 % de los -- profesionistas en las áreas de producción y operación, el 31.4 % -

3 La industria petrolera realiza actividades de perforación y procesamiento primario y secundario de hidrocarburos, emplea en forma directa en Tabasco 21,000 (en 1982). En el periodo 76-82 hubo un derrame por salarios de 16 mil millones de pesos (diario Presente, 8 de sep. de 1984). Estos 21,000 trabajadores representaban aproximadamente el 5.7 % de la población económicamente activa en Tabasco.

4 Monografía General del Estado de Tabasco. Dic. de 1981. (ref.20)

de los obreros calificados y el 26.5 % del número de empleados. Como se ve, las nuevas plazas creadas por la industria petrolera son poco aprovechadas por la población local.

PEMEX a invertido en Tabasco cantidades millonarias, tan solo en 1980 y en 1981 invirtió 20,563.5 millones de pesos y 40,222.3 millones de pesos respectivamente. En este último año 2.5 veces -- más que toda la inversión pública y privada que hubo en el estado.⁵

El aumento de circulante, producto de los altos salarios que paga la empresa petrolera⁶ y sus asociados, y el hecho de que las funciones de producción capital-intensivo de ésta, no permite la generación de empleos, provoca una presión inflacionaria que se -- traduce en una alza constante en el costo de la vida que afecta directamente a la población autóctona, particularmente al sector no sindicalizado. Además PEMEX es responsable del agravamiento de la situación de la vivienda pues absorbe a cualquier precio los insumos para la construcción, así como la capacidad de transporte de -- materiales regionalmente disponibles.⁷ De esta manera en Tabasco -- las edificaciones resultan de las más caras del país.

5 PEMEX y el gobierno federal han invertido en Tabasco en el sexenio 1977-1982 más de 190 mil millones de pesos en construcción -- de instalaciones de campo, oleoductos, gasoductos, etc.

6 Los salarios de los trabajadores de PEMEX llegan a ser cuatro veces mayores que en otros lados donde, incluso, se trabaja más.

7 La empresa (PEMEX) y sus trabajadores también rentan a cualquier precio edificios y habitaciones, creándose una especulación con las rentas que las eleva a veces en forma brutal ya que muchas -- de ellas no tienen las mínimas condiciones de confort.

En general Tabasco representa actualmente la imagen de la -- clásica sociedad subdesarrollada que con la ayuda de capital foráneo (mayoritariamente de los países ricos) se está llenando de máquinas, planes, "cuadros técnicos" dólares y ciencia que está aumentando la riqueza de los ricos y la pobreza de los pobres. Pobreza disfrazada con muchos carros, televisores a color, computadoras, etc., que disfrutan muchas familias, aunque vivan hacinadas en reducidos cuartos no pocas de ellas. Eso sí, con la ilusión de que la miseria con "progreso" es siempre una mejoría; La sociedad Tabasqueña "está transitando de una relativa pobreza agrícola a una miseria industrial"⁸ que para colmo solo se centra en la industria petrolera. No es otro el "progreso" que se destina a esta sociedad si no hay un cambio sustancial en los lineamientos que hemos seguido hasta ahora.

8 González Pedrero: La Riqueza de la Pobreza. (ref. 36). Aunque este autor se refiere a los países subdesarrollados en general.

2. Recursos e Infraestructura Petrolera en Tabasco.*

La zona sur de PEMEX está integrada básicamente por cinco -- distritos de explotación; cuatro con ingerencia jurisdiccional del estado de Tabasco: El Plan, Agua Dulce, Cd. Pémez y Villahermosa, y ocupa actualmente el 2º lugar como productora de aceite en todo México.

Los campos de explotación dentro del Estado son 48 de Aceite y 7 de Gas** cuya producción a Junio de 1981 fue de 1 010 672 Barriles promedio al día y 2 364.5 MMPCD, respectivamente.

Las unidades petroquímicas de Ciudad Pémex y La Venta procesan en conjunto 1 150 MMPCD de Gas húmedo, provenientes de los campos de la región, en donde parte del gas procesado se envía por el gasoducto Ciudad PEMEX México - Guadalajara de 24 Pulq. por 820 -- Km.

Otros productos importantes que se elaboran son Gasolina cruda y etano líquido que se envía por tubería a la refinería en Minatitlán, Ver., y al complejo petroquímico "PAJARITOS", también en Ver.

El crudo producido sufre una separación física en 46 estaciones, entre las que destacan La de Samaria, qué hoy día es la más grande de América Latina, con una capacidad de procesamiento de -- 300 Mil Barriles diarios. Por ductos de diversos diámetros el crudo se envía a Minatitlán, Poza Rica, a " PAJARITOS " en Ver.

* Tomado casi íntegramente de "Tabasco", Coordinación General de - Documentación y Análisis, PRI. 1980, ref. 32.

** Véase en la figura 2.2.1. a "grosso modo" las zonas de hidrocarburos.

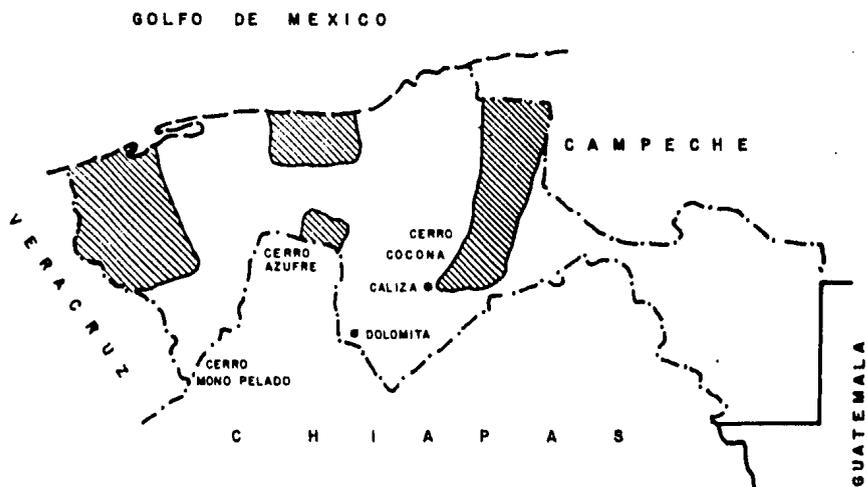
En 1980 se terminaron 12 pozos exploratorios, se perforaron 60 Mil Mts. aproximadamente, de los cuales dos resultaron productivos; asimismo se concluyeron 80 pozos de desarrollo con una Longitud perforada de 272 500 metros.

Las reservas probadas para el Estado a Septiembre de 1980 alcanzaron las siguientes cantidades: Hidrocarburos Líquidos 9 390 - Millones de Barriles, Aceite 6260 Millones de barriles, condensado 861 Millones de Barriles, Gas seco 11 343 Millones de Pies Cúbicos, Gas seco convertidos a Líquidos 2 269 Millones de Pies Cúbicos.

Para el aprovechamiento integral de Gas natural independiente de las 27 estaciones compresoras y 9 de recolección de gas, se construyen nuevas líneas de recolección y gasoductos para su conducción a centros de tratamiento y recuperación de licuables existentes en Cactus, La Venta y Ciudad PEMEX.

En Dos Bocas, Tabasco, está construida la primera Parte del proyecto de Puerto de apoyo y terminal marítima que ya permite proporcionar servicio de transporte de equipo de materiales y personas para las operaciones de perforación y producción en la zona de Campeche. Además cuenta con planta de polipropileno, Etileno, propileno, polietileno una terminal de propano y butano y dos monoboyas para carga de barcos hasta de 250 mil Toneladas de peso muerto, que manejarán el crudo y los productos petroleros de exportación.

En la Ciudad de Cárdenas se instala una terminal de almacenamiento y bombeo con 7 tanques de 500 mil Barriles cada uno y 12 motobombas de 2500 H. P. que al estar en servicio asegurará los movi



Zona de hidrocarburos.

Figura 2.2.1.

mientos de exportación de aceite crudo a través del actual puerto de "PAJARITOS", Ver. y el de Dos Bocas.

Se construyó la Primera Etapa del Complejo Petroquímico Tabasco para procesamiento de Gas, con capacidad de 400 MMPCD; dos de Azufre para 320 Toneladas diarias de Producción; dos Criogénicas (una está terminada) de 2500 MMPCD, cada una, y dos Girbotol para producir ácidos sulfídrico de 400 MMPCD.

Hay una Planta de Almacenamiento y distribución en la Cd. de Villahermosa. Se están tendiendo varios ductos desde el Complejo Petroquímico Tabasco, hacia Dos Bocas para el envío de crudo y Gas Licuado desde los campos productores, destinados a su venta en el exterior.

PRODUCCION DE CRUDO Y GAS NATURAL.

PRODUCCION DE CRUDO (MILES DE BARRILES)				PRODUCCION DE GAS NATURAL (MILLONES DE METROS CUBICOS)		
	PAIS	TABASCO	%	PAIS	TABASCO	%
1978	485297	286,504	59	26 500	12 686	47.9
1979	590570	342,137	57.9	30 146	14 018	46.5
1980	708593	293,192	41.4	36 772	19 238	52.3
1981	844240	292,506	34.6	41 972	23 453	55.9

3. Contaminación por el Petróleo.

El estado está conformado por las llanuras bajas y húmedas - de origen aluvial hechas por la acción de los rios Grijalva y Usamacinta; en la zona de la Chontalpa y parte de los municipios de - Centla y Jonuta existen depresiones pantanosas e inundables tanto como por las avenidas de los rios como por las aguas que atraen -- perturbaciones ciclónicas y las copiosas lluvias.

El clima predominante es el cálido-húmedo con una temperatura mínima de 10° C sin heladas y máxima de 43°C a la sombra y media anual de 27°C.

En las zonas costeras la acción combinadas de los diferentes componentes del ciclo hidrológico y del clima imponen una gran riqueza potencial en estos lugares (se sabe que las zonas costeras - producen de 10 a 25 veces más que la mayoría de los ecosistemas ma rinos o terrestres conocidos).

Así como es rica esta zona es también frágil y su capacidad es muy limitada para soportar ciertos usos humanos.

Al ponerse en marcha el programa petrolero 1977-1982 se empe zó a notar la falta de una política ambiental ya que el ambiente - natural se vió modificado de una manera radical⁹; La apertura de - de caminos de acceso al petróleo significó la eliminación de super ficies considerables de vegetación natural así como la alteración de los sistemas naturales de circulación del agua provocando verda deras catástrofes ecológicas; se provocaron la pérdida total del -

9 Véase para mayor información las referencias 13 y 14.

uso original del suelo en las "peras"^{9'}, y caminos de acceso; produjo la restricción en el uso del suelo en las 3,300 Has. el derecho de vías en los ductos y la pérdida total en la productividad del suelo que ocupan las fosas de decantación; los residuos del petróleo y de otros desechos contaminaron gravemente los delicados ambientes acuáticos (las descargas de los residuos líquidos provenientes de las petroquímicas de Cd. Pémex, de la Venta, de Nuevo Pémex, de Dos Bocas y de los campos petroleros causan una degradación en la calidad del agua de los cuerpos receptores, Laguna el Limón, el Arroyo, la Venta el Río Tonalá, etc. por alto contenido de grasas y aceites, entre 75 y 275 mg/lt en promedio y un bajo contenido de O₂ disuelto, entre 0.90 y 5.6 mg/lt en promedio*). Las actividades para acondicionar el área de perforación exigieron a menudo de la excavación y el recubrimiento de superficies pantanosas provocando efectos ambientales adversos.

Pero en términos de planificación de un sistema energético, "probablemente la falla más grave haya sido que a los valiosos datos sistematizados por los estudios de prospección geológica nunca les agregaron información sobre la ecología de los complejos ambientales tropicales costeros. Se perdió, así, la oportunidad de coleccionar una valiosa información para la planificación del sistema ener

9' La apertura de un pozo petrolero requiere de un terreno de 80 metros de lado (pera de perforación) y una laguna de dimensiones similares y un metro de profundidad (fosa de decantación) que decanta el desperdicio de la perforación para quemarlos después. Con la lluvia, en un 10% de los pozos, hay derramamientos, llegándose a afectar hasta 70 Has. por pozo (hay 48 campos en exploración de aceite dentro del estado y cada campo tiene a veces más de 160 pozos, el número de pozos depende de la riqueza del manto y de la producción diaria que se quiera obtener.)

* Según el reglamento de control de la contaminación debe haber un mínimo de 4mg/lt de O₂ disuelto.

gético de hidrocarburos en la zona costera".**

La quema de gas natural afecta a la vida animal que se ausenta de esos lugares donde no llega la noche. La lluvia ácida debido a todos los desperdicios gaseosos (en el campo Cunduacan hubo una emisión de 8164 toneladas de contaminantes anuales debido a la quema de gas) llega a afectar incluso las Ruinas de Palenque.*** Se afecta la flora al irse perdiendo el ciclo ecológico natural. El bióxido de azufre, SO_2 , es un contaminante producido en la quema de gas que en presencia de agua forma el ácido sulfúrico, altamente corrosivo. Toda esta zona y principalmente los lugares cercanos a los mecheros presentan altos índices de corrosión.

A continuación, y a manera de ejemplo, se presentan las conclusiones de un trabajo hecho por Eco-Ingeniería para detectar el impacto de PEMEX en la zona de explotación del Cretácico en un ejido llamado La Ceiba-Jahuactal, Tab. (tiene la referencia #13) donde la evaluación de las interacciones que tienen las actividades de explotación, conducción y procesamiento con las características del medio ambiente fue transcrita a una matriz, (figura - 2.3.1) y durante el desarrollo de los siguientes puntos cada interacción fue traduciendo a una escala de ponderación con valores asignados de uno a tres, con el uno designando impactos leves, el dos medianos y el tres fuertes. Los puntos son los siguientes: 1.- Efectos sobre el uso del suelo. 2.- Efectos al recurso del agua. 3.- Efecto sobre el aire. 4.- Efectos en flora y fauna. 5.- Efectos sobre la estructura socioeconómica. 6.- Efectos al habitat hu

** Referencia 14 página 53

*** Periódico Uno más Uno, 5 de marzo de 1983.

mano.

1.- Con respecto a los efectos sobre el uso del suelo se -- tiene una gran área afectada por las actividades de PEMEX, aproximadamente son las siguientes:

Areas afectadas por;	los 13 (trece) pozos de perforación	9.07 Has.
"	las fosas de decantación	11.62 Has.
"	los caminos de acceso	5.81 Has.
"	instalación de baterías de separación	8.4 Has.
"	instalación de estación de compresión	5.7 Has.
"	planta inyectora de agua	2.8 Has.
"	oleoductos y gasoductos	10.40 Has.
"	quemadores de gas	2 Has.

Hay más áreas afectadas* como son bancos de préstamo para - construir terraplenes, las áreas de derecho de vía de la tubería - de intercomunicación entre los pozos y la batería de separación; - también frecuentemente ocurren derrames de las fosas de decanta--- ción hacia los terrenos cultivados. La superficie afectada por uno de estos derrames varía mucho pudiendo llegar a afectar a 70 Has. o más.

Con todas estas áreas afectadas las parcelas quedan de tama^{no} reducido y no se hacen costeados los cultivos.

Como las posibilidades de control son pocas y hasta que el área deje de producir hidrocarburos, en la matriz de evaluación se calificó a este efecto contra el suelo como impacto fuerte (con -- 3)

* Constituyen estas áreas afectadas aproximadamente el 6% del to-- tal que tiene el ejido (960 Has.).

2. Con respecto a los efectos sobre el recurso agua se observa que no hay el suficiente control, tanto en las obras de construcción como en el verter desechos al medio por parte de PEMEX - (desde que se iniciaron las actividades petroleras en el ejido se dejaron de utilizar las aguas afectadas para abreviar el ganado).

Por lo que respecta a la interrupción del drenaje y bloque del dren se concluye que las instalaciones son puestas sin atender ningún criterio sobre daños a otras actividades.

Para la matriz se tiene que todas aquellas instalaciones en donde está presente el agua como insumo ecológico-ambiente fueron valoradas en 3 moderado (con 2) cuando actúan con alguna característica del ambiente físico.

3. Con respecto a los efectos en el aire, como consecuencia de la quema de gas se notó que enfermedades como la gripe y tos se incrementaron en un 80% desde la instalación de PEMEX y la gente se queja de malos olores que en ocasiones son insoportables. Hay un incremento del 100% en los dolores de cabeza. En la matriz se evaluacion estos efectos con 3.

4. Efectos en el ecosistema los hay por estar siendo deteriorado en forma irracional para obtener hidrocarburos y al estar siendo contaminados sus cuerpos de agua, su atmósfera y su suelo. Se calificó, como se puede ver, casi como puros impactos fuertes (3).

5. En efectos a la estructura socioeconómica, debido a la infalación que dentro del ejido llega a ser mayor que en Villahermosa ya que hay escasez de trabajo, porque la construcción se ha terminado y solo queda personal de mantenimiento (que no es del --

MATRIZ DE EVALUACION DE LOS IMPACTOS SOCIO-ECOLOGICOS PROVOCADOS POR LAS ACTIVIDADES PETROLERAS QUE SE REALIZAN EN EL EJIDO LA CEIBA JAHUACTAL, TABASCO.

ACTIVIDADES PETROLERAS EN EL EJIDO LA CEIBA JAHUACTAL		1 CARACTERISTICAS AMBIENTALES DEL EJIDO LA CEIBA JAHUACTAL																											
		1- AMBIENTE ECOLOGICO NATURAL										2- AMBIENTE ECOLOGICO TRANSFORMADO					3- AMBIENTE CULTURAL Y/O ARTIFICIAL												
		A- FISICA B					B- BIOLÓGICOS					C- USO DE TIERRAS		D- USO POTENCIAL			E- TIPO DE VIDA		F- PRODUCCION										
		1-SUELOS DEL PESTICIZO	2-LLANURA ALUVIAL	3-QUEQUE ALUVIAL	4-DRENES	5-CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES	6-FANTANOS	1-SERANA	2-SECUNDARIOS DE SELVA	3-POPAL Y TULAR	4-PECES	5-AVES ACUATICAS	6-AVES TERRESTRES	7-MAMIFEROS	8-REPTILES	1-AGRICULTIVO	2-CULTIVOS	3-PRISTINALES	1-ZONAS CON VOCACION AGRICOLA	2-ZONAS CON VOCACION PECUARIA	3-ZONAS CON POSIBILIDADES DE PESQUERIA	4-AGUA SUSCEPTIBLE DE ESTABILIZAR	1-MIGRACION	2-INFRAESTRUCTURA	3-VIVIENDA	4-SALUD	1-POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA	2-DISTRIBUCION DE INGRESOS	3-PRODUCCION AGRICOLA
1-CANALIZACION DE AGUA	2	2	3	3	2	2	2	3	1	1	3	3	1	3	2	3	3	3	1	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3
2-CANALES DE DESAGUE	2	2	3	3	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
3-PEÑA DE PERFORACION	2	2	3	3	2	2	2	3	1	1	3	3	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
4-FOSA DE RECANTACION	2	2	2	2	2	2	3	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1	2	3	3	3	3	3
5-PLANTA INYECTORA DE AGUA	1	1	2	1	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
6-BANCO DE PRESTAMO	3	3	3	1	3	2	2							2	2	2	3	2	2	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3
7-EMISIONES DE CONTAMINANTES						2	2				1	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
8-RUIDO											2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
9-TRAMPAS DE FOSAS DE RECANTACION	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
10-CORRALES DE PETROLEO	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3
11-EXPLOSIONES	2	2	2	3		1	2	2	2	3	3	2	1	2	3	2	2	2	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
12-BATERIA DE SEPARACION	2	2	2	3		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13-INSTALACION DE DUCTOS (DERRECHO DE VIA)	2	2	3	3	1		2	3		1	1	2	1	2	3	3	2	2	1	2	1	1	3	3	3	3	3	3	3
14-ESTACIONES DE COMPRESION Y BOTEO	2	2	3	3			2	3		2	2	2	1	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
15-RUIDO											2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
16-EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFERICOS											2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3
17-FUGAS	2	2	3		2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
18-EXPLOSIONES	2	2	2	3		2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
19-QUEMAS DE GAS						1	2	1		2	2	2	2	2	2	1	2	1				1	3	3	3	3	3	3	3
20-DESECHOS LIQUIDOS Y SOLIDOS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3
21-QUEMAS DE ACEITES EN LAS FOSAS						1	2			2	2	2	2	2	3	2	3	2	1	1	1	2	1	3	3	3	3	3	3
22-RUIDO											2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
23-VIBRACIONES										1	1	1	1									2	2	2	3	3	3	3	3

Figura 2.3.1 Tomada de la referencia número 13.

ejido), el efecto se calificó también con 3.

6. Con respecto a los efectos en el habitat humano se tiene que hay mucho ruido proveniente de las instalaciones petroleras, - el 50% de la población se queja del ruido que califican de insoportable. La gente vive en constante tensión por el riesgo de que suceda algún accidente que no son tan raros como pudiera creerse (En Acachapan y Colmena, otro ejido de Tabasco, explotaron unas válvulas que hacia un mes habían también explotado, a los 6 meses de -- ocurrido no se habían pagado todavía las indemnizaciones justas). Aquí también se calificaron de fuertes los efectos.

4. Petróleo y Desarrollo Regional.

El rápido desarrollo de las reservas probadas en TABASCO hacen resaltar ciertas características que asume, la explotación petrolera en esta zona y que son los factores más importantes en el cambio que sufre esta Región. Son las siguientes:

A) Utilización de altas densidades de capital y modernas -- tecnologías en la explotación petrolera.

B) El uso de mano de obra muy calificada y poca (en proporción) mano de obra local.

C) La orientación de una parte significativa de su producción presente y según parece futura de crudo y gas hacia el exterior del espacio regional.

D) Inexistencia de una política ambiental que respete la -- ecología del lugar o por lo menos afectarla mínimamente.

El petróleo es un recurso no renovable y sus derivados, particularmente orientados hacia la generación de energía, poseen una demanda inelástica, lo cual implica que aumentos en los precios -- del producto no afecten las cantidades demandadas. Sin embargo, debido a las políticas actuales de la empresa estatal, la región carece de poder de decisión para explotar en su propio beneficio las ventajas derivadas de la existencia de tan vital recurso dentro de su ámbito especial.

Esta actividad canaliza una transferencia de ingresos al ámbito especial a través principalmente de tres tipos de relaciones.

1) Los salarios que PEMEX y empresas contratistas pagan, que aunque causan inflación en el Estado permiten el desarrollo del sector comercio y servicios, lo cual constituye la principal fuente de ingreso de los estratos de clase media, (Profesionistas, Comerciantes, etc.) no contribuyendo sin embargo a mejorar el ingreso que reciben asalariados y campesinos. 2) Las donaciones y subsidios que otorga PEMEX al estado para mantener en condiciones adecuadas la infraestructura urbana. Esto comprende también los caminos y construcciones que realiza PEMEX o contratistas para facilitar su actividad. 3) Los impuestos a la venta de primera mano de PEMEX (gasolina y venta de crudos al extranjero), que los distribuyen de la manera siguiente: 10% para el Estado, 1% para el Municipio y el 89% para la Federación. Ello implica, que los Estados más desarrollados, no productores de Petróleo, tales como el D.F., Jalisco, Nuevo León, y Puebla, obtienen mayor participación por impuestos directos que las regiones productoras desarrolladas.

El argumento que se esgrima para evaluar lo anterior es que el "Petróleo de Tabasco, será en gran parte exportado sin ser procesado por la Industria Petroquímica, por lo cual, los beneficios recibidos por su exportación pueden centralizarse y concebirse como de interés nacional. Esto implica que la región productora, en principio, no puede recibir beneficios por la explotación misma del recurso, los cuales tienden a concentrarse al nivel federal y se recibe como consecuencia de un proceso de definición de prioridad al nivel nacional. Es el centro quien decide que se va a hacer con la riqueza generada por el petróleo en Tabasco".*

Se argumenta también por las Autoridades Federales que no existe la misma vinculación entre un recurso natural explotado y -

* Referencia # 7 pág. 131.

exportado y el derecho de la zona que lo posee a recoger los beneficios de esa exportación sólo porque el recurso está localizado en su territorio. Es mucho más clara la vinculación en el caso en el que el trabajo ha transformado una materia prima en una región determinada y que ella reclame el derecho de utilizar esa riqueza generada en su propio beneficio. (Como se ve, a Tabasco en relación con el resto del País, le sucede algo semejante a lo que le sucede a México con los Países desarrollados). Por lo que no le queda otro camino a Tabasco que el de formular proyectos de industrialización a partir de la riqueza petrolera para de esa forma convertir el proyecto petrolero en un proyecto de desarrollo regional, concluyen estas autoridades federales.

En efecto no es posible considerar que el proyecto petrolero sea considerado un proyecto de desarrollo regional debido a la cuantía de remesas que genera. Pero también es difícil crear industrias en Tabasco cuando entre otras cosas (falta de personal calificado, etc.). Se sabe que el proyecto petrolero del Estado está vinculado de hecho a una estrategia de desarrollo que rebasa las fronteras nacionales.

Se puede decir que, los recursos financieros que están destinados a la implementación del proyecto petrolero guardan poca relación con los que se destinaron a otros proyectos (para el proyecto de sustitución de importaciones, para el desarrollo agrícola, etc.).

El proyecto petrolero en Tabasco, como en todas las otras regiones petroleras del país, está directamente relacionado con las necesidades energéticas del capital internacional el que a la vez que espera poseer una reserva de petróleo para el futuro, pone

esperanzas en las tasas de retorno de esta explotación. Por otro lado, este proyecto, como consecuencia de lo anterior está ligado a una ambigüedad del Estado en lo que respecta a la defensa de los recursos naturales, también sus estrategias políticas no tienen realmente, por lo que hemos visto, una preocupación real por la valorización de los recursos humanos. "Sólo si por alguna razón el espacio regional se considerara como principal a la explotación petrolera podría corregirse esta orientación"¹⁰. Aún reconociendo las presiones que afectan al Estado en estos momentos de crisis, es legítimo defender la tesis de la compatibilidad posible entre el desarrollo de la Industria Petrolera (y energética en general) y el desarrollo racional, sano del estado de Tabasco.

"No es posible volver a la época de los enclaves de La Anacón, Cerro de Pasco, Poza Rica Ver., etc. ya que lo único que estas empresas petroleras dejaron en las regiones en que estuvieron fueron orificios de kilómetros cuadrados de extensión."¹¹

10 Urquidi, Victor y otros. Las perspectivas del petróleo mexicano. ref. # 7.

11 Idem.

III SITUACION ENERGETICA ACTUAL EN TABASCO

En este capítulo veremos los resultados de una investigación del consumo energético actual en Tabasco, que junto con los datos y observaciones de los anteriores capítulos nos ayudarán a realizar el concepto que de las actividades de PEMEX en el estado nos hemos ido formando. Estas principalmente denotan una explotación irracional de hidrocarburos en el Estado, que además (como ya se ha visto), de causar efectos adversos a los ecosistemas tan frágiles de Tabasco no guardan proporción con los escasos beneficios o ganancias que reportan a la entidad, véase por ejemplo, que sólo el 0.61% aproximadamente de la producción de hidrocarburos en Tabasco servirían para satisfacer todas las necesidades energéticas del estado (con excepción de los usos propios de PEMEX), o sea, se producen 164 veces más hidrocarburos que los que necesitaría toda la entidad para todos sus usos energéticos.

Además esta investigación de la demanda total de energéticos es un primer paso para estimar la contribución de las diferentes fuentes de energía*. Pues aun cuando de aquí se extraen tantos hidrocarburos no ha sido posible que muchas comunidades rurales tengan acceso a sus beneficios (en la investigación se denota un

* Determinar la demanda total de energía es sólo un primer paso para estimar la contribución de las diferentes fuentes de energía. Dicha demanda puede satisfacerse de muchas maneras. En términos generales, dado que todo proceso de conversión de energía implica siempre pérdidas y costos, la política más racional parecería ser adecuar para cada uso final de la energía, el tipo de fuente y la tecnología más apropiada, diversificando así la base del suministro energético." (ref. núm. 11).

gran uso de la leña y la carencia de un gran porcentaje de viviendas de luz eléctrica) principalmente debido a sus aislamientos.

Como la idea que sustentamos en esta tesis es reducir el uso de hidrocarburos, la primera conclusión sería que PEMEX abatiera - lo más posible su producción y que tanta riqueza que aun saldría - del subsuelo de Tabasco fuera encauzada en ler. lugar, a mejorar la situación energética de la población rural con energéticos convencionales y/o promoviendo la investigación e introducción de fuentes de energía "no convencionales" que por las condiciones del medio rural sean aplicables. Esto último también serviría para ir -- preparando la transición energética que, por lo visto anteriormente acerca de la duración de las reservas, no se puede posponer --- más.

Más adelante, en otro capítulo, veremos algunas de estas "al₁ternativas" energéticas que mejores perspectivas de aplicación tengan para el estado.

1 Consumo Energético Actual en Tabasco

El consumo de energía durante el año de 1983 en Tabasco fue de 15.61×10^{12} Kcal. muy aproximadamente y sin contar pérdidas tales como de gas quemado en la atmósfera, evaporaciones, pérdidas en la distribución eléctrica, etc. aunque tomando en cuenta, en esta cantidad, el consumo que por usos propios tuvo PEMEX.

Los hidrocarburos constituyen el 82.13% del total de energía utilizada o sea 12.82×10^{12} Kcal.

La energía eléctrica es traída fuera del estado y es generada en las plantas hidroeléctricas del río Grijalva situadas en --- Chiapas y representa el 4.38 % de la energía total (0.6843×10^{12} Kcal.).

En el consumo de energía por los combustibles vegetales calculé un porcentaje de 13.46% de la energía total o sea 2.1×10^{12} Kcal.

Por lo que respecta al consumo que hubo en los diferentes -- sectores se tiene lo siguiente:

El primer consumidor fue la Industria Petrolera con 8.45×10^{12} Kcal sin contar pérdidas y son contar la energía eléctrica -- que tomó de la Red, esta cantidad es el 54.13 % del total.

En seguida el sector transporte consumió 3.42×10^{12} Kca. o sea el 21.91 % del total.

El tercer lugar ocupó el sector residencial en la siguiente forma: Sector residencial urbano (gas L.P. y electricidad) 0.851×10^{12} Kcal o sda un 5.45 % del total.

Sector doméstico rural con un consumo de leña muy aproximado, como más adelante se demostrara de 2.101×10^{12} Kcal. o sea -- del 13.5 % del total. En el medio doméstico rural hubo un consumo también de 0.291×10^{12} Kcal. aproximadamente de petróleo diáfano, un 1.9 % del total.

En total, el sector residencial urbano y rural consumió --- 3.243×10^{12} Kcal, o sea un 20.85 % del total.

El consumo de petrolíferos por parte del sector Industrial (sin contar a PEMEX) no fue posible obtenerla para este año, sin embargo del X Censo Industrial de 1976 podemos obtener alguna idea de cuanto es el consumo de energéticos de parte de este sector;¹ para este año se tuvieron que los insumos por combustibles y lubricantes fueron de 14,880,000 pesos que aproximadamente equivalen a un consumo de 0.1824×10^{12} Kcal, que incluyen el consumo de energía por transporte,² (esta cantidad es un 1.17 % del total que hemos asignado para 1983).

1 El desarrollo de la Industria no petrolera en Tabasco no ha manifestado un gran crecimiento dada la competencia tan desleal de la Industria Petrolera tal como se ha dicho antes en este trabajo.

2 Se calculó que un litro de petrolífero seleccionado (gasolina, kerosinas, diesel, combustoleo, lubricantes, otros) costaba --- 0.734 pesos en 1975 en base al total de la venta interna de estos productos que fue de 27348×10 pesos en 1975 (véase cuadro 10 ref. 7) que equivalían a 234.4×10 barriles anuales de petrolíferos seleccionados (cuadro 9 ref. 7). Se tomó un equivalente térmico promedio de 1,441,000 Kcal/barril.

En particular el consumo de electricidad por el sector doméstico (tarifas 1 y 1A) fue de 0.186×10^{12} Kcal en 1983 (1.18% del total). El consumo de electricidad por la Industria y el Comercio en este año fue de 0.4614×10^{12} Kcal en su equivalente térmico - (536,569.28 M.W.H.) o sea un 2.96% del total, se tomaron en cuenta las tarifas 2,3,4,7,8,12.³

El consumo de electricidad para el servicio público (tarifas 5 y 6) fue de 43,417 M.W.H. o sea 0.0373×10^{12} Kcal., el 0.24% del total. Y el consumo de electricidad para el riego agrícola en 1983 - fue solamente de 0.653 M.W.H. con un equivalente térmico de 0.562×10^6 Kcal.

A continuación presento algunos detalles con respecto a este consumo de energéticos así como la justificación de las cifras antes dadas:

El consumo energético de hidrocarburos en Tabasco en 1983 -

3 Las tarifas eléctricas son las siguientes:

TARIFA	USO
1	Doméstico
1A	Doméstico para regiones con verano muy calido.
2	General hasta 25 KW. de demanda
3	General para más de 25 KW de demanda
4	Para molinos de nixtamal
5	Para alumbrado público
6	Bombeo de aguas potables y negras
7	Servicio temporal
8	General en alta tensión
9	Riego agrícola
12	Servicio general para tensiones de 66 KV o superiores.

se desarrolló de la siguiente forma:⁴

Gasolina Nova	266,279.6 M ³
Diesel	374,871.7 M ³
Diáfano	88,565.3 M ³
Gasolina Extra	11,839.0 M ³
Gasavión	1,189.9 M ³
Turbosina	0.8 M ³
Gas L. P.	54,308.8 Ton.

Estos mismos consumos expresados en un equivalente térmico - (kcal) quedan en la forma siguiente:

⁴ Estos resultados fueron obtenidos al consultar la agenda de ventas en la Agencia de Ventas de Villahermosa, es de notar que esta información no la tenían concentrada ó no la quisieron dar - así (como ya mencioné fué muy difícil obtener información de PEMEX). Se consultaron las libretas de ventas a los distribuidores de la bodega foránea de Frontera Tab. etc. Con respecto a la venta de gas licuado, se consultó con el agente de ventas de la --- agencia de Reforma Chiapas que es de donde se surte el gas que - se consume en Villahermosa (gas de consumo doméstico) y en todo-Tabasco. Esta última información solo se pudo conseguir de manera verbal. No pudimos obtener información del consumo del combustoleo, dado que este petrolífero se vende solamente en Coatzacoalcos, la Agencia de Villahermosa solo sirve de puente en algunas ventas pero no lleva ningún control estadístico de ellas. Se gún información del encargado de esta Agencia de Ventas, el consumo de combustoleo es muy bajo y no se puede comparar con el consumo de los otros hidrocarburos. (en Tabasco).

Gasolina Nova y Extra ⁵	2.2666 X 10 ¹²	Kcal
Diesel	3.4651	"
Diáfano	0.7831	"
Gasavion y Turbosina	0.0105	"
Gas L.P.	<u>0.6652</u>	"
TOTAL	7.1905	"

Con respecto al gas natural no fué posible obtener información sobre su consumo en las plantas procesadoras de petróleo de PEMEX, donde es grandemente utilizado no solo para su procesamiento sino como combustible. Se sabe que en 1981 se extrajeron 2,364.5 m.p.c.d. de gas natural en Tabasco y que 1150 m.p.c.d. se procesaron en la "Venta, Tab. y en Cd. Pemex, Tab. del resto no hay información aunque se supone podría haberse mandado una parte a Cactus, Chiapas para procesarlo y otra parte, quizás mayoritaria,⁶ a quemarlo en la atmósfera.

5 Se utilizaron los equivalentes térmicos del Instituto Mexicano - del Petróleo que son:

	Kcal/Kg	Kcal/Barril	Densidad
Petróleo crudo	10,757	1,526,493	0.884
Gas L.P.	12,248	1,051,500	0.540
Gasolinas	11,164	1,295,700	0.730
Diáfano	10,862	1,405,700	0.814
Turbosina	11,249	1,405.700	0.786
Diesel	10,849	1,469,600	0.852
Gas Natural	10,825 Kcal/m ³		

Un barril de petróleo equivalente 1,282,314 Kcal. (un barril tiene 158.88 litros).

Un KWH hidroeléctrico 3,074 Kcal.

6 En todo México, principalmente en el sureste se quemaron en 1981, 650 X 10⁶ p.c.d. de gas, ref. 26.

De la cantidad de gas natural ya desfulsurizado PEMEX utiliza muy aproximadamente una cantidad que sería el doble de las kilocalorías usadas en los otros hidrocarburos (se tomó como base los balances energéticos nacionales, véase ref. #3). Para Tabasco tendríamos un consumo de 5.63×10^{12} Kcal. (que equivalen a 50.32 m.p.c.d.) usados por la Industria Petrolera.

PEMEX consumió entonces las siguientes cantidades de petrolíferos en 1983.

Gasolina Nova	20,017.4 M ³	que equivalen	$.1631 \times 10^{12}$	Kcal
Diáfano	55,639.0 M ³	"	.4919	"
Diesel	233,705.0 M ³	"	2.1602	"
Gas Natural ⁷	18,366.8 m.p.c. al año	que equivalen a	5.63×10^{12}	Kcal.
Gasavión	29.8 M ³		2.63×10^8	Kcal
			8.4455×10^{12}	Kcal.

De los datos anteriores se puede hacer notar que restando el diáfano que consumió PEMEX⁸ al total consumido en Tabasco quedan - 32,926 M³ que sería consumido por los hogares Tabasqueños y por la Industria no petrolera que gusta de este energético por estar muy subsidiado (cueta menos que el gas L.P.)

Según los Censos de 1980 las viviendas que en Tabasco consumían diáfano en sus cocinas representaban el 10.90 %, el total de habitantes involucrados con este consumo de diáfano eran 115,210

7 Cifra muy aproximada.

8 Muchas de las máquinas de PEMEX con diesel combinado con diáfano según información del encargado de ventas de la Agencia de Villahermosa.

(el 10.02 % del total de habitantes de este estado). Tomándose un consumo diario por habitante de 0.194 lt.⁹ tendremos un consumo -- anual de 8.158×10^6 lt. (72.130×10^9 Kcal.) o sea un 24.78 % del diáfano vendido a la población.

Para alumbrado se supone por la referencia 26, que hay un -- consumo de 16 lt. por persona al año. Si tomamos el mismo porcenta -- je de las viviendas que no están electrificadas (55 % en 1980) co -- mo el porcentaje de la población que se ilumina con diáfano tendre -- mos 632,390 habitantes en este caso. Estos harían un consumo anual de 10.118×10^6 lt. (8.9465×10^{10} Kcal.) que representa un 30.73% del diáfano vendido a la población.

El diáfano restante, 14648.91 M^3 , (44.49 % o en su equivalen -- te térmico 0.1295×10^{12} Kcal.) es el que presumiblemente consumi -- ría la Industria (no petrolera). Hay que notar anteriormente de hi -- zo una suposición del consumo energético Industrial para 1983 en -- base a datos del Censo Industrial de 1975 que fué de 0.1824×10^{12} Kcal. si se compara con la anterior cifra y si se piensan en otros combustibles que puede utilizar la Industria se verá cierta con--- gruencia en nuestras suposiciones.

Por otro lado el Sector Transporte hizo el siguiente consumo de petrolíferos:

9 Este dato fue tomado del trabajo de Jesús Cervantes, Marco Antonio Martínez y otros que lleva el título de Estrategias Energéti -- cas orientadas a usos terminales. También se usó este trabajo pa -- ra determinar el diáfano que consume la población para alumbrar -- se. Está catalogada como la referencia 26.

Gasolina Extra y Nova	258,101.5 M ³	2.1035 X 10 ¹² Kcal.
Diesel	141,166.7 M ³	1.3049 "
Gasavión	1,189.9 M ³	<u>0.0105</u> "
TOTAL		3.4189 X 10 ¹² Kcal.

Con respecto a la electricidad a continuación se presenta el consumo por tarifas en 1983 en Tabasco:

Tarifa	Consumo en MWH
1	775.773
1A	214,943.183
2	63,060.988
3	2,778,540.
4	442,439
5	27,970.372
6	15,446.631
7	334.412
8	218,973.677
9	0.653
12	<u>250,978.228</u>
TOTAL	795,705.986

Este total tiene un equivalente térmico de 0.6843×10^{12} - Kcal.

Consumo de leña:

Las viviendas que consumen leña para cocinar según el Censo de 1980 son 63,981 (el 33.53 % del total de viviendas en Tabasco), los habitantes de estas viviendas son 411,054 (el 35.75 % del total de habitantes de Tabasco). Según la referencia 26 se consumen

3.5 Kg. de madera diaria ¹⁰ por persona aproximadamente. En un año esta población consumiría 5.252×10^8 Kg. de madera que tienen un equivalente térmico ¹¹ de 2.1009×10^{12} Kcal. Esta cifra ¹² calculada con datos del Censo del 80 fue la que utilicé para 1983 (se dice que el consumo de madera a nivel mundial se ha estancado).

Los 2.1×10^{12} Kcal representa el 47.5 % del total de consumo de energía "comercial", sin contar el consumo de PEMEX, en Tabasco.

10 Este consumo de 3.5 Kg. por persona está por comprobarse en Tabasco por que aquí no se consume leña para calefacción dado el clima caluroso prácticamente casi todo el año.

11 El equivalente térmico usado fue de 4000 Kcal/Kg. Tomado de la ref. número 26.

12 Esta cifra de 2.1009×10^{12} Kcal. equivalen a 1.639×10^6 barriles de petróleo, y al 0.25 % de la producción total anual de gas y petróleo extraídos en el estado.

2 Comentarios.

De los anteriores datos se puede ver que los hidrocarburos - son exclusivamente la única energía primaria "comercial" que se ex plota en el Estado. El total de energía comercial consumida que en este trabajo se detectó fue de 5.06×10^{12} Kcal, sin PEMEX. Si suponemos que la producción de gas y petróleo extraídos del subsuelo de Tabasco fue de 8.28×10^{14} Kcal. como lo fue en 1981, tendremos que el 0.61 % de la producción de hidrocarburos en Tabasco se podría utilizar para el consumo total de energía comercial en Tab.

Con los anteriores datos podemos suponer que el consumo de - energía comercial per capita en Tabasco en 1983 fue de 3.43 barriles de petróleo equivalente al año¹³ aunque realmente el consumo - es muy diferente entre las diversas capas sociales pues, como en - todo el país, se caracteriza por una acentuada polarización de la riqueza.

Es notoria la ausencia de plantas hidroeléctricas ya que es un Estado con grandes recursos hidrológicos donde se tienen identi ficados por lo menos 8 proyectos para este tipo de plantas (por la C.F.E.) Más adelante detallaremos este potencial. Las plantas ter moeléctricas que había en Tabasco fueron desmantadas a fines de la década pasada al entrar en operación las plantas hidroeléctricas que hay en Chiapas. Cabe decir que PEMEX genera mucha electricidad para sus propios usos ya que la C.F.E. no aporta un fluido eléctri co muy seguro para muchas de sus instalaciones.¹⁴

13 Comparece esta cifra con los 29 barriles que le toca a cada habitante de los países desarrollados y con los 1.52 barriles que le tocan a los países subdesarrollados en general.

14 Según comentarios de técnicos de PEMEX.

La demanda estatal de electricidad en esta zona fue de 168.1 MW y el crecimiento observado promedio anual es de 8.02 %.¹⁵ Para el año de 1980 el consumo medio mensual en la tarifa 1A fue de 134 KWH y para Tabasco el consumo medio mensual en esta tarifa fue de 125 KWH.¹⁶ para 1983 suponiendo un número de consumidores de ---- 143,185.¹⁷

Con respecto a las pérdidas en el sector energéticos en Tabasco cabe destacar la del gas natural pues la evidencia de los mecheros prendidos en los campos petroleros de Tabasco contradicen algunas declaraciones oficiales que tratan de minimizar este problema. En 1981 se extraían en Tabasco 2364.5 m.p.c.d. de gas¹⁸ y tenemos que en ese año se quemaban 650 m.p.c.d. en todo México --- (principalmente en el sureste, ref. # 26) que representaba un por-

15 Véase referencia núm. 20

16 El 35 % de usuarios de tarifas domésticas consumen 50 KWH por mes o menos.

17 Aquí se puede mencionar que el costo real de la energía que ven de la C.F.E. se ha visto disminuido ya que los incrementos en tarifas han sido insuficientes para compensar el fenómeno inflacionario, así en 1962 el precio medio del KWH fue de 25.08 centavos, para 1980 el precio promedio fue de 81.67 centavos el -- KWH que equivalían a 12.42 centavos de 1962. Así las tarifas -- eléctricas se han mantenido por mucho tiempo inferiores a los - costos de producción y distribución. Los subsidios para la elec tricidad oficialmente se calcularon en 980 millones de dólares en 1982 para todo el país y algo similar le ocurre a los hidrocarburos porque también oficialmente se calcularon en 11,400 millones de dólares su subsidio. (cifras mas actuales dan para -- 1984 un subsidio por 145,000 millones de pesos al conjunto de - consumidores de electricidad en servicios domésticos, SHCP).

18 Aunque generalmente cada barril trae asociado 1500 p.c. de gas, en los pozos de Samaria y Cunduacan, Tab. se llegaron a extraer por cada barril de petroleo 3600 pies cúbicos de gas en 1976.

centaje del 15.3 % respecto al total del gas extraído en todo el país. Si se aplica este mismo porcentaje a la producción de Tabasco en ese año se tendrá que mínimamente el gas quemado en la atmósfera en este estado fue de 361.77 m.p.c.d.¹⁹. (40.47×10^{12} Kcal al año, o sea 2.6 veces más que el consumo total en Tab.)

Otra pérdida energética importante constituye el uso indiscriminado de madera y su bajísima eficiencia en su transformación de energía útil. El consumo de madera en un año, que decía, tiene un equivalente de 1.639 millones de barriles de petróleo, se reduciría a tan solo 0.1639 millones de barriles en términos de energía útil pues el rendimiento de transformación en las estufas de fogón abierto que se usan en Tabasco es de solo 5 %²⁰.

Las pérdidas en energía eléctrica por conducción, reducción y usos propios fueron 7787 MWH que constituyen el 0.97 % del total²¹ de energía eléctrica consumida.

Por otro lado tenemos la energía humana que como en todo el país es el recurso mas abundante y potencialmente muy importante, a menos que sigamos importando irracionalmente tecnologías que perjudiquen este potencial "natural".

El uso de la energía animal es muy poca en Tabasco por el calor y por el terreno que es en su gran mayoría inundable y pantanoso.

19 Algunos analistas dicen que en gobierno de López Portillo se quemaron 1000 m.p.c.d. en promedio. Véase ref. #3. Esta cantidad representaría el 13 % del total de la producción.

20 Referencia # 26.

21 Información verbal de parte de un ingeniero de la C.F.E. Se incluyen usos propios.

IV OPCIONES ENERGETICAS EN TABASCO.

Empezaremos nuestro estudio con la energía hidroeléctrica -- que es un recurso no utilizado en Tabasco que tiene grandes posibilidades ya sea a gran o pequeña escala. No analizaremos aquí opciones tales como la energía nuclear o la de recuperación de los crudos "pesados" etc., porque considero que la opción nuclear presenta graves problemas de contaminación, de utilización de grandes capitales (que no tenemos y que tendríamos que pedir prestados), de infraestructura industrial de apoyo, de falta de recursos humanos, etc. La recuperación de los crudos pesados, al generar grandes cantidades de calor de desperdicio y de contaminantes químicos, así como por la gran cantidad de agua que requeriría y los problemas que generaría por la erosión del suelo y la contaminación del agua, no la hacen ver como una opción muy recomendable. Los mismos problemas -- aparecen en la recuperación del crudo por medio de los esquistos bituminosos, arenas alquitranadas o a la producción de combustibles líquidos sintéticos a partir del carbón.

En este capítulo, como ya se dijo, trataremos el recurso hidroeléctrico pero solamente en su opción "comercial" o a gran escala, mas adelante en el capítulo Tecnologías Alternativas de Energía trataremos la otra opción.

1 El Potencial Hidroeléctrico en Tabasco.

De un estudio sobre el potencial hidroeléctrico nacional realizado y publicado por la Comisión Federal de Electricidad en 1978¹

1 También fue publicado por la revista Ingeniería, Organó oficial de la Facultad de Ingeniería de la UNAM en su número 3 de 1980. De esta revista se tomó lo anterior. Ref. # 9.

se desprenden los siguientes datos relacionados con Tabasco.

El potencial hidroeléctrico en Tabasco está dado por ocho - proyectos identificados que darían un potencial medio de 902 MW y - una generación media de 7900 GWH (en 1983 se demandó en Tabasco -- 795.7 GWH y la potencia máxima demanda fue de 168.1 MW) esto correspondería al 4.6 % del total en Potencia y generación de el potencial hidroeléctrico identificado en todo el país.

La relación entre el potencial hidroeléctrico identificado y el teórico para el total del territorio nacional es de 0.39 lo que indica, como lo reconoce el Programa de Energía que hay todavía -- grandes posibilidades hidroeléctricas y que el potencial hidroeléctrico puede aumentar en forma importante a medida que se complete - la información cartográfica e hidrométrica y las exploraciones de -

Gran parte de Tabasco está en lo que se llama la Cuenca de - los rios Grijalva-Usumacinta y la electricidad que se consume en Tabasco es generada en la parte alta de esta cuenca que pertenece al Edo. de Chiapas.

A continuación están los proyectos identificados en Tabasco².

2 La concepción general de estos proyectos se encuentra dibujada en cartas topográficas archivadas en la oficina de identificación de proyectos de la C.F.E.

NUM.	PROYECTO	CUEN- CA -- RIO	CORRIENTE RIO.	VOL. AE en mi- llones de m ³ .	m ³ /seg Q	CARGA m	POT. MED. MW.	GEN. MED. A GWH.
1	Boca del Ce- rro.3	Usuma- cinta	Usumacin- ta.	56,000	1775	60	699	6123
81	Samaria	Grijal- va	Grijalva	27,000	856	10	56	490
117	Macuspana	"	Macuspana	4,300	136	50	45	394
170	Teapa II	"	Teapa	1,300	33	120	32	280
197	Macuspana	"	Macuspana	4,500	143	30	28	245
220	Teapa I	"	Teapa	800	25	150	25	219
415	La Sierra	"	Tacotalpa	5,000	158	10	10	88
491	Tapijulapa	"	Tacotalpa	3,200	101	10	7	61
							902	7900

Cabe señalar que este potencial identificado se obtiene al identificar en gabinete y/o en campo un prospecto de aprovechamiento. La estimación de este potencial se realiza mediante el conocimiento del gasto medio, de una carga hidráulica aprovechable y de un porcentaje de aprovechamiento del esquema en estudio. Este potencial no considera la factibilidad técnica, social y económica de --

3 A este proyecto de Boca del Cerro, sin duda el mas importante, la referencia citada lo ubica en Chiapas pero realmente está entre Chiapas y Tabasco. Este proyecto es el único que conocemos que ya está a un nivel de factibilidad, pero problemas con Guatemala que siente se vería afectada por la hidroeléctrica, han retrasado su construcción.

los proyectos.⁴ Los estudios para considerar esta factibilidad suelen ser muy costosos (solo el proyecto hidroeléctrico llega a ser - del orden del 3 % al 6 % del costo total de la obra, dependiendo de la cantidad y calidad de la información básica con que se cuente). Debe enfatizarse que se necesitarían buenos estudios ecológicos para poder preservar los ecosistemas tan ricos pero tan frágiles de - Tabasco.

En la figura 4.1.1 se muestra la localización de los proyectos hidrológicos identificados, de aquí se puede obtener un panorama de la distribución de potencial y de la magnitud de los posibles aprovechamientos. En la figura 4.1.2 se tiene la infraestructura -- eléctrica estatal y si se superponen las dos informaciones se podrá conocer cual es la ubicación de cualquier proyecto respecto de la - infraestructura ya construida.

De esta manera podemos ver que los municipios de Teapa, Taco talpa y Tenosique que tienen relativamente pocas poblaciones elec-- trificadas podrían aprovechar su potencial hidrológico. Aunque no - debemos pensar que en Tabasco se podrán explotar redituablemente --

4 El potencial de cada proyecto se calculó como $P=8.2 Q H (Fe)$ donde Q es el gasto medio escurrido (m^3/seg), donde H es la carga -- bruta aprovechable (m), donde Fe es el factor de aprovechamiento hidrológico (supuesto = 0.8), donde P es la potencia media en KW. La energía media anual aprovechable es $E = 0.0574 QH$. Se puede -- anotar que aunque no existe buena cartografía en el complejo Grijalva-Usumacinta, la relación identificado/bruto teórico es mayor que en otras cuencas, debido a que en esa zona la C.F.E. llevó a cabo a partir de 1963 una campaña de exploración de campo en la - que, por ese medio, se identificó hasta el 67 % de lo teóricamente aprovechable.

los 7900 GWH ya que seguramente algunos de estos proyectos no serán factibles debido entre otras causas a condiciones geológicas e hidrológicas adversas. Pero también podemos decir que dada la restricción cartográfica, la identificación de proyectos no se puede declarar exhaustiva, de tal suerte que el potencial identificado seguramente se incrementará en un estudio posterior según concluyen estudios de referencia.

Es necesario que Tabasco diversifique sus fuentes de energía primaria, la opción hidroeléctrica a gran escala se ve promisoría si se toma también en cuenta el aspecto ecológico y social, debemos -- profundizar en estos proyectos lo antes posible.

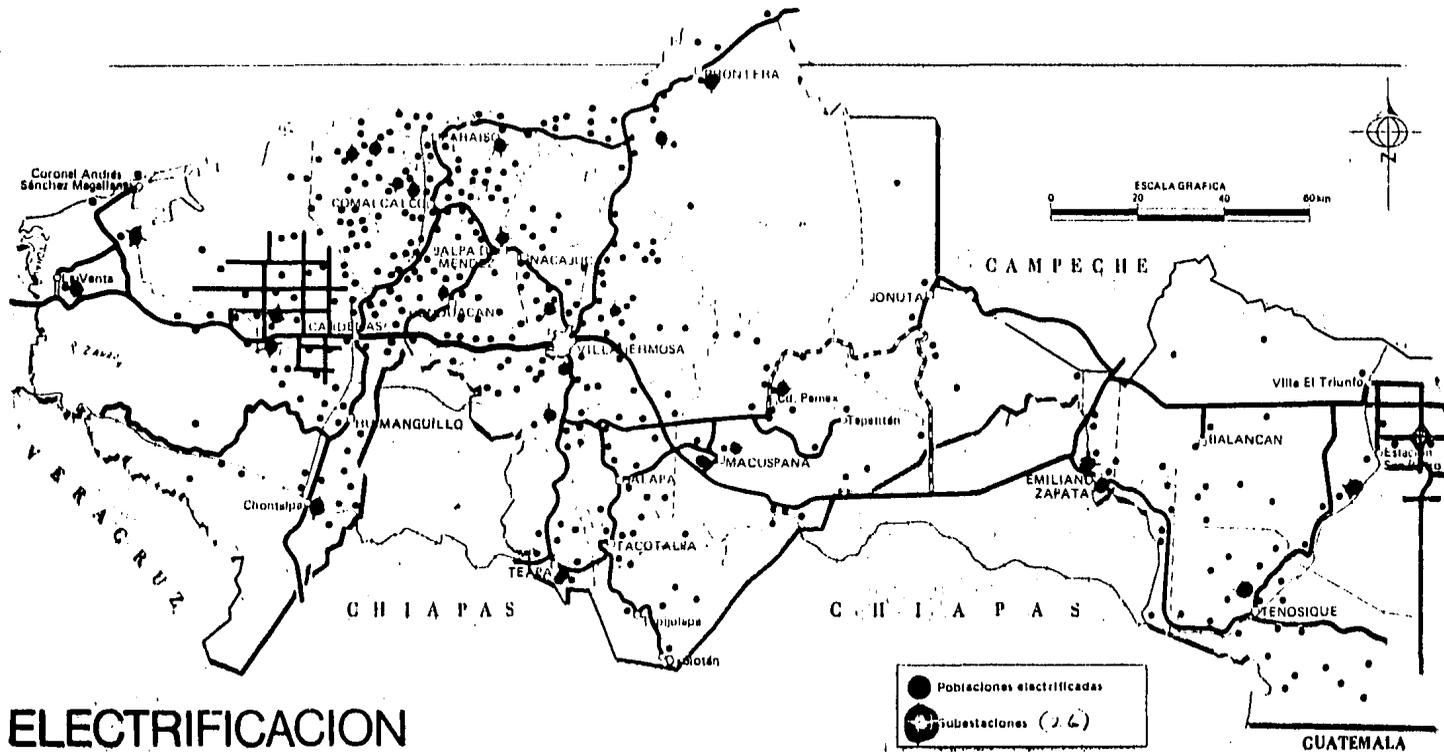


Figura 4.1.2. Tomada de la referencia # 20.

V LAS TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS

1. Introducción.

Una de las consecuencias mas evidentes de vivir en una sociedad subdesarrollada (y tal parece que en las desarrolladas también), consiste en que el individuo se encuentra cada vez más al márgen de muchas de las más importantes decisiones tomadas por la sociedad en la que vive. Un ejemplo es el fracaso que han supuesto los grandes costos de la extracción del petróleo. Decisión que fué hecha por -- los "expertos" que tras una muralla de argumentos técnicos, impiden la participación pública en tales problemas. Aunque sabemos que los científicos y tecnólogos están cada vez mas vinculados a los meca--nismos de poder y solo se les concede tomar aquellas decisiones que han sido aprobadas políticamente.

La fé acrítica en la tecnología, entonces, está comenzando a desmoronarse actualmente, se empieza también a dudar de la "neutra--lidad política" de la ciencia y tecnología aunque se tiene cuidado de no caer necesariamente en una polarización ciencia burguesa-cien--cia proletaria.

El encarecimiento de los combustibles en los setentas y la -certeza que se están agotando han hecho al hombre conciente de la -precariedad de su existencia tecnológica, ya no se ve ingenuamente a la tecnología como a la milagrosa panacea de todos nuestros males.

Teniendo esto presente, la búsqueda de unas alternativas tecnológicas se ve necesario, aunque se es consciente de que está solo puede darse dentro del marco de una alternativa política, pues pen--sar que el cambio tecnológico es capaz por si mismo de llevar a ca--

bo una forma de sociedad mas deseable, es un determinismo tecnológico muy ilusorio.

En este capítulo empezaremos por ver algunos problemas con que se enfrentan las nuevas tecnologías y en el capítulo que sigue expondremos los beneficios que algunas alternativas energéticas podrían ofrecer a esta región y que pienso pueden motivar a ir sentando las bases para estudios mas detallados y profundos sobre estos problemas.

2. Tecnologías "Alternativas".

Una tecnología alternativa la vamos a describir aquí como -- aquella que utiliza el mayor número de personas tal como son, con el adiestramiento que han tenido y con sus aspiraciones técnicas y financieras reales.

Pero si bien es cierto que la tecnología debe corresponder en la mayor medida posible a la oferta efectiva de mano de obra, -- los métodos de enseñanza y adiestramiento deben tratar de mejorar esa oferta para satisfacer los requerimientos de las tecnologías -- más productivas. Se debe llamar la atención al hecho de que en general los estudios consideran solubles los problemas técnicos y de capital, las dificultades principales se relacionan con la comercialización y con el adiestramiento de trabajadores y del personal de alto nivel. Se concluye de lo anterior que "una tecnología alternativa es aquella que corresponda en la mayor medida posible a ciertas características del mercado o a ciertas limitaciones humanas derivadas del adiestramiento técnico y de la actitud psicológica de la población y al tiempo y esfuerzo necesario para mejorar habilidades y

la productividad de esa población"¹.

Un gran problema con que se enfrentan las tecnologías alternativas en Tabasco (como casi en todo el país) es que no se les da su importancia en los centros de estudios superiores. Es necesario fijar prioridades en este aspecto y no encauzar unidireccionalmente a la educación y la investigación hacia problemas quizás profesionalmente más interesantes pero social y económicamente menos importantes como lo son las complejas demandas de consumo de la clase media y alta.

Debemos evitar que la tecnología sea toda de importación hasta donde se pueda, pero necesariamente no debemos circunscribirnos de ninguna manera a la enseñanza exclusiva de estas tecnologías y la ciencia que lleva consigo.

El eufemismo "transferencia de tecnología" alude en la mayoría de los casos a una situación que responde mejor al concepto de efecto de dominación; relaciones asimétricas e irreversibles entre el vendedor (o el arrendador) de tecnología y el comprador que entrega en última instancia al primero de ellos, un gran control sobre la producción y generalmente las decisiones del segundo.

En Tabasco se está padeciendo las consecuencias de esa transferencia mimética de tecnologías que ha provocado el acentuamiento de la desigual repartición de las ganancias: entre las empresas que detentan esas tecnologías (PEMEX y contratistas) y el resto de la economía; entre la aristocracia obrera que trabaja en PEMEX, cuyos salarios se mantienen, cuando menos en relación con la productividad individual del trabajo y el proletariado y el sub - proletaria

¹ Referencia # 10

do urbano y rural afectados por el desempleo abierto o disfrazado.

Debemos de valorar más cuales son los efectos de solo adiestrar, de manejar sin comprender (cajas negras) la tecnología importada. La ilusión de acceder a tecnologías de punta que han sido probadas en los países industrializados, bloquea la voluntad de concebir soluciones originales en nombre de una faláz economía de esfuerzo.

La dependencia enajena a investigadores que se vuelven apéndices de las instituciones de investigación de los países desarrollados en detrimento de trabajos orientados hacia la problemática del desarrollo. Ya no es tiempo de creer que hay criterios absolutos de progreso técnico viables "urbi et orbe".²

El que las instituciones de educación se avoquen al estudio e investigación de tecnologías alternativas, aún cuando en los países desarrollados también se estudian,³ con mucho más presupuesto y en forma mas profunda. No debe hacernos creer que sería mas fácil comprarles esas tecnologías cuando ya las necesitamos, sería recaer en errores que ya hemos tenido. Así que en Tabasco es necesario gestionar cuanto antes la cooperación científica y tecnológica entre las zonas y países situados en la franja intertropical⁴ y reformu--

2 Referencia # 4

3 A los países desarrollados les interesa, paradójicamente, que --- apliquemos cuanto antes alternativas energéticas, por ejemplo, -- pues cada barril de petróleo que no consumamos les asegura un mercado mas estable y un mejor aprovechamiento de NUESTROS recursos no renovables.

4 Se podría empezar con un banco de datos de tecnologías alternativas para zonas tropicales. Este banco debería contener la orientación necesaria para que los planeadores o incluso empresarios puedan identificar, en términos generales las posibles alternativas posibles y llevar adelante la mejor de ellas.

lar las actuales estrategias de formación de recursos humanos que ahora se consagran preferentemente a la asimilación de la ciencia y tecnologías generadas en las zonas templadas, en universos sociales y culturales radicalmente distintos a los de las zonas tropicales.

En el planteamiento de las acciones estratégicas para impulsar un desarrollo correcto en esta región deberá estar la recuperación y la adaptación de técnicas tradicionales, la comunicación de experiencias exitosas logradas en contextos ecológicos similares, sociales y culturalmente mas afines a nuestras realidades. Los pueblos tropicales latinoamericanos, asiáticos y africanos han acumulado por siglos conocimientos que sería insensato seguir ignorando.

VI TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS DE ENERGIA APLICABLES A TABASCO.

A pesar de que actualmente hay abundancia de petróleo, la -- gran dependencia mundial hacia los hidrocarburos y los graves problemas políticos económicos de los países productores subdesarrollados hacen la comercialización futura del petróleo un tanto impredecible. Además cada día se hacen más patentes los riesgos ambientales, económicos y políticos de las grandes extracciones de petróleo principalmente en países como el nuestro que lo tiene que exportar.

La necesidad de tecnologías alternativas de producción energética se hacen cada vez mas evidentes a la sociedad. Aunque dada - la crisis económica política en México y a la existencia de una --- gran infraestructura tecnológica alrededor de las industrias del petróleo y el gas, se viven momentos de confusión en torno a la búsqueda de rutas alternas.

Una cosa si debemos tener presente y es que "es necesario -- acabar con el impulso de una sola fuente de energía por mas que esta sea abundante, porque esto siempre termina por crear sistemas -- neenergéticamente frágiles"¹

La creación de opciones tecnológicas propias demanda programas y proyectos de investigación y desarrollo que se ajusten a los recursos y necesidades de la región y del país y como el desarrollo de estas opciones solo es posible durante periodos de abundancia relativa de una fuente y sería imposible emprenderla en tiempos de es

1 Referencia # 14

casez, surge la necesidad de empezar cuanto antes. Esto se evidencia todavía más al saberse que "se requiere para la maduración de un desarrollo tecnológico en el área energética de un periodo de 10 años y que su penetración en el mercado de manera significativa tomaría al menos otros 10 años".² Así, para que hacia el año 2004 una fuente de energía pueda aspirar a formar parte de la base de suministro energético del país con tecnología nacional, su desarrollo tecnológico debe haberse iniciado ya y su penetración de mercado deberá iniciarse cuando más tarde alrededor del año 1994.

El desarrollo de sistemas de energía alternativa como la microgeneración de energía hidráulica, la energía solar, la biomasa, la eólica, la geotérmica, el gradiente térmico de los océanos, etc. todas ellas con posibilidades, unas más otras menos, de aplicarse en Tabasco deben fincarse en subsidios que provengan de un uso integral del petróleo que se extrae de su subsuelo.

En este capítulo se hará un análisis muy somero sobre las ventajas en esta región de la aplicación de la energía solar, la biomasa, la eólica y la obtenible en pequeñas centrales hidroeléctricas. Las tres primeras se cuentan como las de mayor distribución geográfica aunque son también las de menor densidad energética, la cuarta es una opción que ya mencionamos al ver el potencial hidroeléctrico de Tabasco y que aquí se verá con un poco más de amplitud.

No haremos mención de la energía geotérmica (que difícilmente se podría considerar como tecnología alternativa, según nuestra definición) dado que es muy poco el potencial que se conoce, loca-

lizable en el municipio de Teapa, Tab. donde se encuentran algunas manifestaciones termales que podrían ser aprovechables. En el mapa 6.1 se ven su localización.

No fué posible encontrar información de los gradientes térmicos de las aguas oceánicas que bañan las costas tropicales de Tabasco aunque se supone ha de ser bueno por estar Tabasco localizado precisamente entre los trópicos, en donde el agua marina profunda (entre 750 y 1000 metros) con frecuencia es de 15° a 25° más fría que el agua de la superficie. Tampoco se pudo obtener información precisa sobre olas y mareas de las cuales también se puede obtener energía, aunque la marea alta rara vez coincide con los momentos de máxima demanda y la de las olas sea todavía una energía "salvaje" no fácilmente domesticable.

La contribución de todas estas opciones a la oferta energética mundial es actualmente insignificante (no se diga a un nivel nacional donde sería aun menos) pero sin duda son de gran importancia como opciones a mediano y largo plazo.

Los problemas que existen "para establecer cuantitativamente la posible contribución de cada una de estas fuentes a la oferta energética nacional o regional y para determinar cuando podrían lograrse ciertos niveles de aprovechamiento de las mismas son problemas abiertos y sin respuesta todavía".³ En este trabajo apenas se esbosará el problema.

MANIFESTACIONES TERMALES DE LA REPUBLICA MEXICANA



SOURCE
FUENTE: SEPAPIN, Energéticos, agosto 1979

Figura 6.1.

1 La Biomasa

La Biomasa se define como la materia vegetal o animal convertible en energía. Comprende árboles, arbustos, otros tipos de vegetación leñosa, hierbas, otras plantas herbáceas, cultivos que son fuente de energía, algas plantas acuáticas, residuos de la agricultura, residuos forestales, abonos, residuos sólidos, residuos industriales, aguas de desecho y desechos humanos. La Biomasa satisface actualmente del 6 % al 13 % del total de las necesidades mundiales de energía y en Tabasco, tal como se vió en anterior capítulo, fué de 13.46 % el consumo de leña con respecto al total de energía consumida, sin contar pérdidas.

La Biomasa es la principal fuente de energía en las zonas rurales de países en desarrollo, donde vive alrededor de la mitad de la población mundial (en Tabasco la población rural constituye el 61 % del total). En esas zonas proporciona energía para la supervivencia y representa también casi la totalidad de la energía utilizada.

La energía de la biomasa es fácilmente adaptable con limitaciones sociales mínimas y es ambientalmente aceptable. La más amplia utilización de la biomasa para el desarrollo puede dar por resultado un medio ambiente más puro, con un desequilibrio ecológico mínimo y proporcionar medios para el reaprovechamiento de nutrientes así como anhídrido carbónico atmosférico.

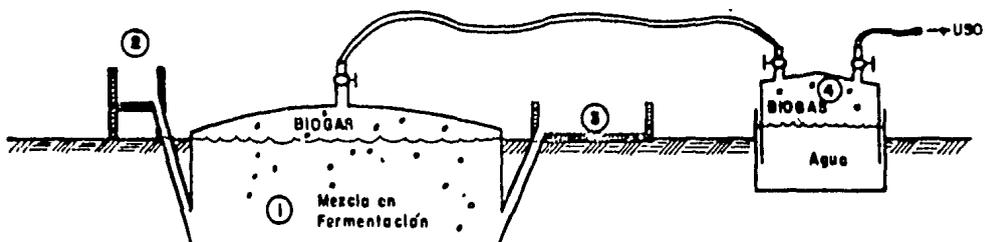
Son bien conocidos los usos de la biomasa para la energía tales como la conversión de residuos de la madera mediante combustión directa para la producción de calor (el 35 % de los hogares Tabasqueños consumen leña para cocinar), la conversión de la caña y los granos mediante fermentación para producir combustibles a ba

se de alcohol⁴, la conversión de abonos de origen animal mediante la biometanización para producir metano y anhídrido carbónico (biogás), proceso que en Tabasco se ha hecho solamente a nivel de demostración por el INIREB (Instituto Nacional para la Investigación de Recursos Bióticos) utilizando los llamados digestores que consisten de un tanque o pozo donde ocurre la fermentación junto con un contenedor hermético que tiene como función almacenar el biogás producido: las dos partes pueden estar juntas o separadas y el tanque de almacenamiento puede ser rígido o flotante. La carga y descarga del sistema puede ser por gravedad o por bombeo.

En la figura 6.1.1 se muestra un esquema de una instalación de biogás (un digestor) cargada por gravedad, con un tanque de almacenamiento flotante separado del digestor. El procesamiento de desechos en el digestor permite generar biogás y como residuo del proceso se tiene un excelente abono orgánico (biabono). Una planta de biogás de carga diaria tipo hindú, de 4 m³ de volumen puede producir 3 m³ de biogás por día a partir de todo el desecho producido diariamente por unas tres vacas y 75 litros de agua caliente. Esta cantidad de biogás normalmente es suficiente para cocinar los alimentos de una familia de cinco o seis miembros.

El digestor se usa mucho en China (dos millones de digestores familiares) y en la India (700,000 digestores construidos) don

4 En Tabasco se produce alcohol que se obtiene como subproducto de la industrialización de la caña de azúcar que se realiza en 5 ingenios azucareros que existen en la entidad. En la zafra 1981-1982 cosecharon en total 868,592 Ton. de caña (17,515 Ton/Ha) y de azúcar se produjeron 63,853 Ton. y hay una capacidad técnica de molienda de azúcar de 134,375 Ton.



- ① Digestor
- ② Pileta de Carga (Materia Prima)
- ③ Pileta de Descarga (Lodos Residuales)
- ④ Almacenamiento de Biogas

Figura 6.1.1. Esquema de una instalación de generación de Biogas. Tomado de la ref. núm. 37

de también son usados porque mejoran las condiciones higiénicas de las comunidades, al encerrar los desechos y excrementos e impedir la proliferación de moscas y causar la muerte de las bacterias patógenas y parásitos (este proceso, que también se llama digestión anaeróbica, como su nombre lo indica se hace sin la presencia de aire). Es de tomar en cuenta esta utilidad colateral de los digestores ya que en las zonas rurales de Tabasco solo el 7 % de las viviendas tiene fosa séptica, el 13 % usa letrinas, el 30 % de viviendas tiene un solo cuarto, el 66 % carece de agua potable, el 74 % carece de drenaje y en el 43 % se cocina en el piso.⁵ Esto trae como consecuencia que el primer causante de morbilidad general en el estado sean la enteritis y otras enfermedades diarreicas (con un 23.4 %), la disentería ambiana y amibiásis (con un 14.4 %) y las parasitarias (con un 18.9 %).

Tabasco como cualquier zona tropical tiene un clima muy favorable para el desarrollo de la tecnología de la Biomasa, al recibir mucha luz del sol y principalmente por la abundancia de agua se cumplen condiciones óptimas para la fotosíntesis que acarrea un crecimiento acelerado de la vegetación.

No pensamos disparatado decir que, si la civilización del carbón y del petróleo marcó la preponderancia de Europa y E.U.A. sobre el resto del mundo la civilización de los recursos renovables que se vislumbra dará al mundo tropical su oportunidad de desarrollo.

De las experiencias sobre digestores en Tabasco se puede decir que no han sido fructíferas dado que no se han insertado en un plan global para el desarrollo de esta tecnología. Solo han sido -
5 Datos del X Censo de población de 1980.

demostraciones a campesinos que no han tenido las condiciones necesarias para asimilar estas tecnologías⁶. Es necesario, de parte de los introductores de estas técnicas, conocer bien las necesidades y las costumbres de los grupos con los que ensayarían estas tecnologías.

Los digestores podrían ayudar a resolver el problema de la escasez cada día mayor de leña en Tabasco.⁷ Se dice que esta es la verdadera crisis energética de los países subdesarrollados en sus áreas rurales.

Se sabe, por comentarios de gente con este problema, que llegan a pasarse medio día o más buscando leña para las necesidades del día.

6 El INIREB ha construido por lo menos tres digestores en Tabasco, del que se tiene mas información es del hecho en Tucta, Nacajuca población habitada por indigenas Chontales que desgraciadamente para el experimento (en el aspecto energético porque en el aspecto creación de abonos e higiénico no había inconveniente) tiene luz eléctrica y está comunicado por carretera. El digestor formaba parte de un plan de granjas integrales y apenas tenía una capacidad de 1 m³ con tiempos de residencia de 30 días, se alimentaba con una mezcla diaria de 15 Kg. de estiércol y 18 de agua produciendo 250 lt. diarios de biogás. Trabajo 8 meses y al venderse los cerdos ya no quisieron recolectar el estiércol del ganado que tienen disperso (agostadero) además que se necesitaba tiempo y unos cuantos conocimientos para poder sacar una buena producción de biogás (que les importaba muy poco).

7 También se mejoraría este problema con estufas y unidades de combustión directa bien diseñados, donde sería posible lograr una eficiencia de hasta 60-80 % aunque a costa de echar muchas cenizas donde el evitarlas encarecería las unidades (ya se había comentado que en Tabasco las cocinas rurales son de 3 o más piedras, a cielo abierto, en su mayoría).

Sin embargo mucho se discute la viabilidad económica de estos digestores como proyectos energéticos. Es probable que desde este punto de vista solo sean rentables cuando se trata de aprovechar desechos de granjas con un número relativamente importante de animales, o en áreas muy populosas con producción agrícola intensiva.

Los estiércoles animales han sido los mas utilizados en los digestores pero desde la última mitad de los setentas se incrementó el interés por aprovechar los residuos vegetales y combinaciones de residuos animales y vegetales. Tabasco puede hacer uso de los grandes volúmenes de estiércol producidos por la gran población ganadera y avícola que en 1980 fue la siguiente:

Población Ganadera 1980	Estiércol húmedo por cabeza Kg/día	Miles de cabezas.
Bovinos	41.7	1,581
Porcinos	8	392
Ovinos	2	47
Caprinos	1.8	13
Población Avícola 1980	Estiércol húmedo por cabeza Kg/día	Miles de cabezas.
Productores de huevo	0.09	411
Productores de carne	0.13	849
Guajolotes	0.27	728

Dentro de los desperdicios agrícola que pudieran utilizarse en Tabasco estarían la cáscara de arroz que corresponde al 34 % de la producción de arróz; la fibra de coco que alcanza a ser el 80 % de la producción de copra de coco, el bagazo de la caña de -

azúcar que es el 34 % de la producción de caña de azúcar⁸, la cáscara de cacao, etc. Cabe decir que no solo en los digestores se -- pueden usar estos residuos, hay otras técnicas que pueden extraer energía de estos vegetales como son por ejemplo la Pirólisis, la -- Licuefacción y la Gasificación (Conversión Termoquímica). También se pueden producir aceites vegetales que se pueden utilizar como -- extensores de aceite diesel.

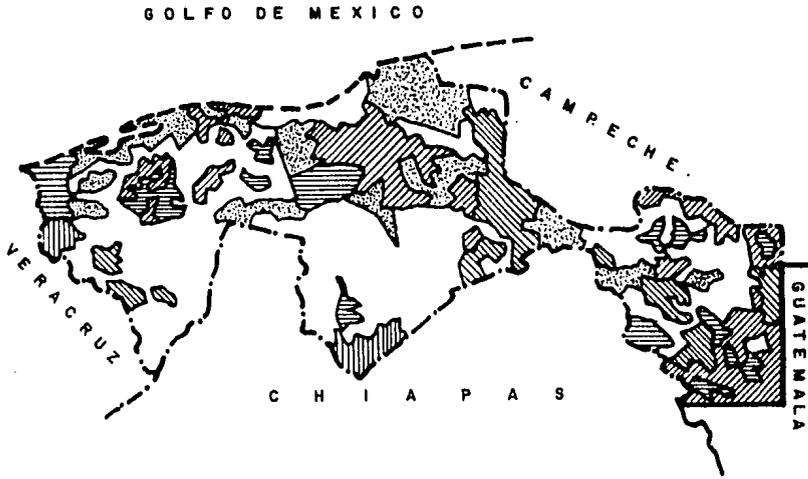
Tabasco puede utilizar muchos terrenos que no son aprovechados o que se subutilizan en sembrar cultivos energéticos tales como árboles de rápido crecimiento, caña de azúcar, sorgo (estos últimos ya se siembran aunque no para fines energéticos) etc. Se sa be que solo el 9 % de la superficie de Tabasco se utiliza en la -- agricultura (de temporal casi exclusivamente), la actividad ganadera de agostadero solamente, ocupa el 60.8 % de la superficie total de la entidad (1,500,000 hectáreas), la superficie forestal es el 4.1 % y del resto, 14 %, está constituido por cuerpos de agua y zo nas urbanas y 13 % sin uso alguno. Véase al respecto la figura -- 6.1.2. Los principales cultivos de Tabasco ⁹ en 1980 fueron:

Principales Cultivos (1980)	Miles de Has.	Miles de Ton.
Cacao	41	30
Caña de Azúcar	26	1294
Copra	28	30
Plátano	8	234
Mafz	34	44
Sorgo	34	---
Arróz	8.3	---

8 Referencia # 26

9 Referencia # 32

USO DEL SUELO



-  AGRICULTURA
-  PASTIZAL
-  MATORRAL
-  BOSQUES
-  MARISMAS
-  SELVA
-  LIMITE ESTATAL
-  LITORAL
-  LIMITE INTERNACIONAL

Fig. 6.1.2. Tomada de la ref. num. 32

TABASCO

Por otro lado los volúmenes existentes de junglas en Tabasco son de 149,645 m³ en rollo de selvas altas y de 23,003,702 m³ en rollo de selvas medianas, dando un total de 23,153,347 m³ en rollo que representan el 0.73 % del total del país.¹⁰

Hay también un consumo no energético de la madera por parte de unos 170 establecimientos fabricantes de muebles.

El gran problema para el aprovechamiento masivo de la biomasa es el de la recolección y almacenamiento en forma eficaz y económica, dada su relativa baja densidad por unidad de superficie -- sembrada o por lo desperdigado que se encuentra el estiercol en -- tierras de agostadero. "Los altos costos del transporte harían que al menos en corto plazo los consumidores de la energía obtenible -- de la biomasa serían los productores de ella".¹¹

Sin embargo la biomasa es quizás la única opción de entre -- las fuentes de energía renovable que tiene potencial para proporcionar el futuro próximas cantidades importantes de combustible líquidos y gaseosos¹², lo que es importante para el futuro del sector transporte ya que éste usa en esta forma los combustibles y sería pavoroso una escasez continua de hidrocarburos y no tener preparada una alternativa.

Si además sumamos que muchas de las sustancias orgánicas ob-

10 Referencia # 26

11 Referencia # 11

12 Excluyendo la producción de hidrógeno que también sería un combustible obtenible en forma líquida o gaseosa y que podría lograrse con otras fuentes de energía.

tenibles del petróleo, gas natural o carbón se pueden obtener también a partir de la biomasa. Entonces comprenderemos mejor porque el interés creciente en los usos energéticos de la biomasa.

Debemos decir también que si algunos ven como potencial solución al suministro de energía por medio de cultivos energéticos o el uso de desechos animales o humanos, otros lo miran como peligro por la competencia que pudiera haber entre el uso energético de la biomasa y su valor como fuente de alimentos". Los esquemas más viables para el aprovechamiento energético de la biomasa a gran escala se deben plantear alrededor de productos forestales residuales y desperdicios orgánicos de todo tipo".¹³

Por último mencionaremos las organizaciones que estudian sobre la biomasa en México (más importantes).

- El Instituto de Investigaciones Eléctricas, Cuernavaca, Mor.
- El Instituto de Ingeniería, UNAM.
- El Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Universidad Nacional de Morelia, Mich.
- El proyecto Xochicalli
- La UAM Unidad Iztapalapa.

En Tabasco solo el INIREB trabaja un poco en la biomasa como energético, como ya se dijo anteriormente.

2 Energía Solar.

Desde épocas anteriores a nuestra era el hombre aprendió que el sol produce calor cuando sus rayos son interceptados por superficies ennegrecidas. También por repetidas observaciones aprendió que esta cantidad de calor podía aumentarse por reflexión o por refracción concentrando la radiación solar. Solo así se puede explicar los hallazgos" de paraboloides de hermosa perfección en territorio Olmeca cuya antigüedad se calcula en 2900 años; así también se sabe de las lentes convexas de cuarzo encontradas en las ruinas de Ninive y los espejos cóncavos incas. Es muy probable que estos objetos fueran empleados en la producción ritual del fuego".¹⁴

La energía solar que se recibe sobre la superficie de la tierra puede, entonces, convertirse en energía útil (calorífica, mecánica o eléctrica) mediante muy diversas tecnologías. Características importantes de la energía solar que deben de tomarse en cuenta al plantear su aprovechamiento son: su distribución geográfica; su relativa baja densidad energética; y su carácter intermitente.

El estado de Tabasco tiene en promedio una radiación durante todo el año de 400 langley / día (4.652 KWH / m² diarios)^{14'} que, aunque menor que en los estados del norte de la república que tiene zonas desérticas, es bueno para hacer suposiciones optimistas - del futuro de la energía solar en este territorio. Cabe aclarar -- que en Tabasco no hay ninguna estación solarimétrica que nos de información precisa acerca del potencial solar. Podemos suponer, sin embargo, que las técnicas solares que se utilicen aquí tienen que cuidadosamente escogidas dada la alta nubosidad (160 días nublados

14 Referencia # 31 pág. 33.

14' Véase figura 6.2.1.

al año) que hay en estas tierras.

En general se considera actualmente que el aprovechamiento de la energía solar es económicamente viable en zonas marginales y rurales donde sería capaz de producir un impacto trascendental a corto plazo en el nivel de vida, evitando a su vez el desplazamiento de la población hacia arenas urbanas, al aumentar la productividad regional.

De hecho para evitar la emigración a las zonas urbanas deberá procurarse que la transformación de energía solar a energía --- útil resulte suficiente para el consumo doméstico y para sostener una agroindustria mediante la cual la familia rural no solo sea energéticamente autosuficiente sino también productiva.

Los sistemas pasivos de climatización ambiental permitirían elevar los niveles de producción a muy bajo costo, al mejorar las condiciones de temperatura y humedad en zonas que como en Tabasco son de clima extremo. Así por ejemplo mediante la adecuación climática de establos¹⁵ sería posible optimizar las condiciones ambientales para que la producción de leche se incrementara sustancialmente¹⁶ y dejara de ser Tabasco un estado que tiene que importar la leche de otros lugares cuando tiene una alta población pe--

15 En los sistemas solares térmicos pasivos la energía solar captada se convierte en calor sin emplear para ello equipos auxiliares electromecánicos tales como ventiladores o bombas (esto es sin emplear elementos activos). La transferencia de calor, y en su caso la circulación del fluido caliente, ocurren de manera natural. El término sistemas solares pasivos está estrechamente vinculado y suele identificarse sólo con el acondicionamiento ambiental de construcciones, en lo que se ha llamado heliodiseño o helioarquitectura.

16 Según la referencia # 20 Tabasco importa leche de otros estados.

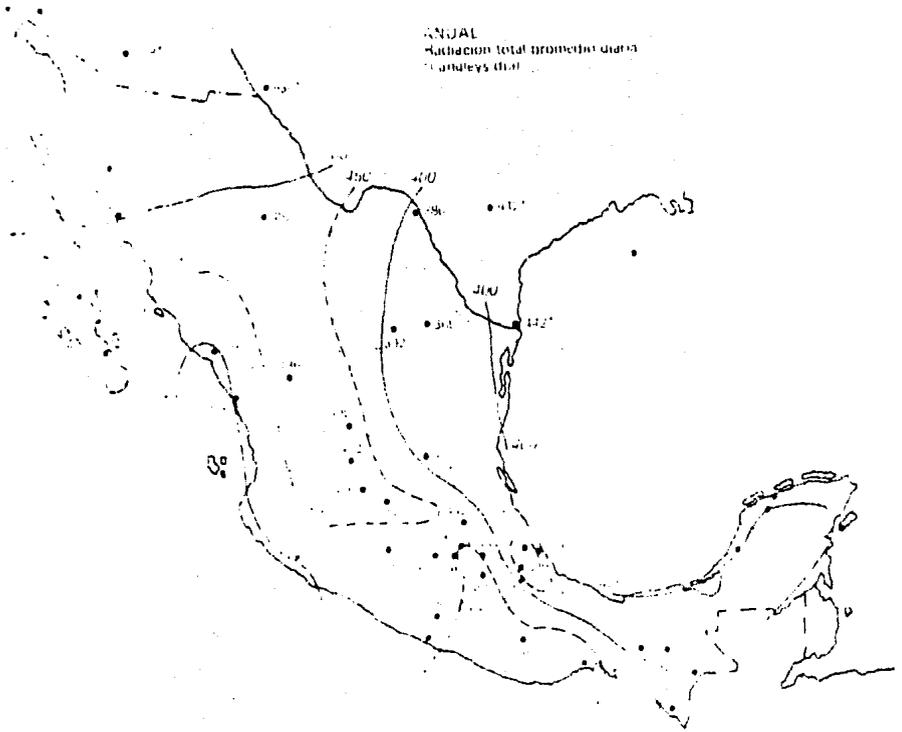


Fig. 6.2.1. Tomada de la ref. núm. 26

cuaria. Así mismo con estos sistemas pasivos se podría acondicionar el ambiente en casas y edificios que muchas veces resultan un infierno, no es exagerado decir que la productividad de los habitantes de estas suporíferas construcciones se vería aumentada a mas del doble¹⁷. También se podría reducir con estas medidas el uso de ventiladores y del aire acondicionado que algunas personas dejan encendido sin utilizarlo solo por que no hay medidores de corriente para este servicio. En fin, se podría decir que aunque se quieran aplicar estas ideas siempre hay obstáculos derivados de nuestro sistema social, véase por ejemplo los trabajos del infonavit, hechos con el apoyo científico del Instituto de Investigaciones de Materiales de la UNAM dirigidos a viviendas de interés social y que son tan reducidas que cualquier detalle de heliodiseño que tengan no ayuda a quitarse la idea que se vive en una ratonera.

En México se pierden entre un 10 % y un 20 % de los productos agrícolas y de productos pesqueros debido a una excesiva humedad después de cosechados o capturados, en Tabasco tenemos una humedad mayor que en el resto del país y este problema se agrava. Es necesario, entonces, una gran promoción de secadores de productos agropecuarios y marinos que utilicen sistemas fijos de captación -

17 El promedio de temperatura anual en Tabasco es de 27° C con temperaturas extremas de 12° C - 44° C a la sombra.

solar (colectores fijos)¹⁸ y que se puedan construir hasta donde sea posible con materiales disponibles localmente.

Se considera que para secar una tonelada de grano con dos metros cuadrados de colectores planos se necesitan 4 días (48 horas) en lugares donde la humedad relativa del ambiente es de 50 y 90 %, que la eficiencia de los colectores sea de 50 % y que la insolación promedio anual¹⁹ sea de 1800 KWH/m². Con estos colectores planos también se puede secar la madera y el carbón así como calentar --- agua con fines industriales.²⁰

Otro gran problema en México es que más del 50 % de las frutas y demas productos perecederos se pierden por falta de refrigeración o almacenamiento adecuado²¹. En Tabasco aunque sin datos --

18 Los sistemas de captación fija utilizan sobre todo colectores planos, estos están compuestos de; una cubierta transparente -- que produce el efecto invernadero y disminuye las pérdidas por convección internas y externas; por una placa absorbente; un -- fluido de trabajo que transfiere el calor de la placa absorbente al sitio a utilizarse; un aislante que reduce pérdidas por las partes del colector no expuestas al sol. En México se construyen desde hace 20 años y en Puebla han sido fabricados colectores de baja eficiencia y se han adaptado con éxito a diversas comunidades. Se necesitan subsidios, como los hay para el gas -- propano para hacer esta tecnología económicamente viable en el país.

19 En Tabasco esta insolación promedio anual es de 1700 KWH/m² lo que haría que la superficie de los colectores tuviera que ser -- aumentada o poner colectores mas eficientes.

20 Como ya se dijo, no sería necesario calentar agua para fines do mésticos, al menos hasta que los colectores alcanzaran un pre-- cio bajo, que nos diera el lujo de tener agua tibia en los tres meses del año que no hace mucho calor.

21 Referencia # 26.

oficiales se pueden suponer que ese porcentaje aumenta, dada la alta producción de frutas y pescado y la falta de electricidad y comunicación terrestre a un gran número ²² de pequeñas localidades -- que tienen condiciones óptimas para la pesca o para el desarrollo de la piscicultura (hay unas 200 lagunas en este estado muchas de -- ellas con buenas condiciones para este fin).

La obtención de frío a partir de la energía solar se hace -- utilizando un proceso que es el de refrigeración por absorción que ha sido utilizado desde principios de siglo aunque mediante fuentes convencionales de calor, en nuestro caso se necesitarían colectores que dependerían del requerimiento térmico. Es obvio que en -- estos sistemas, a menos que se provean sistemas de almacenamiento, su operación sería periódica. En la figura 6.2.2 se muestra un sistema de refrigeración por absorción utilizando colectores planos ²³, este diseño fue hecho por el Instituto Tecnológico de Madras, India.

El bombeo para irrigación ²⁴ y transporte de agua se puede --

22 Hay 1070 localidades menores en Tabasco (ejidos, rancherías, haciendas y fincas).

23 Los colectores planos asociados con sistemas de enfriamiento requieren en general temperaturas de salida más altas ya que los equipos de absorción trabajan con temperaturas de entrada de -- más de 95°C para congelación y unos 70°C para aire acondicionado, por lo que para estos colectores es crítico el empleo de superficies selectivas. Lo mismo ocurre en sistemas de refrigeración con colectores para líquidos (amoníaco-agua, etc.)

24 Por la gran precipitación pluvial (1500 mm en la costa y 4000 en las estribaciones de la sierra) y de humedad casi no son indispensables los sistemas de riego en Tabasco.

realizar por medio de colectores móviles²⁵ y fotovoltaicos. Los requerimientos de almacenamiento en este caso se reducen mucho al seguirse el mismo patrón en la insolación y en la demanda.

Para la industria que necesitase calor a temperaturas bajas (inferiores a 120°C) sería posible obtenerlo con sistemas de colectores fijos y con estanques solares²⁶. Para temperaturas más altas serían necesarios los colectores móviles o también estanques solares los cuales están actualmente en su última fase de demostraciones sobre su viabilidad técnica.

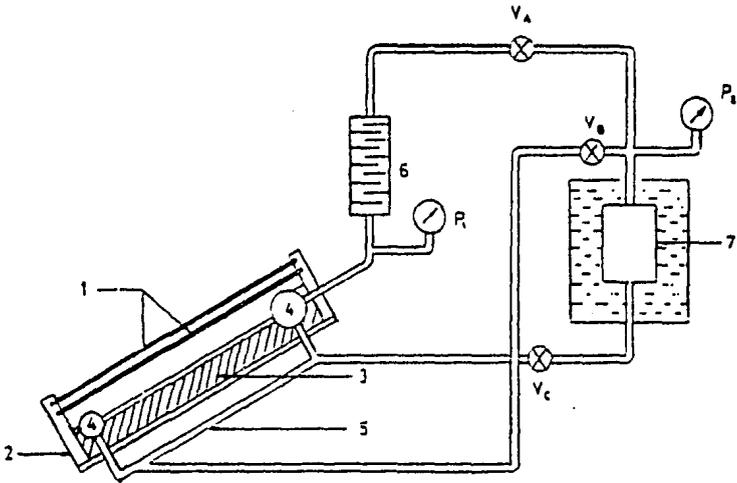
Con respecto a las cocinas solares que se han creado, incluso aquí en Tabasco, con fines de demostración, se puede decir que necesitan un mayor esfuerzo de investigación y experimentación en condiciones reales y compatibles con la forma de vida de cada grupo poblacional en particular.

Se dice por otra parte, que los sistemas fotovoltaicos²⁷ de-

25 Los colectores móviles concentran siempre los rayos solares sobre el absorbedor, así que se tienen que mover ya sea al concentrador o el absorbedor, para captar una mayor cantidad de energía al seguir el movimiento del sol.

26 El estanque solar es un sistema con un colector almacenador de energía solar en forma de estanque o poza de 2.5 m de profundidad en promedio, en la que el agua presenta un alto gradiente de salinidad, de tal forma que entre la superficie y el fondo puede existir un gradiente de temperatura de 50 - 70° C.

27 Los sistemas fotovoltaicos consisten de celdas solares o foto--celdas (dispositivos semiconductores) que por medio del efecto fotovoltaico convierten directamente a la energía solar en electricidad (corriente directa) en las siguientes condiciones: densidad de corriente entre los 10 y 40 mA/cm² y voltajes entre -- 0.5 y 1 Volt.



1. Lámina de vidrio de 3 mm.
2. Armazón del colector.
3. Aislamiento de vidrio y lana.
4. Fuente alta y baja.
5. Línea de retorno.
6. Rectificador.
7. Condensador - Evaporador.

Fig. 6.2.2. Sistema refrigerador/enfriador solar por absorción. Tomado de la ref. núm. 5

ben jugar un papel importante en la integración de las zonas rurales a la comunidad nacional puesto que son utilizados en la construcción de pequeñas plantas con potencias suficientes para propósitos de telecomunicaciones y educación masiva. La ventaja de los sistemas fotovoltaicos consiste en que no necesitan una red de distribución cuyos costos actuales por Km. son elevados. Una superficie de 10 m^2 de celdas solares (con eficiencia de 10 %) puede satisfacer los requerimientos eléctricos de una vivienda urbana para cinco personas (aunque estudios económicos demuestran que todavía sigue siendo mas barato generar electricidad en zonas apartadas -- por medio de un grupo diesel - generador).

Pero si el programa nacional de electrificación rural es financiado por el estado, no sería imposible que el estado financie el tipo de sistemas fotovoltaicos máxime si como se espera, hayan reducciones en el precio por Watt instalado en estos sistemas²⁸. Desgraciadamente la tecnología de estos sistemas llega a ser de alto nivel pues necesita apoyos de tecnología de materiales, de termodinámica, de almacenamiento de energía, etc. situación que la hace propicia para que los resultados mas sobresalientes provengan de países desarrollados.²⁹

28 Se espera que la inversión en capital por Watt fotovoltaico -- instalado será de tres dólares hacia 1985 y del 1.5 dólares -- después de 1990.

29 En el área tropical y ecuatorial, dentro de los paralelos 40° la insolación anual es superior a los 1666.8 KWH/m^2 anuales. - En el área dentro de los trópicos de Cáncer y Capricornio la insolación anual aumenta a 1944.6 KWH/m^2 anuales. Pero los países industrializados de Europa, Japón, E.U.A. etc. no alcanzan a estar en los trópicos, sin embargo estos países, son los que han desarrollado a un nivel comercial los generadores fotovoltaicos que sería mas rentables en nuestros países tropicales. No hay que esperar que algún día nos los vendan a precios altísimos.

Casi todas las Universidades del país tienen interes en estudiar la energía solar pero las instituciones que destacan son las que ya mencionamos con respecto a la Biomasa. Cabe señalar una lista de fabricantes de colectores planos en el Distrito Federal (las hay también en Guadalajara, Cuernavaca y Sinaloa).

Calentadores Sol-A-Ris SA

Energía Solar y del Viento SA

Enersol SA

Henry S Dabdoub SA

Insolar SA

Instalaciones Técnicas Especializadas SA

Industrias de Energía Solar SA

Módulo Solar SA

Solarmex SA

Rec-Sol SA

Los demás sistemas solares se fabrican casi exclusivamente - en los Institutos de Investigaciones que los estudia.

En Tabasco se estudian los sistemas solares y se hacen algunas aplicaciones como la que CDUE y la empresa cementera Apasco -- realizaron para obtener agua caliente con colectores planos. El -- Tecnológico de Villahermosa tiene gente que se está preparando para realizar algunos proyectos que involucren la energía solar.

3 Energía Eólica.

La energía eólica se deriva del calentamiento diferencial de la atmósfera por el sol y de las irregularidades de la superficie terrestre. Si bien sólo una pequeña fracción de la energía solar que llega a la tierra se convierte en energía cinética del viento, esto representa un total enorme. Lo que es más importante, la naturaleza concentra esta energía en regiones, de modo que en muchos lugares el flujo medio de energía eólica o densidad energética puede ser igual o superior al flujo medio de energía solar.

"La potencia que se puede obtener con un sistema eólico es proporcional al cubo de la velocidad del viento. Por consiguiente la velocidad media del viento en la zona es un factor importante en las consideraciones económicas relativas a los sistemas eólicos".³⁰

El primer problema para aprovechar la energía eólica es localizar las mejores zonas de viento y determinar los recursos eólicos en una zona concreta que se puedan aprovechar en la práctica.

En Tabasco no tenemos ninguna estimación clara referente al potencial eólico, solamente se pueden inferir de algunos mapas eólicos que las regiones costeras de Tabasco serían las más adecuadas en esta aplicación, pues de acuerdo a lo que podemos decir, es una tosca evaluación de la potencia del viento disponible anual en estas regiones,³¹ tenemos que ésta es de 200 W/m^2 y esto equivale

30 Referencia # 21

31 Esta potencia sale del mapa 6.3.1 que nos da la potencia media anual del viento. Para la velocidad. De la referencia # 31 se utilizó la siguiente fórmula de densidad de potencia eólica; -- $P/A = KV^3$ donde K se toma de 0.0137.

a decir que las velocidades en estas regiones serian del orden de 24.44 Km/h o 6.789 m/seg que aunque son velocidades bajas para los pequeños aerogeneradores comercialmente disponibles diseñados para trabajar con velocidades de viento nominales entre 9 y 13m/seg, hay la infraestructura en algunas instituciones mexicanas para adecuar los diseños a las condiciones que tenemos aquí en Tabasco, que son muy similares a las del resto del país. Se piensa disponer a corto plazo de generadores con una potencia nominal de 2 KW a velocidades de viento de 5 m/seg. operando en promedio durante 30 días al año a su velocidad nominal. Cada uno de estos aerogeneradores produciría 1440 KWH/año que si se supone una demanda media anual de 425 KWH por familia en el medio rural serían suficientes para satisfacer los requerimientos de energía eléctrica de tres familias.

La única estación anemométrica en Tabasco es la de su aeropuerto en Villahermosa la cual fué instalada, como es lógico, sin tomar en cuenta las necesidades de la energía eólica. Mide velocidades del viento que en promedio es de 8 nudos o sea 3.33 m/seg -- con vientos dominantes del norte en invierno y sureste en primavera. Esta velocidad es muy baja para aplicaciones rentables de la energía eólica y dado que toda esta región del centro de Tabasco es muy parecida, las aplicaciones eólicas serían más seguras en las costas y quizás en las entribaciones de la sierra*.

Para elegir un sitio con buen potencial eólico se debe tomar

* Hay aerogeneradores comercialmente disponibles que se ajustan -- holgadamente a las condiciones de velocidades del viento de las costas. Por ejemplo los "Dunlite", de fabricación estadounidense, de 2 kW a 5 m/seg. El problema es que salen muy caros, por eso se necesita construirlos en México.

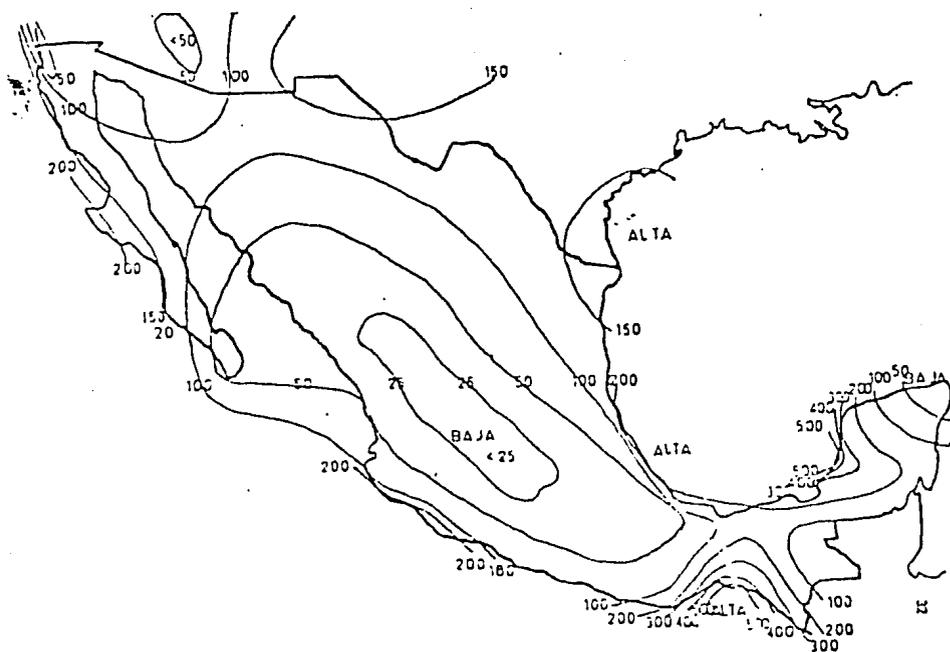


Fig. 6.3.1. Potencia media anual, disponible del viento, en W/m^2 , tomado de la ref. núm.

en cuenta, aparte de la velocidad media anual, la constancia de -- los vientos dominantes (los cambios seguidos indican turbulencias), la distribución estadística de velocidades en periodo diario men--sual y anual, conocer la topografía y el clima ya que fuertes desniveles e isobaras muy juntas son indicativas de fuertes gradien--tes de presión responsables de vientos de naturaleza regional que lo demeritan, etc.

La energía eólica al ser un recurso bastante variable en --- tiempo y lugar es optimamente utilizable en las siguientes tres situaciones.

a) Interconectada con otras centrales de energía, que varían desde una pequeña planta diesel hasta una gran red de distribución de energía eléctrica.

b) Utilizada en relación con alguna forma de almacenamiento de energía como baterías o sistemas hidroeléctricos de bombeo.

c) Utilizadas en aplicaciones en que el empleo final de la - energía es relativamente independiente del tiempo.

En México solo tres instituciones que son: El Instituto de - Investigaciones Eléctricas, la Unidad Azcapotzalco de la UAM, la - ESIME del I.P.N. y el grupo del Sol S.C. esta última asociación civil, se ocupan de realizar actividades de investigación y desarro--llo en energía eólica; estas están encaminadas principalmente al - diseño y construcción de pequeños sistemas conversores de energía eólica, los que en la mayor parte de los casos son adaptaciones o rediseños de sistemas conversores comercialmente disponibles.³²

En Tabasco no se sabe de ninguna institución que se avoque a esta energía.

32 Este párrafo último fue tomado de la referencia # 11 pág.358

4. Microsistemas Hidráulicos.

Tabasco es un estado con muchas corrientes de agua que aunque en su gran mayoría corren mansamente son de gran caudal.

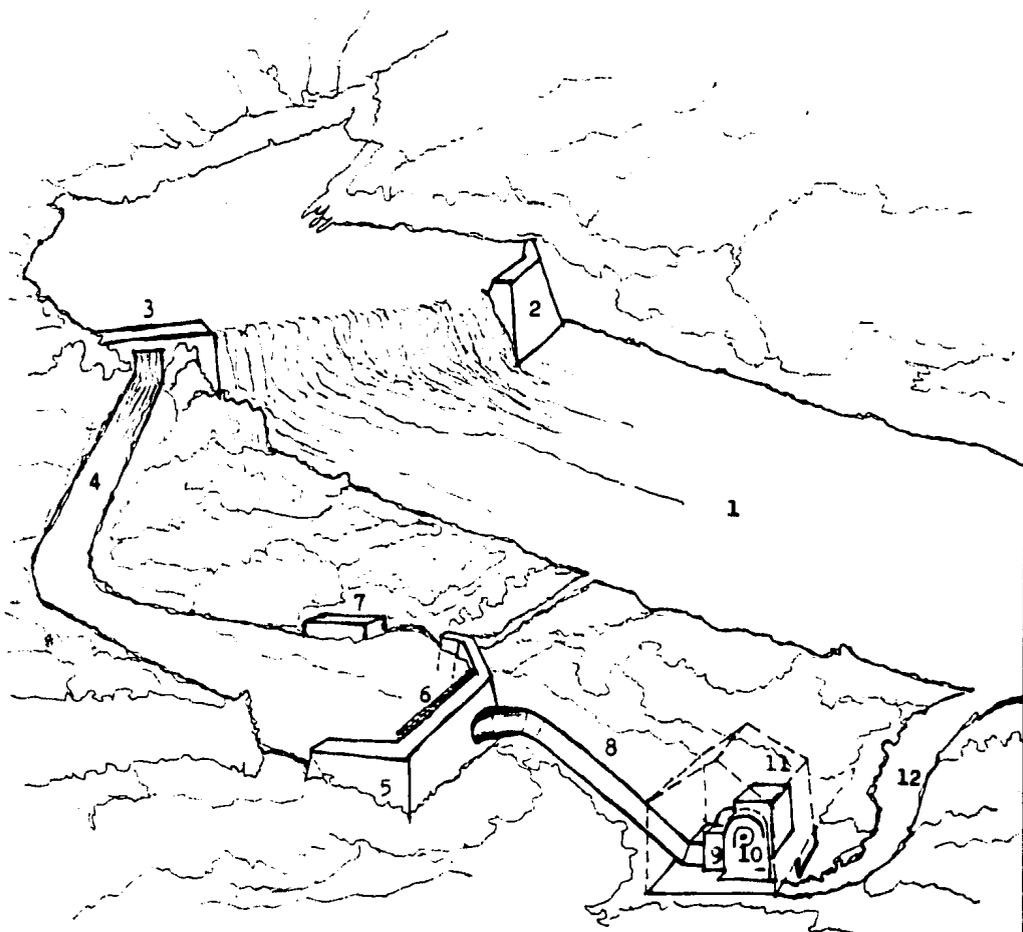
En algunos casos es posible como ya mencionamos obtener energía hidroeléctricas en grandes cantidades (véase capítulo IV), pero en otras la opción sería utilizar los microsistemas hidráulicos tal como se hace en aproximadamente 150 microsistemas particulares que hay en Chiapas y Veracruz los cuales proporcionan energía eléctrica y mecánica en fincas cafetaleras.³³ La fabricación de microturbinas utilizadas en estos microsistemas puede lograrse por métodos semiartesanales y evitar la importación de tales equipos. Las microturbinas pueden ir variando su diseño en forma continua a fin de optimizar el aprovechamiento de energía disponible en el sitio. En Jalapa y Tacotalpa, por ejemplo, el diseño tendría que aprovechar los desniveles que acusan estas regiones no así Centla y Jonuta donde casi no hay desniveles y el diseño se tendría que orientar al aprovechamiento de la velocidad del fluido ya sea esta natural o que se tenga que provocar.

Existen para el efecto varios tipos de equipos que están anclados en el cuadro 6.4.1 y que llegan a tener de límite de carga, tres pies (0.91 m) con la rueda hidráulica Poncelet, son de madera

33 En Tabasco hay muchas poblaciones que carecen de energía eléctrica y que pudieran aprovechar las corrientes de agua que hay por todos los municipios. De los municipios con menos viviendas electrificadas están Jonuta con un 65.6%, Tacotalpa con 63.2 %, Jalapa con 59.2 %, Centla con 57.6 %. Los demás no se alejan mucho de estos porcentajes de viviendas no electrificadas.

Fig. 6.4.1. ESQUEMA DE MICROSISTEMA HIDROELECTRICA.

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. Rio | 7. Excedencias |
| 2. Dique de refuerzo | 8. Tubería de presión |
| 3. Toma de canal | 9. Válvula de entrada |
| 4. Canal derivador | 10. Turbina |
| 5. Toma de turbina </td <td>11. Generador</td> | 11. Generador |
| 6. Rejilla | 12. Canal de retorno |



Tomado de la ref. # 31

y metal con alimentación con entrada superior, inferior e intermedia y turbinas hidráulicas (Michel Banqui, Francis, Kaplan, Pelton y tipo tubular).

El sistema consiste en desviar una parte del gasto (Q) del arroyo aguas arriba por un canal hasta un conducto (tubería) y dejarlo caer (H) pasando por una rueda o turbina al final de éste. La turbina o rueda hidráulica moverá un generador para producir electricidad o estará acoplado directamente a una transmisión mecánica para el aprovechamiento en bombeo, molinos etc. posteriormente el agua regresa aguas abajo al arroyo (véase figura 6.4.1)³⁴.

La selección de una turbina o una rueda hidráulica es lo más importante al construir un pequeño aprovechamiento hidroeléctrico. Además del gasto y carga se deben considerar las condiciones del agua, temperatura ambiente, materiales, generación de potencia -- (una rueda si se desea obtener fuerza mecánica y una turbina si se desea fuerza eléctrica y mecánica) y mantenimiento.

En las especificaciones para ruedas y turbinas hidráulicas se dan los límites de aplicabilidad en función de las variables -- que las determinan. En el cuadro dado, el punto 5 corresponde a -- una turbina Michel (Banqui) la cual es factible de construir en al gún taller de soldadura ya que no requiere maquinado fino ni fundición. Esto lo hace muy atractivo si se piensa en comunidades aisla das.

34 La potencia útil se obtiene con $P = \gamma Q H_n$ donde γ es el peso específico del H_2O , Q es el caudal o gasto, H es carga o altura neta, N es eficiencia de turbina y P es potencial útil en KW o HP. Se tomó todo esto de la referencia # 31.

En el cuadro dado se observa que los límites de giro de las ruedas hidráulicas hacen prácticamente imposible el uso directo de un generador de corriente alterna, que para 60 c.p.s. (dos polos) necesita una velocidad mínima de rotación de 3600 r.p.m. y una relación de poleas de 1 a 100 aproximadamente. Por esta razón, se -- utilizan las ruedas de algún molino para bombear agua, mediante un dispositivo recíprocante.

Si mediante un reductor de par se logran velocidades rotacionales de 700 r.p.m. o mayores, se puede utilizar el generador (alternador) de algún auto o camión y obtener corriente continua, con tando además con un regulador de voltaje y un banco de baterías pa ra las horas de demanda máxima.

Cuando se utilizan turbinas, la conversión por lo general es a corriente alterna a través de un generador síncrono controlado - por un gobernador de velocidad.

El control de la microcentral de operación automática o ma-- nual requiere de aparatos indicadores, registradores o elementos - de señal, ya que en ellos se basan las maniobras necesarias.

El Instituto de Investigaciones Eléctricas es la institución más comprometida con este tipo de tecnologías, aunque también está el I.P.N. trabajando al respecto.

5 Sistemas Energéticos Integrados

Según el Centro de Ecodesarrollo A. C. de México las perspectivas para aplicar las fuentes no convencionales se encuentran en primer lugar en el medio rural y lugares aislados y debe ser una labor muy planeada la introducción de los mejores sistemas energéticos a estos lugares y no ser simplemente una imposición. A las limitaciones que se han señalado para la difusión de las fuentes no convencionales de energía, en el medio rural se agregan por un lado la escasez relativa de recursos humanos y financieros y por otro la falta de integración y coordinación en un plan global de las actividades de quienes trabajan en las distintas instancias de este campo.

"Cabe también preguntarse en que medida la existencia de un sistema energético centralizado, su persistencia en el futuro, así como la asignación preferencial de recursos a los hidrocarburos y la energía nuclear son elementos que dificultan el desarrollo de opciones que, sin ser alternativas globales pueden contribuir o modificar la situación energética de los campesinos. La formulación de una estrategia que se proponga dar una respuesta integral a los requerimientos energéticos del campesinado y en particular de su sector más pauperizado, debe partir necesariamente del estudio por menorizado de la situación energética de la región; debe además basarse, como lo hemos dicho, en las consideraciones del conjunto de las diversas formas de energía: comerciales y no comerciales, convencionales y nuevas, formular una propuesta que contemple las costumbres y las modalidades en el uso de la energía por parte de los campesinos y elaborar un plan que asegure el abastecimiento conti-

nuo de la región a precios que permitan a toda la población rural sin acceso real al consumo de energía. Este objetivo difícilmente puede lograrse si la política energética no se inscribe en una estrategia de desarrollo agrícola que coloque al campesino en situación de retener para sí el excedente que produce".³⁵

Los sistemas energéticos integrados son una combinación de aprovechamientos de distintas fuentes locales de energía y tienen por objetivo básico minimizar el costo de la energía dentro de los costos globales de distribución, reducir la contaminación, utilizar los recursos de que dispone la comunidad y proporcionar alimentos a zonas marginadas. Así por ejemplo, en un sistema que conste de módulos solares y eólicos los cuales necesitan de almacenamiento de energía, se podría reducir este requerimiento integrando al sistema la fermentación anaeróbica de desechos animales y vegetales que producirían el metano dándole confiabilidad al sistema integrado por que la digestión anaeróbica no depende de la insolación ni de los vientos para llevarse a cabo.

En el Instituto de Investigaciones Eléctricas se estudian estos sistemas en su carácter técnico y en el Centro de Ecodesarrollo estudian la forma de que los promotores hagan ser a las mismas poblaciones marginadas promotoras de su propio cambio.

CONCLUSIONES

En Tabasco se extrae del subsuelo mucho más petróleo del que necesita para satisfacer sus necesidades, hemos visto que solamente utiliza el 0.61% de la energía del petróleo extraído. Casi todo el crudo es llevado por tubería a distintas refineries de otros estados o se exporta sin que le hayamos imprimido mano de obra, trabajo; creando subempleados con ínfimos salarios. La mitad del gas natural extraído en Tabasco se procesa pero se quema gran parte -- del restante, casi un crimen, dicen algunos analistas.

Conjuntamente al grave problema de contaminación y problemas socioeconómicos, Tabasco, está el de la excesiva explotación del petróleo que dejará a los futuros tabasqueños (y al país en general) con un grave problema de falta de energéticos y de abastecimiento para las enormes industrias petroquímicas asentadas en Tabasco y en el resto del país.

Es imprescindible no aumentar la extracción de crudo y también incorporar mas fuerza de trabajo al petróleo para que las ganancias no se vayan todas a otros estados o peor aún al extranjero.³⁶

Es también necesario que se respete la ecología de esta zona que tiene un gran potencial de recursos renovables que pueden servir, incluso, como energéticos dada la facilidad con que crece la

36 "Es necesario dejar de exportar tanto petróleo. La energía debe servir para hechar a caminar proyectos en México. El Plan Nacional Energético (1984) no contempla alternativas concretas de uso de energéticos en el país." Heberto Castillo, Proceso # 407.

vegetación.

La potencialidad de este recurso de la biomasa contraste con el escaso o nulo desarrollo relativo de la energía de la biomasa y también con la poca trascendencia que se le asigna para el futuro de parte de las autoridades federales y estatales.

La energía hidroeléctrica en pequeña y gran escala se puede utilizar en Tabasco. La de gran escala sería de parte del gobierno pero la población debe asegurarse que sean proyectos acorde con -- los ecosistemas que involucraran. Las de pequeña escala las pueden impulsar los propios grupos poblacionales si es que se promueve un estudio y su divulgación de los microsistemas hidráulicos y sus -- factibilidades técnicas y económicas en todos los municipios.

La tecnología solar se debe ir aplicando ya en Tabasco, al -- menos lo que parece urgente es el mejoramiento helioarquitectónico de casas y edificios, la creación de una escuela de Arquitectura -- Tropical parece estar en la mente de los directivos de la Universidad de Tabasco, no debe dilatarse mas su puesta en marcha. En el -- secado de granos debe haber más divulgación de las ventajas de las técnicas solares y principalmente estudios económicos y de comer-- cialización ya que se trata de tecnologías que se hacen en México por varias empresas, algunas ya mencionadas en el tema Energía So-- lar y otras más que se podrían encontrar en la referencia número -- 11.

La energía eólica, y la energía que se pudiera obtener del -- gradiente térmico de los oceanos son verdaderas posibilidades pero que necesitan estudios más profundos para su aplicación económica.

El ahorro de energía³⁷ es una preocupación notoria en el nuevo plan Energético (1984) aunque dadas las condiciones sociales, políticas y económicas será muy difícil que se logren sus objetivos. Proletarios y clase media, por causas de fuerza mayor, son -- los ahorradores de energía.³⁸

El gas se sigue quemando y no parece que haya otras soluciones más que dejar de extraer tanto petróleo o licuarlo. En cualquier forma debemos tener presente, lo repito, de lo holocástico que devenería el país para nuestros hijos sin hidrocarburos y sin alternativas para sustituirlos.

En el campo es necesario ir introduciendo los sistemas energéticos alternativos y si es posible los integrados o al menos --- preocuparnos más por el gran consumo de leña que tienen las zonas rurales y "promover cuanto antes mejores cocinas junto con la introducción de ollas de presión y lámparas fluorescentes que po----

37 "El potencial de energía que se puede ahorrar es bastante grande. En 1980 de un total de $1,166 \times 10^{12}$ Kcal de abastecimiento interno al país 707×10^{12} Kcal fueron pérdidas, repartidas en 589×10^{12} Kcal por transportación, distribución y almacenamiento y 48×10^{12} Kcal por la quema de gas asociado. De acuerdo -- con la la. ley de la termodinámica la eficiencia total del sistema fue solo de 40.4%. Y valorando por la segunda ley la eficiencia no sobrepasa del 15 %. "como se puede ver la energía -- que se pudiera ahorrar a través de una mejor eficiencia es una importante "fuente de energía". Referencia # 26.

38 "Se insiste en acabar el nefasto subsidio indiscriminado de --- energéticos, indiscriminadamente. Esto es, se suben los precios de los energéticos y ya. Con ello -piensa- se resuelve el problema. No hay tal. Cuando se aumentan indiscriminadamente los -precios de los combustibles, se perjudica a las mayorías". Heberto Castillo, referencia # 35.

drían ayudar a que no menos del 71 % del consumo doméstico de energía sea ahorrada para 1990"³⁹.

En general se ayudará a resolver el problema energético de Tabasco incorporando cada vez más a los núcleos de población rural y de zonas urbanas rezagados a los beneficios que conlleva la disponibilidad de energía. Fortaleciendo el desarrollo tecnológico -- propio con particular énfasis en la innovación tecnológica para el aprovechamiento de fuentes prioritarias y viables, convencionales y alternas. Lograr un equilibrio energético mas racional a través de la diversificación de las fuentes propiciando una transición -- energética ordenada y la preservación de la dotación tan rica de recursos renovables que tiene Tabasco.

EXTRACTO

PROPOSICION.

Con base a un estudio energético del estado de Tabasco y del impacto petrolero habido en la entidad, este trabajo busca proponer algunas alternativas que pudieran servir a la ampliación de la oferta energética del estado con el fin de; hacer productivas a las comunidades alejadas de las redes de energía; ir preparando la transición energética; y cuidar más nuestros hidrocarburos, acabando la explotación irracional de estos.

DEMOSTRACION-CONCLUSIONES.

En un panorama energético muy general a nivel mundial y nacional se destaca el cálculo de la duración de las reservas de hidrocarburos porque presenta un futuro nada halagüeño para aquellas naciones que no cuiden sus reservas de petróleo y que no se estén preparando, desde estos momentos, para la transición energética.

En el análisis socioeconómico del impacto petrolero se acusa, por lo menos, la falta de planeación que motiva: una gran inflación, escasez dramática de viviendas, "aristocracia obrera", corrupción, etc. Incluso es notorio el resentimiento hacia PEMEX y a sus trabajadores de parte de la mayoría de la población no beneficiada por esta empresa. Algunos índices pueden explicar esto; el 35% de los mejores puestos en Tabasco los ocupan personal foráneo, los salarios del personal de PEMEX llegan a ser cuatro veces mayor que los que no laboran en esta empresa, dándose muchos casos en que los primeros trabajan mucho menos. Solo el 5.7% de la población económicamente activa trabaja en PEMEX.

Se constata en un ejemplo concreto, la contaminación tan grave que hace PEMEX a los ecosistemas tan ricos y a la vez tan

frágiles de Tabasco debido, entre otras causas, a que el personal directivo de la paraestatal es educado exclusivamente para obtener la máxima productividad y que no saben nada de los ecosistemas que son afectados.

En la investigación del consumo energético hubo los siguientes resultados importantes: El consumo total de energía incluyendo los usos propios de PEMEX (pero no sus mermas) fué de 15.61×10^{12} Kcal en 1983. Sin contar a PEMEX fué de 7.16×10^{12} Kcal que representa el 0.86 % de la producción total de gas y petróleo extraída de Tabasco en un año aproximadamente. Se calculó también que el -- consumo de energía "comercial" per capita en este estado fue de - 3.43 barriles de petróleo equivalente en 1983, y suponemos que la quema de gas en la atmósfera fue la misma que en 1981, que equivalía a 2.6 veces mas la energía consumida en el estado, incluyendo los usos de PEMEX. Los mecheros encendidos en los campos petroleros, todavía en 1984, no hacen pensar que se esté resolviendo este problema.

Se calculó un gran consumo de leña 2×10^{12} Kcal, que hace temer su escasez muy pronto ya que su uso y recolección se hace -- sin ningún control. En Tabasco son muchas las poblaciones sin fácil acceso que no reciben los beneficios de la red de electricidad (el 55.4 % de las viviendas no consumen electricidad).

Hay la necesidad imperiosa de hacer productivas a estas comunidades que por falta de energía no aprovechan cabalmente sus recursos, en este trabajo se contempla la posibilidad de utilizar -- las llamadas tecnologías alternativas o "no comerciales" de energía, tales como la de la Biomasa la Solar, la eólica, etc.

Con la investigación de la demanda total de energía también tratamos de dar un primer paso para estimar la contribución de las diferentes fuentes de energía. Esta demanda, como ya mencionamos, puede satisfacerse de muchas maneras, adecuando para cada uso final de la energía el tipo de fuente y la tecnología mas apropiada.

Hacemos notar en este estudio que estas tecnologías alternativas se enfrentan de principio al problema que casi no las toman en cuenta en los centros de educación superior en Tabasco.

Un recurso muy importante en esta entidad son las muchas corrientes de agua que prácticamente existen en todos los municipios. Se investigó que por lo menos hay ocho lugares en donde hay desniveles importantes en donde se puede instalar, por lo menos, microcentrales hidráulicas pero también pueden usarse para grandes proyectos, en particular está el proyecto, que ha pasado a un nivel de factibilidad en la C.F.E., de Boca del Cerro con un potencial medio de 699 MW, actualmente no hay ningún aprovechamiento hidroeléctrico ni hidráulico en Tabasco.

Con respecto a la biomasa tenemos buenas perspectivas en Tabasco dada su ubicación que lo hace ser de clima tropical y con mucha humedad, condiciones muy buenas para el crecimiento rápido de muchas especies vegetales. Se plantea que el uso de los digestores en Tabasco ofrece una excelente oportunidad para ayudar a solucionar dos grandes problemas que tienen muchas comunidades del estado que son; falta de abastecimiento de energía y una gran insalubridad. Además que los residuos de la digestión anaeróbica son buenos fertilizantes.

Sin embargo hay algunos requisitos que no cumplen satisfacto

riamente muchas de las comunidades tabasqueñas para una introducción de estas tecnologías, haciéndose necesario estudios mas profundos con el fin de adecuar esta técnica a las condiciones importantes. Un programa completo para el uso de digestores en Tabasco debe incluir demostraciones, entrenamiento, abastecimiento local, si es posible, de materiales, apoyo, consultoría y mucha concientización del personal promotor. La inclusión de algunas cifras respecto a la cantidad de cultivos, de ganado y de desechos son un indicador significativo de la potencialidad del recurso de la Biomasa en Tabasco.

Respecto a la energía solar se concluye que su uso inmediato debe ser en heliodiseño y en secado de granos. Observamos que la productividad de los habitantes de este estado aumentaría sustancialmente si sus viviendas y centros de trabajo tuvieran una temperatura mas confortable. Actualmente el 57.3 % del total de las viviendas usa techo de lámina que, con el calor que siempre hace, se hacen verdaderamente insufribles, solo un 8.5 % utiliza concreto. La mayoría de los edificios tienen arquitectura aptas para zonas templadas por lo que consumen mucha energía con el aire acondicionado.

De la energía eólica apenas si vislumbramos sus posibilidades en las zonas costeras de Tabasco, estas tendrán que comprobarse con estudios estadísticos de velocidades del viento, constancia de los vientos dominantes, etc. Hay algunos aerogeneradores, sin embargo, ya comerciales, que se ajustan holgadamente a las condiciones de estas Zonas.

Estas fuentes de energía mencionadas pueden utilizarse alternativamente en Sistemas Energéticos Integrados, dependiendo de los

recursos que se dispongan, la confiabilidad del sistema crece enormemente de esta manera.

BIBLIOGRAFIA SELECCIONADA

Los libros y documentos de referencia más importantes fueron los siguientes:

Alonso, Antonio y Rodríguez, Luis: Diagnóstico y Pronóstico sobre energía solar, biomasa y energía eólica. México. Elaborado por el Instituto de Ingeniería. UNAM. 1982.

Castillo, Heberto y Viqueira, L.: Los energéticos, el petróleo... ¿ y nuestro futuro ? México, Representaciones y Servicios de Ingeniería. 1980.

Tabasco. Coordinación General de Documentación y Análisis. PRI. - 1980.

Cervantes, Jesús y Martínez, Marco: Estrategias de energía adecuadas a sus usos finales para México. Trabajo elaborado por la Facultad de Ciencias UNAM para la ONU. 1984.

González, Villareal: Estado Actual de la Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional. Revista: La Ingeniería en México. Número 3. 1980.

Eco-Ingeniería, Consultores y gobierno del Estado de Tabasco. Evaluación de los impactos socio-económicos de PEMED en la zona de explotación del Cretacico (Ejido la Ceiba-Jahuactal, Tab.). Para: -- SARH, agosto de 1979.

REFERENCIAS Y NOMINA BIBLIOGRAFICA

- 1.- Coriat, Benjamin: Ciencia Técnica y Capital, trad. M.T. Martínez, Madrid, Blume. 1° ed. 1976, 198 pg.
- 2.- Dickson, David: Tecnología Alternativa. trad. F. Valero, 1° ed. Madrid, Blume, 1978, 196 pag.
- 3.- Castillo, Heberto y Viqueira, J.: Los energéticos, el petróleo...¿ y nuestro futuro ?, México, Representaciones y Servicios de Ingeniería 1980, 156 pag.
- 4.- Sachs, Ignacy: Ecodesarrollo, desarrollo sin destrucción, México, D.F. El Colegio de México, 1982, 201 pag.
- 5.- Sweden Authors, Solar energy in India, 58 pag. 1981.
- 6.- Swedwn Authors, Biogas, not just technology. 107 pag. 1981
- 7.- Urquidi, Victor y otros: Las perspectivas del petróleo mexicano. México, El Colegio de México, 1979, 403 pag.
- 8.- Shumacher E.F. Lo pequeño es hermoso, trad. O.Margenet, Madrid, Blume 4a. impresión, 1981, 262 pag.
- 9.- González, Villareal: Estado actual de la evaluación del potencial hidroeléctrico nacional, Revista; La Ingeniería en México. N° 3, 1980.
- 10.- Robinson (compilador): Tecnologías apropiadas para el desarrollo del Tercer Mundo, trad. Eduardo L. Suárez. México F.C.E. 1a. ed. 1983, 478 pág.

- 11.- Rodríguez, Luis y Alonso, Antonio: Diagnóstico y Pronóstico sobre Energía Solar, Biomasa, y energía eólica, Elaborado -- por el Instituto de Ingeniería, 1982.
- 12.- Urdaibay, Zubillage: Evolución de las tarifas de energía --- eléctrica en México 1962-1980 C.F.E. 120 pag.
- 13.- ECO-INGENIERIA, Consultores y Gobierno del Estado de Tabas-- co. Evaluación de los impactos socio-económicos de PEMEX en la zona de explotación del Cretácico (Ejido la Ceiba-Jauac-- tal Tab) para: SARH agosto de 1979.
- 14.- Toledo, Alejandro: Como destruir el paraíso (El desastre eco-- lógico del Sureste) 1a. ed. Oceano, 1983. 151 pag.
- 15.- Castillo, Heberto y Naranjo, Rogelio: Cuando el petróleo se acaba. México, Oceano. 1a. ed. 1983. 279 pag.
- 16.- Leyva, Rodolfo y otros: La Ingeniería y el medio ambiente. - México Facultad de Ingeniería 1981, 202 pag.
- 17.- S.P.P. X Censo Industrial 1976, Datos de 1975, Resumen gral. tomo II México 1979.
- 18.- Zepeda, Francisco: La Revolución Científico Técnica. México. Edición de la Facultad de Ciencias. 1983.
- 19.- Freyre, Paulo. Extensión y Comunicación. México, Siglo XXI.
- 20.- Monografía General del estado de Tabasco. 1981 (Plan Estatal de Desarrollo).
- 21.- Energéticos. Boletín informativo del sector energético, año 5, No. 7 julio de 1981.

- 22.- Energéticos, Boletín informativo del sector energético, año 5, No. 6 junio 1981.
- 23.- Ciencia y Desarrollo, Mayo-junio 1983 No. 50 año IX CONACYT, México d. f.
- 24.- Información Científico y Técnica. julio de 1983 Vol. 5 No.82
- 25.- Información Científico y Técnica. Agosto de 1983 Vol. 5 No. 83.
- 26.- Cervantes, Jesús y Martínez, Marco: Estratégias de energía orientadas a usos finales en México. Facultad de Ciencias. UNAM. 1984.
- 27.- Alatorre, E y Cervantes, J: Evaluación de las fuentes de -- energía en comunidades rurales. I.I,E. y C.F.E. México, ma-- yo de 1983.
- 28.- Antonio, Alonso y Rodríguez, Luis: Diagnóstico y Pronóstico sobre energía solar, biomasa, eólica; Instituto de Ingeniería. 1982.
- 29.- Boletín IIE Volumen 3, Número 3. marzo de 1979.
- 30.- TABASCO. Memoria de labores 1977-1982. Ed. el Gob. del Estado.
- 31.- Boletín IIE junio de 1978.
- 32.- TABASCO. Coordinación General de Documentación y Análisis, - PRI. 1982.
- 33.- Guzman, Oscar: Energía y Sector Agrícola de Subsistencia. 1981, Colegio de México (serie Cuadernos sobre prospectivas energéticas).

- 34.- Examen de la situación económica de México BANAMEX Vol.IX No. 699, feb. de 1984.
- 35.- Revista Proceso No. 407 20 de agosto de 1984.
- 36.- González Pedrero, Enrique: La Riqueza de la Pobreza. México 1979. Cuadernos de Joaquín Mortiz 135 pag.
- 37.- BIOGAS. Energía y fertilizantes a partir de desechos orgánicos. Manual para el promotor de Tecnologías. IIE. OLADE. 1982.