

BIBLIOTECA NACIONES UNIDAS MEXICO

*COMISSION*  
Distr.  
RESTRINGIDA  
LC/MEX/R.48  
24 de octubre de 1986  
ORIGINAL: ESPAÑOL

---

C E P A L  
Comisión Económica para América Latina y el Caribe



GUATEMALA: FUENTES DE ENERGIA NUEVAS Y RENOVABLES.  
DIAGNOSTICO Y PERFILES DE PROYECTO

(Versión preliminar)

---

Documento sujeto a revisiones de fondo y forma.

# BIBLIOTECA NACIONES UNIDAS MEXICO

## INDICE

	<u>Página</u>
I. Introducción	1
II. Diagnóstico del subsector de fuentes de energía nuevas y renovables	2
A. La leña	2
1. El recurso	2
2. La demanda	4
a) Consumo residencial	5
b) Consumo industrial	7
c) Consumo de carbón de leña	8
d) Consumo total de leña	8
3. Comparación oferta-demanda en 1986	9
4. El mercado de la leña	10
a) Procedencia de la leña y transporte	10
b) Precios y volúmenes de venta	10
5. Aspectos institucionales legales	11
B. El alcohol carburante	14
1. Consideraciones generales	14
2. La industria azucarera	15
3. Producción de alcohol carburante	15
4. Aspectos socioeconómicos	16
C. La cogeneración	18
1. Aspectos generales	18
2. Ingenios azucareros	18
3. CELGUSA	20
D. La geotermia de baja y mediana entalpía	21
E. Las micro y minicentrales hidroeléctricas	22
F. La energía solar	23
1. La producción de agua caliente	24
2. Sistemas fotovoltaicos	24
3. Secado de productos agrícolas y de madera	25
G. Otros	25

	<u>Página</u>
III. Conclusiones y recomendaciones	27
A. La leña	27
B. El alcohol carburante	29
C. La cogeneración	30
D. La geotermia de baja y mediana entalpía	31
E. Las micro y minicentrales hidroeléctricas	31
F. La energía solar	31
IV. Perfiles de proyecto	32
A. La leña	32
1. Refuerzo institucional	32
a) Consideraciones generales	32
b) Objetivos	33
c) Actividades	34
d) Costo y duración	34
2. Leña para centros urbanos y consumo industrial	34
a) Consideraciones generales	34
b) Objetivos	35
c) Actividades	36
d) Costos y duración	37
B. Alcohol carburante	38
1. Consideraciones generales	38
2. Objetivos	39
3. Actividades	39
4. Costo y duración	39
C. Servicios sociales en el medio rural y fuentes de energía nuevas y renovables	40
1. Consideraciones generales	40
2. Objetivos	40
3. Actividades	41
4. Costo y duración	42
Cuadros	43
Anexos	59

## I. INTRODUCCION

El presente trabajo fue realizado en el marco del Proyecto de Planificación Energética Integral PNUD-GUA/81/002, por el ingeniero Yves Chevalier, experto asociado del Gobierno de Francia, Sección de Recursos Naturales, Energía y Transporte de la CEPAL/México. Constituye el resultado de los trabajos realizados en la ciudad de Guatemala del 18 al 28 de agosto de 1986, y en México posteriormente a esta misión.

Los objetivos de este trabajo, que corresponde a la segunda fase de "Lineamientos básicos de política energética" del proyecto GUA/81/002, son los siguientes:

a) Recopilar información sobre la situación prevaleciente en Guatemala de fuentes de energía nuevas y renovables (complementación del diagnóstico realizado previamente): biomasa forestal y agropecuaria, solar térmica y fotovoltaica, micro y minicentrales hidroeléctricas, geotermia de baja y mediana entalpía y eólico;

b) Diagnosticar el subsector de fuentes de energía nuevas y renovables;

c) Formular conclusiones y recomendaciones, y

d) Identificar y elaborar perfiles de proyectos en el campo.

Para realizar este trabajo, el experto se entrevistó con la mayoría de las personas que trabajan en el ramo en el Ministerio de Energía y Minas, y en particular en la Dirección General de Fuentes de Energía Nuevas y Renovables, SEGEPLAN, INAFOR, INDE e ICAITI. Debe destacarse el valioso apoyo de la contraparte nacional, así como la disponibilidad y espíritu de cooperación de todas las personas involucradas. (Véase anexo.)

Dada la amplitud de la problemática de la leña en Guatemala, se ha enfocado más de la mitad del presente trabajo a solucionar los problemas actuales y futuros y a formular líneas directrices de política integral en este campo. La factibilidad de un programa de alcohol carburante y las posibilidades de cogeneración también han recibido una atención particular.

Finalmente, se han formulado recomendaciones para el uso de fuentes de energía nuevas y renovables en el medio rural.

## II. DIAGNOSTICO DEL SUBSECTOR DE FUENTES DE ENERGIA NUEVAS Y RENOVABLES

### A. La leña

#### 1. El recurso

Según las evaluaciones más recientes, la cobertura forestal natural guatemalteca abarcaba en 1980-1981 entre 41 000 km<sup>2</sup> 1/ y 44 000 km<sup>2</sup> 2/ que se reparten entre bosques productivos e improductivos, latifoliados y de coníferas, según el cuadro 1. 3/ Cerca del 90% de la reserva boscosa del país se encuentra en las regiones Norte Bajo y Petén, y en el Altiplano occidental.

Cabe destacar que se ha desarrollado un proceso de deforestación rápido, del orden de 900 km<sup>2</sup> anuales, que corresponden al 2% de la cobertura forestal natural del país (véase el cuadro 2). Tal reducción del área boscosa se debe principalmente al cambio de uso de la tierra (extensión de la frontera agrícola), incendios y plagas forestales y a la insuficiente reforestación artificial y natural. En los diez últimos años se han plantado 5 000 ha 4/ de especies comerciales (pinos y cipreses esencialmente), lo que representa solamente el 0.6% de la deforestación observada durante el mismo período.

Además del recurso del bosque natural denso, se deben considerar unos 33 000 km<sup>2</sup> de zonas arbustivas para la evaluación de la oferta potencial por regeneración natural de bosques en 1986 5/ que asciende a 17 400 Tcal en 1986 (véase el cuadro 3).

---

1/ INAFOR/IGN/SEGEPLAN/PNUD-DICD, "Mapa de cobertura y uso actual de la tierra" Memoria explicativa, Guatemala, 1981.

2/ GRUCA-CEE, Potentialités de production et d'exportation de bois dans les 6 pays de l'Isthme Centre-Américain, febrero de 1985.

3/ Los cuadros aparecen al final del documento.

4/ Efraín Sosa, INAFOR.

5/ Según la metodología adoptada en CEPAL, Isthmo Centroamericano. Diagnóstico y perspectivas de la leña (LC/MEX/R.36), mayo de 1986.

En cuanto a la oferta bruta disponible que incluye la leña cortada anualmente por deforestación, explotación y podas de árboles de sombra de café, ya sea que se aproveche o no, asciende a 34-400 Tcal. 15.8 millones de m<sup>3</sup>.

En efecto, el 5.2% del consumo residencial de leña proviene de cafetales. 6/ Si se considera que los hogares de la zona cafetalera consumen el promedio nacional, la oferta aprovechada es de 678 600 m<sup>3</sup> por año, y de 165 000 m<sup>3</sup> para consumo industrial, o sea un total de 844 000 m<sup>3</sup>/año. (Véase el cuadro 8.)

En el proceso de deforestación, ya sea por explotación maderera del bosque o por cambio de uso de la tierra, se consideró el diagrama anexo (véase el cuadro 4) en el cual aparecen los distintos usos posibles del producto de la deforestación. Para realizar este diagrama, se simplificaron los diagramas existentes en distintas fuentes, ya que, en cuanto a oferta de leña, pueden despreciarse tanto los residuos de aserrío como los usos no energéticos de la leña.

En este diagrama aparecen las cifras adoptadas para:

- a) La productividad de las plantaciones (15 m<sup>3</sup>/ha-año), tomando en cuenta la naturaleza de las plantaciones (crecimiento rápido o lento en los bosques latifoliados o de coníferas) (véase el cuadro 5), y
- b) La proporción de madera aserrable aprovechada, según los países, a partir de datos del estudio CEE-CRUCA, contrastada con la producción real de virutas en el país (0.5 millones de m<sup>3</sup>/año).

Así, se consideró que la totalidad de los productos de deforestación de los bosques intactos e improductivos se podría aprovechar como leña, mientras que el 50% del producto de las plantaciones (18 000 ha plantadas) era aprovechable como tal.

En cuanto a los productos de la deforestación, se eligió la cifra de 105 m<sup>3</sup>/ha-año para bosques productivos explotados e intactos y una ligeramente más baja (100 m<sup>3</sup>/ha-año), para improductivos por causas físicas y por la dificultad de aprovechar la totalidad de la leña

---

6/ Según la encuesta realizada en 1986 en el marco del proyecto GUA/81/002.

(zonas de difícil acceso y/o bosques ya explotados). Finalmente, se consideró que el 50% de la madera no aserrable quedaba en pie y que el otro 50% se podía usar como leña.

En el cuadro 6 aparece la oferta total de leña que se ha estimado en 150-000-Tcal, distinguiendo, por una parte: 61.2 millones de  $m^3$

- a) La oferta por regeneración natural de bosques densos (116-000-Tcal), y (53.5 millones de  $m^3$ ), y
- b) La oferta bruta disponible, tal como fue definida anteriormente (34-400-Tcal). (13.3 millones de  $m^3$ )

Y por otra parte:

- a) La oferta tradicionalmente aprovechada, sumando el potencial regenerativo natural del bosque disperso (arbustivo) y las podas de sombra de café (19-200-Tcal); (8.26 millones de  $m^3$ )
- b) La oferta disponible aprovechable, sumando los recursos de plantaciones y de deforestación (~~15-200-Tcal~~); (7.61 millones de  $m^3$ ) y
- c) La oferta potencial no disponible que corresponde a la regeneración natural del bosque denso (116-000-Tcal); (53.5 millones de  $m^3$ ).

El cuadro 6 muestra que la oferta tradicionalmente aprovechada representa el 13% de la oferta total del país en 1986.

## 2. La demanda

Se evaluaron separadamente los consumos de leña, según los tres conceptos siguientes: consumo residencial, consumo industrial y consumo para producción de carbón de leña.

La oferta por concepto de deforestación se evaluó así en 5.9 millones de  $m^3$  por año y por uso de desechos de plantaciones en 0.1 millones de  $m^3$

a) Consumo residencial

i) Aspectos cuantitativos. Hasta la fecha, se han realizado cinco encuestas de consumo residencial de leña en Guatemala más o menos exhaustivas. 7/

Los resultados de estas encuestas indican:

1) Una disminución porcentual entre 1964 y 1973 (de 85% a 81%) del número de hogares consumidores de leña, seguida por una casi estagnación hasta la fecha;

2) Una fuerte reducción de los hogares urbanos consumidores de leña de 1964 a 1973, seguida por un incremento hasta 1982, y una leve disminución hasta 1986. Tales variaciones se pueden atribuir al incremento de los precios del petróleo y, consecuentemente, del gas LP y de la querosina entre 1973 y 1981, situación que promovió la sustitución de estos combustibles por leña;

3) Una disminución paulatina, desde 1973, del número relativo de consumidores rurales de leña, que se puede atribuir a una penetración del gas LP y de la querosina en las capas más favorecidas del sector rural, a pesar del incremento de los precios. (Véase el cuadro 7.)

4) El consumo de leña por consumidor y por día más bajo del Istmo Centroamericano es de (2.42 kg/día-hab) en comparación con el rango de consumos en los otros países que es de 2.51 a 3.25 kg/día-hab, y

5) Un consumo nacional residencial de leña de 6.73 millones de toneladas por año, que incluye el consumo de leña para la calefacción de agua, tal como fue evaluada en la encuesta del proyecto GUA/81/002, esencialmente en el Altiplano occidental y en el Norte Bajo, o sea 28 800 Tcal (con un poder calorífico de 3 096 kCal/kg, a 20% de humedad).

---

7/ Véanse: Censo de vivienda, 1964; Censo de habitación, 1973; CATIE-ROCAP, Estudio sobre leña en hogares, pequeña industria y distribuidores en Guatemala, 1982; OEA, Estudio de mercado de la leña en la zona oriental de la República de Guatemala, Ministerio de Energía y Minas, julio de 1985, y SEGEPLAN-FNUD, El uso de energía en el sector residencial de Guatemala. Proyecto de Planificación Energética, Ministerio de Energía y Minas, julio de 1986.

ii) Aspectos cualitativos. Se han hecho numerosos estudios sobre el consumo de leña en los hogares guatemaltecos y estufas mejoradas. 8/

Los resultados más sobresalientes de estos estudios son los siguientes:

1) Más del 80% de las familias que cocinan con leña utilizan un fuego abierto (tres piedras o tres piedras mejoradas con plataforma de adobe o tierra).

2) Los hogares consumidores de leña usan preferentemente el encino (26%) y el pino (27%).

3) 56% de los hogares usan leña en su estufa principal, por costumbre y tradición, y 30% por razones económicas.

4) Las estufas principales de leña son utilizadas, en promedio, cuatro horas al día.

5) El proceso de difusión de estufas mejoradas (aproximadamente 7 000 en 1985), de tipo Lorena, Chula, Poyo Campesino, Singer, etc. que ya tiene diez años, se ha caracterizado por un descontrol del proceso de transferencia y difusión tecnológica que se tradujo por una ausencia de control de calidad operativo y errores técnico-constructivos; por una descoordinación institucional en el trabajo de campo de los 40 programas existentes, y por un descontento social por los resultados obtenidos. Sin embargo, se han logrado ahorros importantes de leña del orden del 40% por el uso de estufas mejoradas, con respecto al fuego abierto.

---

8/ - Proyecto de leña y fuentes alternas de energía, ICAITI-ROCAP 596-0089:

- Estudio sobre la introducción y adopción de estufas de leña eficientes, en cinco comunidades de Guatemala.
- Informe del desarrollo de una estufa de cerámica.
- Estufas domésticas: pruebas de eficiencia energética.
- "National Rocky Stove Proposal", Cuerpo de Paz, 1986.
- Producción masiva y normalizada de pequeñas estufas de leña para el área rural de Guatemala" CETA-USAC, 1983.
- "Estudio nacional de evaluación sobre estufas mejoradas" MEM-IDRC, 1985.
- Proyecto de planificación energética GUA/81/002, encuesta realizada en 1986.

6) Ultimamente se han desarrollado estufas mejoradas más estandarizadas para corregir los problemas señalados en el inciso 4, tales como la estufa de cerámica de tres hornillas y chimenea (ICAITI); la estufa prefabricada CETA de bloques de concreto, dos hornillas y chimenea (USAC, MEM), y la estufa de bloque de cemento ROCKY de una hornilla y chimenea, (Cuerpo de Paz, Ministerio de Agricultura). Estas tres estufas están en un proceso de predifusión.

7) En 1986, los recolectores de leña la conseguían recogiendo ramas secas (44%), corte de árboles secos (38%), corte de árboles maduros (13%), corte de árboles tiernos (4%) y recolectando en las orillas de los ríos (1%), lo que implica que los consumidores recolectores no contribuyen mayoritariamente a la deforestación.

b) Consumo industrial

i) Aspectos cuantitativos. La única encuesta sobre consumo industrial de leña fue realizada en 1978-1979 9/ 1.7 millones de m<sup>3</sup>

El consumo industrial de leña se estimó en 3-680-Tcal en 1986.

Al respecto, conviene notar que en 1978-1979 el 50% del consumo industrial corresponde a las panaderías; que otras actividades (ladrilleras y tejeras, paneleras, secado de café y caleras) consumen conjuntamente el 44% del consumo total, y que las cifras presentadas se deben más a una estimación burda, que a una evaluación fina.

(Véase el cuadro 8.)

Entre 1975 y 1982, el porcentaje de pequeñas industrias que consumían leña ha pasado del 83% al 79%. 10/

Si se considera que la tasa de crecimiento de la pequeña industria sigue la de la población guatemalteca (2.9% en promedio para los años considerados), significa que el consumo de leña de este sector ha crecido con una tasa del 2.2%.

Si se extrapola esta tasa hasta 1986, se obtiene para este año un consumo de 1.7 millones de m<sup>3</sup>.

9/ CATIE-ROCAP Estimate of fuelwood consumption by small industries in Central America.

10/ CATIE, Estudio sobre leña en hogares, pequeña industria y distribuidores de Guatemala, 1982.

ii) Aspectos cualitativos. En 1981 consumían leña el 100% de las caleras, paneleras (al principio de la zafra) y alfarerías, el 80% de las tortillerías, el 75% de las panaderías y el 68% de los comedores. El 80% de la pequeña industria consumidora de leña consideraba que era ya difícil de conseguirla en 1981, esencialmente por su escasez y el control ejercido por INAFOR.

Conviene señalar el carácter, a menudo depredador, del consumo industrial. Es así que están en proceso de desertificación (erosión) dos regiones del país: Cabricán (Quetzaltenango), por el consumo de leña de las caleras, y El Tejar (Chimaltenango), por el consumo de leña para las ladrilleras.

Por otra parte, conviene señalar que los hornos utilizados en la pequeña industria son generalmente ineficientes. En el caso de las panaderías, el ICAITI ha diseñado un horno que permite ahorrar el 50% del consumo.

c) Consumo de carbón de leña

Dada la escasez de datos sobre el consumo de carbón de leña, se estimó que para 1986 el 2% de los hogares usaban este combustible y que el 5% de las pequeñas industrias <sup>utilizaban este combustible</sup> lo hacían de manera permanente. Asumiendo que, en términos de poder calorífico, estos consumidores usan el promedio nacional de equivalente-leña por consumidor, se calcularon las siguientes cantidades de leña para satisfacer este consumo: 240 000 m<sup>3</sup> para el sector residencial y 100 000 m<sup>3</sup> para el sector industrial, o sea, un total de 340 000 m<sup>3</sup> que corresponden a 737 Tcal (véase el cuadro 9).

d) Consumo total de leña

El consumo total de leña para 1986 se estimó en 11.4 millones de m<sup>3</sup>, o sea, 24 700 Tcal, según se muestra en el cuadro 10, en donde se observa que el consumo por concepto de cocción de alimentos representa el 84% del total de leña; que dos consumos -el residencial urbano y el industrial-, que requieren necesariamente de una comercialización de la leña, representan conjuntamente el 33% del consumo total, y que el consumo de leña para producción de carbón vegetal no representa más del 3% del consumo total.

### 3. Comparación oferta-demanda en 1986

La comparación del consumo total de leña con las distintas ofertas, tales como fueron definidas anteriormente, indica que la oferta tradicionalmente aprovechada, la regeneración natural del bosque disperso, y las podas de árboles de café) satisfacen un 80% del consumo (véase el cuadro 11).

Tal situación significa que se ha sobreaprovechado el bosque disperso y/o recurrido a otros recursos que corresponden a la llamada oferta aprovechable, la cual incluye los desechos de deforestación y de plantaciones. El consumo representa el 72% de los recursos aprovechados y aprovechables.

En efecto, si se considera que mucha de la leña se quema o se deja en el proceso de deforestación, y que han aparecido amplias zonas de desertificación progresiva, se llega a la conclusión de que, en ciertas zonas del país, el recurso ya no satisface la demanda. Esta situación de escasez ha sido señalada por numerosos estudios <sup>11/</sup>.

Los principales resultados de dichos estudios indican que:

- En 1980, 28% de los hogares encuestados y 31% de la pequeña industria habían cambiado la leña por otros combustibles en los últimos cinco a diez años, debido a la dificultad para conseguirla.

- En 1980, 56% de los distribuidores habían tenido que cambiar de lugar de aprovisionamiento en los últimos cinco años. Geográficamente, estos cambios se produjeron mayoritariamente en los Departamentos de San Marcos (93%), Quetzaltenango (82%), Suchitepéquez (79%), Santa Rosa (78%), Chiquimula (71%) y Jutiapa (62%).

- En 1980, 79% de los encuestados manifestaron dificultades para obtener la leña.

- En 1981, 74% de la leña consumida en el Departamento de Chiquimula provenía del mismo. Este porcentaje se redujo al 37% en 1984.

- En 1986, el 49% de los consumidores residenciales compran la leña.

---

<sup>11/</sup> De manera especial, por las encuestas del proyecto GUA/81/002, del proyecto OEA-MEM en el oriente, y del proyecto CATIE 82.

- En 1986, el 33% de los hogares encuestados utilizan desechos o residuos vegetales.

Estos datos dispersos en el tiempo y geográficamente demuestran que la escasez de leña se está agudizando, y que se ha convertido en un combustible de carácter comercial para el 50% de los consumidores.

Por lo tanto, conviene analizar más detenidamente este nuevo mercado de combustible leñoso.

#### 4. El mercado de la leña

##### a) Procedencia de la leña y transporte

En 1981 el 40% de la pequeña industria compraba directamente la leña, y el 46% lo hacía indirectamente. El resto tenía su propio abastecimiento. En el interior del país, la fuente principal de suministro de leña era constituida por los bosques municipales o comunales y bosques particulares ubicados a los alrededores de pueblos y aldeas. El abastecimiento de la ciudad de Guatemala se realizaba a partir de lugares alejados de la capital, de 120 km en promedio, con lugares alejados de más de 200 km (Huehuetenango, 266 km; San Marcos, 253 km; San Pedro Sacatepéquez, 250 km; Quetzaltenango, 206 km; Totonicapán, 206 km y San Francisco el Alto, 205 km) (véase cuadro 12).

En 1986, el 51% de los usuarios de leña la compran a domicilio, 33% del productor, 9% de tiendas y 8% de depósitos. El 44% de la leña es transportada por pick-up o camión, 26% a lomo de bestia, 20% al hombro y 8% en carreta o carretilla.

##### b) Precios y volúmenes de venta

Los precios obtenidos por varias fuentes en 1986 oscilan de 0.7 a 6 centavos de quetzal por kg (véase el cuadro 12).

Al analizar las cifras, se constata que el precio de la tarea ha aumentado aproximadamente a un factor 2 entre 1980 y 1986 y que el precio del leño parece más o menos estable sobre el período. Sin embargo, conviene señalar que los leños son cada vez más cortos, a veces partidos, encontrándose en la ciudad de Guatemala leños que no pesan más de una libra, lo que equivale a que el precio unitario se haya incrementado considerablemente.

Si se considera que la leña se vende a un precio promedio de 4 centavos de quetzal por kg para ventas por tarea, y de 6 centavos de quetzal por kg para ventas por carga o leño al usuario final, y que el 49% de los hogares y el 86% de la pequeña industria compran la leña que usan, se obtiene un volumen de ventas de 280 millones de quetzales para el sector residencial y de 43 millones para el sector industrial, lo que representa un volumen total de ventas a los consumidores de más de 300 millones de quetzales por año.

Por otra parte, conviene comparar el precio de la leña con respecto al otro combustible más usado para la cocción de alimentos, que es el gas LP. <sup>12/</sup>

Al presente, el gas LP es más barato que la leña usada a fuego abierto, si no se consideran los costos de inversión de la estufa y de los cilindros, en el caso del gas licuado, y que la leña compite con el gas LP sólo en caso de su uso en estufas mejoradas y en estufas de gas poco eficientes (menor al 30%).

##### 5. Aspectos institucionales legales

A nivel general, un avance significativo para ordenar los esfuerzos ha sido la creación, dentro de la estructura orgánica del MEM, de la Dirección General de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía, cuyo reglamento interno la faculta a crear y dirigir los instrumentos y mecanismos necesarios, que permitan la coordinación y orientación de las actividades de las instituciones públicas y privadas que realizan tareas vinculadas con la leña (que constituye una sección con el carbón vegetal). Actualmente, esta Dirección General se está reestructurando y cuenta con dos personas dedicadas al problema de la leña a tiempo completo. A nivel del recurso, el Instituto Nacional Forestal

---

<sup>12/</sup> En términos de poder calorífico (3 096 Tcal/kg para la leña, a 20% de humedad), 6 centavos de quetzal/kg corresponden a 19.2 quetzales por Gcal, mientras en agosto de 1986, el gas licuado valía 22.5 quetzales/100 libras, o sea 45.3 quetzales por Gcal (10 935 Tcal/kg). Considerando eficiencias de uso de 20% a 40% para una estufa de gas y de 7% (tres piedras) a 14% (estufa mejorada) para la leña, el precio de la energía útil es de 110 a 220 quetzales/Gcal para el gas LP y de 160 a 320 quetzales/Gcal para la leña.

(INAFOR), ente estatal descentralizado y semiautónomo adscrito al Ministerio de Agricultura, así como el FYDEP (Fomento y Desarrollo del Petén), son los organismos que tienen a su cargo la administración de los bosques.

Los objetivos del INAFOR, tales como fueron definidos por la política forestal de Guatemala, a mediano plazo (1983-1986), son:

a) Lograr que el aprovechamiento del bosque se realice en forma sistemática, sostenida y ventajosa desde el punto de vista económico y social, utilizando integralmente el recurso.

b) Ampliar la superficie de bosques a través de la forestación y reforestación artificial ordenada y de la regeneración natural.

c) Incorporar nuevas áreas de bosque a la actividad económica.

d) Proteger y manejar los bosques afectados por plagas y enfermedades, restableciendo prioritariamente, en lo posible, el equilibrio biótico de dichas áreas.

e) Detener la destrucción de los bosques de El Petén y Franja Transversal del Norte, así como el consecuente deterioro ecológico irreversible de tales áreas.

f) Conservar y mejorar la productividad de los bosques naturales de zonas húmedas y muy húmedas, a fin de orientarlos al cumplimiento de funciones económicas.

g) Conservar las áreas existentes de manglares y los bosques de las zonas del norte.

h) Propiciar la unificación de los productores de materia prima forestal para la formación de unidades económicas de aprovechamiento forestal.

i) Formar personal guatemalteco especializado en el sector de los bosques, industrias forestales y otras disciplinas afines.

j) Generar, adoptar y difundir conocimientos científico-tecnológicos en el sector forestal, de acuerdo con las características locales y necesidades del país.

h) Centralizar en un solo organismo institucional los esfuerzos que realiza el sector público en la elaboración de estudios, investigación, planificación y ejecución de proyectos y actividades,

que directa o indirectamente coadyuva para la conservación y utilización de los recursos naturales renovables.

El INAFOR <sup>2</sup>aplica la ley forestal 118-84 que está actualmente en proceso de revisión. x

Conviene subrayar el hecho de que este programa de política forestal no trata <sup>2</sup>a la leña de manera explícita. Por otra parte el INAFOR extiende licencias de aprovechamiento forestal para volúmenes superiores a 15 m<sup>3</sup>/año y 100 m<sup>3</sup>/año (para los cuales se pide una garantía de reforestación y guías de transporte, sin distinción entre madera aserrable y leña). En 1985 se extendieron licencias para 250 000 m<sup>3</sup> a través de las oficinas subregionales, lo que corresponde a menos del 2% de la leña consumida en el país en este año. El estudio MEM-OEA/85 calculó que, en la región oriente, el control de INAFOR alcanza apenas el 1% del mercado total de leña comercializado. El presupuesto del INAFOR en 1986 es de 3 a 4 millones de quetzales, de los cuales el 92% se destina al funcionamiento del organismo. Se han plantado sólo 5 000 ha de bosques en los últimos diez años, a pesar de los incentivos. INAFOR no tiene jurisdicción sobre El Petén, y no existe un catastro (inventario) actualizado de la cobertura forestal del país. 77

Tales hechos demuestran que existe una discrepancia importante entre los objetivos de la política forestal y los recursos que a ésta se le han designado.

Conviene señalar, sin embargo, que se está preparando una nueva ley forestal.

A nivel de la demanda, la mayoría de los esfuerzos han sido dedicados para el desarrollo y la difusión de estufas mejoradas. Se han identificado 35 organismos públicos o privados con 40 programas sobre el tema (véanse los cuadros del anexo), los cuales han instalado un poco más de 7 000 estufas hasta la fecha.

## B. El alcohol carburante

### 1. Consideraciones generales

La industria azucarera mundial, y particularmente la de los países de América Latina y del Caribe, viene enfrentando desde hace varios años una aguda crisis económica. La situación de los países de la región que son exportadores del producto se agrava aún más, precisamente por el alto grado de dependencia que tienen de los mercados de los países industrializados. De hecho, los problemas de esta industria son fundamentalmente de tipo estructural, que obedecen a la sustitución parcial de un edulcorante tradicional (azúcar) por uno nuevo, jarabes de maíz ricos en fructuosa (JMR), así como por un mayor uso de edulcorantes no calóricos en los países industrializados.

Del análisis de las estadísticas del comercio internacional azucarero, se observa que un importante comprador tradicional de azúcar, como la Comunidad Económica Europea (CEE), pasa en 1976 de ser un importador neto a exportador neto del producto. Los volúmenes de exportaciones aumentaron de 1.9 millones de toneladas en 1975 a 5.6 millones en 1982.

Otro caso de particular importancia para América Latina y el Caribe es el de los Estados Unidos, principal mercado de los azúcares de la región. Con anterioridad a 1982, las importaciones anuales de ese país fluctuaban entre 3.5 y 5.3 millones de toneladas. Sin embargo, al introducir en mayo de 1982 un régimen de cuotas de importación, las compras en el exterior disminuyeron a 2.4 millones de toneladas en 1982, a 2.7 millones en 1983 y a 3 millones en 1984.

Si bien la situación de los precios puede revertirse, como lo ha hecho en numerosas ocasiones, las perspectivas de que se produzca un aumento sostenido de la demanda de importación de los países industriales a largo plazo no son alentadoras. Las posibilidades de expandir los embarques a nuevos mercados tampoco son muy prometedoras. Esta situación ha orientado a la industria azucarera latinoamericana a buscar nuevas valorizaciones de la caña de azúcar.

El ejemplo del Brasil, ligado a los altos precios del petróleo de 1979 a 1985, permitió vislumbrar en Guatemala una posible reconversión

BIBLIOTECA DE LA UNAM

de la industria azucarera en una industria agroindustrial-energética para la producción simultánea, en cantidades dependientes de los precios de mercado interno y mundial, del azúcar y de los alcoholes industrial y carburante.

## 2. La industria azucarera

Guatemala cuenta con 20 ingenios azucareros con capacidad instalada para procesar 7.5 millones de toneladas de caña durante una zafra promedio de 130 días. En la zafra 1983/1984, dos Ingenios, El Trinidad y el San Antonio, no molieron. En las dos últimas zafras se procesó un promedio total de 5.9 millones de toneladas de caña (véase el cuadro 13).

En cuanto al aspecto agrícola de esta industria, la Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA) estima que en 1984 se destinaron 87 000 hectáreas para este cultivo, con un rendimiento promedio de 70 toneladas de caña por hectárea al año. Se están sembrando actualmente 15 600 ha adicionales, que permitirán producir la caña necesaria para cubrir la capacidad instalada en los ingenios (véase de nuevo el cuadro 13).

En 1983/1984 se alcanzó una zafra de 6.3 millones de toneladas de caña. De acuerdo con ASAZGUA, el país podría producir hasta 18 millones de toneladas de caña (250 000 ha), sin afectar la producción de otros cultivos de productos alimenticios.

La producción de melaza durante los últimos años alcanzó un promedio anual de 44.5 millones de galones. En 1983, una vez cubierta la demanda interna para usos en alimentación ganadera y uso industrial, se exportaron aproximadamente 32 millones de galones (véase el cuadro 14).

## 3. Producción de alcohol carburante

Desde 1984 se han dado varios pasos decisivos para la implementación de una política de alcohol carburante en Guatemala tales como la adopción de la "Ley de Alcohol Carburante" en marzo de 1985, la oferta de alcohol carburante por una empresa distribuidora en ocho gasolineras

desde diciembre de 1984 y, sobre todo, la compra y actual instalación de una destilería de 120 000 litros por día en el Ingenio de Palo Gordo. En agosto de 1986 se producían 1 010 litros de alcohol carburante por día que, mezclados al 10% en la gasolina, permitían comercializar 80 000 galones de "texahol por mes.

#### 4. Aspectos socioeconómicos

Si se considera que se requiere entre 5 (la producción de alcohol carburante en Costa Rica) y 15 (ASAZGUA) horas-hombre por tonelada de caña procesada, correspondiendo respectivamente a una cosecha semimecanizada y a una cosecha 100% manual, esto significa que para una producción de seis millones de toneladas la industria azucarera guatemalteca requiere de entre 30 y 90 millones de horas-hombre. Asumiendo jornadas de trabajo de ocho horas durante 130 días, esto representa un empleo temporal para 29 000 a 87 000 personas. Dado que la cosecha es parcialmente mecanizada en Guatemala, se consideró una cifra de 60 000 empleos durante la zafra 1983/1984. La integración de 15 600 ha producirá 11 000 empleos más para un total de 71 000.

En cuanto al costo de producción de un litro de alcohol anhidro, éste varía poco según las fuentes:

a) En el Brasil, la economía de escala permitió lograr costos de producción de entre 0.18 y 0.25 dólares por litro.

b) En Costa Rica, un estudio realizado en 1980 por CATSA concluyó en un costo de producción de 0.22 dólares por litro.

c) En Guatemala, un estudio realizado en 1986 por Los Alamos, para una destilería que aprovechara el vapor geotérmico, concluyó en un costo de 0.943 dólares por galón, o sea 0.25 dólares por litro (véase el anexo).

Se consideró esta última cifra como la conveniente para un programa de alcohol carburante guatemalteco.

Por otra parte, se asumió que:

- El costo de barril de gasolina, ex-refinería, podía variar de 15 a 40 dólares en los próximos años.

- El consumo global de gasolina en Guatemala será de 2 millones de galones en promedio en los próximos años.

- Se introduce 20% de etanol en toda la gasolina (super y regular) consumida en el país. Si se considera que un litro de alcohol equivale a 1.08 litros de gasolina (por diferencia de eficiencia de los motores), significa que se necesitarían tres destilerías de 120 000 litros diarios operando durante 177 días/año y produciendo 370 000 barriles por año.

- El consumo de caña de azúcar sería de 1.18 millones de toneladas por año (19% de la producción 1983/1984), con una producción específica de 501/t.

- Las destilerías generan un empleo marginal (12 personas por instalación).

- Los empleos mantenidos a nivel de la zafra serían del 19% de 60 000, o sea, 11 400.

- El costo de creación de un empleo en el sector agrícola en Guatemala es de 700 dólares.

- Los obreros cañeros ganan 300 dólares durante la zafra. Se desprecia el contenido en divisas del costo de producción de alcohol que, sin embargo, pueden alcanzar hasta el 50% de este costo, según un estudio costarricense, que incluye la importación de las destilerías, maquinaria, cosecha, fertilizantes y de otros distintos insumos.

El análisis del cuadro 15 permite observar que si se mantuviera el precio internacional de la gasolina en 25 dólares por barril, en promedio, en los diez próximos años el subsidio necesario sería de 4.7 millones de dólares anuales, que corresponde a un costo de 4 100 dólares por empleo durante diez años, en comparación con el costo de creación de un empleo que es de 700 dólares. En otros términos, el gobierno pagaría el 140% del sueldo de los trabajadores durante la zafra. Por otro lado, el precio internacional de la gasolina tendría que subir a más de 35 dólares por barril, para que se justificara socioeconómicamente un programa de alcohol carburante.

## C. La cogeneración

### 1. Aspectos generales

No existe impedimento legal para la cogeneración en Guatemala, ya que el monopolio estatal es de comercialización de la energía eléctrica y no de generación. Las minicentrales hidroeléctricas privadas o comunales existentes en la costa sur constituyen un ejemplo de la posibilidad de generación independientemente del Instituto Nacional de Electrificación (INDE).

En mayo de 1986 fue creado el Comité de Coordinación del Sector Eléctrico (COCOSE), que integra nueve comisiones, entre las cuales cabe mencionar la Comisión de Cogeneración que tiene como objetivo impulsar la participación del sector privado para la cogeneración y la autoproducción a distancia. Esta comisión sectorial, integrada por funcionarios del INDE y la EEGSA, ha definido en junio de 1986 las líneas de trabajo siguientes:

- a) Cuantificación del potencial global y aprovechable técnica y económicamente;
- b) Proyección de la demanda;
- c) Formulación de estrategias, y
- d) Definición de bases técnicas, tarifarias y financieras.

Conviene señalar que las nuevas disposiciones con miras a una mejor especialización de las funciones respectivas del INDE (generación) y de la EEGSA (distribución) deberían facilitar el trabajo de la Comisión de Cogeneración.

Las posibilidades de cogeneración en Guatemala existen esencialmente en los ingenios azucareros y en la fábrica de celulosa CELGUSA.

### 2. Ingenios azucareros

Guatemala cuenta con 20 ingenios azucareros que se pueden considerar como 100% autosuficientes energéticamente, si se descarta la leña que usan algunos de ellos al principio de la zafra.

Cabe mencionar que dos de ellos, Pantaleón y Concepción, tienen excedentes de bagazo, aproximadamente de un 5% que podrían ser utilizados en la generación de electricidad para su inyección en el sistema nacional interconectado. De hecho, el Ingenio de Pantaleón adquirió un turbo de 5 MW que podría entregar energía eléctrica a la red en 1987 (INDE). Por el momento no se usa este bagazo excedente en Pantaleón, mientras se encuentra prensado a 50% de humedad en el Ingenio de Concepción para la producción de "enfardos" que se venden (a 0.5 quetzal por paca) a los beneficios de café que lo usan para la torrefacción del mismo.

En cuanto al Ingenio de Santa Ana, éste utiliza parte de su bagazo como combustible, para una actividad adicional que es la producción de papel. Se prevé también que este Ingenio entregue energía eléctrica a la red en 1987.

A fin de determinar el potencial eléctrico susceptible de ser generado por el conjunto de los ingenios azucareros guatemaltecos, se asumió lo siguiente:

- Con las 15 600 ha de caña que se están sembrando actualmente, se contará con 104 000 ha a fines de 1986, produciendo 7.28 millones de toneladas de caña, con un rendimiento promedio de 70 t/ha. Tal cantidad corresponde aproximadamente a 3.6 millones de toneladas de bagazo.

- La eficiencia promedio de las calderas usadas en los ingenios es de 50%. Las calderas eficientes alcanzan el 75%, lo que significa que, por cambio de calderas, se podría ahorrar el 33% del bagazo. A título de referencia, los ingenios más eficientes en el mundo consumen sólo el 50% del bagazo disponible. Se adoptó la cifra más conservadora del 30% de bagazo excedente, o sea, 1.08 millones de toneladas.

- El poder calorífico del bagazo a 50% de humedad es de 1 920 kcal/kg en Guatemala, según el estudio PEICA. Si se quema el bagazo en una caldera de 75% de eficiencia y se utiliza el vapor producido en un turbo de 25% de eficiencia, se obtendrán 360 kcal/kg, o sea 0.42 kWh/kg de bagazo.

En estas condiciones, los 1.08 millones de toneladas excedentes producirían 454 GWh por año durante la zafra. Si se considera la

posibilidad de almacenaje del bagazo durante 50 días después de la zafra de 130 días, significa que se podrían producir 105 MW durante seis meses. Tal cifra constituye una primera aproximación que tendría que ser contrastada por un análisis técnico-económico detallado de cada ingenio.

Conviene señalar que esta potencia representa el 50% de la potencia útil termoeléctrica instalada en Guatemala a fines de 1985.

En cuanto a la inversión requerida y al costo de producción del kWh, se pueden estimar en 750 dólares por kW (cifra confirmada por el INDE) refiriéndose a un estudio realizado en la República Dominicana.

Tal cifra se compara ventajosamente con los 3 000 dólares por kW de costo de inversión de Chixoy.

A nivel operativo, el hecho de que la generación de energía eléctrica en los ingenios se produciría en extremidades de una red radial, tendría ventajas operacionales importantes.

Finalmente, conviene señalar que la planta hidroeléctrica de Chixoy cubriría la demanda eléctrica de Guatemala hasta aproximadamente 1990, sin necesidad de recurrir a nuevas inversiones de generación.

### 3. CELGUSA

Las instalaciones de CELGUSA, que aún no operan, cuentan con un turbo de 18 MW que funciona con aserrín. Este turbo está conectado a la red y ya ha inyectado electricidad (como experimento) en la misma.

A 100% de capacidad, la planta de CELGUSA requiere de 13 a 14 MW, pudiendo así entregar entre 3 y 4 MW a la red. Tal posibilidad se concretaría si se aclararan las dudas sobre el problema ecológico (excedentes de liñina en el río y reforestación) que conlleva este proyecto.

D. La geotermia de baja y mediana entalpía

Los estudios geotérmicos en el país fueron iniciados en 1972 por la Unidad de Estudios Geotérmicos del INDE. Estos estudios incluyen la evaluación a nivel de prefactibilidad y factibilidad de los campos de Moyuta y Zunil, estudios preliminares en la zona de Amatitlán, y el reconocimiento superficial general de los recursos geotérmicos del país. En Moyuta, las investigaciones consistieron en prospecciones geológicas, geoquímicas, geofísicas y en la perforación de dos pozos exploratorios de hasta 1 000 metros de profundidad; los resultados obtenidos indicaron que en el área de perforación la temperatura máxima es de 114°C, desistiéndose de realizar más investigaciones para su aprovechamiento en la generación eléctrica.

En el campo de Zunil se han realizado, entre otros trabajos, los estudios preliminares de vulcanología y geoquímica, análisis de prefactibilidad y factibilidad que incluyen estudios geológicos y vulcanológicos, prospecciones geofísicas y la perforación de seis pozos exploratorios profundos.

De esta manera, se ha localizado un reservorio productivo con una temperatura máxima medida de 287°C, y que tiene vapor de características apropiadas para su utilización en la generación de energía eléctrica; con base en estos resultados, se ha previsto instalar una primera unidad geotérmica de 15 MW utilizando cinco de los pozos que en conjunto producen vapor en cantidades comerciales ya evaluadas en 13.1 MW. En esta zona se proseguirán las investigaciones mediante la perforación de pozos profundos, en áreas situadas al suroeste y noroeste del campo de Zunil.

En Amatitlán se realizan estudios a nivel de prefactibilidad; se ha observado una temperatura máxima de 140°C a 80 metros de profundidad.

En 1981 el INDE, en colaboración con la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), realizó el "Estudio de Reconocimiento de los Recursos Geotérmicos de la República de Guatemala", que identificó las zonas de mayor interés en la parte de la cordillera central del país, en función de criterios geovulcanológicos,

geoquímicos y geohidrológicos, detectándose cuatro campos que presentan condiciones favorables para la existencia de fuente de calor, capa acuífera, roca almacén y roca sello; estos campos son San Marcos, Zunil, Amatitlán y Tecuamburro, los tres primeros con temperaturas calculadas superiores al límite requerido para la generación eléctrica. Además, se identificaron otros nueve campos, en general, de media y baja entalpía, donde falta uno más de los elementos citados anteriormente, siendo por consiguiente menos promisorios. (Véase mapa en el anexo).

Para el uso potencial de geotermia de baja y mediana entalpía, se han aprovechado los trabajos precedentes. En el proyecto llevado a cabo conjuntamente por el Ministerio de Energía y Minas (MEM), el INDE y el "Programa Centroamericano del Laboratorio de los Alamos" se implementa un proyecto-piloto de aprovechamiento del calor de baja entalpía para el secado de productos agrícolas en Zunil (cebollas, ajo, papas, maíz, frijol, café y hasta leña).

En este proyecto, el costo del vapor geotérmico fue evaluado en un dólar por millón de Btu, en comparación con el vapor obtenido por combustión de diesel que alcanza 8 dólares por millón de Btu (a 0.9 dólares el galón de diesel). En Amatitlán se están estudiando las posibilidades de entregar calor geotérmico de proceso a la zona industrial.

Cabe señalar que el estudio de la factibilidad de aprovechamiento de geotermia de baja y mediana temperatura, para usos agroindustriales, se está realizando solamente en dos países de América Latina: Guatemala y Ecuador (los Chiles).

#### E. Las micro y minicentrales hidroeléctricas

Cabe recordar que la hidroelectricidad constituye el mayor recurso energético disponible en Guatemala. Según los resultados del plan maestro presentado en 1976, el potencial técnico asciende a 5 900 MW, de los cuales están instalados actualmente 488 MW, indicando un grado de aprovechamiento de 8%. Este plan maestro incluía cuatro

proyectos de pequeñas centrales, que totalizan 33 MW de capacidad instalable y una energía generable del orden de los 125 GWh/año.

Por otra parte, un estudio realizado por el INDE en 1982 permitió identificar 51 proyectos de pequeñas centrales a nivel de prefactibilidad, con una potencia total de 413 MW y una generación potencial de 1 600 GWh/año. Finalmente, hay que mencionar la mini y microcentrales privadas existentes en la costa sur, cuya potencia instalada es de 30 MW, de los cuales se aprovecha una potencia de 5 a 10 MW fuera del Sistema Nacional Interconectado. Se puede considerar que una parte importante del potencial técnico estimado está identificada, a nivel de proyectos.

#### F. La energía solar

Los datos proporcionados por las estaciones meteorológicas del INSIVUMEM y del INDE indican un valor de insolación media anual para la República de ~~X~~ 140 horas-sol, que corresponde a 1 120 kWh/m<sup>2</sup> por año de radiación directa. Considerando adicionalmente la radiación difusa (25%-40% de la radiación directa en un país subtropical), significa una radiación global de 1 400 a 1 570 kWh/m<sup>2</sup>-año. Los departamentos que reciben la radiación anual más alta son los de Quiché, Baja Verapaz, Totonicapán, Chimaltenango, Guatemala, Sacatepéquez, El Progreso, Jalapa, Jutiapa y Chiquimula (1 900 a 2 000 kWh/m<sup>2</sup>-año).

Para el buen dimensionamiento de un sistema solar (térmico o fotovoltaico clásicos), faltaría solamente conocer más precisamente las radiaciones globales diarias promedio en estaciones seca y de lluvia, ya que el conocimiento de la radiación a 10%-20% de precisión es generalmente más que suficiente.

En lo que concierne al aprovechamiento de la energía solar en Guatemala, existen ya varias instalaciones para la producción de agua caliente residencial por colector plano (calentador solar de agua); la producción de electricidad en sitios aislados (sistemas fotovoltaicos), y para el secado de productos agrícolas y de madera.

x

|/k  
o o

x

### 1. La producción de agua caliente

Los pocos calentadores solares existentes en Guatemala están mayoritariamente instalados en residencias de la capital por distribuidores (4-5) o el único fabricante (Max Iain Fiesta). Cabe mencionar el "Manual de fabricación de un colector solar plano" realizado en 1986 por el ICAITI (véase el anexo), que requiere de materiales que se pueden hallar a precios módicos en Centroamérica, tales como tubo de cobre, madera, lámina, fibra de vidrio y cubierta de plástico. Este prototipo, cuyo costo es de 200 dólares aproximadamente, no ha sido todavía desarrollado industrialmente.

Con la radiación solar recibida en los Departamentos más insolados, se puede considerar, en primera aproximación, que el calentamiento de agua solar es competitivo con el de agua eléctrico (a 0.12 - 0.13 Q/kWh, tarifa residencial en agosto de 1986). Sin embargo, el uso de gas licuado (subsidiado) sigue siendo más ventajoso.

### 2. Sistemas fotovoltaicos

En los últimos cuatro años, las tres empresas locales (SIERYA, RURACOM y ATECTISA), representantes de las compañías norteamericanas SOLAREX, SOLAVOLT y ARCO SOLAR, han instalado sistemas fotovoltaicos en Guatemala para las aplicaciones siguientes:

- Telecomunicaciones: 2 repetidoras de GUATEL funcionan desde hace dos o tres años con un sistema fotovoltaico y un proyecto adjudicado de 10 teléfonos rurales.
- Bombeo de agua;
- Iluminación de boyas marítimas, y
- Protección catódica

En total, Guatemala cuenta aproximadamente con 40 sistemas fotovoltaicos instalados.

Debido al bajo porcentaje de las pequeñas comunidades rurales servidas por el Servicio Público Eléctrico guatemalteco, existe una

demanda potencial importante para aplicaciones (salud, educación, telecomunicaciones, bombeo de agua) que requieren de una potencia instalada inferior a varios kW-pico.

### 3. Secado de productos agrícolas y de madera

Por la carencia de vías de comunicación -lo cual <sup>dificulta la</sup> ~~permite una fácil~~ comercialización de los productos agrícolas-, existe una demanda potencial de sistemas de secado, en particular para las frutas (manzanas, duraznos) producidas en el Altiplano. De la misma manera, se requieren de secadores de pescado. Para satisfacer esta demanda, el ICAITI ha desarrollado dos prototipos de secadores solares: el secador CARPA de tipo directo que permite alcanzar temperaturas de 40°C a 70°C, y está diseñado para secar granos, pescado, verduras, especie y frutas; y el secador WENGLERT que funciona a temperaturas inferiores de 40°C y puede secar granos para semillas, bananos, cardamomo, etc. (Véase el anexo). En la actualidad existen aproximadamente 500 secadores solares de todo tipo, instalados en todo el país. Su mayor difusión se enfrenta a la poca tradición de secado en Guatemala. En cuanto al secado de madera, el ICAITI ha diseñado un secador solar que evita los inconvenientes de los métodos tradicionales de secado: el secado natural al aire libre no permite reducir la humedad a menos de 18%, mientras el secado en horno tiene un costo alto y requiere de divisas. El prototipo que permite secar 2 000 pies tablares en diez días (de 25% a 8% de humedad), por una inversión de 1 500 dólares, no ha podido ser difundido por una mala adaptación a las tradiciones socioeconómicas guatemaltecas.

### G. Otros

En este documento no se han estudiado otras fuentes de energía nuevas y renovables, energía eólica, valorización energética de desechos agrícolas -salvo bagazo- y de la leña para producción de calor industrial o de electricidad (por combustión, gaseificación o

metanización) por una o varias de las razones siguientes: mal conocimiento del recurso y de la demanda; prioridad no inmediata, y tecnologías poco desarrolladas en Guatemala.

## III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. La leña

1. El cambio de uso de la tierra, los incendios, la tala abusiva, las plagas forestales y la insuficiente reforestación artificial y natural generan un proceso de deforestación rápido del orden de 90 000 ha por año, o sea, el 2% del recurso existente. L

2. Existen regiones amplias (el oriente y la costa sur) donde ya prevalece una situación de déficit y hasta de escasez de leña. El hecho de que el 28% de los hogares <sup>guatemaltecos</sup> tengan que recurrir <sup>frecuentemente</sup> a desechos agrícolas para la cocción de sus alimentos es un indicador de la escasez. /

3. Cerca del 80% de los hogares guatemaltecos recurren a la leña para la cocción de alimentos, consumiendo en promedio 2.42 kg por día y por habitante, para un consumo total de 6.73 millones de toneladas por año (21% en zonas urbanas). El 80% de las familias que cocinan con leña la usan de manera muy ineficiente, en fuego abierto.

4. Los esfuerzos para la difusión de estufas mejoradas no han tenido los resultados esperados: son aproximadamente 7 000 estufas instaladas en 1986, sin que cumplan a menudo con sus propósitos. Se han desarrollado últimamente nuevos tipos de estufas mejoradas, que deberían tener más éxito.

5. La mayoría de las industrias artesanales (panaderías, caleras, tortillerías, etc.) todavía usan la leña como única fuente energética, de manera generalmente ineficiente. El consumo de leña industrial asciende a 1.8 millones de m<sup>3</sup> con una tasa de crecimiento del 2.2%.

6. El consumo de carbón de leña es <sup>insignificante</sup> ~~representativo~~ y en vías de desaparecer. x

7. Los consumos industrial y residencial urbano, que requieren necesariamente de transporte y, por ende, de comercialización, representan conjuntamente el 30% del consumo total. x

8. La oferta tradicionalmente aprovechada (regeneración natural del bosque arbustivo y podas de los árboles de café) no satisface más del 78% del consumo en 1986. Significa que se ha sobreaprovechado del bosque disperso y/o recurrido a otros recursos (desechos de deforestación o de plantaciones).

9. Más de la mitad del consumo total de leña se realiza por la compra de la misma a precios crecientes, haciendo de este combustible, tradicionalmente no comercial, uno comercial; las ventas totales se evaluaron en más de 300 millones de quetzales en 1986.

10. La leña es hoy en día, en términos de energía útil, más cara que el gas LP para la cocción de alimentos, en los ~~cuadros~~ <sup>ciudades</sup>.

11. No existe en Guatemala un organismo que maneje integralmente la problemática de la leña, desde el recurso hasta el consumo final. Hace falta personal capacitado y recursos financieros para emprender las acciones necesarias para revertir las tendencias observadas.

Por lo tanto, se recomienda:

a) A nivel de la oferta:

- Proteger y ordenar más intensamente los recursos existentes.
- Cultivar madera para combustible; plantaciones energéticas para el corto plazo e industriales (madera aserrable) para el mediano plazo.
- Aprovechar más racionalmente los recursos no aprovechados de deforestación.
- Promover la agrosilvicultura en las zonas más afectadas.

b) A nivel de la demanda:

- Sustituir o complementar la leña con otras formas de energía: desechos agrícolas a nivel rural y combustibles convencionales a nivel urbano (kerosina y GLP).
- Utilizar más eficientemente la leña a nivel urbano e industrial (estufas y hornos más eficientes).

c) A nivel de la comercialización:

- Organizar la distribución y la comercialización para asegurar un acceso estable a los abastecimientos disponibles, y un empleo más económico de ellos.

- d) A nivel institucional:
- Crear una estructura ad hoc que cubra la problemática de la leña desde la oferta hasta la demanda, canalice los fondos dedicados al sector, coordine y evalúe los proyectos;
  - Reforzar y capacitar los recursos humanos existentes en los distintos organismos públicos (MEM, INAFOR, Ministerio de Agricultura) y privilegiar la descentralización de los mismos.
- e) A nivel jurídico-financiero:
- Mejorar la legislación vigente en materia de incentivos para la producción de leña y de madera.
  - Implementar instrumentos financieros (fondos rotativos, por ejemplo), para incrementar la producción y favorecer el uso eficiente.

#### B. El alcohol carburante

1. La industria azucarera guatemalteca está impulsando el uso de alcohol carburante para reconvertir parte de sus actividades, frente a la depreciación del mercado mundial del azúcar. WA

2. Ya existen en Guatemala las disposiciones legales (Ley de Alcohol Carburante de 1985) y, en menor medida, técnicas (una destilería de 120 000 l/día y un principio de comercialización) para implementar un programa de alcohol carburante.

3. La sustitución del 20% de toda la gasolina regular y super, por etanol, permitiría crear y/o mantener aproximadamente 11 400 empleos con la operación de tres destilerías de 120 000 l/día.

4. La factibilidad socioeconómica de un programa de alcohol carburante está fuertemente vinculada con los precios futuros del petróleo: a 20 dólares por barril de gasolina, el costo de mantenimiento de un empleo sobre diez años sería de 5 900 dólares y, a 35 dólares por barril, sería de 610 dólares, en comparación con el costo de creación de un empleo en agricultura: 700 dólares.

COMUNIDAD NACIONAL GUATEMALTECA

Por lo tanto, se recomienda:

a) Limitar por el momento la producción de etanol -ya sea para alcohol carburante o industrial- a la destilería de 120 000 litros actualmente en construcción.

b) Estudiar más detalladamente el costo social y privado de la producción de alcohol con respecto a los costos y precios actuales y futuros de la gasolina en Guatemala, y con relación a los precios internacionales del petróleo y del alcohol industrial.

c) Evaluar el balance de divisas detallado de un programa de alcohol carburante, incluyendo los insumos en fertilizantes, maquinaria de cosecha, ingenios y destilerías.

d) Evaluar los sistemas de tratamiento de las vinazas y elegir el más adecuado para Palo Gordo; regresarlas a las plantaciones de caña, como fertilizante; oxidarlas en laguna, aplicarles un tratamiento anaeróbico en digestores, o bioconvertirlas en proteínas para la alimentación animal.

#### C. La cogeneración

1. Existe un potencial de cogeneración del orden de 100 MW durante seis meses, aprovechando el 30% del bagazo, gracias a cambios o modificaciones en calderas de los ingenios azucareros. vra

2. El costo de producción del kWh por cogeneración es competitivo con el costo medio de generación actual en Guatemala.

3. La cogeneración en ingenios permitiría reforzar la seguridad operacional de la red radial suroeste de Guatemala.

4. La demanda eléctrica guatemalteca está cubierta por la producción de Chixoy hasta principios de los años noventa.

Por lo tanto, se recomienda:

a) Realizar antes de 1990 estudios de prefactibilidad en cada uno de los ingenios.

b) Finalizar las discusiones entre la comisión de cogeneración de COCOSE y la industria azucarera, para determinar los términos de contratos de compraventa de electricidad.

D. La geotermia de baja y mediana entalpía

Existen en Guatemala dos recursos mayores de baja entalpía que pueden ser aprovechados para procesos térmicos agrícolas o industriales, que se encuentran cerca de dos importantes ciudades del país: Amatitlán y Zunil, a 8 km de Quetzaltenango.

Se recomienda proseguir con los proyectos implementados por el MEM, el INDE y el Laboratorio de Los Alamos.

E. Las micro y minicentrales hidroeléctricas

Se han identificado 51 proyectos a nivel de prefactibilidad, con una potencia total de 413 MW y una generación potencial de 1 600 GWh/año.

Se recomienda tomar en cuenta estos proyectos en todo plan de desarrollo regional integrado, que requiera de una demanda eléctrica que se pueda satisfacer mediante uno de estos proyectos.

F. La energía solar

Las tecnologías de energía solar (calentadores de agua, secado y fotovoltaico) están desarrolladas a nivel de proyectos-piloto y de algunas instalaciones comerciales.

Para promover su difusión, se recomienda examinar en todo proyecto integrado, sobre todo cuando está aislado de las redes de distribución de energía convencional, la factibilidad sociotécnico-económica del uso de una de estas tecnologías para la satisfacción de las necesidades energéticas identificadas.

---

## IV. PERFILES DE PROYECTO

A. La leña1. Refuerzo institucionala) Consideraciones generales

La leña constituye el problema energético número uno de Guatemala, en el presente y en el futuro. Este recurso representa las dos terceras partes del consumo neto total de energía en el país, y se estiman en más de 300 millones de quetzales las ventas al menudeo a los consumidores finales. Mientras el 80% de los hogares recurren todavía a este recurso para la cocción de alimentos, existen regiones amplias (oriente y costa sur) donde ya apareció un déficit neto de leña.

Sin embargo, cabe destacar el hecho de que no existe en Guatemala una institución que cubra de manera integral la problemática de la leña. El INAFOR, cuyo programa de política forestal no trata a la leña de manera explícita, se ha dedicado esencialmente en los últimos años a extender licencias de aprovechamiento forestal y guías de transporte, controlando una parte ínfima de la leña comercializada en el país. El Ministerio de Energía y Minas cuenta con dos personas a tiempo completo, que trabajan esencialmente sobre el aspecto de la demanda. Finalmente, se han identificado 35 organismos públicos o privados que trabajan sobre estufas mejoradas en los últimos años <sup>de manera poco coordinada.</sup>

Tal deficiencia institucional explica parcialmente el hecho de que los resultados, en cuanto al alivio de la presión sobre el bosque, hayan sido poco alentadores en los últimos años: las plantaciones anuales representan apenas el 1% de la deforestación observada, y diez años de trabajo han permitido instalar sólo 7 000 estufas mejoradas, de las cuales un porcentaje importante no cumple con sus objetivos.

Es indudable que la limitación institucional constituya uno de los más graves obstáculos para el desarrollo efectivo de una política integral de la leña.

Los objetivos, estructuras y tamaño de un organismo responsable de implementar una política integral de la leña deberían ser en proporción con la importancia del problema, para poder alcanzar una mejor armonía, desde el recurso hasta el uso final.

Por consiguiente, se deben encontrar los mecanismos que mejoren la estructura actual, los procedimientos, la planificación y los sistemas de información, para reforzar la capacidad administrativa y la eficiencia de su personal, y para adaptar la administración al concepto de integrar completamente la problemática de la leña, con el desarrollo socioeconómico.

b) Objetivos

El objetivo de desarrollo 13/ consiste en "planificar el desarrollo forestal para asegurar a la población guatemalteca el suministro permanente y adecuado de productos forestales, con fines energéticos e industriales, y facilitar no sólo el abastecimiento de la mayor parte de estos productos, sino también la generación de excedentes exportables. El programa de reactivación del subsector de industrias forestales incluirá, entre otros, el establecimiento de líneas de crédito en condiciones favorables, la capacitación de personal para atender técnicamente las actividades silvícolas", y la contribución al desarrollo económico y social.

Los objetivos inmediatos son:

i) Crear una estructura ad hoc que analice, evalúe y planifique el conjunto de las actividades necesarias para la implementación de un programa integral de leña, incluyendo sus aspectos legales, financieros, silvícolas, agrícolas, de mercadeo y de consumo final.

ii) Promover la revisión, la actualización y/o ~~la~~ formulación de las políticas forestales y de mercadeo vigentes.

iii) Contribuir a establecer un sistema apropiado de información y planificación, <sup>pero</sup> facilitar y mejorar el proceso de toma de decisiones en el sector.

---

13/ Plan Nacional de Desarrollo, 1987-1991.

iv) Promover la racionalización de los procedimientos para hacer más eficaces y efectivas las acciones administrativas.

v) Capacitar al personal necesario para la implementación de una política integral de leña.

c) Actividades

a) Preparar estudios regionales y nacionales necesarios sobre los aspectos institucionales de la problemática de la leña, identificando los factores que contribuyen a obstaculizar el alcance de metas, políticas, técnicas y administrativas.

b) Formular nuevas políticas y leyes, funciones institucionales y objetivos.

c) Establecer un sistema apropiado de recolección y de análisis de información y estadísticas a fin de mejorar la planificación de la leña.

d) Reforzar los mecanismos de capacitación, de comunicación y organización de los distintos agentes involucrados.

d) Costo y duración

Para todas estas actividades se requiere asistencia, incluyendo propuestas de proyectos sobre diversos temas.

El costo aproximado para un período de dos años es de 400 000 dólares, o sea, 100 000 dólares para cada una de las actividades mencionadas.

2. Leña para centros urbanos y consumo industrial

a) Consideraciones generales

En los últimos decenios se ha producido un desarrollo sin precedentes en los centros urbanos. El crecimiento urbano ha superado netamente al crecimiento de la población nacional. Esto ha provocado un aumento de la presión que se ejerce directamente sobre los recursos madereros de las cercanías de los centros urbanos, e indirectamente sobre las áreas más distantes que suministran alimentos, leña y material de construcción para los habitantes de las urbes. Es así que

el abastecimiento de leña de la ciudad de Guatemala se realiza a partir de lugares alejados de la capital, de 120 km en promedio. En cuanto al consumo industrial, ha sobreexplotado de manera indiscriminada los recursos leñosos más cercanos. En Guatemala los consumos industrial y residencial urbano representan el 30% del consumo total de leña, mayoritariamente comercializada.

Gran parte de la degradación de la cobertura vegetal refleja la dependencia continua a que están sujetas las ciudades y las pequeñas industrias, en cuanto a la leña y los materiales de construcción. Ante la falta de otros combustibles económicamente viables, por costumbre o por escasez de recursos <sup>Financieros</sup> ~~de~~ que permitá un cambio de uso de combustible, los recursos leñosos disponibles han sido agotados en un radio de varios kilómetros o varias decenas de kilómetros alrededor de estos centros de consumo. La disminución de los abastecimientos y la necesidad de transportar la leña, a grandes distancias, han dado como resultado un aumento importante de los precios de la leña, actualmente más cara que el gas LP en la ciudad de Guatemala. La falta de mercados organizados y la especulación sobre los precios son las características de la situación de la leña en los centros urbanos. A causa de la índole monetizada de la demanda urbana e industrial, y dada la organización eficaz del mercado, existen grandes posibilidades para estimular la inversión en la producción de leña en gran escala, y para generar empleo e ingresos en los centros urbanos y en sus alrededores.

b) Objetivos

i) Restaurar e incrementar la productividad de los recursos leñosos mediante un manejo racional del uso de la tierra, en los alrededores de los centros urbanos y de la pequeña industria.

ii) Mejorar la distribución, la organización del mercado y la fijación de los precios de la leña para los centros urbanos y la pequeña industria, incluido el almacenamiento y el transporte. <sup>14/</sup>

iii) Mejorar el abastecimiento de leña de los centros urbanos y de la pequeña industria por medio del desarrollo de programas de producción industrial de leña, procedente tanto de plantaciones como de bosques naturales.

iv) Utilizar más eficientemente la leña a nivel urbano e industrial por medio de estufas y hornos mejorados, al promover la sustitución de la leña por otros combustibles convencionales.

c) Actividades

i) Desarrollar y demostrar sistemas apropiados de manejo del uso de la tierra alrededor de los centros urbanos y de las pequeñas industrias que integran el empleo de árboles en sotos, fajas verdes, cortinas protectoras, plantaciones a lo largo de las carreteras, etc., para la producción de leña, materiales de construcción y otros productos de los árboles.

ii) Implementar programas de producción industrial de leña, procedente tanto de plantaciones como de bosques naturales, por medio de incentivos adecuados.

iii) Realizar un estudio detallado del mercado de la leña a nivel nacional a fin de organizar la distribución, el mercado y el transporte, que aseguren una remuneración equitativa para los leñadores y el acceso económico a los usuarios de la leña.

iv) Promover a nivel nacional el uso de estufas mejoradas de tipo prefabricado (CETA o ROCKY) para el consumo residencial de los centros urbanos, así como la sustitución de la leña por GLP o querosina cuando es socioeconómicamente factible.

---

<sup>14/</sup> Se podría aplicar a la leña una política parecida a la de estabilización de precios de productos agrícolas alimenticios, recomendada por el "Plan nacional de desarrollo 1987-1991". Se formularían y ejecutarían programas adecuados, tendientes a estabilizar los precios de los productos alimenticios de consumo masivo, con la finalidad de proteger al productor contra las fluctuaciones del mercado y del proceso de intermediación innecesaria, a través del establecimiento de precios de garantía, que estimulen la producción y permitan el aumento de la oferta interna.

v) Realizar una encuesta nacional de uso artesanal e industrial de la leña, a fin de promover tecnologías (hornos) más eficientes y/o la sustitución de la leña por otros combustibles.

d) Costos y duración

i) Se requiere asistencia técnica para estudiar la viabilidad de sistemas de manejo de tierras que integran la producción de la leña en los alrededores de las ciudades, y para identificar los modelos más adecuados para la problemática local. En una primera fase, tal asistencia se requerirá para dos años y costará 200 000 dólares.

ii) Para identificar las tierras más adecuadas para la producción industrial de leña y de madera, combinando preferentemente el encino y el pino, y adoptar la legislación vigente en cuanto a incentivos, se requerirá una asistencia técnica para un año y costará 150 000 dólares.

iii) El estudio detallado del mercado de leña a nivel nacional guatemalteco, y la elaboración de propuestas con miras a organizar este mercado, requerirá una asistencia técnica para un año y costará 150 000 dólares.

iv) La promoción del uso de estufas mejoradas y el estudio de las posibilidades de sustitución (a través de préstamos o fondos rotativos, por ejemplo) de la leña para el consumo residencial urbano requerirá una asistencia técnica para dos años, y costará 200 000 dólares.

v) La encuesta nacional sobre el consumo industrial de leña, identificando el potencial de ahorro, requerirá una asistencia técnica para un año y costará 100 000 dólares.

vi) La coordinación de las cinco actividades diferentes de este proyecto integrado requerirá una asistencia técnica para dos años y costará 100 000 dólares.

Por consiguiente, este proyecto de dos años requerirá aproximadamente de 900 000 dólares.

## B. Alcohol carburante

### 1. Consideraciones generales

La industria azucarera mundial, y particularmente la de los países de América Latina y el Caribe, viene enfrentando desde hace varios años una aguda crisis económica.

De hecho, los problemas de esta industria son fundamentalmente de tipo estructural que obedecen a la sustitución parcial del azúcar por jarabes de maíz, así como por un mayor uso de edulcorantes no calóricos en los países industrializados, que provocó una baja importante de los precios internacionales del azúcar.

Si bien la situación de los precios puede revertirse, como lo ha hecho en numerosas ocasiones, las perspectivas de que se produzca un aumento sostenido de la demanda de importación de los países industriales a largo plazo no son alentadoras.

Esta situación ha orientado a la industria azucarera latinoamericana a buscar nuevas valorizaciones de la caña de azúcar.

El ejemplo del Brasil, ligado a los altos precios del petróleo de 1979 a 1985, permitió vislumbrar en Guatemala una posible reconversión de la industria azucarera en una industria agroindustrial-energética para la producción simultánea en cantidades dependientes de los precios de mercado interno y mundial de azúcar, alcoholes industrial y carburante.

Desde 1984 se han dado varios pasos decisivos para la implementación de una política de alcohol carburante en Guatemala: la adopción de la "Ley de Alcohol Carburante en marzo de 1985, la oferta de alcohol carburante por una empresa distribuidora en ocho gasolineras desde diciembre de 1984 y, sobre todo, la compra y actual instalación de una destilería de 120 000 litros por día en el Ingenio de Palo Gordo. En agosto de 1986 se producían 1 010 litros de alcohol carburante por día que, mezclados al 10% en la gasolina, permitían comercializar 80 000 galones de texahol por mas.

Un análisis socioeconómico preliminar estima que si se mantuviera el precio internacional de la gasolina en 25 dólares por barril, en promedio, en los diez próximos años el subsidio necesario sería de 4.7 millones de dólares anuales que corresponde a un costo de 4 100 dólares por empleo durante diez años, en comparación con el costo de creación de un empleo que es de 700 dólares. En otros términos, el gobierno pagaría el 140% del sueldo de los trabajadores durante la zafra. Por otro lado, el precio internacional de la gasolina tendría que subir a más de 35 dólares por barril, para que se justificara socioeconómicamente un programa de alcohol carburante.

## 2. Objetivos

Evaluar, bajo todos sus aspectos, la conveniencia de un programa de alcohol carburante en Guatemala.

## 3. Actividades

a) Estudiar más detalladamente el costo social y privado de la producción de alcohol, con respecto a los costos actuales y futuros de la gasolina en Guatemala y con relación a precios internacionales del petróleo y del alcohol industrial.

b) Evaluar el balance de divisas detallado de un programa de alcohol carburante, incluyendo los insumos en fertilizantes, maquinaria de cosecha, ingenios y destilerías.

c) Evaluar los sistemas de tratamiento de las vinazas y elegir el más adecuado para Palo Gordo; regresarlas a las plantaciones de caña, como fertilizante; oxidarlas en laguna, aplicarles un tratamiento anaeróbico en digestores, o bioconvertirlas en proteínas para la alimentación animal y su incidencia sobre los costos de producción.

## 4. Costo y duración

Se requiere una asistencia técnica de tres meses por un costo de 40 000 dólares.

C. Servicios sociales en el medio rural y fuentes de energía nuevas y renovables

1. Consideraciones generales

En las zonas de poca accesibilidad y/o con problemas de modernización tecnológica, la carencia de energía convencional ha representado un serio obstáculo al desarrollo de los servicios sociales, y es difícil que en el futuro esa situación cambie sin que intervenga el uso de nuevas fuentes energéticas, generalmente descentralizadas. Tales necesidades energéticas son crecientes, difusas, muy lentamente solventes y sin embargo fuertemente inducidas por políticas de desarrollo nacional, tales como salud e higiene (centros médicos rurales), educación (alumbrado, teleeducativa) y desarrollo cívico y social (radio, televisión, telecomunicaciones).

Las necesidades energéticas ligadas al desarrollo de estos servicios no tienen ningún impacto significativo actual sobre el aprovechamiento energético de los países en términos de divisas y de TEP, ni tienen repercusiones directas e inmediatas sobre la productividad y el empleo; están actualmente mal o no satisfechas por soluciones energéticas convencionales; constituyen una componente necesaria a la buena implementación de estos servicios, indispensables al desarrollo de las zonas aisladas y desfavorecidas, facilitando así la permanencia de sus poblaciones en condiciones socioeconómicas satisfactorias, y constituyen un campo privilegiado de aplicación de las fuentes de energía nuevas y renovables (FENR), sin que se piense en ellas como independientes de las fuentes de energía convencionales.

Estas necesidades energéticas, aunque se midan individualmente en unidades que varían desde algunos watts hasta los centenares de watts, hacen posible la satisfacción de servicios básicos en el medio rural menos favorecido.

2. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto consiste en la integración de la componente energía en los programas sociales destinados al medio rural de la subregión que lo necesitan específicamente (salud, telecomunicaciones, educación). Tal enfoque demuestra que estas

telecomunicaciones, educación). Tal enfoque demuestra que estas necesidades energéticas no pueden ser tratadas como problema energético en sí, sino como componentes de programas específicos de desarrollo rural. Se trata más bien de programas bajo tutela de los Ministerios sectoriales concernidos, a menudo implementados conjuntamente con asociaciones y/o cooperativas de desarrollo y fomento locales. <sup>15/</sup>

En lo que concierne a las FENR, se puede considerar que ciertas tecnologías (micro y minicentrales hidráulicas, gasógenos, fotovoltaico, eólico) han alcanzado un nivel de madurez suficiente para iniciar ya su difusión y no su calificación. Para que tal difusión fuera realista, conviene considerar el problema de la perenidad de las instalaciones, no olvidándose de la cobertura de los gastos de operación.

Por otra parte, si no ocurre una verdadera apropiación de los equipos por los usuarios (a nivel de comunidad), significa que el equipo no induce beneficios suplementarios. De manera general, parece que la formulación de programas permite abordar de manera más económica el problema de los gastos de operación. Es en este sentido que conviene desde ahora enfocarse en la dinámica de difusión de estas tecnologías. Por el contrario, se corre el riesgo de dedicar mucho tiempo a la calificación de equipos que, por razones no técnicas, no tendrían verdadero futuro.

### 3. Actividades

Para lograr estos objetivos, se pueden definir las siguientes actividades:

- a) Evaluación de las necesidades energéticas de los programas sociales planeados, destinados al sector rural.

---

<sup>15/</sup> Corresponde a las políticas de "aumento de la cobertura y ampliación de los programas y servicio de salud", "plan decenal de agua y saneamiento", "extensión de los servicios al sector rural", "diversificación de fuentes energéticas", "ampliación y mejoramiento de la cobertura de servicios de comunicaciones", del Plan Nacional de Desarrollo, 1987-1991.

b) Análisis de las soluciones energéticas adoptadas o planeadas, y de su problemática.

c) Comparación de las soluciones adoptadas o planeadas con alternativas basadas en el uso de FENR, a nivel técnico, económico y sociológico.

d) Definición de programas de difusión con sus componentes de transferencia de tecnología y de estructuración institucional.

#### 4. Costo y duración

El conjunto de estas actividades requiere una asistencia técnica de 18 meses por un costo evaluado en 150 000 dólares.

CUADROS

Cuadro 1

GUATEMALA: COBERTURA FORESTAL NATURAL ESTIMADA A FINES DE 1980

(Miles de hectáreas)

	Total	Bosques productivos		Bosques improductivos			
		Total	Virgenes	Explotados	Total	Censos fiscales	Censos legales
	<u>4 442</u>	<u>3 012</u>	<u>1 190</u>	<u>1 822</u>	<u>1 430</u>	<u>1 368</u>	<u>62</u>
es densos latifoliados	3 785	2 400	1 190	1 210	1 385	1 323	62
es de coníferas	657	612	-	612	45	45	-

Fuente: Estudio CEE-GRECA.

Cuadro 2

## GUATEMALA: DEFORESTACION PROMEDIO ANUAL DE LOS BOSQUES

(Miles de hectáreas)

	Total		Subtotal		Intactos		Productivos explotados		Improductivos	
	1976-1980 (3 + 4 + 5)	1981-1985	1976-1980 (3 + 4)	1981-1985	1976-1980	1981-1985	1976-1980	1981-1985	1976-1980	1981-1985
	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)	
<u>Total</u>	<u>80</u>	<u>90</u>	<u>53</u>	<u>60</u>	<u>16</u>	<u>18</u>	<u>37</u>	<u>42</u>	<u>27</u>	<u>30</u>
Bosques densos latifoliados	64	72	40	45	16	18	24	27	24	27
Bosques de coníferas	16	18	13	15	-	-	13	15	3	3

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

Cuadro 3

GUATEMALA: OFERTA POTENCIAL POR REGENERACION  
NATURAL DE BOSQUES, 1983

	Superficie (miles de ha)	Potencial energético anual a/ (Tcal)
<u>Total</u>	<u>7 665</u>	<u>133 000</u>
<u>Densos</u>	<u>3 930</u>	<u>116 000</u>
Latifoliados <sup>b/</sup>	3 363	111 000
De coníferas	567	5 000
<u>Arbustivos</u>	<u>3 735<sup>c/</sup></u>	<u>17 400</u>

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

a/ Calculado como sigue: productividad (10 t/ha-año para el bosque denso latifoliado; 2.85 t/ha-año para el bosque denso de coníferas, y 1.5 t/ha-año para el arbustivo) x poder calorífico (3 096 Tcal/kg a 20% de humedad).

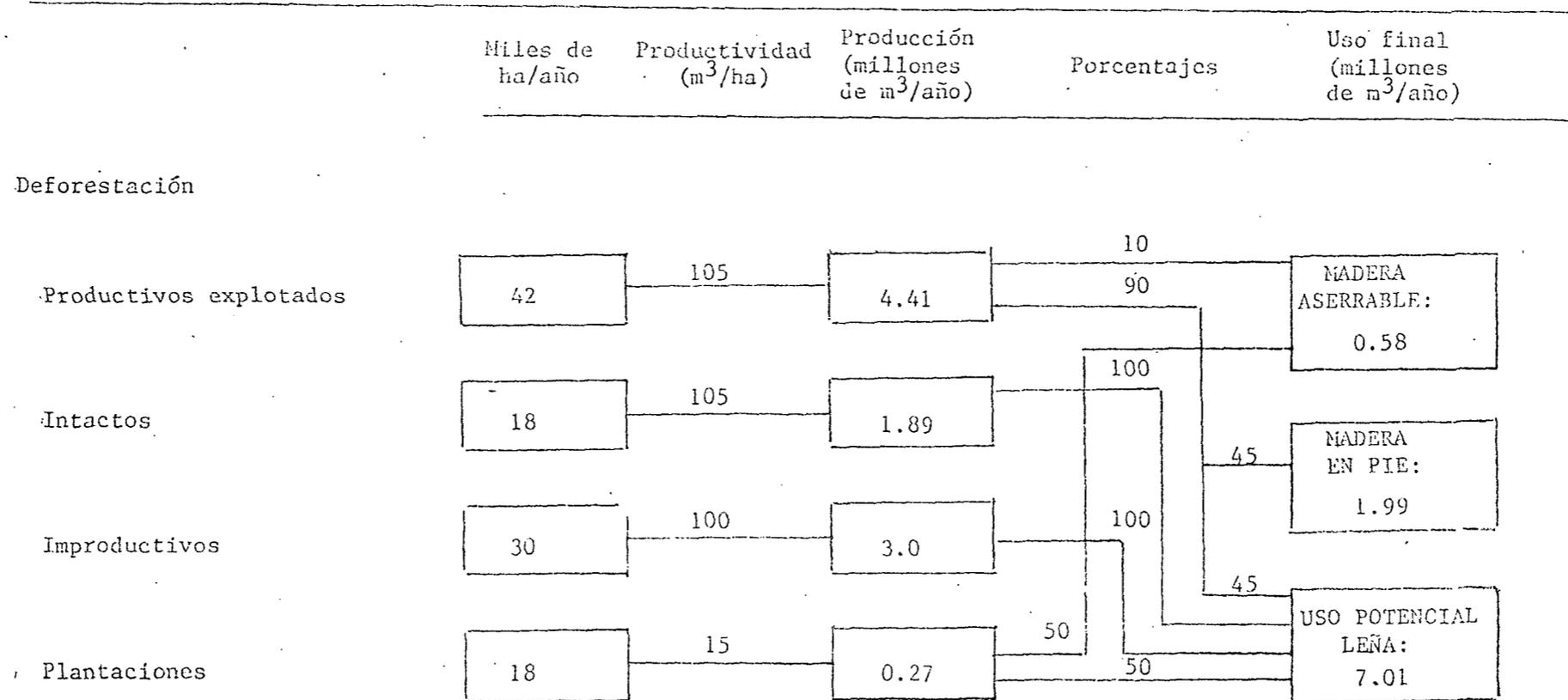
b/ No incluye improductivos por censos legales.

c/ Sólo para 1983.

BIBLIOTECA NACIONAL UNICA EFICAZ

Cuadro 4

GUATEMALA: RECURSO FORESTAL POR DEFORESTACION Y PLANTACIONES, Y SU POSIBLE USO, 1986



Cuadro 5

GUATEMALA: PLANTACIONES INDUSTRIALES  
(Miles de hectáreas)

	Total (1986)	Existentes en 1980	Plantaciones <sup>a/</sup> realizadas (1980-1985)
Total	18.30	15.8	2.50
Latifoliado	7.80	6.3	1.50
Crecimiento lento		4.7	
Crecimiento rápido		1.6	
Coníferas	10.50	9.5	1.00

Fuente: Estudio CEE-GRECA.

a/ Considerando que se ha plantado 60% de latifoliados y 40% de coníferas.

Cuadro 6  
 GUATEMALA: OFERTA TOTAL DE LEÑA, 1986  
 (Teracalorías)

	Oferta tradicionalmente aprovechada	Oferta disponible aprovechable	Oferta potencial
<u>Total</u>	<u>19 200</u>	<u>15 200</u>	<u>116 000</u>
Regeneración bosque denso			116 000
Regeneración bosque arbustivo	17 400		
Podas de café	1 830		
Plantaciones		290	
Deforestación		14 900	

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

Cuadro 7

## GUATEMALA: CONSUMO RESIDENCIAL DE LEÑA PARA COCCION DE ALIMENTOS

	Hogares consumidores <sup>a/</sup>			Consumo/día-habitante (kg)	Consumo nacional (m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup> )
	Total	Urbano	Rural		
	(Porcentajes)				
Censo 1964	84.9	63.3	95.8		
Censo 1973	80.6	52.5	97.1		
CATIE 1982	80.0	58.0	94.0	2.03 <sup>b/</sup>	9.4
MEM-OEA 1985 <sup>c/</sup>				3.35	
GUA 81/002 1986	79.0	56.0	92.0	2.42 <sup>d/</sup>	9.61 <sup>e/</sup>

Fuente: Sobre la base de cifras oficiales.

a/ Hogares que utilizan leña para su estufa principal.

b/ Encuesta realizada esencialmente en el medio urbano.

c/ Zona oriental.

d/ Promedio nacional.

e/ Con una densidad de 0.7.

Cuadro 8

## GUATEMALA: CONSUMO DE LEÑA DE LA PEQUEÑA INDUSTRIA, 1979

	Número de instalaciones	Consumo específico (m <sup>3</sup> )	Consumo (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
<u>Total</u>	<u>17 000</u>		<u>1 700</u>
Penificación	10 000	0.25/carga	850
Ladrillos y tejas	1 180		280
Panela	4 200	40 (principio zafra)	168
Café	750	8/carga	165
Cal	474	25/carga	130
Alfarería y cerámica	318	4.8/carga	61
Aceites esenciales	80		35
Hule ahumado	10	6/100 quintales de hule	0.19
Plomo	9		2.3

Fuente: "Estimate of fuelwood consumption by small industries in Central America", CATIE, 1979.

Cuadro 9

## GUATEMALA: CONSUMO DE CARBON DE LEÑA

(Porcentajes)

	Residencial (hogares)	Industrial (instalaciones)
Censo 1973	2.5	2.6
Encuesta nacional 1979-1981	2.9	
Encuesta CATIE/ROCAP 1980		7.0
Estimación 1986	2.0	5.0
Consumo leña		
$m^3 \times 10^6$	0.240	0.100
Tcal	576	217

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

Cuadro 10

## GUATEMALA: CONSUMO TOTAL DE LEÑA, 1986

	$m^3 \times 10^6$	Tcal	Porcentajes
<u>Total</u>	<u>11.4</u>	<u>24 700</u>	<u>100.0</u>
Residencial	9.61	20 800	84.0
Cocción de alimentos	9.43	20 400	83.0
urbano	1.96	4 250	17.0
rural	7.47	16 200	66.0
Calefacción de agua	0.188	407	1.6
Carbón vegetal	0.240	520	2.1
Industrial	1.8	3 900	16.0
Leña	1.7	3 680	15.0
Carbón vegetal	0.1	216	1.0

Fuente: CEPAL, según datos oficiales y del Proyecto de Planificación Energética.

Cuadro 11

GUATEMALA: COMPARACION ENTRE EL CONSUMO Y LA OFERTA DE LEÑA, 1986

	Tcal	Consumo/oferta (%)
Oferta total	150 000	16
Oferta aprovechada más aprovechable	34 400	72
Aprovechada	19 200	129
Aprovechable	15 200	163
Oferta potencial	116 000	-
Consumo	24 700	

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

Cuadro 12  
 PRECIOS DE LA LEÑA

Fuente	Tarea		Leño		Comentario	
	Quetzales	Centavos de Quetzal/kg <sup>a/</sup>	Quetzales	Centavos de Quetzal/kg <sup>b/</sup>		
1979	CATIE	5-11.5	0.9-2.1		3.6-18	
1980	CATIE	8-15	1.4-2.2	0.05-0.25		
1985	MEM/OEA	10-20	1.8-3.6			
1986	Cuerpo de Paz				6	En Departamento de Guatemala
1986	INAFOR			0.08	8.0	Encino
1986	INAFOR	20-25	3.6-4.5			
1986	ICAITI	18-20	3.3-3.6	0.1	10	
1986	MEM	20-24	3.6-4.4			Ciudad de Guatemala
1986	GUA 81/002		0.7-5.9			

a/ Se consideró que 1 tarea = 550 kg.

b/ 1 leño = 1/400 de tarea = 1.00 kg (en 1985 en el Oriente) y 1.35 kg (en 1980).

Cuadro 13

GUATEMALA: CAPACIDAD INSTALADA COMPARADA CON MOLIENDA  
EFFECTIVA DE LOS INGENIOS, 1983/1984

(Toneladas/día)

	Capacidad instalada	Días de corrida	Molienda efectiva a/	Capacidad disponible
<u>Total</u>	<u>57 300</u>		<u>42 203</u>	<u>15 097</u>
Pantaleón	7 500	123	6 686	814
Concepción	7 000	119	3 833	3 167
Santa Ana	6 500	124	4 959	1 541
La Unión	6 000	103	4 785	1 215
El Pilar	5 400	130	3 120	2 280
Palo Gordo	4 000	191	3 705	295
Tierra Buena	3 600	94	2 716	884
El Salto	3 600	140	1 849	1 751
Madre Tierra	3 600	130	2 849	751
El Baúl	3 000	137	1 732	1 268
San Diego	2 200	130	1 415	785
Los Tarros	2 100	130	1 745	355
Trinidad	1 100	...	...	...
Magdalena	1 000	127	1 239	(139)
Guadalupe	-	120	726	...
Tulula	800	107	800	...
Santa Teresa	500	91	500	...
Mirandilla	400	89	270	130
La Sonrisa	-	142	152	...
San Antonio	...	...	...	...
Eliminación	(1 100)		(878)	

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

a/ Promedio 1982/1983 y 1983/1984.

Cuadro 14

## GUATEMALA: PRODUCCION DE MELAZA

(Miles de galones)

Zafra	Galones	Rendimiento galones/t
1980/81	42 786	7.9
1981/82	48 181	7.6
1982/83	40 592	7.4
1983/84 <sup>a/</sup>	46 600	7.4

Fuente: Asociación de Azucareros de Guatemala.

<sup>a/</sup> Estimada.

Cuadro 15

## EVALUACION SOCIOECONOMICA DE UN PROGRAMA DE ALCOHOL CARBURANTE

(Montos anuales)

Precio internacional de la gasolina (dólares/barril)	15	20	25	30	35	40
Gasto en divisas por concepto de consumo de gasolina (millones de barriles)	30	40	50	60	70	80
Ahorro de divisas por introducción de 20% de etanol (millones de barriles)	6	8	10	12	14	16
Costo de producción del alcohol (millones de dólares)	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7
Subsidio necesario (millones de dólares)	8.7	6.7	4.7	2.7	0.7	-1.3
Empleos mantenidos	11 400	11 400	11 400	11 400	11 400	11 400
Costo mantenimiento un empleo/año (dólares)	760	590	410	240	61	-114
Sueldos anuales (millones de dólares)	300	300	300	300	300	300
Porcentaje sueldo subsidiado	253	197	137	80	20	-
Costo mantenimiento empleo sobre 10 años (dólares)	7 600	5 900	4 100	2 400	610	-
Costo creación un empleo en agricultura (dólares)	700	700	700	700	700	700

ANEXOS

Anexo 1

PROCEDENCIA DE LA LEÑA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

LUGARES DE ORIGEN DE LA LEÑA QUE LLEGA  
A LA CIUDAD DE GUATEMALA

	Distancia (km)
Huehuetenango	266
San Marcos	253
San Pedro Sacatepéquez (San Marcos)	250
Quezaltenango	206
Totonicapán	206
San Francisco El Alto	205
Chiquimula	169
Salamá	151
San Jerónimo (Baja Verapaz)	136
Sololá	125
San José Poaquil (Chimaltenango)	107
Jalpatagua (Jutiapa)	103
Santa Apolonia (Chimaltenango)	94
Tecpan	90
El Rancho	88
Mataquescuitla	75
San Martín Jilotepeque	74
Santa Rosa	62
Escuintla	57
Antigua Guatemala	45
San Raymundo	44
San Juan Sacatepéquez	32
San Pedro Ayampuc	22
Palencia	18

Anexo 2  
PROGRAMAS DE ESTUFAS MEJORADAS

INVENTARIO DE PROYECTOS/PROGRAMAS DE ESTUFAS MEJORADAS  
EN GUATEMALA DURANTE 1984-1985

<u>Proyecto/programa</u>	<u>Institución responsable</u>	<u>Actividad específica</u>	<u>Agencia financiadora</u>
1. Determinación de prototipos	CII/CETA (USAC)	Diseño/investigación/evaluación	USAC (Presupuesto normal)
2. Estufas de disseminación masiva	ICAITI	Diseño/evaluación	AID-ROCAP
3. Proyecto leña y fuentes alternativas de energía	ICAITI	Investigación/evaluación/construcción	AID-ROCAP
4. Evaluación estufas lorena	FAO/CEMAT	Evaluación	FAO
5. Adaptación de prototipos	INTECAP (Chiquimula)	Investigación/capacitación	INTECAP
6. Perfeccionamiento estufa lorena	ICADA-CHOQUI	Investigación	
7. Construcción contra demanda	ICADA-CHOQUI	Construcción/capacitación	Usuario
8. Desarrollo rural	AID/Comité de Reconstrucción Nacional	Construcción	AID
9. Desarrollo rural	Fundación Carroll Berhorst	Construcción/capacitación	
10. Desarrollo del altiplano	DIGESA/CARE/Cuerpo de Paz	Construcción	Club Leones USA-CARE/Donaciones privadas USA
11. Extensión agrícola	INACOP	Construcción	Presupuesto INACOP
12. Capacitación no formal	INTECAP/Cuerpo de Paz	Construcción/capacitación	INTECAP/Cuerpo de Paz/Usuario
13. Ahorro energético	INTECAP	Construcción/capacitación	INTECAP
14. Bioenergía	CEMAT/Microempresas	Construcción/capacitación	IAF/GTZ/Usuario
15. Transferencia tecnológica	CEMAT/Microempresas	Divulgación/capacitación	CEMAT/Diversas
16. Fondo revolvente (apoyo microempresas)	CEMAT	Financiamiento/capacitación	IAF
17. Tecnología apropiada	Comité Central Menonita	Construcción/capacitación	Iglesias menonita
18. Tecnología apropiada	Cuerpo de Paz	Construcción	Donaciones privadas USA/Gobierno USA
19. Desarrollo rural integral	Alianza juvenil	Capacitación/construcción	Red Barna Save Alliance The Children
20. Desarrollo rural	Desarrollo de la comunidad	Construcción	Presupuesto operaciones DICECO
21. Reasentamiento poblaciones desplazadas por hidroeléctricas	INDE	Construcción	

<u>Proyecto/programa</u>	<u>Institución responsable</u>	<u>Actividad específica</u>	<u>Agencia financiadora</u>
22. Reasentamientos en FTN	INTA	Construcción	Presupuesto nacional
23. Conservación del suelo	INAFOR/Cuerpo de Paz/ CARE	Construcción	CARE
24. Ahorro de leña	INAFOR/Proyecto leña	Construcción	INAFOR
25. Reubicación desplazados de la violencia	REDH Integral	Construcción	
26. Polos de desarrollo	CID responsables	Construcción	Presupuestos asignados a las instituciones miembros
27. Introducción de agua potable	UNEPAR	Construcción	
28. Mejoramiento de la vivienda	FUNDACED	Construcción/ capacitación	Apadrinamiento de niños
29. Mejoramiento familiar a afiliados	Christian Children's Fund	Construcción	Padrinos/ organizaciones diversas/ICAITI
30. Mejoramiento familiar a afiliados	Foster Parents Plan Inc.	Construcción	
31. Mejoramiento familiar a afiliados	Visión Mundial	Construcción	World Vision International
32. Saneamiento básico	Salud Pública, Puestos de Salud, Saneamiento Ambiental	Construcción	
33. Evaluación de estufas y alimentos	INCAP	Investigación	
34. Asistencia médica y sanidad	Proyecto Hope	Construcción	
35. Extensión y educación no formal	Educación extraescolar	Divulgación/construcción	UNICEF/Presupuesto nacional/otras fuentes
36. Tecnología apropiada	ASECSA	Divulgación/construcción	
37. Desarrollo rural	AID/DIGESA	Construcción	
33. Desarrollo y extensión agrícola	DIGESA	Construcción	
37. Entrenamiento	CREA	Capacitación	
40. Coordinación, planificación y ejecución de programas de estufas	Dirección General de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía	Coordinación, planificación y construcción	

\* Proyectos en financiamiento

PROYECTOS/PROGRAMAS E INSTITUCIONES LABORANDO EN ESTUFAS MEJORADAS  
CONOCIDAS ANTES DE REALIZAR LA ENCUESTA NACIONAL

Proyecto/programa	Institución responsable	Actividad específica
Construcción y capacitación de acuerdo a la demanda	ICADA-CHOQUI	Construcción/capacitación
Capacitación para la autoconstrucción	INTECAP	Capacitación
Desarrollo rural	DIGESA	Construcción
Mejoramiento del suelo	INAFOR-CARE-Cuerpo de Paz	Construcción
Mejoramiento de la vivienda	FUNDACEN	Construcción
Mejoramiento de la vivienda	FUNDACED	Construcción/capacitación
Tecnología apropiada	Cuerpo de Paz	Construcción
Tecnología apropiada	Comité Central Menonita	Construcción/capacitación
Diseño de prototipo	CII/CETA	Investigación/evaluación
Proyecto leña y fuentes alternas de energía	ICAITI	Investigación/capacitación
Promoción y desarrollo rural	Alianza Juvenil para el Desarrollo Comunitario	Construcción/capacitación
Desarrollo agrícola integral	Vecinos mundiales/Fundación Guatemalteca para el Desarrollo Carroll Berhorst	Construcción/capacitación
Programa de bioenergía	CEMAT	Construcción/capacitación
Mejoramiento familiar	Forest Parents Plan	Construcción
Extensión y educación no formal	Educación extraescolar	Divulgación
Coordinación de actividades de estufas mejoradas	Dirección General de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía	Coordinación

AHORRO DEL CONSUMO DE LEÑA  
POR USO DE ESTUFAS MEJORADAS

Departamento	Consumo promedio kg leña/persona/día		Ahorro del combustible (porcentajes)
	Antes de estufa mejorada	Con estufa mejorada	
El Quiché	2.09	1.50	28
Chiquimula	3.57	2.22	42
Sololá	3.54	2.13	41
Chimaltenango	3.55	2.40	31
Zacapa	3.34	1.62	50
Euehuetenango	3.98	2.52	37
Quezaltenango	4.21	2.73	37
Suchitepéquez	3.54	2.26	32
San Marcos	4.08	2.10	51
Baja Verapaz	4.48	2.36	47
Totonicapán	4.44	2.07	54
El Progreso	2.78	1.78	38
Escuintla	3.62	3.80	1.02 <sup>a/</sup>
Alta Verapaz	2.72	1.54	45
Retalhuleu	4.54	1.94	58
Izabal	3.39	2.23	32
Jalapa	2.87	1.88	34
Jutiapa	3.92	...	...
El Petén	4.25	...	...
Santa Rosa	2.96	1.88	37
Sacatepéquez	3.05	2.09	33
Guatemala	3.50	2.85	19

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

Nota: Cabe mencionar que un análisis más profundo sobre consumo y ahorro de combustible, respecto del uso de estufas mejoradas, podrá reafirmar y dar más solidez a lo que se ha expuesto, ya que esta investigación no fue encaminada al mismo, sin embargo si provee las bases para replantear una investigación formalmente.

a/

## MODELOS DE ESTUFAS MEJORADAS DIFUNDIDAS EN GUATEMALA

Modelo de estufa	Total estufas mejoradas	Distribución geográfica de los modelos					Porcentajes
		Región central	Región occidental	Región sur	Región norte	Región oriente	
<u>Total</u>	<u>1 131</u>	<u>277</u>	<u>452</u>	<u>76</u>	<u>176</u>	<u>150</u>	<u>100.00</u>
Poyo de lorena	969	243	418	37	156	115	85.67
Estufa chula	27	10	5	5	-	7	2.39
Estufa singer	15	2	4	7	-	2	1.33
Poyo campesino	31	4	6	8	5	8	2.74
Estufa de block	12	4	-	5	-	3	1.06
Estufa de plancha <u>a/</u>	53	10	15	14	8	6	4.69
Estufa de ladrillo <u>b/</u>	14	4	-	-	7	3	1.24
Lorena modificada	7	-	4	-	-	3	0.62
Estufa lob <u>c/</u>	3	-	-	-	-	3	0.26

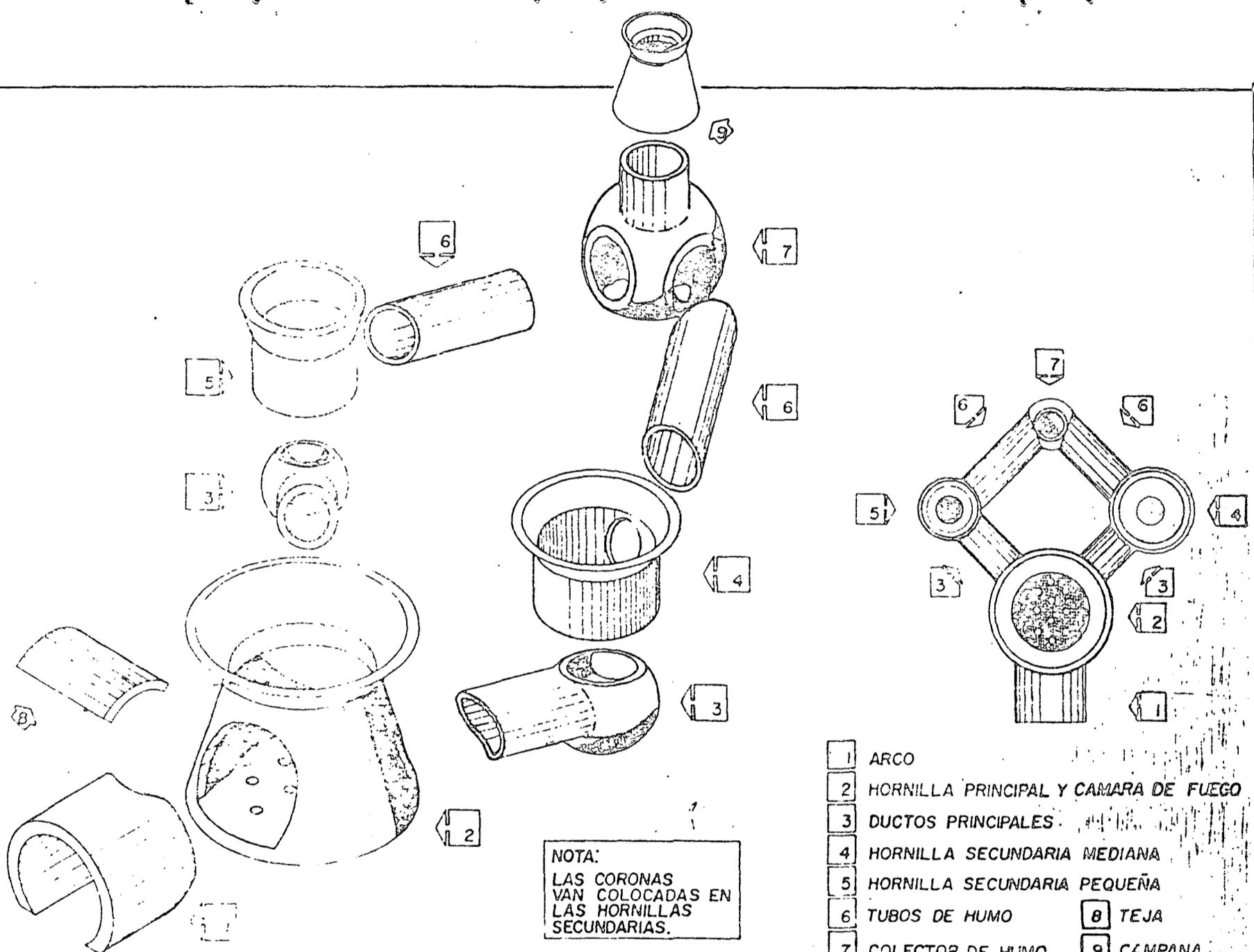
a/ Este grupo se divide en dos grandes: Rossi y las CETA.

b/ Últimamente una institución de las encuestadas le he otorgado la denominación de "Estufa josefina" por encontrarse impulsada en San José La Arada, Chiquimulá.

c/ Los constructores indican que sólo es de lodo pero es material similar a la mezcla de la lorena.

Anexo 3

ESTUFAS MEJORADAS PREFABRICADAS



NOTA:  
 LAS CORONAS  
 VAN COLOCADAS EN  
 LAS HORNILLAS  
 SECUNDARIAS.

- 1 ARCO
- 2 HORNILLA PRINCIPAL Y CAMARA DE FUEGO
- 3 DUCTOS PRINCIPALES
- 4 HORNILLA SECUNDARIA MEDIANA
- 5 HORNILLA SECUNDARIA PEQUEÑA
- 6 TUBOS DE HUMO
- 7 COLECTOR DE HUMO
- 8 TEJA
- 9 CAMPANA

CAITI

estufa de cerámica

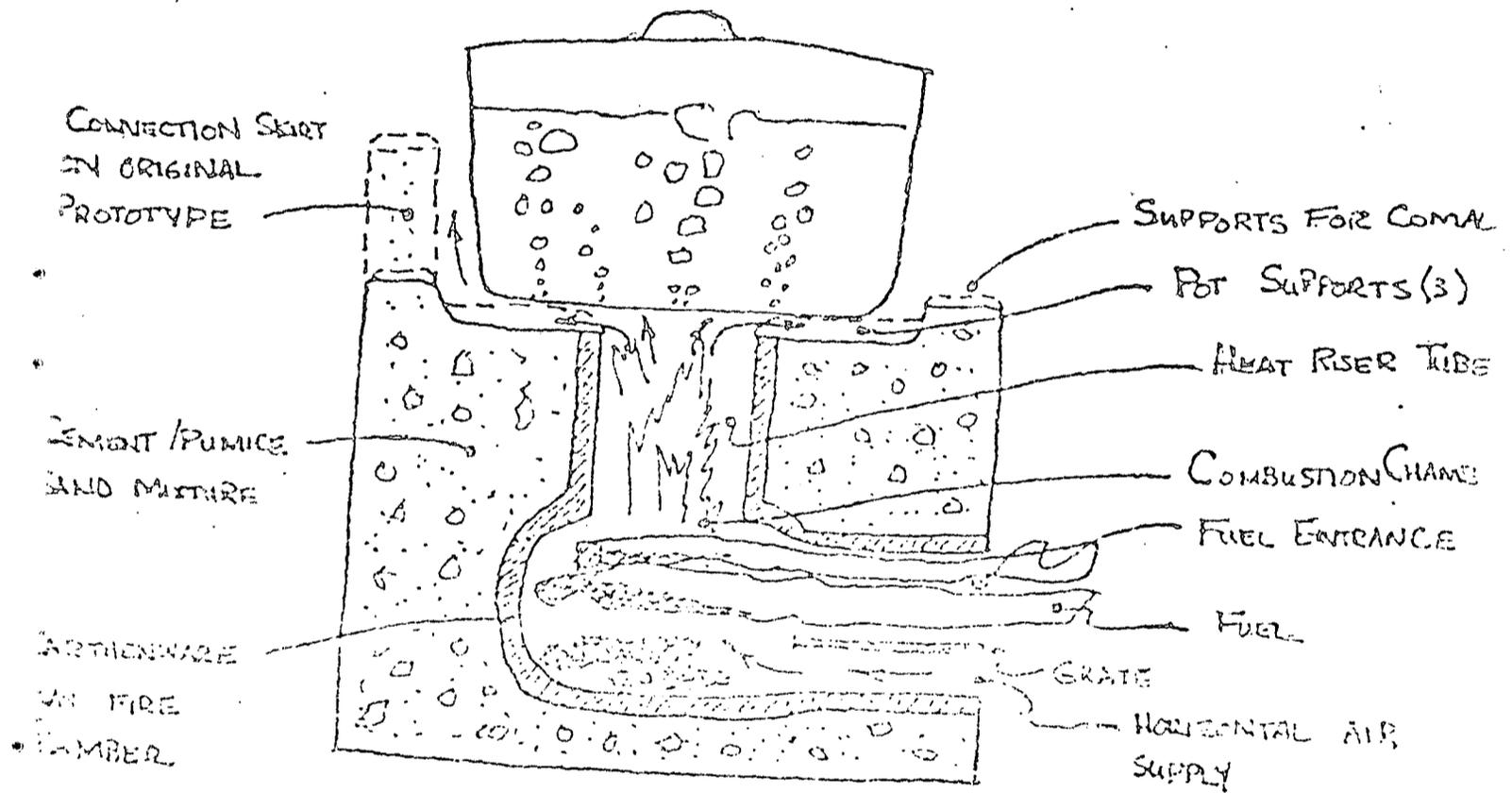
disposición de las piezas

piezas escala: 1/75 1/125 agosto 1984

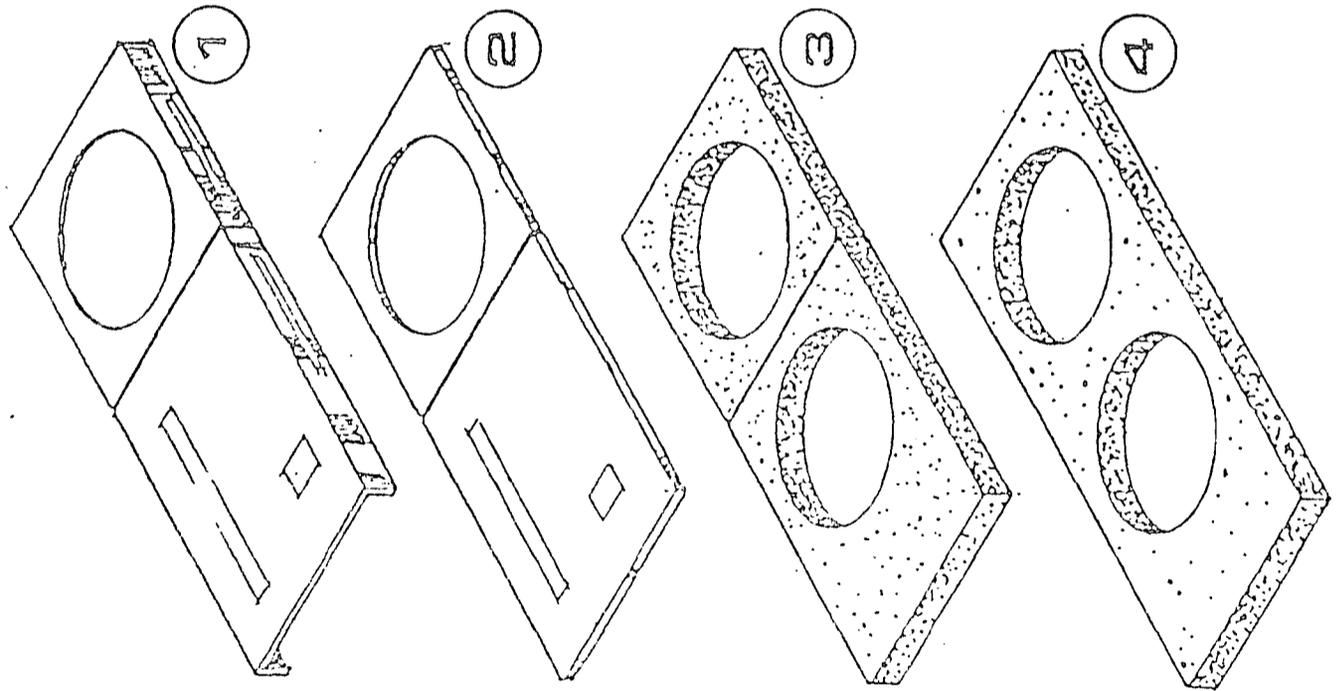
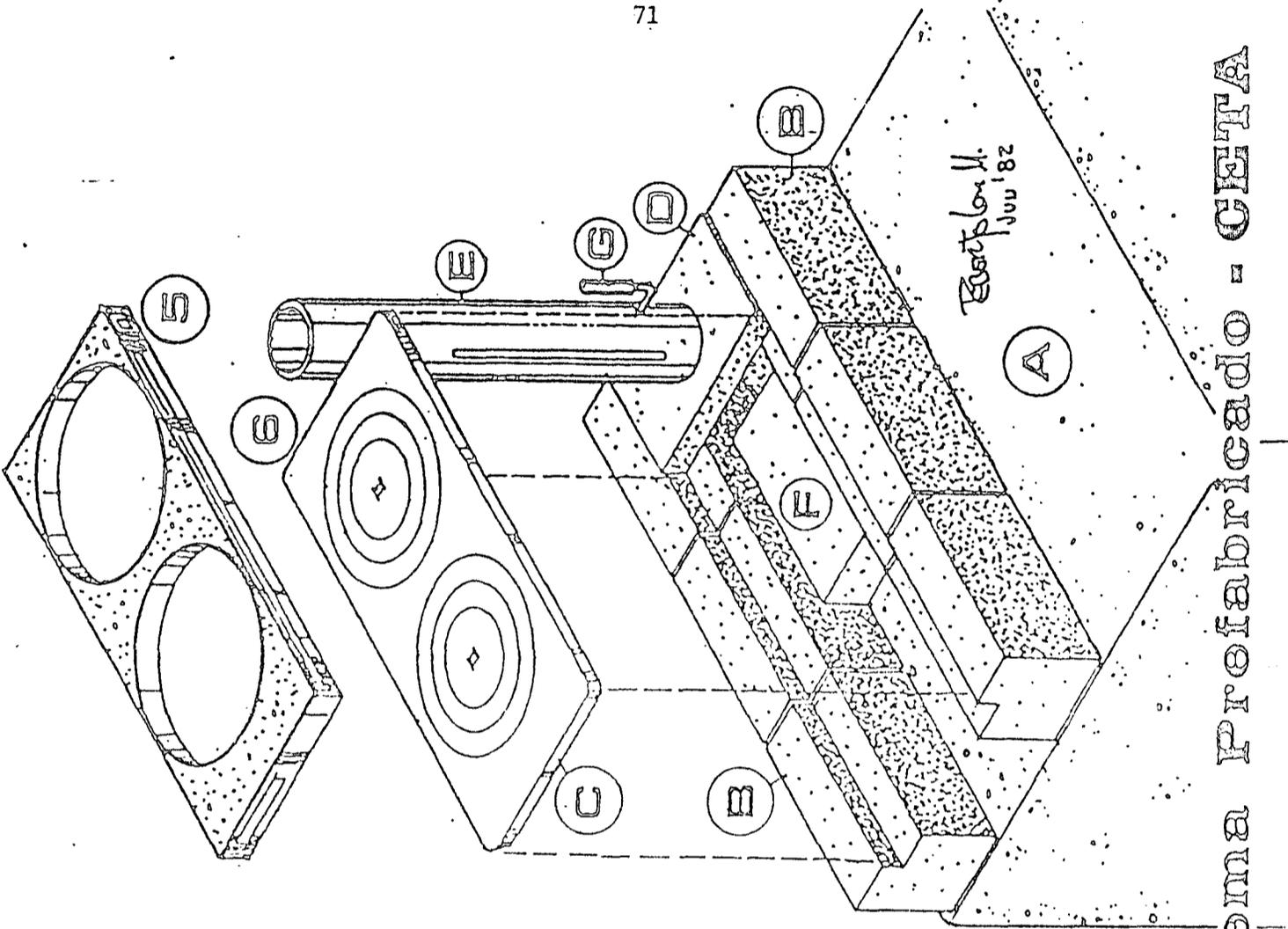
dibujo.

1/9

# THE ROCKY STOVE



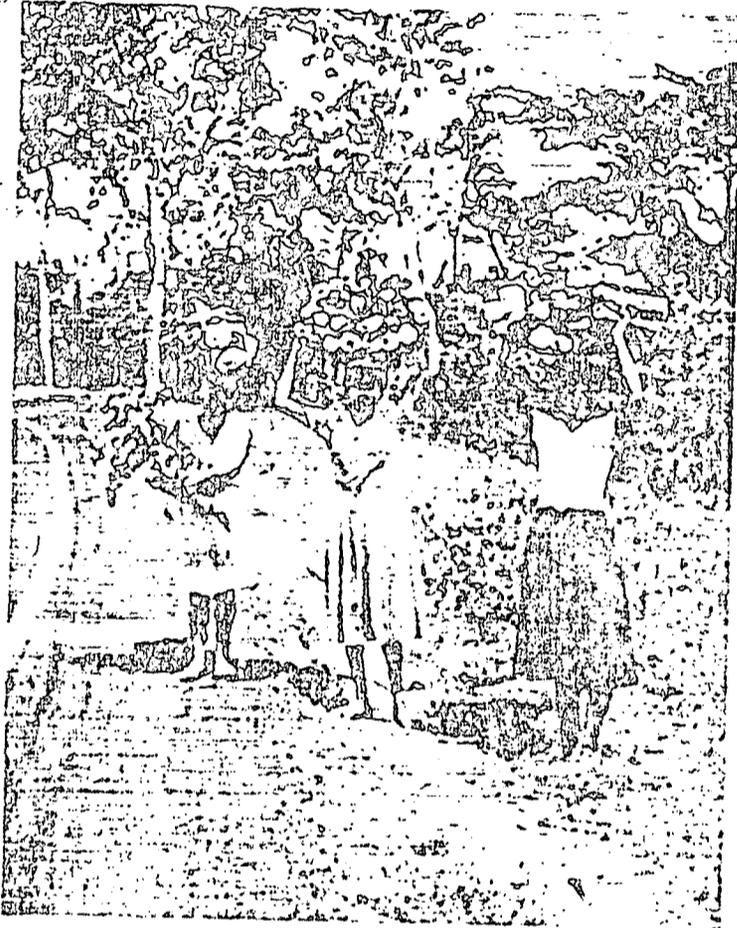
SCALE 1:5



LAMINA I Sistema Prefabricado - CETA

Anexo 4

FOTOS DE RECOLECCION, ALAMACENAJE Y USO DE LA LEÑA



Mujeres del área urbana llevando leña para sus cocinas recorren distancias de hasta 6 Km para conseguirla.

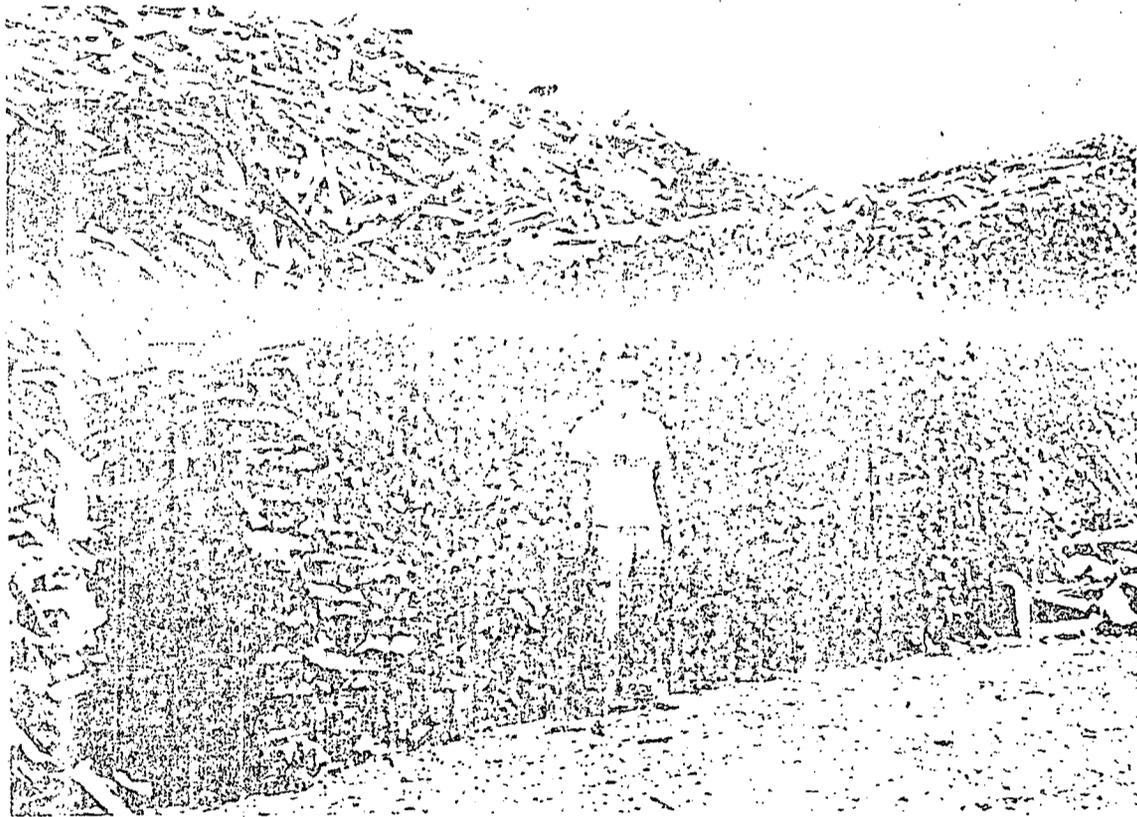


Transporte de leña utilizando animales, en los alrededores de la Ciudad de Guatemala.

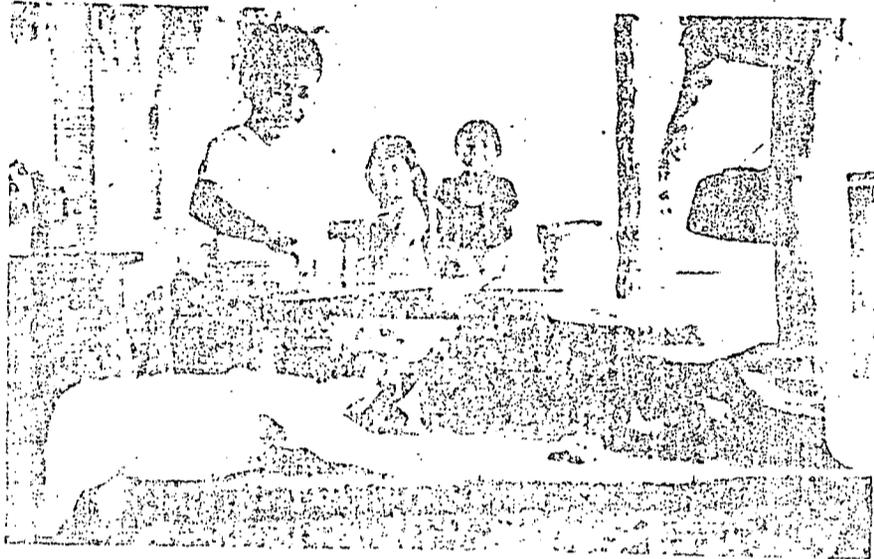




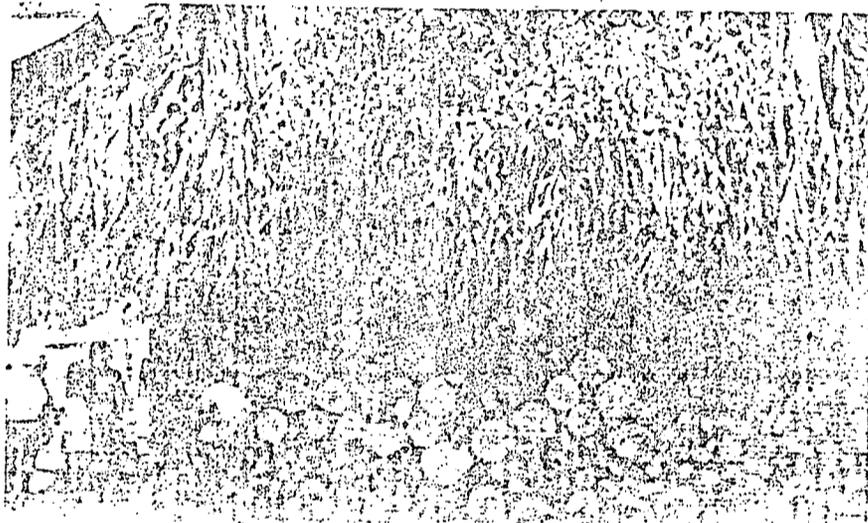
Indigenas colectando leña de pequeñas dimensiones a la orilla de la carretera.



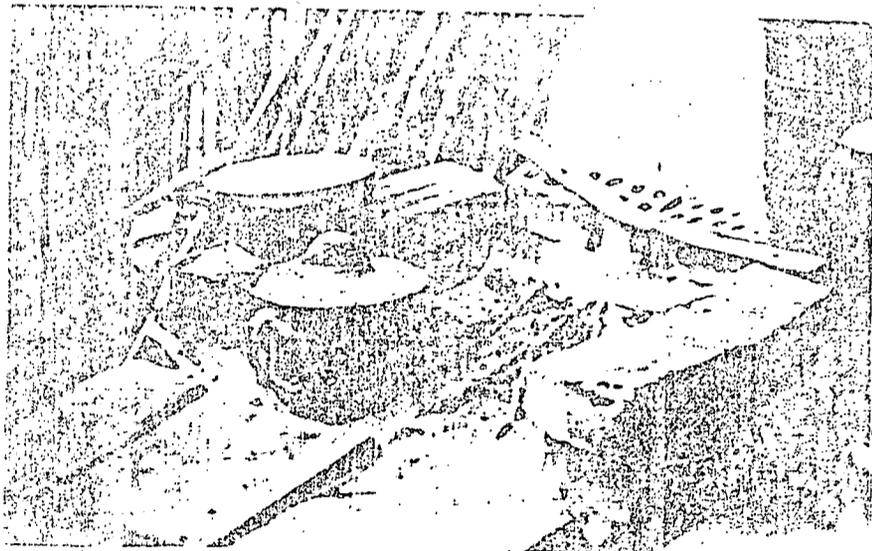
Depósito de leña gruesa para venta en la Ciudad de Guatemala.



Tipo de fogón comúnmente llamado poyo para cocinar.



Leña apilada para consumo familiar.

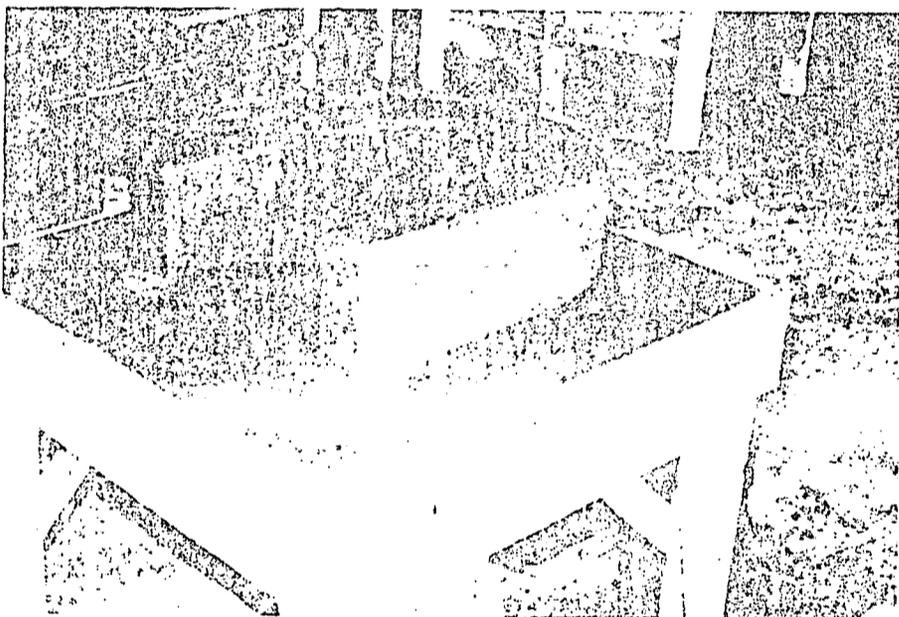


Leña de pequeñas dimensiones en fogón de área rural.

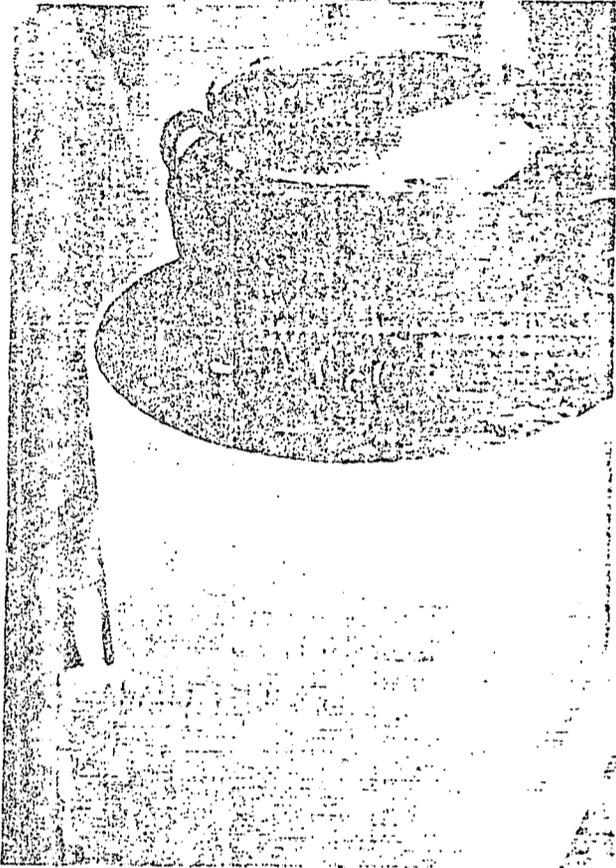




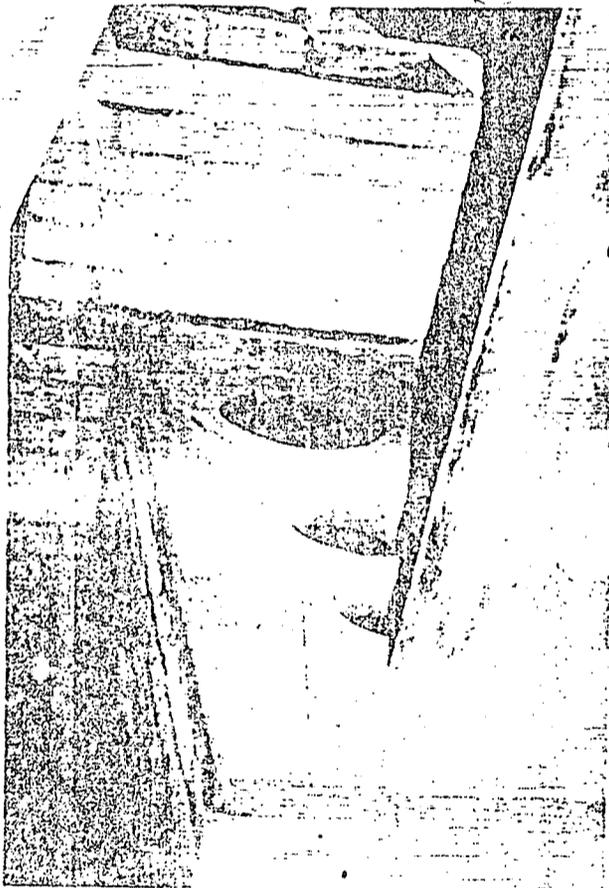
ESTUFA GHANA



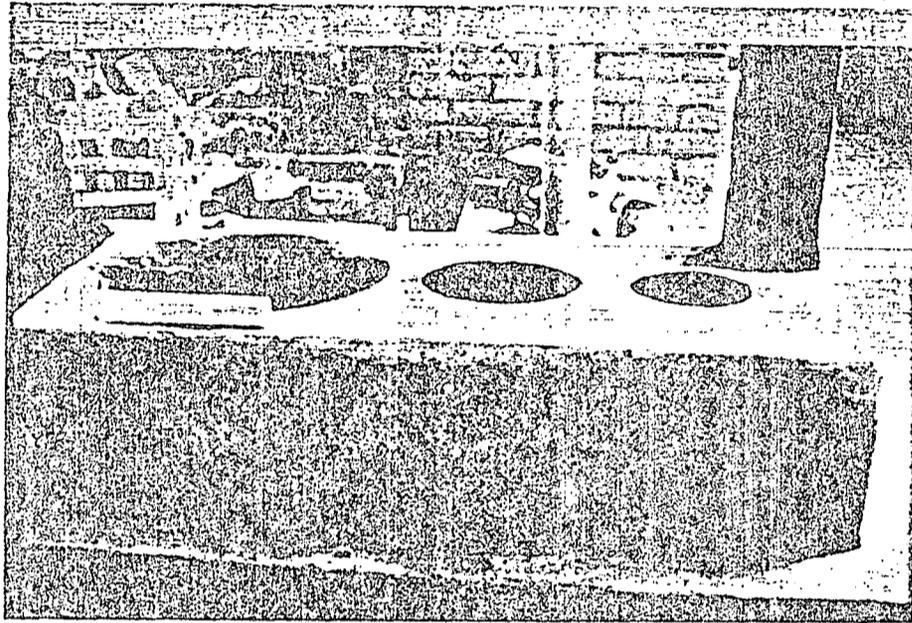
FOGÓN EN "U"



ESTUFA DE BALÍ



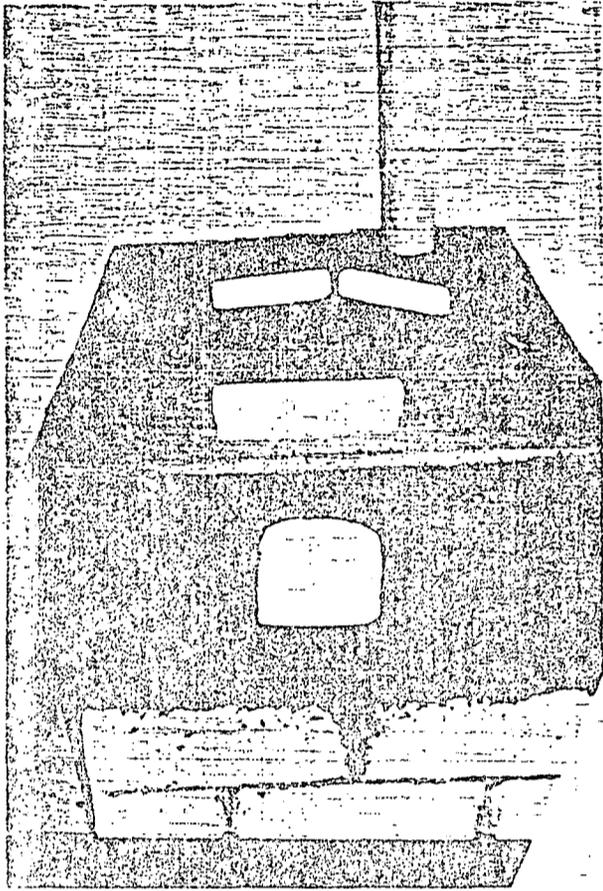
ESTUFA DE JAVA



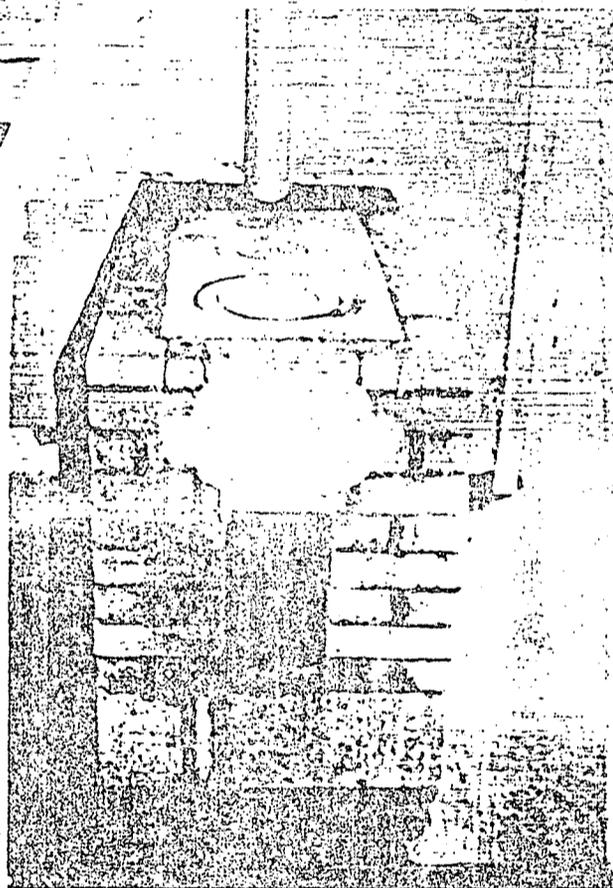
ESTUFA SINGER



ESTUFA DE SIGUANTEPEQUE



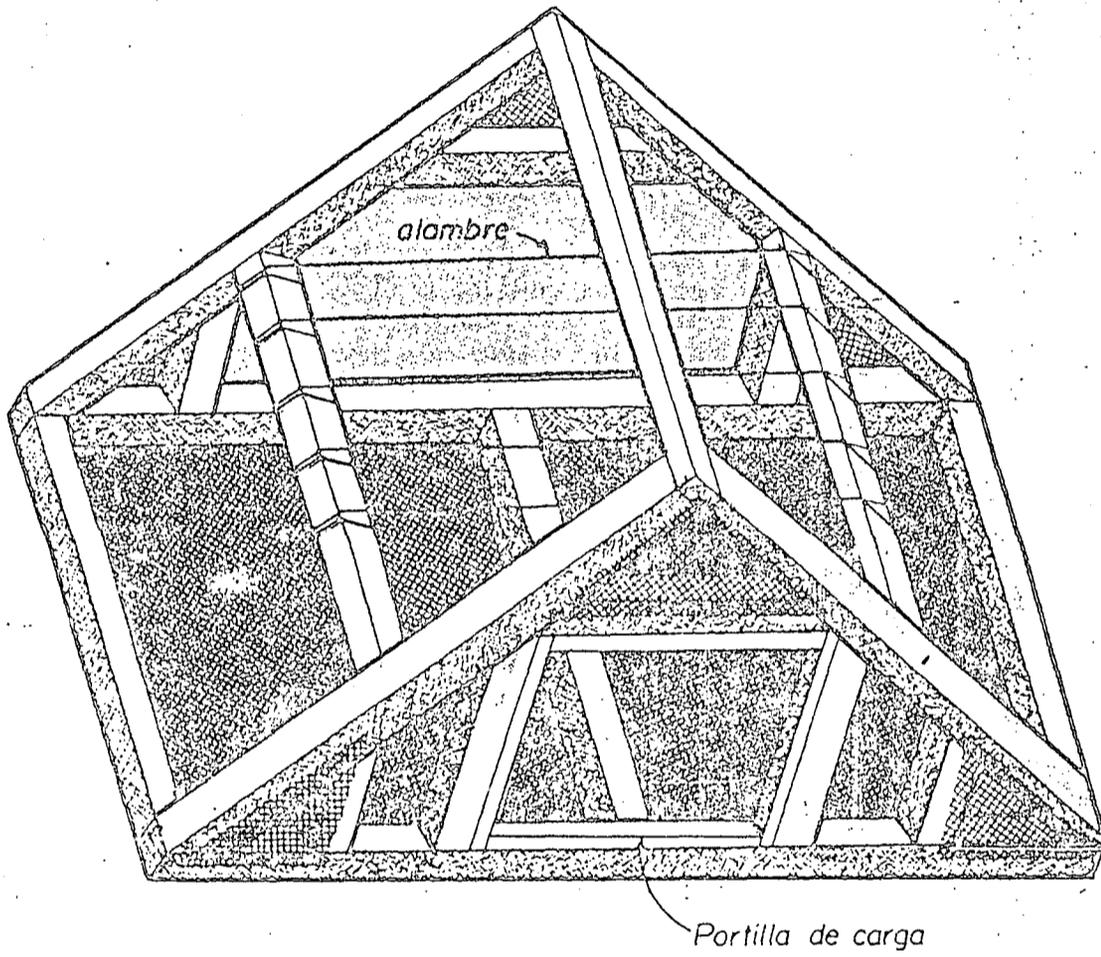
ESTUFA LORENA



ESTUFA DE PLANCHA

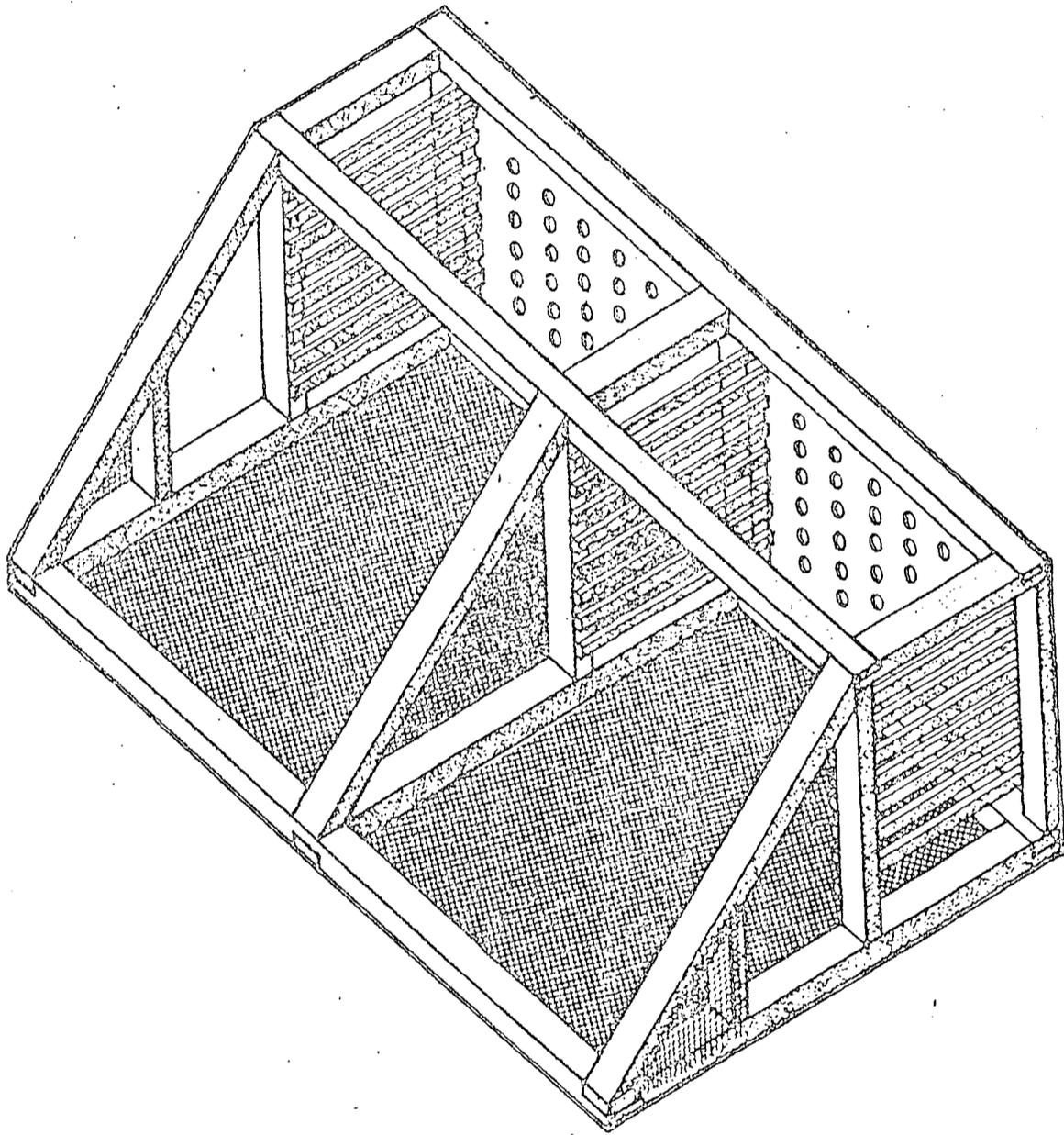
Anexo 5

SECADORES SOLARES DESARROLLADOS POR EL ICAITI



### Modelo Carpa

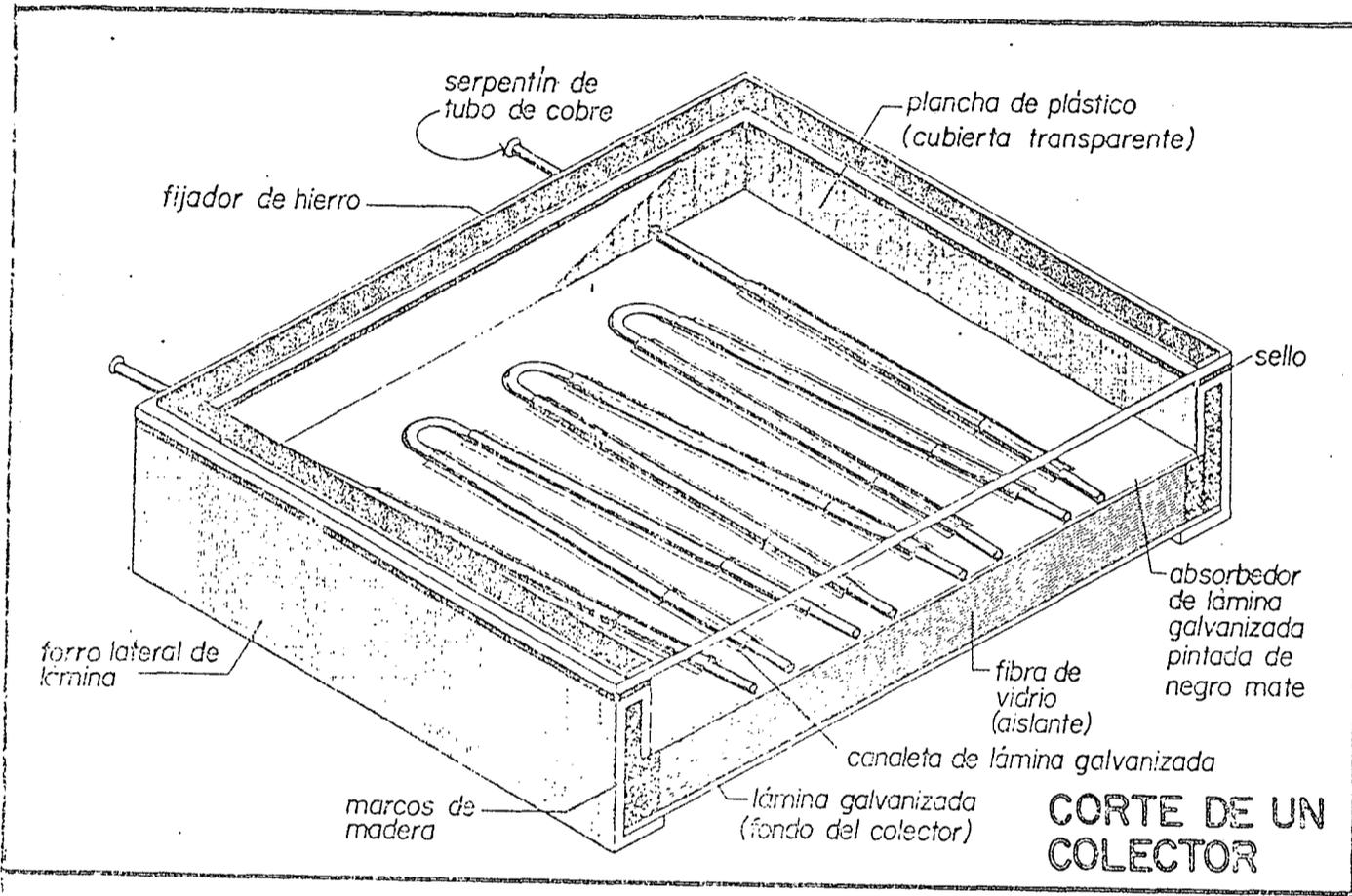
No se indican las reglillas, para mayor claridad



Modelo Wengert

Anexo 6

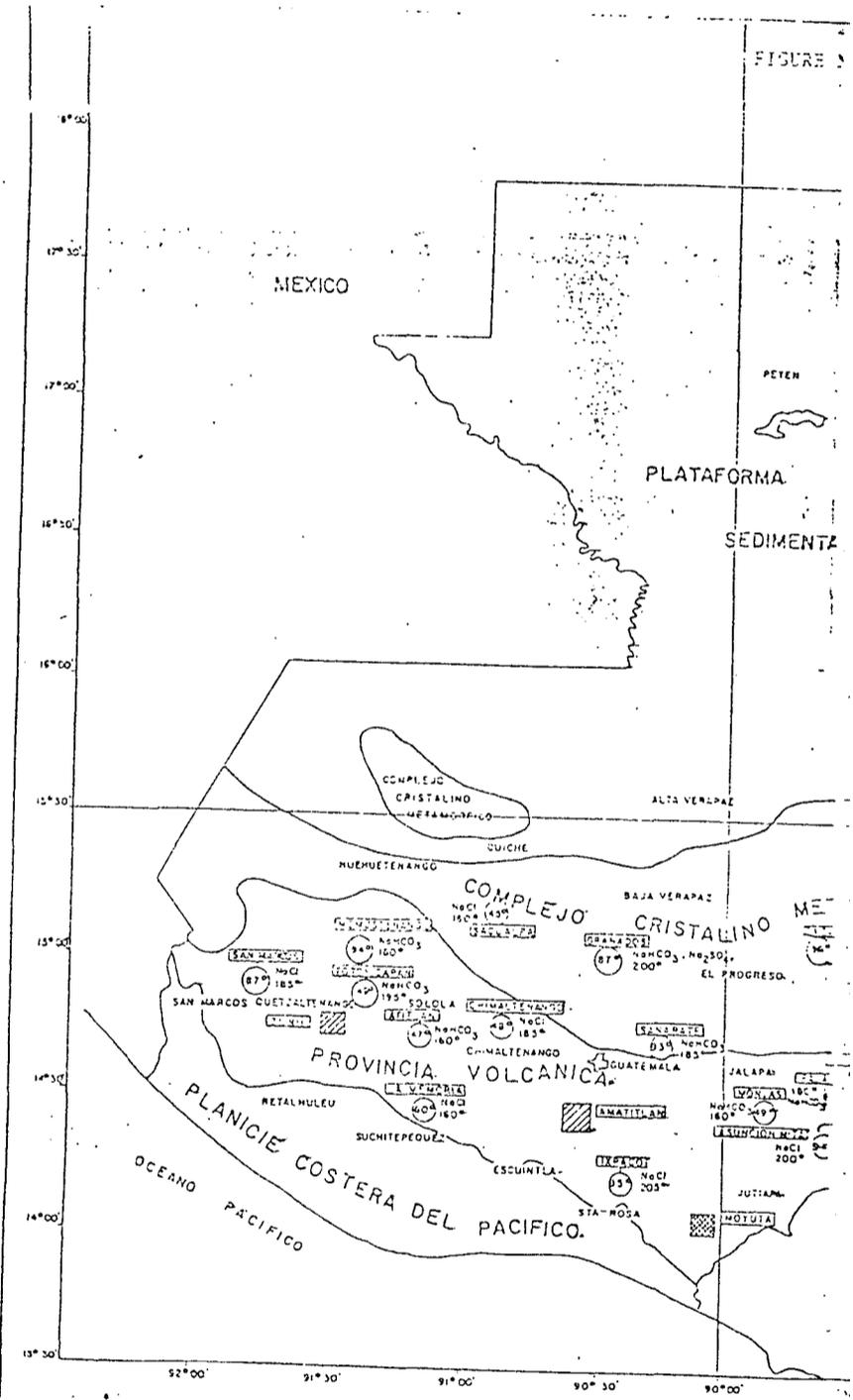
COLECTOR SOLAR PLANO DESARROLLADO POR EL ICAITI

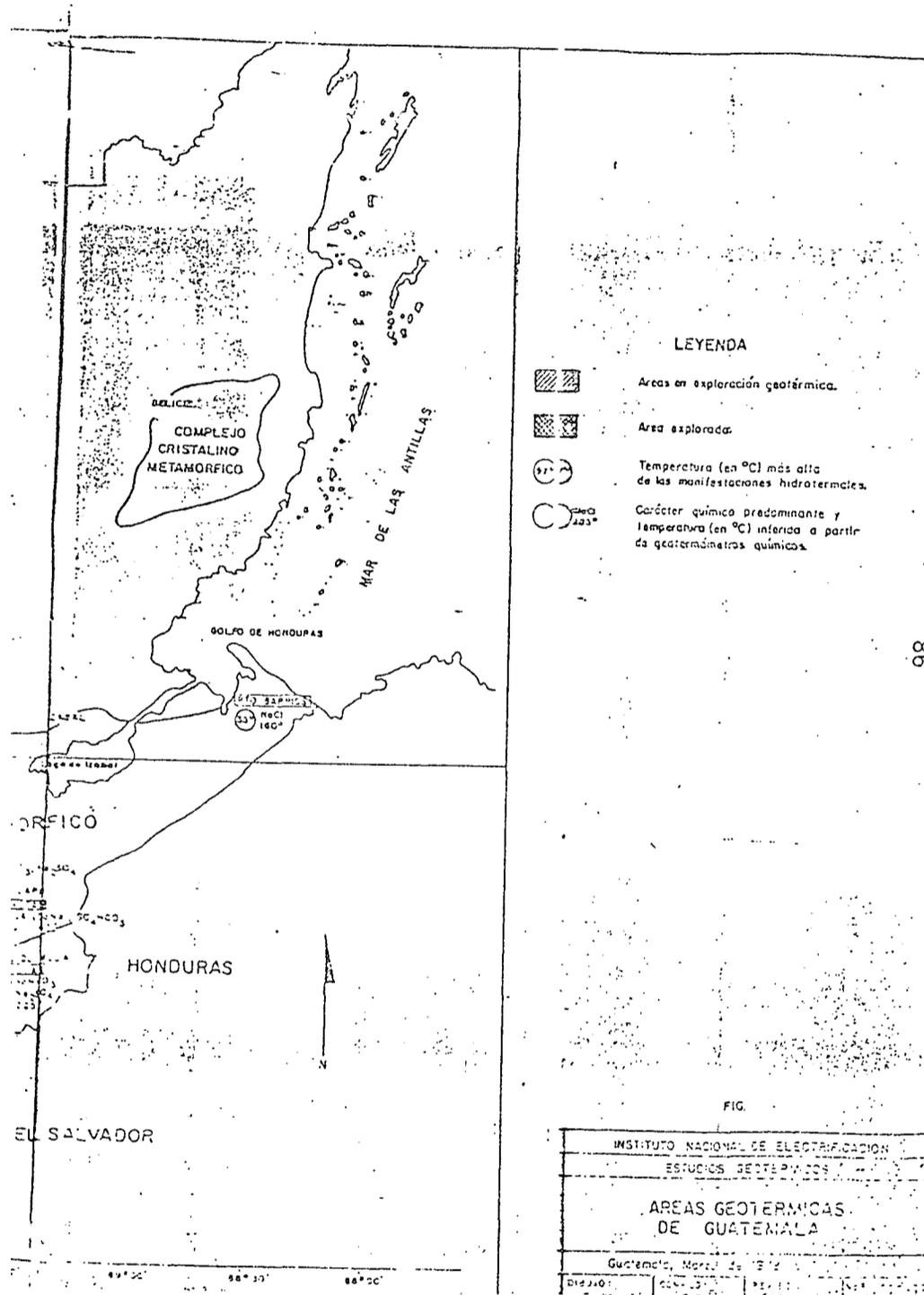


Anexo 7

AREAS GEOTERMICAS DE GUATEMALA

BIOLOGIA NAZIONALE AMBAS MEXICO





Anexo 8

EVALUACION ECONOMICA DE UNA DESTILERIA DE ALCOHOL\*  
FUNCIONANDO CON MELAZAS Y  
VAPOR GEOTERMICO

LABORATORIO DE LOS ALAMOS - 1986

---

\* La destilería es de 120 000 litros/día y funciona 320 días al año.

## 1. COSTO DE INVERSION

---

	<u>Millones de dólares</u>
<u>Total</u> (initial investment)	<u>6.2</u>
Process equipment and auxiliary	1.6
Civil works, building and structure	0.7
Plants installation	0.7
Project engineering and administration	0.3
Start-up	0.3
Contingencies	0.6
Fixed investment	4.2
Working capital	2.0

---

## 2. COSTO DE PRODUCCION

	Miles de dólares
<u>Total</u>	<u>9 433</u>
<u>Production</u>	<u>8 569</u>
Raw materials <sup>a/</sup>	6 900
Indirect materials	100
Fuels and lubricants	100
Electric power	432
Steam <sup>b/</sup>	275
Repairs and maintenance	200
Labor hand	40
Fringe benefits	12
Fixed capital depreciation	210
Technical assistance	100
Insurance and taxes	200
<u>Administration</u>	<u>158</u>
Salaries	36
Fringe benefits	12
Fixed capital depreciation	10
General expenses	100
<u>Distribution and sales</u>	<u>466</u>
Wages and salaries	12
Fringe benefits	4
Travel expenses	25
Advertising and others	25
<u>Financing</u>	<u>640</u>
Interests and commissions, fixed capital <sup>c/</sup>	340
Interests and commissions, working capital <sup>d/</sup>	300

a/ 9 x 10<sup>6</sup> galones de melaza superior a 0.4 dólar/galón. y

11 x 10<sup>6</sup> galones de melaza a 0.3 dólar/galón.

b/ 3 dólares/10<sup>6</sup> Btu (geotérmico)

c/ 11%/año; 10 años

d/ 15%/año, 5 años.

Anexo 9

LISTA DE PERSONAS CONSULTADAS

## SEGEPLAN:

Arquitecto Hermes Marroquín,  
Secretario General del Consejo Nacional de  
Planificación

## MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS:

Ing. Rolán Castillo Contoux, Ministro  
Lic. Mario Funes, Viceministro  
Ing. Rolando Yon Siu, Director General  
Fuentes Nuevas y Renovables de Energía (DGFNRE)  
Todo el personal de la DGFNRE

## PROYECTO PNUD GUA/81/002:

Dr. Félix Betancourt, Experto principal  
Ing. Carlos Mancilla  
Ing. Carlos Moscoso

## INAFOR:

Ing. Rodríguez, Subgerente  
Ing. Efraín Sosa, Director de Manejo Forestal  
Ing. José Antonio Zúñiga, Director de Desarrollo  
Ing. Francisco Arreola  
Ing. Guillermo Detlefsen

## INDE:

Ing. Germán Obiols

## ICAITI:

Ing. Gil  
Ing. Augusto Recino  
Ing. David Helm (Cuerpo de Paz).

BIBLIOTECA NACIONES UNIDAS MEXICO

