

Distr.  
RESTRINGIDA

LC/MEX/R.82  
3 de noviembre de 1987

ORIGINAL: ESPAÑOL

---

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

NICARAGUA: PROPUESTAS PARA EL DESARROLLO DE LAS FUENTES  
DE ENERGIA NUEVAS Y RENOVABLES

87-11-230

## INDICE

	<u>Página</u>
Presentación	1
I. Organización institucional del subsector leña	3
1. Consideraciones generales	3
2. Objetivos	4
3. Actividades	5
II. Fomento del ahorro y de la sustitución de la leña en áreas urbanas	6
1. Consideraciones generales	6
2. Objetivos	7
3. Actividades	8
III. Satisfacción de las necesidades básicas en el medio rural por sistemas fotovoltaicos	9
1. Consideraciones generales	9
2. Objetivos	10
3. Actividades	11
IV. Generación eléctrica por gasógenos en aserraderos	12
1. Consideraciones generales	12
2. Objetivos	13
3. Actividades	13
Cuadros	15
Diagramas	23

## PRESENTACION

Este trabajo forma parte de la asesoría que, con el apoyo del Gobierno de Francia, brinda la Subsección de la CEPAL en México a los países del Istmo Centroamericano en materia de fuentes de energía nuevas y renovables. Se basa esencialmente en los resultados del documento: Nicaragua: Diagnóstico de las Fuentes de Energía Nuevas y Renovables y del Uso Racional de la Energía, (IC/MEX/R.81), del 9 de septiembre de 1987.

El trabajo consta de cuatro capítulos. En el primero se propone organizar el subsector leña a nivel institucional de manera que se instrumente una política integral en el subsector. En el segundo se sugiere la creación de fondos rotativos para sustituir paulatinamente en las zonas urbanas las cocinas de leña de baja eficiencia por estufas mejoradas y cocinas de queroseno. En el tercer capítulo se propone satisfacer algunas necesidades básicas del medio rural nicaraguense por sistemas solares fotovoltaicos. Finalmente, en el cuarto capítulo se presenta un proyecto de uso de gasógenos en varios aserraderos.

## I. ORGANIZACION INSTITUCIONAL DEL SUBSECTOR LEÑA

### 1. Consideraciones generales

La leña constituye uno de los mayores problemas energéticos de Nicaragua. Este recurso representa casi la mitad del consumo neto total de energía en el país y se estiman en 30 millones de dólares las ventas anuales de este producto (véase el cuadro 1). Mientras se estima que dos tercios de la población del país todavía emplean este recurso para la cocción de alimentos, existe un serio desbalance entre la oferta y la demanda de este combustible en la zona densamente poblada del Pacífico. Sin embargo, cabe destacar que no se cuenta en Nicaragua con una institución que cubra de manera integral la problemática de la leña, a nivel de estudios, preparación y ejecución de proyectos y formulación de políticas nacionales en el sector.

En la actualidad tres ministerios distintos, el Ministerio de Industria (MIND), el Ministerio del Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (MIDINRA) y el Instituto Nicaraguense de Energía (INE), tienen actividades en el sector de la leña.

El Ministerio de Industria actúa en el campo de la leña a través de la Corporación Forestal del Pueblo (CORFOP), que a su vez controla dos tercios del capital de la compañía Combustibles Sólidos de Nicaragua, S.A. (COMSONICSA). CORFOP se dedica esencialmente a fomentar proyectos de aprovechamiento integral del bosque y, más recientemente, de plantaciones forestales. En este marco, está por instalarse una planta eléctrica de 6 MW en Zelaya Norte para producir la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de un aserradero y de una fábrica de plywood.

Por su parte, el Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA) es el organismo de MIDINRA a cargo de los proyectos forestales, incluyendo las plantaciones energéticas (por ejemplo las de TIMAL). IRENA controla también un tercio del capital de COMSONICSA. Esa empresa fue creada en 1983 para la producción y la comercialización de carbón vegetal; desde 1987 también produce y comercializa leña, esencialmente para satisfacer las necesidades de la ciudad de Managua. Cabe mencionar que en la actualidad sólo cubre más del 10% de los requerimientos de carbón de leña de la capital y una parte ínfima de su demanda de leña.

En cuanto al INE, se ha dedicado en los últimos años a evaluar el consumo de leña en el país y a llevar a cabo proyectos piloto susceptibles de

disminuir su consumo, por ahorro (estufas mejoradas) o por sustitución (fabricación de briquetas de rastrojo de algodón). También ha llevado a cabo un proyecto de desarrollo de gasógenos para el bombeo de agua y el transporte.

En los últimos años, la mayor parte del esfuerzo en el campo de la leña en Nicaragua se ha enfocado hacia el establecimiento de plantaciones energéticas, con resultados generalmente satisfactorios desde el punto de vista de productividad en el caso de plantaciones experimentales inferiores a 20 hectáreas, pero desfavorables para cultivos industriales (TIMAL).

Conviene mencionar también la existencia de una comisión forestal que agrupa a IRENA, INE y CORFOP. Se reúne periódicamente para definir los lineamientos de una política de la leña que tome en cuenta tanto los aspectos agrícolas como forestales y energéticos. Sin embargo, opera estrictamente como un órgano consultor y no tiene la capacidad de ejecutar proyectos multidisciplinarios.

Esta situación en el ámbito institucional explica parcialmente los resultados poco alentadores de los últimos años en cuanto al alivio a las presiones sobre los bosques: en la zona del Pacífico, se están acabando los últimos bosques vírgenes o semivírgenes y las plantaciones realizadas en los últimos años únicamente han representado el 3% de la deforestación. Por otra parte, los esfuerzos tendientes a difundir el uso de cocinas mejoradas o la sustitución de la leña por otros combustibles han sido hasta ahora muy escasos.

Es indudable que las limitaciones de carácter institucional constituyen uno de los más graves obstáculos para el desarrollo efectivo de una política integral de la leña. Los objetivos, estructura y tamaño de un organismo responsable de poner en práctica una política integral de la leña deberían ser proporcionales a la importancia del problema, para poder así armonizar las actividades de siembra, explotación y uso final del recurso.

## 2. Objetivos

Los objetivos de este proyecto son:

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

b) Promover la revisión y la actualización de las políticas forestales y de mercadeo vigentes;

c) Contribuir a establecer un sistema apropiado de información y planificación, para facilitar y mejorar el proceso de toma de decisiones del sector, y

d) Capacitar al personal para llevar a cabo una política integral de la leña.

### 3. Actividades

Entre las actividades del proyecto se encuentran las de:

a) Formular nuevas políticas y leyes, funciones institucionales y objetivos;

b) Preparar estudios regionales y nacionales sobre los aspectos institucionales de la problemática de la leña;

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

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

## II. FOMENTO DEL AHORRO Y DE LA SUBSTITUCION DE LA LEÑA EN AREAS URBANAS

### 1. Consideraciones generales

En los últimos decenios, los centros urbanos han crecido de manera acelerada, superando el incremento de la población nacional. Aumentó así la presión 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. Por ejemplo, el abastecimiento de leña de la ciudad de Managua proviene de lugares alejados de la capital como la Cordillera de los Maribios (más de 60 km).

Gran parte de la degradación de la cobertura vegetal refleja la dependencia continua a que están sujetas las ciudades 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 financieros que permitan un cambio de uso de combustible, los recursos leñosos disponibles se han agotado en un radio de varios kilómetros o varias decenas de kilómetros alrededor de estos centros de consumo.

De los 290,000 hogares urbanos existentes, se estima que 129,000 recurren todavía a la leña para la cocción de alimentos (véase el cuadro 2). Por otra parte, sólo el 12% de los hogares consumidores de leña cocinan con fuego cerrado; los demás utilizan fuegos abiertos o fogones con una eficiencia energética de uso final que varía entre 6% y 13%, según el tipo de fuego.

Un programa de estufas mejoradas, de tipo Lorena, Chula, Singer y Piedra Cantera, llevado a cabo conjuntamente por el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) y el INE, ha permitido construir 74 de éstas en el medio rural (véase el cuadro 3). En la mayoría de los casos los usuarios consideran que estas estufas han permitido un ahorro sustancial de leña para la cocción de sus alimentos. Sin embargo, éste programa se ha basado esencialmente en la difusión de estufas de autoconstrucción en el medio rural. Esto ha limitado considerablemente su mayor divulgación, debido tanto a la ausencia de estandarización de las mismas como a la lentitud del proceso de difusión.

Al respecto, cabe mencionar que se han desarrollado en Centroamérica cocinas mejoradas estandarizadas para corregir los problemas de las

autoconstruidas y responder a la demanda urbana. Se cuentan entre ellas la cocina prefabricada CETA de bloques de concreto, dos hornillas y chimenea, y la cocina de bloque de concreto ROCKY de una hornilla y chimenea (véanse los diagramas 1 y 2), cuyo precio es de 10 a 12 dólares. Estas cocinas consumen aproximadamente dos veces menos leña que las estufas de fuego abierto.

Por otra parte, las ventas de leña en áreas urbanas se estimaron en 20 millones de dólares, o sea el 68% de las ventas totales en Nicaragua en 1986 (véase de nuevo el cuadro 1). Considerando los precios vigentes en agosto de 1987 (250 córdobas/kg para la leña, 99.3 córdobas/kg para el gas LP y 300 colones/galón para el queroseno), en términos de poder calorífico y de uso final (considerando unas eficiencias energéticas del 8% y del 50% para fogones de leña, estufas de gas y de queroseno, respectivamente) la leña resultaba 40 veces más cara que el gas licuado y el queroseno, en tanto que el precio de estos dos últimos combustibles era comparable. Estas diferencias se deben esencialmente al muy alto porcentaje de subsidio de los derivados del petróleo para su venta interna en el país.

Los hogares urbanos siguen consumiendo leña en tales condiciones debido a: i) la frecuente escasez de derivados de petróleo; ii) la costumbre, y iii) el costo de inversión inicial necesario para cambiar de combustible (100 dólares para una estufa de gas sin horno y un cilindro, y 20 dólares para una estufa de queroseno).

## 2. Objetivos

Los objetivos del proyecto son:

i) Proteger los recursos forestales aprovechados indiscriminadamente para el abastecimiento de leña de los centros urbanos;

ii) Mejorar el nivel de vida de los estratos más desfavorecidos de las poblaciones urbanas consumidoras de leña;

iii) En una primera etapa, promover el uso de estufas mejoradas en los centros urbanos, y

iv) En una segunda etapa, promover la desaparición paulatina del consumo de leña en los centros urbanos nicaraguenses, substituyendo éste de preferencia por queroseno, debido a sus menores costos de distribución y sobre todo, de su uso final.



### 3. Actividades

Las actividades del proyecto son:

a) Crear un fondo rotativo de promoción de cocinas mejoradas para los 113,000 hogares urbanos donde se cocina con fuego abierto o fogones. Tal fondo podría ser manejado por fabricantes de cocinas prefabricadas. Para sustituir la totalidad de estas cocinas en tres años, se requeriría fabricarlas a un ritmo de 3,100 por mes. Considerando que el tiempo de retorno de la inversión es de aproximadamente tres meses, convendría conceder un préstamo de 12 dólares por familia reembolsables a razón de 4 dólares mensuales. Se requeriría de un fondo inicial de 74,400 dólares ya que, a partir del segundo mes, éste estaría financiado por los reembolsos del préstamo;

b) Crear paralelamente un fondo rotativo de promoción de estufas de queroseno de mecha (véanse los diagramas 3 y 4) en sustitución de las 129,000 cocinas de leña utilizadas en hogares urbanos. Tal fondo podría ser manejado por fabricantes de estufas de queroseno. Para sustituir la totalidad de éstas en 12 años, se necesitaría distribuir 900 por mes, y

c) Promover en los centros urbanos, por los medios de comunicación más adecuados, el uso de cocinas de leña mejoradas y de estufas de queroseno.

### III. SATISFACCION DE LAS NECESIDADES BASICAS EN EL MEDIO RURAL POR SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

#### 1. Consideraciones generales

Las necesidades sociales básicas de las poblaciones rurales están poco y mal satisfechas en la actualidad. En las zonas poco accesibles o donde existen dificultades para introducir tecnología moderna, la carencia de energía convencional ha representado un serio obstáculo para desarrollar los servicios sociales; es difícil que esta situación cambie en el futuro sin el uso de nuevas fuentes de energía, generalmente descentralizadas. Las necesidades energéticas asociadas a estos servicios son crecientes y consideradas prioritarias por las políticas de desarrollo nacional en los sectores de salud e higiene (centros médicos rurales), educación (alumbrado, televisión educativa) y desarrollo cívico y social (radio, televisión, telecomunicaciones).

Las necesidades energéticas ligadas al desarrollo de estos servicios:

a) No tienen actualmente ningún impacto significativo sobre el aprovechamiento energético de los países en términos de divisas y de toneladas equivalentes de petróleo, ni repercuten directa e inmediatamente sobre la productividad y el empleo;

b) Están actualmente mal cubiertas o atendidas por soluciones energéticas convencionales;

c) Constituyen un componente necesario para la adecuada prestación de servicios básicos, indispensables a su vez para el desarrollo de las zonas aisladas y poco favorecidas, y para facilitar la permanencia de sus poblaciones en condiciones socioeconómicas satisfactorias, y

d) Constituyen un campo privilegiado de aplicación de las fuentes de energía nuevas y renovables (FENR).

Estos requerimientos energéticos, aun medidos individualmente en unidades que varían desde algunos watts hasta centenares, permiten satisfacer servicios básicos en el medio rural menos favorecido.

En 1983, sólo el 46% de la población era servida por la red eléctrica nacional, el 48% era analfabeta, el 83% no contaba con servicio público de agua y sólo existían 0.5 médicos y 20 camas por cada 10,000 habitantes, esencialmente en las urbes.

Por otra parte, Nicaragua recibe una radiación solar anual que varía de 1,400 a 1,985 kWh/m<sup>2</sup>, según las diversas regiones (véase el cuadro 4). A título de comparación, los países que reciben la radiación anual más elevada en el mundo, alcanzan cifras del orden de 2,200 kWh/m<sup>2</sup>. La variación mensual de la radiación global diaria no excede el 15% de la radiación promedio en la regiones pobladas del centro y del Pacífico, lo que significa una excelente uniformidad durante el año. Se puede concluir, por lo tanto, que Nicaragua dispone de un excelente potencial solar durante el año, con un grado satisfactorio de distribución geográfica.

En esas condiciones, los sistemas fotovoltaicos podrían producir 1 kWh a un costo de 1.5 a 2 dólares, según el tamaño del equipo y el nivel de radiación solar. Por consiguiente, serían únicamente competitivos para sustituir pilas (telecomunicaciones, iluminación), recargar baterías (televisores) o sustituir pequeñas plantas eléctricas, inferiores a 1-5 kW (bombeo de agua, refrigeración).

Existe, aparentemente, un mercado potencial importante para satisfacer las necesidades básicas (salud, bombeo de agua, telecomunicaciones, iluminación) de las poblaciones aisladas, en el marco de programas sociales y de desarrollo rural integrado.

## 2. Objetivos

El objetivo de este proyecto es el de integrar el componente energía en los programas de desarrollo social destinados al medio rural (salud, telecomunicaciones, educación) que lo requieren específicamente. Se trata de programas bajo la supervisión de los ministerios sectoriales, llevados a cabo, de preferencia, conjuntamente con asociaciones y cooperativas de desarrollo y fomento locales.

El proyecto consistiría en equipar casas comunales con un sistema fotovoltaico que genere la electricidad requerida para el funcionamiento de una refrigeradora (para la conservación de vacunas y medicamentos), de un televisor (para la recepción de programas de educación a distancia), un radioteléfono, iluminación y una bomba de agua, según las necesidades de la comunidad. En un primer análisis, el conjunto de todos estos equipos (sin bomba de agua) costaría aproximadamente 8,500 dólares y permitiría aportar, a una comunidad de cien personas, un mínimo de comodidad (véase el cuadro 5).

Su ejecución precisa de una buena coordinación entre los ministerios sectoriales correspondientes.

### 3. Actividades

Para lograr estos objetivos, se proponen las actividades siguientes:

- i) Identificar, con los ministerios sectoriales operando en el medio rural, los programas existentes o los futuros susceptibles de abarcar un componente energético a base de sistemas fotovoltaicos;
- ii) Determinar, conjuntamente con las entidades responsables de esos proyectos y programas, las necesidades básicas que deberían satisfacerse a la brevedad posible;
- iii) Diseñar uno o varios modelos de sistemas fotovoltaicos que satisfagan estas necesidades, y
- iv) Desarrollar una estructura técnica local que permita asegurar la instalación y el mantenimiento mínimo de estos sistemas.

#### IV. GENERACION ELECTRICA POR GASOGENOS EN ASERRADEROS

##### 1. Consideraciones generales

En 1983, sólo el 46% de la población era servida por la red eléctrica nacional, esencialmente en las urbes. Por lo tanto, numerosas comunidades y fincas debían satisfacer sus necesidades eléctricas de baja a mediana potencia (25 a 250 kW, típicamente), recurriendo a plantas eléctricas diesel.

Tales requerimientos corresponden tanto a la demanda residencial (alumbrado sobre todo y, en menor medida, refrigeración) como a una de carácter productivo: riego y primera transformación de los productos de la actividad agrosilvícola. La buena prestación de estos servicios condiciona el mejoramiento del nivel de vida de estas poblaciones y, consecuentemente, su desarrollo legítimo y su permanencia en el campo. Sin embargo, las dificultades de abastecimiento en combustibles convencionales importados repercuten adversamente sobre el buen funcionamiento de estas plantas aisladas. Además, el alto costo de importación de estos combustibles afecta el presupuesto nacional (como en el caso actual del otorgamiento de importantes subsidios), o el presupuesto local (si el consumidor final pagará el costo real de estos combustibles).

En estas regiones donde no existe déficit de leña (en toda la región del Atlántico y parte de la región central), este combustible, utilizado en un gasógeno, constituye una alternativa atractiva de sustitución del diesel.

Desde 1983, el INE, con el apoyo del Gobierno de Suecia, ha instalado tres gasógenos: los dos primeros de carbón de leña para bombeo de agua y transporte (sobre una pick-up) y el último de leña para el bombeo de agua. Estos proyectos piloto han permitido la capacitación de técnicos del INE sobre las tecnologías de gasificación de leña y carbón vegetal.

Por otra parte, CORFOP está manejando seis aserraderos (en Ocotal, Puerto Cabezas, Nueva Guinea, Forcita y dos en Bluefields) que requieren de potencias eléctricas compatibles con la gama de gasógenos existentes en el mercado y con la ventaja adicional de contar con el combustible (la leña) en el lugar mismo donde se encuentran instaladas las plantas eléctricas. Cabe señalar que de una manera general, la valorización energética in-situ de desechos agrosilvícolas favorece siempre su factibilidad técnicoeconómica.

## 2. Objetivos

Los objetivos de este proyecto son:

- i) Demostrar la factibilidad técnicoeconómica de satisfacer las necesidades eléctricas de aserraderos con gasógenos, funcionando estos de preferencia con leña;
- ii) Eliminar la dependencia en combustibles importados y transportados hasta lugares aislados de estos aserraderos;
- iii) Disminuir los costos de funcionamiento de los aserraderos, y
- iv) Realizar una primera operación de predifusión de esta tecnología en condiciones a priori atractivas antes de emprender su mayor difusión.

## 3. Actividades

Para lograr estos objetivos, se proponen las actividades siguientes:

- i) Realizar un estudio de factibilidad en cada uno de los aserraderos para definir sus necesidades de electricidad, la cantidad y calidad del combustible disponible (leña o eventualmente carbón de leña) y el nivel de capacitación de los técnicos;
- ii) Determinar el tipo (marca, potencia, combustible) de gasógeno mejor adaptado a las condiciones particulares, tomando en cuenta la posibilidad de conversión de plantas de diesel existentes;
- iii) Asegurar la capacitación técnica de personal a cargo de la operación de los gasógenos, e
- iv) Instalar el seguimiento apropiado de su funcionamiento durante un año mínimo.

CUADROS

Cuadro 1

NICARAGUA: VOLUMENES DE VENTA DE LEÑA Y  
CARBÓN DE LEÑA, 1986

	Consumo (miles de t)	Porcentaje comprado	Precio promedio a/ (miles de córdobas/t)	Ventas	
				(millones de córdobas)	(millones de dólares) b/
<b>Total</b>				<b>38 200</b>	<b>29.4</b>
Leña	1 786	53.9	37	35 600	27.4
Industrial	171	95	25	4 060	-
Residencial	1 615	49.6	39.5	31 600	-
Urbano	472	85	54	21 600	-
Rural	1 143	35	25	10 000	-
Carbón de leña	23.2	100	111	2 580	1.98
Industrial	5.2	100	100	560	-
Residencial	17.6	100	115	2 024	-

Fuente: CEPAL, sobre la base de los cuadros 7 y 9 y estimaciones propias.

a/ Precios promedio a mediados de 1986.

b/ Al cambio paralelo vigente a mediados de 1986.



Cuadro 2

## NICARAGUA: CONSUMO RESIDENCIAL DE LEÑA, 1986

	Población			Diario b/ (kg/hab-día)	Consumo		
	Miles de hab.	%	Consumidora a/ de leña (%)		Miles de t	Total	%
<b>Total</b>	<b>2.740</b> c/	<b>100</b>	<b>66.2</b>	<b>2.44</b>	<b>1.615</b>	<b>5.010</b>	<b>100</b>
<b>Pacífico</b>	<b>1.720</b>	<b>63</b>	<b>62.5</b>	<b>2.33</b>	<b>914</b>	<b>2.830</b>	<b>57</b>
Urbana d/	980	36	40	1.70	243	754	15
Rural	740	27	92	2.70	671	2.080	42
<b>Centro</b>	<b>895</b>	<b>33</b>	<b>69.5</b>	<b>2.6</b>	<b>590</b>	<b>1.830</b>	<b>3</b>
Urbana d/	510	19	50	2.0	186	580	12
Rural	385	14	95	3.02	404	1.250	25
<b>Atlántico</b>	<b>127</b>	<b>4.6</b>	<b>79</b>	<b>3.0</b>	<b>110</b>	<b>341</b>	<b>6.8</b>
Urbana d/	72	2.6	65	2.5	43	133	2.7
Rural	48	2	99	3.87	67	208	4.1

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y estimaciones propias.

a/ Estimación en ausencia de datos estadísticos recientes.

b/ Estimación basada en datos del IRENA-CATIE-ROCAP, Diagnóstico socioeconómico sobre el consumo y producción de leña en fincas pequeñas de Nicaragua, 1981, y del INE.

c/ Suponiendo que se mantuvo igual a 1980; datos de MINVAR/DSU; 1982.

d/ 57% de la población total.

Cuadro 3

## NICARAGUA: CENSO DE ESTUFAS MEJORADAS INALTALADAS POR TIPO

	Lorena	Chula	Singer	Piedra cantera
<u>Total</u>	<u>19</u>	<u>17</u>	<u>21</u>	<u>17</u>
La Laguna/El Tule	5	2	3	-
Puerto Morazán	5	5	5	-
Apompúa/La Palma	2	3	4	-
Nandayosi	1	-	2	17
Posoltega	6	7	7	-

Fuente: ICAITI, Estudio sobre la introducción y adopción de estufas economizadoras de leña en cinco comunidades de Nicaragua, 1986

Cuadro 4  
NICARAGUA: RADIACION SOLAR, 1985  
(kWh/m<sup>2</sup>-día)

	Chinandenga	El Rama	Managua	Ocotital	San Carlos
<u>Total a/</u>	<u>1 950</u>	<u>1 400</u>	<u>1 985</u>	<u>1 940</u>	<u>1 650</u>
Enero	4.16	3.68	5.41	4.87	4.49
Febrero	5.47	4.01	5.46	4.87	4.94
Marzo	5.95	5.02	6.20	5.97	5.94
Abril	5.97	5.15	6.14	5.76	6.10
Mayo	4.98	5.03	6.17	5.70	5.56
Junio	5.13	2.67	5.21	5.47	3.52
Julio	5.86	2.72	5.40	5.42	3.33
Agosto	5.68	3.14	5.43	5.84	3.61
Septiembre	5.42	3.81	5.40	5.95	4.27
Octubre	5.07	3.82	4.99	4.98	4.57
Noviembre	5.23	3.63	4.77	4.79	4.03
Diciembre	5.15	3.37	4.70	4.27	3.47
Desviación mensual máxima	0.85(16%)	1.24(32%)	0.75(14%)	0.85(16%)	1.39(31%)

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras del INE.  
a/ En kWh/m<sup>2</sup>-año.

Cuadro 5

## EJEMPLO DE UN PAQUETE FOTOVOLTAICO PARA UNA CASA COMUNAL

Aparato	Potencia (watts)	Operación diaria (horas)	Consumo diario (Wh)	Potencia pico sistema fotovoltaico (W-pico)	Costo aproximado <i>a/</i> (dólares)
<u>Total b/</u>			<u>530</u>	<u>170</u>	<u>8 500</u>
3 luces fluorescentes	3 x 10	3	90	30 <i>c/</i>	500
1 televisión B & N <i>d/</i>	30	3	90	30 <i>c/</i>	1 500
1 refrigeradora 60 l <i>e/</i>	60	5	300	100 <i>c/</i>	3 500
1 radioteléfono	30	3	100	30 <i>c/</i>	3 500
1 bomba de agua <i>f/</i>	1 400	5 <i>g/</i>	7 000	1 400	20 000

Fuente: CEPAL, elaboración propia.

*a/* Incluye costo del aparato, de baterías (salvo para bomba de agua), regulador de carga, módulos fotovoltaicos, soportes y cables.

*b/* No incluye la bomba de agua.

*c/* Suponiendo que 1 W pico instalado genera 3 Wh/día, o sea una eficiencia del sistema (sin módulos y aparato) de 65%, ya que la radiación diaria promedio es de 4.6 kWh/m<sup>2</sup>.

*d/* Transistorizado.

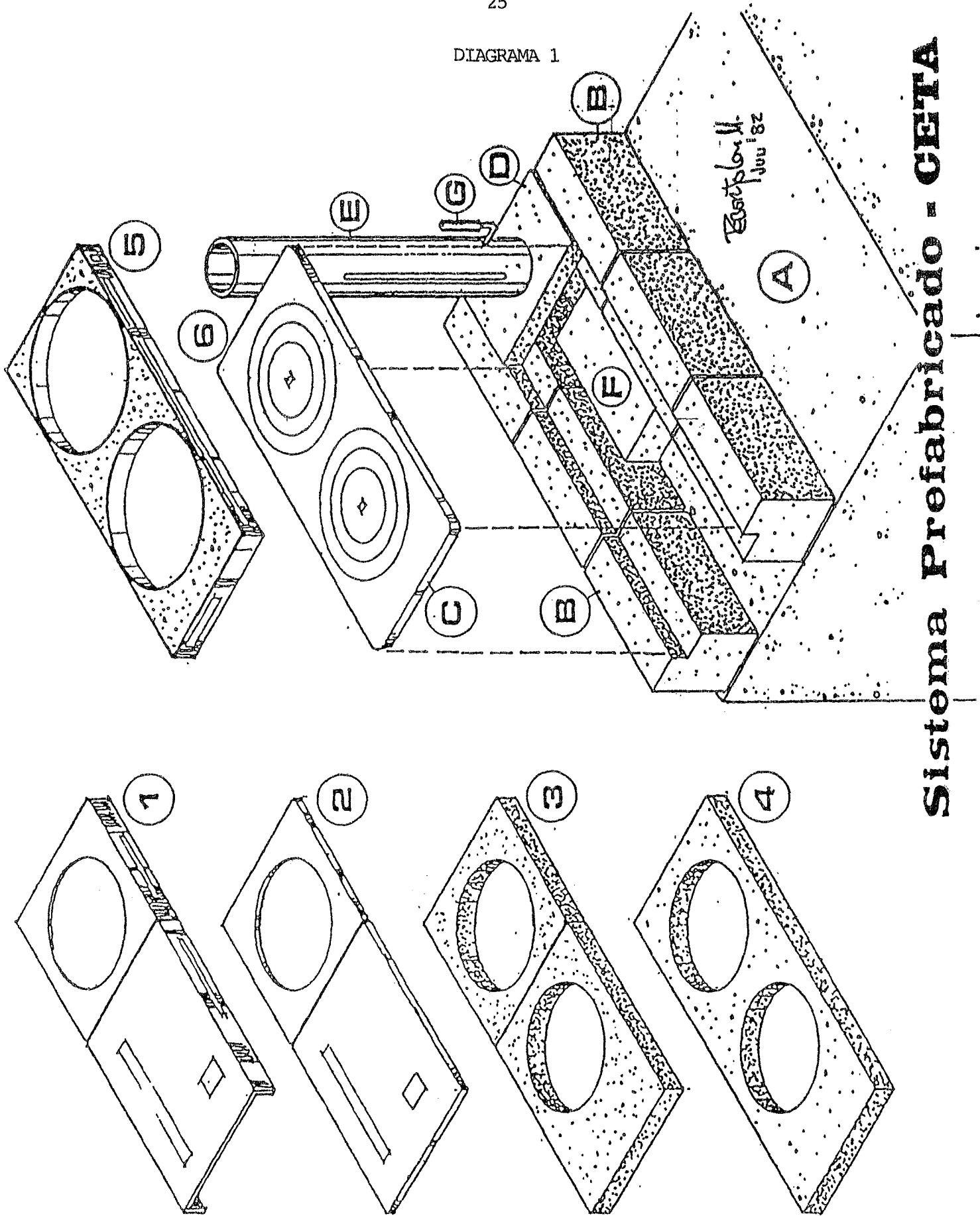
*e/* Diseño especial de bajo consumo (alto aislamiento y apertura horizontal).

*f/* Bombea 40 m<sup>3</sup>/día a 20 m, sin baterías.

*g/* Horas equivalentes a radiación pico. De hecho funciona mientras haya radiación.

DIAGRAMAS

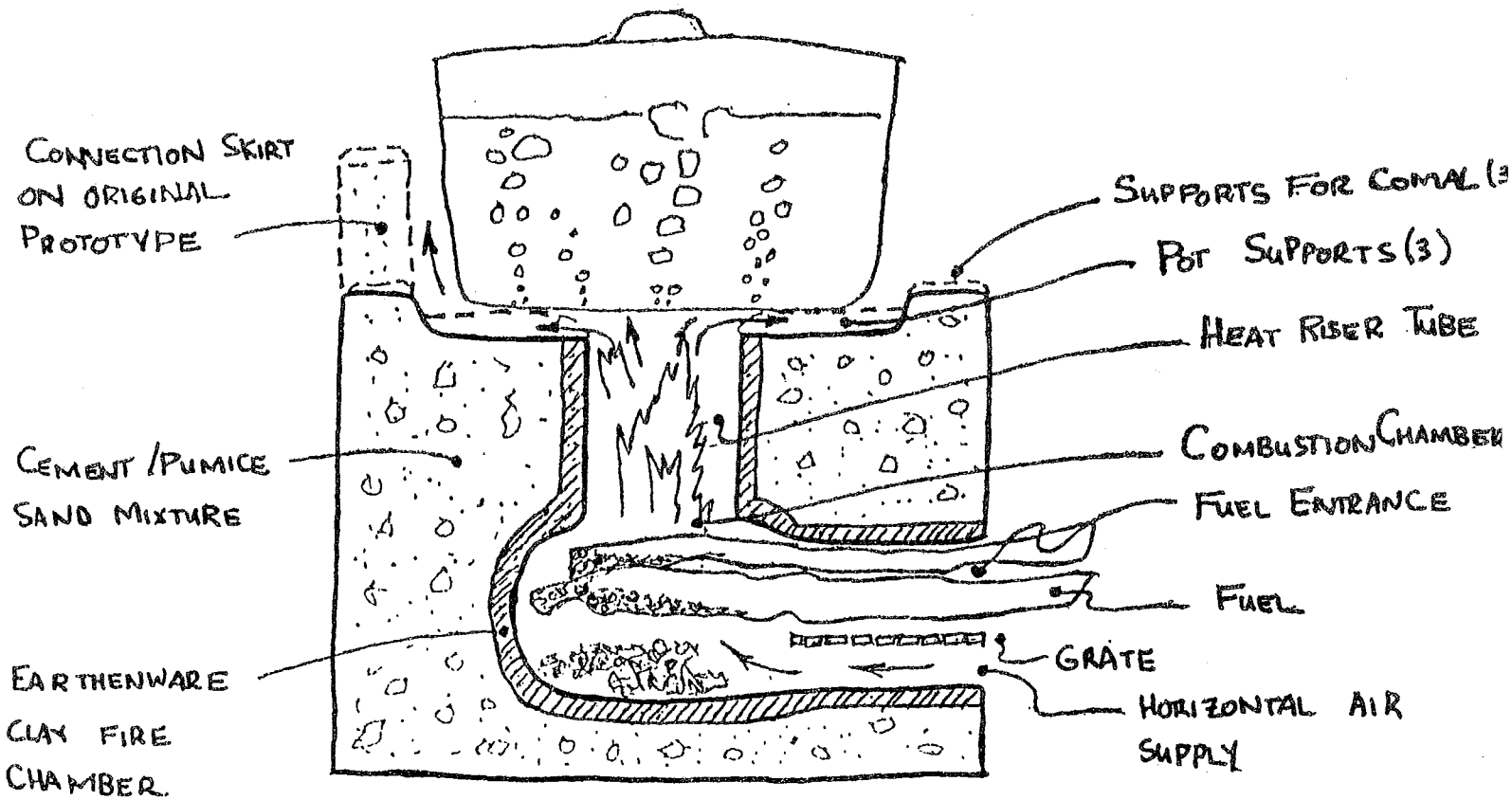
DIAGRAMA 1



Sistema Prefabricado - CETA

DIAGRAMA 2

# THE ROCKY STOVE

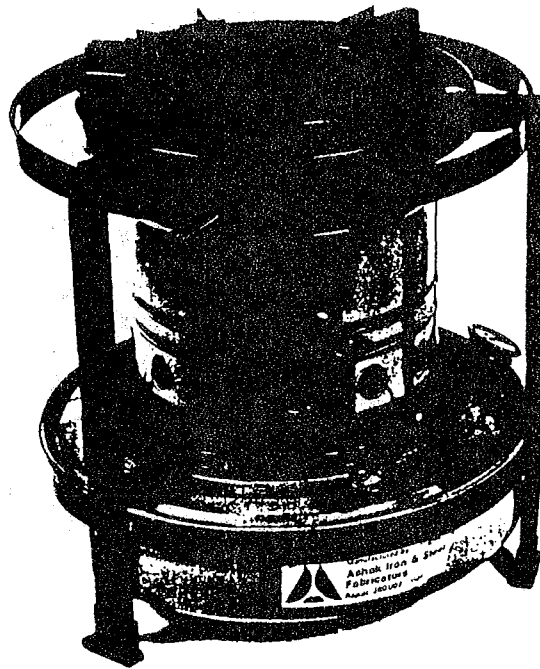


SCALE 1:5

Fuente: National "Rocky" Stove Proposal, agosto/86.

## Diagrama 3

## ESTUFA DE QUEROSENO CON MECHA

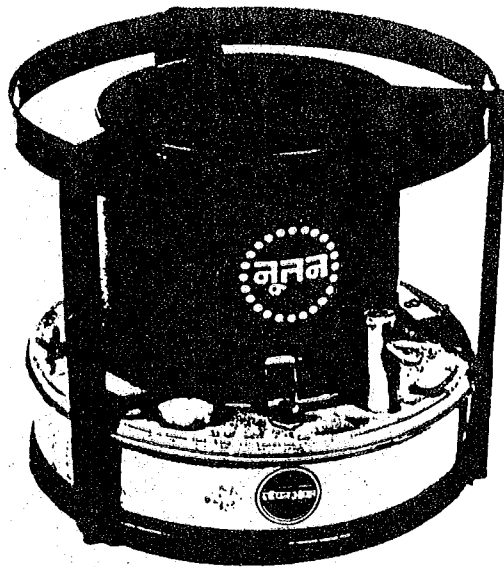


<u>Nombre:</u>	Ashok
<u>Fabricante:</u>	Asok Iron & Steel Fabricators/India
<u>Precio:</u>	12 dólares
<u>Capacidad:</u>	2 kg
<u>Potencia nominal:</u>	1.9 kW
<u>Eficiencia:</u>	48% a 56% según utensilio



## Diagrama 4

## ESTUFA DE QUEROSENO CON MECHA



<u>Nombre:</u>	Nutan
<u>Fabricante:</u>	Indian Oil Corp. Ltd/India
<u>Precio:</u>	7.25 dólares
<u>Capacidad:</u>	1.6 kg
<u>Potencia nominal:</u>	1.2 kW
<u>Eficiencia:</u>	44% a 63% según utensilio