

REVISTA ENERGETICA

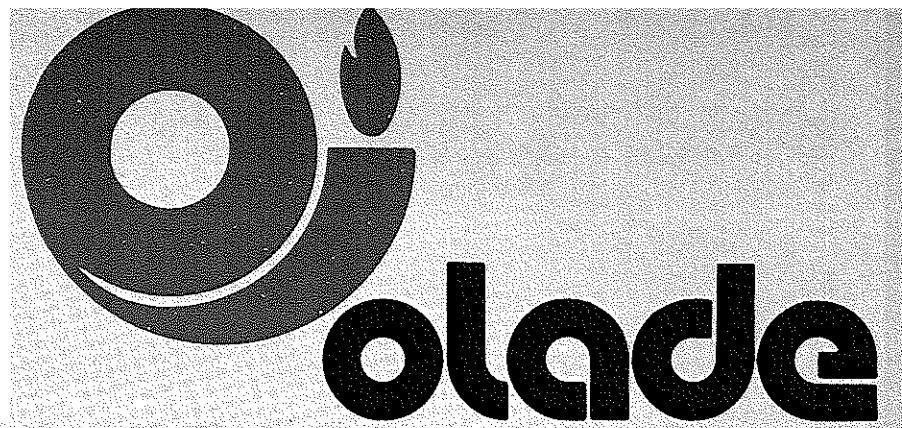
AÑO 6
5/84

Septiembre - Octubre/84
September - October/84



Organización Latinoamericana de Energía
Latin American Energy Organization

BOSQUES PARA LEÑA Y CARBON VEGETAL EN BRASIL **olade** MAN - MADE FORESTS FOR WOOD AND CHARCOAL IN BRAZIL **olade** PERSPECTIVAS ENERGETICAS MUNDIALES: ALGUNAS IMPLICACIONES PARA MEXICO **olade** WORLD ENERGY OUTLOOK: SOME IMPLICATIONS FOR MEXICO **olade** ELECTRIFICACION RURAL RENTABLE **olade** ECONOMICALLY VIABLE RURAL ELECTRIFICATION



AÑO 8

5/84

SEPTIEMBRE - OCTUBRE/84
SEPTEMBER - OCTOBER/84

ORGANO DE DIVULGACION TECNICA
DE LA ORGANIZACION LATINOAMERICANA
DE ENERGA (OLADE)

PERIODICAL FOR DISSEMINATION
OF THE LATIN AMERICAN ENERGY ORGANIZATION

EDITORIAL	5
EDITORIAL	45
BOSQUES PARA LEÑA Y CARBON VEGETAL EN BRASIL	7
MAN - MADE FORESTS FOR WOOD AND CHAR- COAL IN BRAZIL	47
PERSPECTIVAS ENERGETICAS MUNDIALES: ALGUNAS IMPLICACIONES PARA MEXICO	29
WORLD ENERGY OUTLOOK: SOME IMPLICATIONS FOR MEXICO	67
ELECTRIFICACION RURAL RENTABLE	37
ECONOMICALLY VIABLE RURAL ELECTRIFI- CATION	75

Los artículos firmados son de la exclusiva responsabilidad de sus autores y no expresan, necesariamente, la posición oficial de la Secretaría Permanente.

The signed articles are the exclusive responsibility of their authors and they do not necessarily express the official position of the Permanent Secretariat.

REVISTA ENERGETICA es publicada, bimestralmente, por la Secretaría Permanente
de la Organización Latinoamericana de Energía. Casilla 6413 C.C.I., Quito-Ecuador.

REVISTA ENERGETICA is published bimonthly by the Permanent Secretariat of the
Latin American Energy Organization, P. O. Box 6413 C.C.I., Quito - Ecuador.

EDITORIAL

Difundir los trabajos técnicos que en todas las áreas del quehacer energético latinoamericano adelantan nuestros centros de investigación y los profesionales del sector gubernamental y empresarial, ha sido una tarea con la que mantuvimos un compromiso decidido y permanente que sirviera de aliento a esas labores.

La continuidad en la publicación de esta revista, a lo largo del trienio 81-84, ha permitido irla dotando progresivamente de una mayor calidad en su contenido, lo que le ha generado una aceptación cada vez más amplia.

A falta de una crítica constructiva, que nos permitiera evaluar nuestro trabajo con el propósito de mejorar su presentación y contenido, la responsabilidad del cambio ha sido nuestra.

Contribuir a difundir la valiosa producción científica y tecnológica de la energía, ha sido para mí un orgullo, el mismo que experimento en cada evento nacional, regional e internacional con los que vamos creando confianza y seguridad en la consecución de los logros que nos hemos propuesto.

Al despedirme de nuestros lectores, para dar paso a una nueva gestión en la Secretaría Permanente de OLADE, formulo mis votos por que cada vez sea más intensa la comunicación entre los entes, centros y recursos humanos del sector energético de Latinoamérica y El Caribe, y que ello siente las bases para convertir en acto nuestros anhelos de integración.

Con el cumplimiento de acciones de esta naturaleza consolidamos las vías para hacer realidad el lema con que orientamos la ejecución del PLACE:

**"LOGRAR UN MAYOR GRADO DE AUTOSUFICIENCIA ENERGETICA
CON AUTONOMIA TECNOLOGICA"**

ULISES RAMIREZ OLMO

BOSQUES PARA LEÑA Y CARBON VEGETAL EN BRASIL

**Mauricio Hasenclever Borges y
José Geraldo Rivelli Magalhaes**

FLORESTAL ACESITA S.A.
BELO HORIZONTE - MINAS GERAIS
BRASIL

PROLOGO

Este informe fue preparado por Florestal Acesita S.A., la cual es una subsidiaria de una acería, la Compañía Aceros Especiales Itabira, S.A. (ACESITA), que produce aproximadamente 600,000 toneladas de acero especial por año.

Florestal ACESITA, S.A. (FLORASA) suministra a la acería aproximadamente 1,8 millones de metros cúbicos (450.000 toneladas) de carbón vegetal por año; el 60% de los cuales proviene de sus propias plantaciones de eucaliptos. FLORASA tiene un programa de investigación y desarrollo que involucra la silvicultura, desde la producción de semillas hasta la explotación forestal y el desarrollo de procesos de carbonización, que incluye la recuperación de subproductos.

FLORASA ha sembrado 150.000 hectáreas de eucaliptos, siendo divididas en tres localidades: Jequitinhonha y el Valle del Río Dulce (con 85.000 y 54.000 ha, respectivamente), en el Estado de Minas y Gerais y una zona de 9.000 ha en los Estados de Espírito Santo y Bahía, cerca de la costa.

La compañía matriz, ACESITA, es propiedad del Banco do Brasil S.A., del gobierno brasileño.

El equipo de trabajo responsable del presente informe incluye a:

— Mauricio Hasenclever Borges, Ingeniero Civil Presidente de Florestal ACESITA S.A.

- José Geraldo Rivelli Magalhaes, Ingeniero Forestal Asistente del Director de Producción de Florestal ACESITA S.A.
- Mauro Rodríguez de Almeida, Ingeniero Metalúrgico Asistente del Director de Producción de Florestal ACESITA S.A.
- Rubem Mario de Melo e Souza, Administrador de Empresas.
Gerente del Grupo de Consultoría de Florestal ACESITA S.A.

LA PRODUCCION DE CARBON VEGETAL EN BRASIL

1. INTRODUCCION

Debido a los elevados precios del petróleo y a los crecientes riesgos de continuas perturbaciones en el suministro de este producto, la leña y el carbón vegetal se han convertido en una importante fuente de energía industrial en el Brasil. La siembra de bosques con fines energéticos está tornándose competitiva para otras fuentes, especialmente en aquellos países que carecen de combustibles fósiles. Además, la siembra de bosques y la producción de carbón vegetal se puede realizar utilizando una amplia gama de niveles tecnológicos (desde totalmente manual hasta altamente mecanizado), adecuados para las condiciones económicas y ocupacionales de un determinado país. Para los países en vías de desarrollo, la producción de carbón vegetal a partir de bosques hechos

por el hombre, o de las materias celulósicas recuperadas del despejo de los bosques debido a propósitos agropecuarios y ganaderos, pueden coadyuvar a producir o mantener el empleo en las zonas rurales con un nivel bajo de inversión.

Por muchas décadas, Brasil ha producido carbón vegetal en la industria siderúrgica para su uso. Aproximadamente, 5 millones de toneladas son producidas anualmente a partir de bosques nativos y sembrados. Brasil sembró más de 4 millones de hectáreas de bosques hechos por el hombre con el fin de tener leña, carbón vegetal, celulosa, papel y madera, como se puede apreciar en la Tabla 1.

En Brasil, el carbón vegetal se ha aprovechado principalmente, como un reductor térmico en la industria siderúrgica. Su papel ha sido más prominente durante la última década, ya que debido a los crecientes precios del coque, los cuales han hecho más competitivo al carbón vegetal para la producción de lingotes y se ha incrementado la importancia sobre la detallada atención al uso del carbón y a la producción del reductor térmico, puesto que ésta representa más del 60% del costo total de la producción de lingotes (arrabios).

Un cambio aún más fuerte se ha producido como resultado del incremento mundial en los precios del

TABLA 1
BOSQUES SEMBRADOS EN BRASIL

AÑO	PINOS	EUCALIPTO	ARAUCARIA	OTROS	TOTAL
1976	18.159	13.877	1.729	994	34.759
1968	60.899	30.057	7.330	4.624	102.910
1969	96.798	53.800	7.670	4.115	162.383
1970	119.913	83.609	12.030	6.453	222.005
1971	98.053	129.053	8.080	13.284	248.470
1972	101.060	172.441	7.756	23.090	304.356
1973	86.181	161.132	7.828	39.013	294.154
1974	83.245	188.336	7.530	45.268	324.379
1975	94.222	222.718	6.618	74.282	398.240
1976	107.001	262.337	4.846	95.065	469.249
1977	99.277	194.352	758	52.045	346.432
1978	140.726	228.068	902	42.001	411.697
1979	117.944	282.420	1.332	72.022	473.718
1980	88.650	271.550	200	75.175	435.575
1981	117.160	229.675	350	71.690	418.875
1982	129.069	175.786	740	50.518	356.113
1983	73.565	91.035	230	53.620	218.450
TOTAL	1.558.357	2.699.211	75.929	723.668	5.221.765

* Datos estimados, basados en proyectos autorizados por IBDF (Instituto Brasileño para el Desarrollo Forestal).

petróleo, el cual ha incidido de una manera fuerte y perjudicial sobre la situación comercial del Brasil.

A pesar de muchas iniciativas del sector energético, la política brasileña sobre precios altamente subsidiados para el combustóleo (bunker), efectivamente excluyó al carbón vegetal y a la leña de desempeñar un papel significativo como sustitutos del petróleo importado. Primeramente este subsidio se basó en la creencia de que la industria no respondería a los precios más altos del petróleo por medio de un aumento en uso de energía. Luego en 1979 y 1980 la política energética del gobierno cambió y los precios del combustóleo (bunker) aumentaron aproximadamente al nivel del mercado mundial. Esto abrió las perspectivas de una sustitución económicamente viable del combustóleo (bunker) en la industria, por la leña y el carbón vegetal, desde entonces se ha producido considerable actividad en ese sentido.

Tomando en cuenta únicamente la producción siderúrgica, es interesante notar que entre las alternativas para la producción de arrabios, las que utilizan el carbón vegetal tienen como resultados los menores costos de producción en Brasil, y somos de la opinión que esto será cierto para muchos países en desarrollo

que no tengan un carbón metalúrgico de buena calidad, como en el caso de nuestro país.

2. MAGNITUD DEL USO DE CARBON EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA DEL BRASIL

El carbón vegetal ocupa un lugar importante en la producción nacional de lingotes. La industria siderúrgica del Brasil se basó inicialmente en el carbón vegetal. Paulatinamente pasó al carbón mineral importado. La Tabla 2 muestra la evolución en la producción de arrabios en la década de los 70, tanto al uso del coque como del carbón vegetal. Para tal producción, la tasa de consumo anual que se puede apreciar en la Tabla 3.

Casi todo el carbón vegetal se produjo de la explotación de los bosques naturales, la mayoría de los cuales fueron destruidos debido a la expansión agrícola. Esto se puede observar en la Tabla 3 al analizar la diferencia entre el carbón vegetal comprado y el consumido por acerías integradas, el cual se aproxima al carbón vegetal que proviene de los bosques de eucaliptos. Si se considera una densidad media de 250 kg. de carbón vegetal por metro cúbico, entonces la industria siderúrgica brasileña consumió cerca de 3.9 millones de toneladas en 1980.

TABLA 2
PRODUCCION DE ARRABIOS
(1) x 1.000 TONELADAS

ARRABIOS	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Usando coque	2.327	2.499	2.759	2.827	2.689	3.423	4.141	5.537	6.199	7.282	7.744
Usando carbón vegetal*	1.878	2.187	2.540	2.706	3.157	3.630	4.029	3.843	3.844	4.312	4.941
TOTAL	4.205	4.686	5.299	5.533	5.846	7.053	8.140	9.380	10.043	11.594	12.685

* Participación de carbón

Incluidos los arrabios de altos hornos de reducción eléctrica.

FUENTE: IBS., Instituto Brasileño de Siderurgía

TABLA 3
CONSUMO DE CARBON VEGETAL
(1) x 1.000 m³

AÑO	INDUSTRIA SIDERURGICA *		CONSUMO ESTIMADO DE PRODUCTORES INDEPENDIENTES**
	COMPRAS EN EL MERCADO INTERNO	CONSUMO	
1972	5.105	5.591	3.317
1973	5.385	5.802	3.688
1974	6.095	5.998	5.040
1975	6.297	7.001	6.192
1976	5.955	6.143	7.717
1977	5.834	6.785	6.772
1978	5.232	6.333	7.069
1979	6.173	7.430	7.988
1980	7.498	8.786	8.917

* Solamente acerías integradas que producen acero y/o funden cubas.

** Compañías que producen sólo arrabios.

FUENTE: IBS, Instituto Brasileño de Siderurgia.

3. FUENTES DE CARBON VEGETAL EN EL BRASIL

La producción de carbón vegetal surge como una actividad secundaria de la agro-pecuaria. Tan pronto se tale la madera, el granjero se enfrenta a un problema: quemarla o venderla para fines energéticos como carbón vegetal. Según las distancias para los centros de consumo, la producción de carbón vegetal les proporcionará suficiente dinero para preparar las tierras en un uso alterno.

Más del 80% del carbón vegetal proviene de estas actividades y de madera nativa. La tasa estimada de deforestación actual, debido a la expansión de pastos y tierras de cultivo, es de casi 4 millones de hectáreas por año.

En Brasil un programa sostenido de sustitución de combustóleo (bunker) por leña o carbón vegetal, tie-

ne que depender de un nivel adecuado de siembras durante los próximos años, cualquier incremento significativo en los esfuerzos de sustitución (cemento, cerámica, producción de vapor, hornos de caleamiento, etc.) tiene que provenir en gran parte de los bosques nativos.

4. REFORESTACION EN BRASIL: CONSIDERACIONES

La formación de los bosques hechos por el hombre con especies exóticas, comenzó aproximadamente en 1900 en el Brasil con el trabajo pionero de Edmundo Navarro de Andrade. Los primeros proyectos de investigación se iniciaron entonces como un intento de identificar especies de rápido crecimiento que pudieran arrojar un gran volumen de madera por hectárea, y suministrar así la demanda de la Empresa Ferrocarrilera del Estado de São Paulo, tanto para los dormientes del ferrocarril como para los combustibles de las locomotoras.

Experimentos frustantes con especies autóctonas llamaron la atención hacia especies exóticas, desde el principio se dió mayor atención a *Eucalyptus spp.*, originaria de Australia, y en menor grado de Filipinas, Indonesia y Nueva Guinea.

Su capacidad productiva, resistencia a las enfermedades y a los insectos y su adaptabilidad, han hecho al eucalipto el principal objetivo de un programa permanente de reforestación en Brasil. Actualmente más de 4 millones de hectáreas están siendo reforestadas, aproximadamente la mitad son sembradas con la especie *Eucalyptus* y el resto con varias especies *Pinus*. Quince años después de que el Código Forestal fuera elaborado, Brasil se beneficia por el gran aumento en su actividad de reforestación, principalmente en grandes plantaciones que llegan a una tasa anual de 400,000 hectáreas.

Incentivos en forma impositiva o fiscal fueron creados en la década de los 60 para beneficiar al sector forestal. A través de tal mecanismo, el gobierno federal procuró despertar en el hombre de empresas brasileño una conciencia sobre la importancia de los

bosques para la economía nacional. Se apresuró en sembrar grandes bosques. Hasta fines de la década de los 70, surgió un nuevo proceso que enfatizaba más sobre las investigaciones forestales. Comenzaron a emplearse nuevas técnicas de mejoramiento de calidad, así como también especies ecológicamente más fuertes con semillas mejoradas; se cambió el sistema de administración forestal, se redujo el ciclo de cosechas, etc.

4.1 Establecimiento de bosques

El establecimiento de bosques es un proceso que consiste en una serie de pasos que comprenden una operación que va desde la selección de las tierras hasta la misma siembra.

Se han establecido criterios de zonificación económica y ecológica en Brasil. Por el lado económico, las regiones se agrupan de acuerdo a si cumplen ciertas condiciones que permiten la formación de grandes bosques para su futuro uso industrial. Tales áreas se denominan "Distritos Forestales".

Por el lado ecológico, el país fue dividido en 26 regiones bioclimáticas, cada una de las cuales tomaba en cuenta tipos de clima, altura, topografía, vegetación, temperatura y pluviosidad anual media, heladas y deficiencias hídricas, tipos de suelo, etc.

Esta zonificación dual, económica y ecológica, es la base para la selección de las áreas. La mayor parte de la reforestación se encuentra en la región sud-central del país.

4.1.1 SELECCION DE ESPECIES

La mayoría de siembras iniciales de eucaliptos involucró básicamente dos especies: *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus saligna*. Esto se debió al limitado conocimiento acerca de las demás especies y al hecho de que estas dos eran de un manejo fácil, tanto en los viveros como en el campo. Además, sus semillas se conseguían con facilidad y demostraban una marcada adaptabilidad y productividad. En menor grado se utilizaban otras especies tales como *Eucalyptus paniculata*, *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus microcorys*, *Eucalyptus alba* (un híbrido de Río Claro), etc.

Las investigaciones han conducido al uso de otras especies. Esto se ha logrado a través de la introducción de nuevas especies y procedencias, para estudiar características tecnológicas específicas para el aprovechamiento de la madera como una fuente de energía. El Proyecto para la Investigación y Desarrollo Forestal (PRODEPEF), un proyecto conjunto entre el gobierno brasileño - a través del Instituto Brasileño de Desarrollo Forestal (IBDF) - y la Organización de Alimentos y Agricultura (FAO), permitió durante el período 1974-78 la introducción de nuevas especies y procedencias de eucaliptos.

Este programa de PRODEPEF tuvo como objeto probar las especies y orígenes, según la zonificación ecológica. Es así como 45 especies de 400 orígenes se introdujeron en la zona sud-central de Brasil, siendo los principales: *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla* y *Eucalyptus tereticornis*. En las zonas cerradas también se sembraron *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus propinqua*, *Eucalyptus pilularis* y *Eucalyptus cloeziana*.

Una de las conclusiones a que se llegó con estos experimentos fue que en la selección de las especies los factores climáticos eran más decisivos y relevantes que las características del suelo. El clima incide en la aptitud de la planta hacia ciertas condiciones ecológicas, mientras que el suelo influye primordialmente en la producción. De manera que los resultados indicados en la Tabla 4 serían mayores de 2 a 3 veces si fueran de una región de bosques.

Las diferencias de comportamiento de las especies y orígenes de acuerdo con las características edafoclimáticas, que son resultado de una interacción genotipo-fenotipo, muestran la importancia de una adecuada selección no sólo de la especie sino también del origen geográfico de la semilla.

Otro factor determinante en la selección de las especies es el uso propuesto que se dará al material.

TABLA 4

PRODUCTIVIDAD DE 10 ESPECIES DE EUCALIPTOS EN SUELOS CERRADOS, 5 AÑOS DE EDAD, VALLE DE JEQUINHONHA, BRASIL

ESPECIE	ALTURA (m)	DIAMETRO (cm)	VOLUMEN (m ³ /ha)
1 E. PILULARIS	15.25	13.72	187.92
2 E. GRANDIS	16.01	12.87	173.60
3 E. PILULARIS	15.40	12.34	153.51
4 E. CLOEZIANA	12.08	12.38	121.20
5 E. PROPINQUA	13.55	11.52	110.38
6 E. SALIGNA	12.85	10.33	89.76
7 E. EXERTA	10.81	10.97	85.16
8 E. TERETICORNIS	11.11	10.37	78.21
9 E. EXERTA	9.97	10.83	76.55
10 E. UROPHYLLA	11.44	9.87	72.94

FUENTE: Nascimento Filho y Magalhaes.

Especificamente, una característica importante para la madera destinada a la producción de carbón vegetal es la densidad, la cual varía en función de especies, ubicación, edad y tasa de crecimiento.

En cuanto al factor especie, algunos estudios de FLORASA han demostrado que aunque especies como *E. grandis* y *E. saligna* sean de las siembras más grandes, se encuentran en el grupo de baja densidad, entre 0.4 y 0.5 g/cm³. Las especies como *E. robusta*, *E. tereticornis* y *E. camaldulensis* figuran entre las de mediana densidad. En el grupo de alta densidad están la *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. maculata*, *E. paniculata*, etc., con una densidad de alrededor de 0.6 g/cm³.

Las condiciones ecológicas influyen grandemente en la densidad, ya que existe una estrecha correlación con la tasa de crecimiento. Una tasa de más alta se combina con densidades menores, así que las especies sembradas en dos localidades distintas a una edad determinada tendrán dos valores diferentes de

densidad. La edad de un conjunto de árboles en pie es otro factor que bajo ciertas condiciones incide en la densidad. Los estudios de una población de *E. urophylla*, *E. grandis* y *E. saligna* (de edad entre 2 y 9 años) ha mostrado que la densidad tiene una relación lineal con la edad.

En resumen, la selección de especies exige tomar en cuenta todas las variables anteriormente mencionadas, de manera que se aproveche el suelo al máximo, tanto cuantitativa como cualitativamente.

4.2 Producción de plantas de semillero

Varios factores interactúan para que una plantación de árboles pueda tener un buen rendimiento. Algunos de estos son: especie, fertilización, cuidado del cultivo, etc. Individualmente, ningún factor significa mucho por sí solo; lo que importa es la interacción de todos. Pero aunque depende de tal interacción el éxito descansa fundamentalmente en la fase del vivero. Las plantas de semillero mal formadas resultan en plantaciones improductivas que no responden a la fertilización ni al cuidado posterior. En otras palabras, dichas plantas pueden implicar el desastre financiero.

Cuando se inició la silvicultura en Brasil, la producción de las plantas de semilleros copiaba lo que se hacía en la horticultura. Las semillas eran sembradas en lechos donde los hoyos se hacían con una azada, y en algún momento después de la germinación eran trasplantadas a recipientes. Por mucho tiempo se utilizaba "Torrao Paulista" para el empacado, consistiendo éste de una mezcla de arcilla y materia orgánica.

La siembra de grandes bosques condujo a la creación de nuevas técnicas de vivero. Las grandes dimensiones del bosque exigieron nuevos recipientes, nuevos métodos de siembra, sistemas de riego, administración, etc. Hoy en día, el recipiente de uso más común es una funda de polietileno con una altura de 15 cm., un diámetro de 11 cm. y un espesor plástico de 0.05 cm. Para llenarla se utiliza una cantidad de subsuelo mezclada con cierta cantidad de abono (las cantidades varían de región a región).

Florestal ACESITA, en la actualidad, no mezcla fertilizantes con la tierra utilizada como relleno, sino aplica estos por medio del agua de riego, permitiendo así *un mejor control del crecimiento de la planta de semillero, hasta el punto de apurarlo o demorarlo, según el cronograma de siembra.

En este proceso de siembra, que normalmente se realiza 120 días antes de la trasplantación, se colocan 3 o 6 semillas en el recipiente de polietileno. Posteriormente, la semilla es cubierta por una delgada capa de tierra y por otra de cáscaras de arroz o de césped cortado, para proteger la superficie de los rayos solares directos y de las pérdidas de humedad.

Una alternativa para este proceso clásico de semilla-semillero es una nueva técnica de producción introducida recientemente en el Brasil. Consiste en cortar las hojas de los árboles seleccionados para hacerles echar raíces. Esto da como resultado una productividad excelente, ya que solamente se utilizan los mejores árboles.

Esta técnica es muy sencilla, pero requiere de ciertas condiciones especiales. Se construyen invernaderos para evitar el sol directo, junto con una estructura cubierta de malla fina que filtra y distribuye el sol uniformemente. La malla también sirve como protección contra el granizo y las fuertes tempestades del verano y disminuye el impacto de vientos y temperaturas.

Esta técnica ha tenido éxito a lo largo de la costa brasileña, donde las condiciones ambientales son sumamente favorables. La temperatura ideal es de unos 24°C y la humedad relativa en el invernadero tiene que mantenerse a unos 100%. Esto exige la instalación de un sistema automático de aspersión de agua. La demanda de estas condiciones especiales ha impedido la expansión de la técnica a otras zonas de Brasil, donde la temperatura media del invierno es baja. Para superar tales obstáculos, varios experimentos están realizándose, en un intento de llegar a un sistema de calefacción acoplado a estimulantes biológicos que puedan mejorar exitosamente la tasa con que los cortes echan raíces. En estas regiones

más difíciles, es porcentaje de sobrevivencia de los cortes que echan raíces es del 40 al 50% y en el litoral asciende al 70% sin estimulantes. La fertilización, protección y selección de las plantas de semillero siguen los mismos patrones del proceso tradicional.

4.3 Espaciamiento de árboles

Hasta fines de la década pasada, la formación de bosques hechos por el hombre en Brasil se guiaba por los sistemas tradicionales, incluyendo un espaciamiento estandar. Hasta 1967, las siembras de una empresa con sus propios recursos, especialmente las empresas siderúrgicas, se espaciaban a 2 metros por 2, con tres cortes, uno cada siete años. Posteriormente, con el otorgamiento de incentivos fiscales y el uso de fertilizantes, el espacio fue aumentando a 3 metros por 2. Este sistema prevaleció hasta muy recientemente, cuando se inició un espaciamiento de 3 metros por 1.5. Los experimentos de la Florestal ACESITA han mostrado que este nuevo espaciamiento es superior en un 25% al anterior.

El espaciamiento incide directamente en la edad de rotación y debe emplearse en base a la utilización eventual de la madera. En las siembras más densas, surgirá más pronto una mayor competencia por la luz y los nutrientes que en las siembras más espaciadas (menos plantas por unidad de área), de manera que estos árboles pueden ser cosechados a mayor edad que los primeros.

Las investigaciones permanentes sobre la producción de carbón vegetal han mostrado que la madera de los árboles más jóvenes y pequeños arroja un producto con mejores características físicas y mecánicas.

Al definir el espaciamiento, también se tiene que tomar en cuenta otros factores como especie, características edafoclimáticas, prácticas de silvicultura, etc.

El trabajo experimental ha mostrado que el diámetro de los árboles se ve mayormente influenciado por el espaciamiento, esto finalmente se refleja en el volumen total de madera por hectárea.

Los experimentos también han mostrado, por ejemplo, que el comportamiento de las especies difiere en términos de la competencia por agua, luz y nutrientes. Dicha competencia puede llegar a tal nivel, que en un conjunto de árboles, los más fuertes, a una edad determinada pueden eliminar a los otros. El mayor o menor espaciamiento determina cuando comienza un proceso de auto-reducción, y su nivel es importante para el mejoramiento genético. En el caso de material heterogéneo, un número de árboles dominantes eliminarán a otros durante el proceso.

Como se ha mencionado, la edad de rotación depende del espaciamiento. Mientras mayor sea el espacio entre los árboles, mayor será la edad de la cosecha sin estancamiento del volumen.

Las pruebas continuas en FLORASA han demostrado que además el área por planta, el arreglo del espaciamiento también es fundamental para el desarrollo y sobrevivencia en una edad determinada. Se ha hecho una prueba en la que fueron establecidos 5 modelos de espaciamiento, en una gama desde un modelo simétrico en que los árboles recibían la luz uniformemente hasta una agrupación de 2 o 4 árboles en fila o alternados entre las filas.

A la edad de 16 meses, se puede observar que la sobrevivencia ha sido influenciada por el área por planta, y tanto la sobrevivencia como el área por planta aumentan paralelamente. Los resultados observados hasta ahora son parciales y se alterarán debido a la edad; sin embargo, ya se puede detectar una interacción entre el espaciamiento y el área por planta.

Desde 1980 se ha venido produciendo un cambio profundo en los parámetros técnicos que guían la formación de bosques de rotación corta, para generar madera con fines energéticos, siendo utilizada directamente como leña o como carbón vegetal. Dicho cambio debería originar una reducción en la edad de rotación y en consecuencia, en el espaciamiento. Dentro de este marco, FLORASA ha hecho siembras pilotos en 1980, con espaciamientos de 2 metros por 1 y de 1.5 por 1. Estos se realizaron en zonas planas así

como en zonas montañosas y se están recopilando datos para poder decidir el ciclo de rotación.

El incremento en el número de árboles por hectárea implica un costo más alto para el establecimiento de bosques debido a las necesidades de más fertilizantes, más plantas de semillero y más mano de obra. Por otro lado, el ciclo de corte se reducirá de 7 a 3 o 5 años, y habrá un mayor número de cortes: de 3 hasta 4, 5 o 6.

4.4 Fertilización

Durante el trasplante, se utilizan fertilizantes basados en nitrógeno, fósforo y potasio, en niveles que varían en función de las características del suelo y del espaciamiento de los árboles. En general, se utilizan 350 Kg. de NPK (5 - 30 - 10) por hectárea.

Muy recientemente, Florestal ACESITA ha estado probando la roca de fosfatos naturales como abono para sustituir una parte de los 350 Kg de NPK por hectárea. Los resultados obtenidos hasta ahora han sido positivos en lo que concierne al aumento de productividad, principalmente para los suelos cerrados deficientes en fósforo.

5. TECNOLOGIA DE CARBON VEGETAL

Todo el carbón vegetal producido en Brasil hasta la fecha se ha basado en el uso de hornos de ladrillos en forma de colmena, los cuales difieren en su tamaño y configuración, dependiendo si la producción de carbón vegetal se dirige a un bosque nativo o a uno hecho por el hombre.

Se pueden considerar dos modalidades para la carbonización de madera en los hornos de ladrillos:

— **Bosques nativos:** hornos pequeños con una capacidad menor a 20m³ de madera, en grupos de baterías de 4 hornos localizados en el sitio de corte.

— **Bosques hechos por el hombre:** hornos grandes con una mayor capacidad de 20m³, en grupos de baterías de 7 a 9 hornos, comprenden carboneras

más o menos centralizadas de hasta 10 a 11 baterías (70 a 100 hornos).

El carbón vegetal hecho a partir de madera nativa se deriva en gran parte de una práctica nómada, que involucra la utilización de la materia maderera generada al limpiar tierra para operaciones agropecuarias. Por lo tanto, es importante realizar algunas de las características de la actividad realizada por los hacendados:

- La utilización de la madera es un subproducto de la actividad agropecuaria.
- En zonas en que la madera no se aprovecha para ningún uso práctico, es común entre las poblaciones rurales, quemar toda la vegetación.
- En Brasil, la práctica de la regeneración sistemática y controlada de los inventarios nativos, la cual de otra manera podría implementarse a gran escala, es muy limitada.
- El agotamiento de los recursos naturales debido al despejo de vastas zonas de bosque para fines agrícolas ha traído consigo aumentos sucesivos en los costos de transporte, conforme el frente productor de carbón vegetal haya pasado, obligatoriamente, cada vez más lejos de los centros de consumo. Hace algunos años, el radio medio de transporte fue de unos 150 km mientras que, hoy por hoy, es de unos 500 km.

Esta característica de movimiento constante de los sitios de producción de carbón vegetal ha dado lugar a pequeños sistemas de carbonización, de inversión baja y una vida útil limitada (de 1 a 2 años), que siguen el camino de la deforestación.

Generalmente, los productores de carbón vegetal a partir de los bosques nativos se agrupan bajo tres categorías, según la producción mensual:

- pequeños productores: hasta 200 m³/mes
- productores medianos: entre 200 y 600 m³/mes
- productores grandes: más de 600 m³/mes

Como regla, por debajo del nivel de producción de 600 m³, el trabajo es prácticamente no mecanizado: las operaciones de corte se realizan con hachas y la madera se acarrea por medio de carretas tiradas por bueyes, a través de distancias que varían de 500 a 1,000 m. El proceso de carbonización se realiza en hornos de ladrillos cuya capacidad varía entre 12 y 25 m³ de madera por carga.

El rendimiento medio de madera a partir de los bosques nativos es del orden de 2,7 estereos (m³) de madera por m³ de carbón vegetal. El proceso de carbonización, que comprende la carga, la carbonización, el enfriamiento y la descarga, lleva entre 4 y 8 días, dependiendo del contenido de humedad de la madera y el tamaño del horno. La vida útil de uno de estos hornos no es mayor a 24 meses, y esto explica el carácter nómadicó de la operación.

Los hornos con un diámetro de 5 a 8 metros y una capacidad de 36 a 160 m³ de madera, que se utilizan para la carbonización de madera de bosques hechos por el hombre, normalmente son empleados por los productores de carbón vegetal en la industria siderúrgica integrada.

5.1 Fabricación de carbón vegetal

Esta sección trata sobre la carbonización de los eucaliptos en los hornos estándares de ladrillo con forma de colmena (diámetro 5 m).

Estos hornos son construidos de ladrillo cocido ordinario, 25 cm de largo, 10 cm de ancho y 5 cm de alto. Como promedio, se utilizan 8,000 ladrillos para construir un horno con un diámetro de 5 m. Para colocar los ladrillos, se emplea una mezcla de lodo de arcilla, arena fina y agua. Generalmente la mezcla está compuesta de tres o cuatro partes de lodo y una de arena y agua, lo suficiente como para obtener una buena mezcla.

Normalmente el horno es cargado por dos hombres, uno que coloca la madera en la puerta y el otro que la amontona dentro del horno. Primero, la madera entra en una posición vertical, cubriendo la porción cilíndrica del horno de tal manera que se evi-

ten espacios entre los troncos. Entonces se colocan los trozos de madera más delgados en posición horizontal, para llenar completamente todo el domo. Después de la carga, las puertas son selladas con un montón de ladrillos sin mortero. Estos son cementados a mano con un mortero hecho de una parte de lodo y una parte de arena cernida y agua.

El horno se enciende al vertirle una pala de carbón encendido a través de la apertura central del domo (también se puede agregar corteza para facilitar el encendido).

El estado del período de combustión se indica por los gases de combustión: un humo blanco y espeso comienza a ser emitido por la apertura del encendido y los huecos del domo; al oscurecerse el humo (más o menos después de 15 minutos), la apertura es cerrada con ladrillos. La carbonización ocurre desde arriba hacia abajo y también en forma horizontal. Después de que se cierra la apertura del encendido, el humo comienza a salir por los orificios del domo, e inicialmente es blanco y espeso. Tan pronto oscurezca, se cierran dichos orificios, uno tras otro. Este procedimiento se extiende hasta la base del horno. El próximo paso es el de controlar la carbonización observando el humo emitido de las chimeneas. En el momento en que el humo se vuelve azulado, todas las chimeneas tienen que cerrarse, y así se inicia el período del enfriamiento. En esta fase, el horno ya está sellado para prevenir la entrada de oxígeno a la cámara.

Después del período de enfriamiento, el cual es controlado por el operador, quien simplemente pone la mano en la pared de la puerta para sentir la temperatura, se abre al horno y se descarga el carbón vegetal. El horno no debe ser descargado mientras la temperatura del carbón dentro de él excede los 60°C, o el fuego puede encenderse otra vez espontáneamente. Usualmente la descarga es hecha por dos hombres con un tenedor especial y un canasto. El carbón es sacado del horno y amontonado en un sitio cubierto delante del horno. Aproximadamente una semana después, el carbón está listo para ser transportado por camión a los centros de consumo.

El sistema actual de fabricación de carbón vegetal en los hornos de ladrillo con forma de colmena, sin recuperación de subproductos y dejando residuos de madera (hojas y ramas de menos de 15 mm de diámetro) en el sitio de corte, se puede apreciar en una forma esquemática en la Figura N° 1.

Respecto a la utilización del potencial energético de toda la biomasa que se encuentra superficialmente, y considerando la recuperación del 50% en forma de finos (como ocurre en las acerías, en la sintetización), este sistema tiene una eficiencia de alrededor del 42%, tomando el poder calorífico (entalpía) del carbón (como es producido) y de la leña (25% humedad) como 7,000 Kcal/kg y 3,000 Kcal/kg, respectivamente.

El proceso como tal (en un horno de ladrillo con un diámetro de 5 m) presenta los siguientes datos técnicos:

- volumen de madera 37 m³ por carga
- ciclo operacional:

• carga	4 horas (2 hombres)
• carbonización	96 horas
• enfriamiento	96 horas
• descarga	5 horas (2 hombres)
TOTAL	201 horas

RENDIMIENTO

- Rendimiento de carbón vegetal (base seca) = 29 a 33% en peso
- Rendimiento de carbón fijo (base seca) = 23 a 27% en peso
- Índice de conversión = 1.7 a 2.0 m³/m³ de carbón vegetal

PRODUCCION

- Carbón por tanda = 18 a 22 m³
- Relación de productividad = 9.95 a 10.2 m³/hora
- Suponiendo una densidad de 250 Kg/m³ de carbón:
radio de productividad = 2.49 x 10⁻² t/h

Dos hombres se encargan de 9 hornos, cargando y descargando un horno por día y produciendo de 450 a 550 m³ de carbón vegetal por mes. Esta relación de productividad varía con el tamaño del horno: mientras más grande sea, mayor la productividad.

Si se toma en cuenta solamente el proceso de carbonización, se tiene una eficiencia energética del 53%. La diferencia entre esta cifra y la anterior (42%) se debe a que los residuos forestales producidos durante las cosechas se dejan en el campo. Estos residuos representan un importante recurso potencial para la producción de energía ya que representan un 20% del total de la biomasa forestal en una plantación, tal como se explicará más adelante. En los cálculos se suponía que solamente un 50% de los finos producidos durante la carbonización y el manejo del carbón vegetal de hecho eran utilizados. Esta suposición está basada en las restricciones impuestas por el uso del carbón vegetal para fines metalúrgicos (en los altos hornos, el tamaño mínimo del carbón es de 19 mm). Para sustituir el combustóleo (bunker), todos los finos pueden ser aprovechados, especialmente si se tiene cuidado de no contaminarlos con tierra durante la carga de los camiones, el transporte y manejo. En este caso, la eficiencia energética del proceso aumentaría al 59%.

5.2 Desarrollos en la producción de carbón vegetal en Brasil

En los últimos años, se ha dado una atención cada vez mayor a la tecnología de la producción de carbón vegetal en el Brasil, involucrando no sólo el proceso de carbonización sino también la silvicultura, como se explicó anteriormente.

El trabajo en el campo de la carbonización está encaminado, fundamentalmente, a aumentar el rendimiento energético de toda la biomasa disponible en el bosque. Para lograr este resultado, se han visualizado las siguientes medidas:

- Aumento en la producción de carbón vegetal obtenida a través de la carbonización en los hornos de ladrillo con forma de colmena.

- Recuperación parcial y utilización de subproductos de la carbonización en dichos hornos.
- Desarrollo de tecnología más alta con mayores rendimientos de carbón vegetal y recuperación de subproductos.

Diversos estudios han sido hechos con el objeto de mejorar las características del proceso de carbonización en hornos de ladrillo con forma de colmena. Los resultados obtenidos hasta ahora señalan:

- la importancia de un tiempo adecuado de secado para la madera cosechada.
- un aumento en el rendimiento a través de un mejor control del aire dentro del horno.
- la recuperación del alquitrán obtenido por medio de la carbonización.
- la importancia de una adecuada capacitación del personal operador.

Además de estas medidas, algunas empresas brasileñas actualmente están buscando aprovechar para fines energéticos los residuos celulósicos derivados de la cosecha forestal. Básicamente estos son los objetivos perseguidos por Florestal ACESITA y otras compañías brasileñas durante los dos últimos años.

En Florestal ACESITA la carbonización se realiza con madera de un contenido de humedad por debajo del 30% (base húmeda). En este caso, el tiempo del secado lleva entre 90 y 120 días, según la temporada. En la época lluviosa, la madera **Eucalyptus** (en trozos de 1,3 a 2 m de largo) lleva 120 días en bajar la humedad a una menor del 30%.

Como se ha dicho anteriormente, la carbonización en los hornos brasileños de ladrillos con forma de colmena, se realiza controlando unos 56 orificios que permiten que la entrada de aire haga una combustión parcial de la madera para proporcionar calor para el proceso. Esto es difícil de controlar y normalmente se quema más madera de la necesaria. Con miras a

reducir el número de orificios a controlarse, Florestal ACESITA está probando una cámara de carbonización que sería adaptada al horno de ladrillos con un diámetro de 5 m, la cual ha arrojado resultados prometedores. Consiste básicamente en la transferencia del proceso de la quema de la leña, que normalmente se produce dentro del horno, a una cámara de combustión localizada debajo del piso del horno, eliminando así los huecos de entrada de aire y permitiendo el control del proceso a través de una válvula mariposa acoplada a la puerta de alimentación de la cámara de combustión. Como resultado, toda la carbonización puede controlarse mejor, y se pueden evitar las temperaturas altas (700° - 900°C) dentro de la cámara de carbonización.

El horno de la batería experimental de Florestal ACESITA tiene las siguientes características:

- volumen de madera - 37 m³, igual que en el horno convencional.
- producción por tanda - de 20 a 24 m³ de carbón vegetal.
- ciclo de carbonización - similar al del horno convencional.

RENDIMIENTO

- producción de carbón vegetal (base seca) = 31-35% en peso
- índice de conversión = 1.65 m³ de madera/m³ de carbón vegetal.

Los resultados obtenidos hasta ahora muestran excelentes perspectivas para la utilización de dicho proceso de carbonización, debido a las siguientes razones:

- rendimientos más altos.
- operación más fácil, ya que el nuevo horno elimina la necesidad de las entradas de aire en la superficie.

- vida útil más larga del horno debido a la ausencia de temperaturas más altas.
- costos de instalación menores, por debajo de US\$ 400,00 (cámara de combustión).
- menor dependencia del proceso de condiciones externas (dirección del viento, por ejemplo).

Florestal ACESITA ya está evaluando los primeros resultados obtenidos de 50 hornos distribuidos en sus zonas productoras de carbón vegetal.

No hace mucho tiempo que el Grupo ACESITA, a través de sus empresas forestales subsidiarias, comenzó a desarrollar un nuevo proceso para recuperar el alquitrán generado en los hornos de ladrillo con forma de colmena. Un nuevo proceso de fabricación está siendo desarrollado por la Florestal ACESITA, en el cual los gases volátiles provenientes de la carbonización se colectan en la parte central del horno y pasan a través de una torre de lavado, ciclones y filtros (Figura N° 2).

El alquitrán obtenido de la carbonización es, para la industria siderúrgica integrada del Brasil, un excelente sustituto para el combustóleo (bunker) y presenta las siguientes ventajas:

- Puede ser producido por la empresa que lo va a aprovechar.
- Tiene una amplia disponibilidad.
- Ofrece una óptima fluidez para su uso en quemadores y una baja temperatura de precalentamiento de 40 a 50°C.
- Es un combustible limpio y prácticamente libre de ceniza y de azufre.
- Es un combustible líquido.
- Tiene un poder calorífico alto, de 5.500 a 6.500 Kcal/kg (un 60% del combustóleo o bunker).

El sistema que se está instrumentando en la Florestal ACESITA permite un promedio de recuperación de alquitrán del orden de 4.0% del peso seco de la madera. En términos de la madera utilizada por la empresa, esto significa un promedio de 120 kg de alquitrán por tonelada de carbón vegetal producida.

Considerando la producción mensual de la empresa, de 20,000 toneladas de carbón vegetal, hay una recuperación potencial de 2,400 toneladas de alquitrán por mes, o sea, un 60% de los requerimientos de combustóleo (bunker) de la acería de ACESITA esperados para 1983. Dentro de pocos años, además de suministrar todo el carbón vegetal de la acería. Florestal ACESITA también podrá producir suficiente alquitrán como para satisfacer los requerimientos de la planta en el calentamiento de sus altos hornos, o sea, el equivalente de todo su consumo de combustóleo.

Veinte de estas unidades, con una capacidad productiva de 3.6 toneladas/mes cada una, serán instaladas en este año. Los objetivos de estas unidades son:

- producción de alquitrán para su adaptación a sistemas de combustión como sustituto de los derivados del petróleo.
- desarrollo de sistemas de transporte y almacenamiento.
- establecimiento de centros de capacitación de personal, con miras al desarrollo de técnicas operacionales para la producción de carbón vegetal y la recuperación de alquitrán.
- desarrollo de sistemas de control de calidad y confiabilidad, con miras a su comercialización.

Al mismo tiempo, se diseñarán mayores desarrollos en el sistema para aumentar la tasa de la recuperación de alquitrán y reducir los costos. En cuanto a la utilización del potencial energético de toda la biomasa, con este proceso se tiene un 47%. En términos del rendimiento energético del proceso como tal, hay una eficiencia del 59%.

Paulatinamente va surgiendo en nuestro país un marcado interés en los procesos de carbonización continua. Estos sistemas, además de permitir mayores rendimientos, posibilitan la recuperación de casi todos los subproductos de la carbonización, sea para la fabricación de productos químicos o para su uso como un combustible con un poder calorífico mediano.

En esta área en particular, Florestal ACESITA ha estado experimentando con una nueva retorta que producirá 10 toneladas de carbón vegetal por día. La puesta en marcha de esta retorta, que será instalada en el Valle del Río Dulce, está programada para fines de 1983.

En el Brasil, el sistema de carbonización continua es 40 veces más costoso por unidad de producción que los hornos tradicionales de ladrillos con formas de colmena, pero muestra las siguientes ventajas:

- rendimientos más altos.
- posibilidad de actuar sobre carbonización para variar las características físicas y químicas del carbón vegetal.
- proceso limpio, donde prácticamente todos los subproductores son recuperables.
- larga vida útil, entre 20 y 30 años.

El uso de estos sistemas continuos también depende de la utilización de los subproductos que generan, para volver económico al proceso.

Como se observó anteriormente, la utilización de los residuos forestales dejados en el campo durante las operaciones de cosecha representa un importante recurso energético potencial. Los siguientes usos se están desarrollando en el Brasil en la actualidad:

- uso directo en calderas para suministrar calor industrial.
- producción eléctrica.
- conversión a un gas de bajo poder calorífico.

TABLA 5:
IMPACTO DE LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE TECNOLOGIA
SOBRE LA EFICIENCIA DE CONVERSION BOSQUE/ENERGIA

NIVEL DE TECNOLOGIA	EFICIENCIA DEL PROCESO %	EFICIENCIA DE LA UTILIZACION DEL BOSQUE	INVERSION POR TONELADA POR AÑO EN LA CAPACIDAD PRODUCTIVA INSTALADA
A. Horno de ladrillo con forma de colmena sin recuperación de subproductos y residuos; suponiendo la utilización del 50% de los finos del carbón vegetal generados durante el manejo y transporte.	53	42	US\$ 6.00 Incluyendo solo los hornos con una vida útil de 4 años; horno de ladrillo con forma de colmena = US\$ 800
B. Igual que en A, pero utilizando los hornos con cámaras de combustión.	57	45	US\$ 7.00 Incluyendo los hornos con cámaras de combustión = US\$ 1.20; vida útil = 4 años.
C. Igual que en A, pero utilizando los hornos con recuperación de alquitrán insoluble.	59	47	US\$ 60.00 Incluyendo un equipo de recuperación de alquitrán (US\$ 17,000) por cada dos hornos; vida útil de los equipos de recuperación = 10 años; valor residual = 50%.
D. Hornos de ladrillo con forma de colmena, con cámaras de combustión, recuperación de alquitrán y utilización del 100% de los finos de carbón vegetal generados.	69	55	US\$ 62.00
E. Igual que en D, más conversión a carbón vegetal, utilizando pequeños hornos de ladrillos con forma de colmena con un 80% de los residuos forestales.		66	
F. Retorta avanzada de carbonización continua, con sólo la recuperación del alquitrán, sin la recuperación de los residuos forestales y el uso del 100% de los finos del carbón vegetal.	78	62	US\$ 280.00 Incluyendo solamente los hornos de carbonización continua sin recuperación del alquitrán soluble.
G. Retorta avanzada de carbonización continua con una recuperación completa de los subproductos (ácido acetálico, metanol, alquitrán soluble), más la conversión del 80% de los residuos forestales en carbón vegetal y el uso del 100% de los finos del carbón.	78	72	US\$ 428.00 Incluyendo los hornos de carbonización continua, con la recuperación de alquitrán y ácido pirolígeo y un sistema de destilación para obtener ácido acético, metanol y alquitrán soluble.

- densificación para el uso arriba señalado, para minimizar los costos de transporte.
- conversión a carbón vegetal para usos generales, no para altos hornos.
- hidrólisis para la producción de alcohol y coque lignímico de alta calidad.

La primera alternativa que ha sido adoptada por unas pocas empresas de papel y celulosa, es bastante atractiva, principalmente para aquellas unidades industriales ubicadas cerca de sus zonas forestales y dentro de cortas distancias de transporte.

Como fuente de energía eléctrica, los residuos pueden ser aprovechados en una forma rentable en las zonas rurales que carecen de electricidad. Aunque tecnologías eficientes y confiables han sido desarrolladas para plantas pequeñas en diversos países, todavía no han sido construidas tales plantas en Brasil.

El desarrollo de los gasificadores es muy activo en el Brasil, con el objeto de utilizar la leña o el carbón vegetal. Este desarrollo no se dirige explícitamente al uso de residuos, aunque lo pueda hacer fácilmente. A través de la densificación, la fabricación de briquetas a partir de los residuos triturados de madera, se puede obtener un material más denso y más homogéneo, haciéndolo más adecuado para las tecnologías de gasificadores existentes y disminuyendo los costos de transporte.

Una manera alternativa de conseguir un producto más transportable a partir de los residuos es la de convertirlos en carbon vegetal. Hasta hace poco esta opción no se había desarrollado debido a que el carbón vegetal producido no se prestaba para uso en los altos hornos.

Sin embargo, es adecuado para sustituir al petróleo. La tecnología existente para los hornos se está adaptando para producir carbón vegetal a partir de los residuos. Aunque el factor compensación entre la densificación y el carbón vegetal todavía no ha sido analizado lo suficiente, parece ser que las tecnolo-

gías de conversión del carbón vegetal son más adaptables a la naturaleza dispersa de este recurso.

La hidrólisis acídica de la madera y los residuos se está desarrollando en el Brasil para producir etanol y coque lignímico. El rendimiento de la tecnología actual es de 150 litros de alcohol y 350 Kg de lignino (175 Kg de coque) por tonelada de residuos de eucalipto procesado. Para cada tonelada de madera procesada, se requiere de aproximadamente una tonelada para generar vapor para la planta, y en consecuencia la eficiencia energética global es baja (entre 20 y 25%).

5.3 Consideraciones finales

El esfuerzo por aumentar la producción energética de una determinada cantidad de biomasa forestal puede tener una mayor incidencia. La Tabla 5 resume el impacto que los diversos cambios tratados anteriormente pueden tener sobre esta medida de eficiencia, tanto a nivel individual como en combinación.

Vale la pena notar que una combinación de un costo relativamente bajo con modificaciones tecnológicas bajas (opción E de la Tabla) puede aumentar la producción energética de la biomasa disponible en el bosque en casi un 60%, al compararla con el procedimiento normal de hoy en día.

Todavía no se han tomado en cuenta los límites para la viabilidad y parece que varias de las opciones de baja inversión probablemente sean factibles.

6. ALGUNAS CIFRAS PARA LOS COSTOS DE LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL EN EL BRASIL

A manera de ejemplo, en las próximas páginas se presenta el costo del carbón vegetal proveniente de los eucaliptos en zonas planas, donde los árboles están espaciados con 3 metros por 1.5 metros, y donde la vegetación es primitiva, o sea, malezas con una fertilización de 100 gramos de NPK por tallo.

**A. COSTOS DIRECTOS DEL ESTABLECIMIENTO
DE UN BOSQUE EN PIE**

OPERACION	US\$/ha
Construcción de caminos y carrileras	20.07
Limpieza de localidades	125.15
Control de polillas	12.47
Arado	24.75
Rastral	14.52
Asurco	16.63
Producción de plantas de semillero (2.223 plantas por ha.)	131.00
Trasplantación	181.48
Riego	25.06
Nuevas siembras	14.56
TOTAL	565.69

NOTA A LA PRIMERA TABLA: El costo de mano de obra se basó en el salario mínimo del país, más el 20% y un 43% adicional por el concepto de impuestos sociales.

**B. COSTO TOTAL DEL ESTABLECIMIENTO DE 1.000
HECTAREAS DE PLANTACION EFECTIVA**

CONCEPTO	ESTABLECIMIENTO DEL BOSQUE	MANTENIMIENTO PRIMEROS AÑOS	MANTENIMIENTO POSTERIOR	REGENERACION
1. Costo directo	565.690	30.170	13.490	34.540
2. Costo indirecto	85.520	4.920	2.390	5.150
3. Overhead (6% del 1 + 2)	39.073	2.105	953	2.381
4. COSTO TOTAL	690.283	37.195	16.833	42.071

NOTA: Mil hectáreas de plantación efectiva (la zona realmente sembrada con árboles) tienen asociadas con ellas zonas adicionales para carrileras, caminos, barreras contrafuegos y zonas de conservación, cuyos costos están incluidos en los cálculos.

C. COSTOS DE MADERA VIVA

ROTACION	CONCEPTO	PERIODO	US\$/HA/ AÑO
1 ^a	Establecimiento del bosque	1er. año	690.28
	Mantenimiento (1er. año)	2do. año	37.20
	Mantenimiento (años posteriores)	del 3ro. al 7mo. año	16.83
2 ^a	Regeneración Mantenimiento	8vo. año del 9no. al 13ro.	42.07 16.83
3 ^a	Regeneración Mantenimiento	14to. año del 15to. al 20mo. año	42.07 16.83

Además de la inversión en el bosque mismo, el costo de las tierras también tiene que considerarse. El valor de US\$ 100/ha se tomará como representativo de suelos cerrados situados dentro de un radio de 400 km de las principales acerías en el Estado de Minas Gerais; se supone una tasa de interés del 3% para calcular los retornos sobre la inversión.

Considerando los últimos rendimientos logrados en el Brasil con un espaciamiento de 3 metros por 1.4 metros, se pueden estimar las siguientes cosechas:

- 1er. corte: $34 \text{ m}^3/\text{ha/año} \times 7 \text{ años} = 238 \text{ m}^3/\text{ha}$
- 2do. corte: $30 \text{ m}^3/\text{ha/año} \times 6 \text{ años} = 180 \text{ m}^3/\text{ha}$
- 3er. corte: $30 \text{ m}^3/\text{ha/año} \times 6 \text{ años} = 180 \text{ m}^3/\text{ha}$

Estas son estimaciones conservadoras en términos del valor medio de las nuevas plantaciones de eucaliptos en el Brasil. Por ejemplo, las nuevas plantaciones comerciales de Florestal Acesita están arrojando las siguientes cifras en tres regiones diferentes:

— Valle de Jequitonhonha: una región cerrada (savana) - $40 \text{ m}^3/\text{ha/año}$

— Valle del Río Dulce: una región más húmeda y caliente - $50 \text{ m}^3/\text{ha/año}$

— Estado del Espíritu Santo: una región cerca de la costa con una pluviosidad bien distribuida en todo el año; muy caliente - $70 \text{ m}^3/\text{ha/año}$.

Los costos de la madera viva para diferentes tasas de descuento son:

CONCEPTO	US\$/m ³	US\$/t*
TASA DE DESCUENTO	10% anual	4.54
	8% anual	3.83
	1% anual	1.98
		9.08
		7.66
		3.96

* Se ha supuesto que un metro cúbico (m³) tiene 500 kg con una humedad del 25%.

**D. FABRICACION DE CARBON VEGETAL: LOS COSTOS
DIRECTOS (US\$/m³ DE CARBON)**

CONCEPTO	MADERA DE EUCALIPTOS		MADERA NATIVA		
	ZONA PLANA		ZONA EMPINADA	ZONA PLANA	MANUAL
	MANUAL	SEMIMECANIZADO	MECANIZADO	SEMIMECANIZADO	
— Despejo de malezas	0.23	0.23	0.23	0.32	0.43
— Corte	2.19	2.19	1.89	3.01	2.46
— Apilamiento	—	—	0.87	—	—
— Transporte directo al horno	2.64	2.64	—	—	1.35
— Transporte al camino	—	—	2.02	3.17	—
— Transporte a los hornos (no directo)	—	—	1.34	1.68	—
— Fabricación del carbón vegetal	3.25	3.25	2.85	2.85	2.83

NOTA A LA TABLA D: La operación de despejo o limpieza de las malezas se realiza manualmente diez días antes del corte. La operación de apilamiento facilita la operación subsiguiente de carga manual. Una tasa de conversión de 2.3 estéreos por m³ fue supuesta para la madera de los eucaliptos y 2.7 estéreos por m³ de carbón vegetal para la madera nativa.

La siguiente tabla define los sistemas de producción de carbón vegetal: manual, semimecanizado y mecanizado, con miras a su mejor comprensión.

D.1. Descripción de los sistemas de producción de carbón vegetal

TIPO DE MADERA	CONDICIONES DEL SUELO	SISTEMA	DESCRIPCION
EUCALIPTOS	zona plana	manual	<ul style="list-style-type: none"> — Corte de los árboles con hachas — Transporte directamente al horno, por mulas — Carga manual del carbón vegetal
		semi mecanizado	<ul style="list-style-type: none"> — Corte de los árboles con hachas — Transporte directamente al horno, por camión — Carga manual del carbón vegetal
		mecanizado	<ul style="list-style-type: none"> — Corte de los árboles con sierras de cadena — Transporte al camino, por un tractor y con un cargador mecánico — Transporte al patio de los hornos, con un camión y un cargador mecánico — Carga del carbón con un cargador mecánico
	zona empinada	semi mecanizado	<ul style="list-style-type: none"> — Corte de los árboles con sierras de cadena. — Transporte al camino, por mulas — Transporte a los hornos, por camión — Carga del carbón con un cargador mecánico
NATIVAS	zona plana	manual	<ul style="list-style-type: none"> — Corte de los árboles con hachas — Transporte directamente al horno, por bueyes — Carga manual del carbón vegetal



E. COSTO TOTAL DE LA FABRICACION DE CARBON VEGETAL (US\$/m³DE CARBON)

CONCEPTO	MADERA DE EUCALIPTOS			MADERA NATIVA	
	MANUAL	SEMIMECANIZADO	MECANIZADO	SEMIMECANIZADO	MANUAL
1. Costo directo	8.31	8.10	9.20	11.03	7.07
2. Costo indirecto	2.40	2.08	1.45	2.08	0.52
3. Overhead (6% de 1 + 2)	0.64	0.61	0.64	0.79	—
4. Costo financiero	0.76	0.84	1.19	1.32	0.49
5. COSTO TOTAL	12.11	11.64	12.48	15.22	8.08

NOTA: El costo financiero incluye los cargos financieros sobre las inversiones y el capital de trabajo.

F. COSTOS DEL TRANSPORTE DEL CARBON VEGETAL

En el Brasil, siempre se habla del carbón vegetal en términos de volumen. Se produce una reducción de volumen cuando el carbón es sacado del centro de producción al centro de recepción de la planta. Esta reducción es provocada por dos factores: primero, hay una pérdida debido a la generación de finos, causada por las operaciones de manejo dentro de la batería o depósito, y segundo el carbón flojo se asienta durante el transporte, llenando así los vacíos y disminuyendo el volumen inicial.

Como promedio, la pérdida total de volumen entre el patio de las baterías y el centro de recepción, puede ascender a los siguientes porcentajes:

— pérdida debido a las operaciones de manejo:	2%
— pérdida debido a la "sedimentación" durante el transporte	5%
Pérdida total	7%

El almacenamiento del carbón vegetal en un depósito intermedio puede provocar una pérdida adicional del volumen del 8%.

Cabe señalar que estas reducciones en cantidad son importantes solamente cuando la medida del carbón está expresada en términos de volumen. Obviamente las medidas gravimétricas no mostrarían el mismo nivel de "Pérdida" de carbón.

El transporte del carbón vegetal hecho con made-

ra nativa puede corresponder a camioneros particulares o los mismos carboneros. Generalmente, las aceñas mantienen su propia flota de camiones, para transportar una parte del carbón que requieren.

El costo del flete del transporte por camión varía según la distancia:

Distancia (Km)	US\$/m ³ de carbón vegetal
200	2.75
400	4.80
600	6.90
800	8.96

G. COSTO FINAL DEL CARBON VEGETAL (CIF - PLANTA)

	CARBON VEGETAL			
	DE MADERA DE EUCALIPTOS		DE MADERA NATIVA	
	US\$/m ³	US\$/ton.	US\$/m ³	US\$/ton.
1. Madera viva	8.8	35.24	1.35	5.40
2. Carbonización	12.00	48.00	8.08	32.32
3. Transporte	6.45	25.80	7.76	31.04
4. TOTAL	27.26	109.04	17.19	68.76

Las distancias supuestas de los centros de producción a la planta de producción a la planta son 400 Km para el carbón vegetal producido en base a la madera de eucaliptos y 600 Km para el producido en base a la madera nativa.

Los costos de transporte incluyen flete, una pérdida de volumen del 7% y el costo de almacenamiento intermedio.

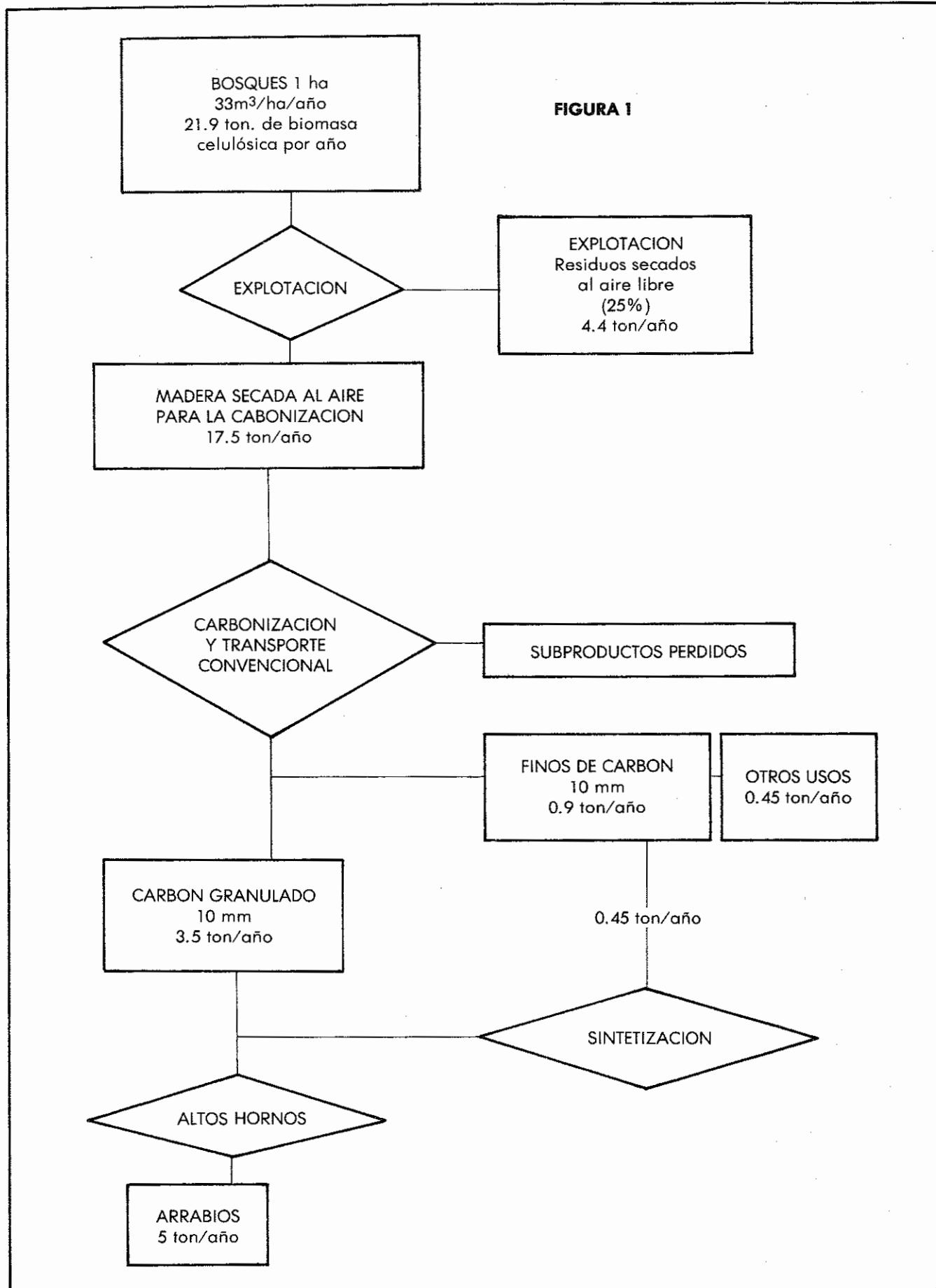
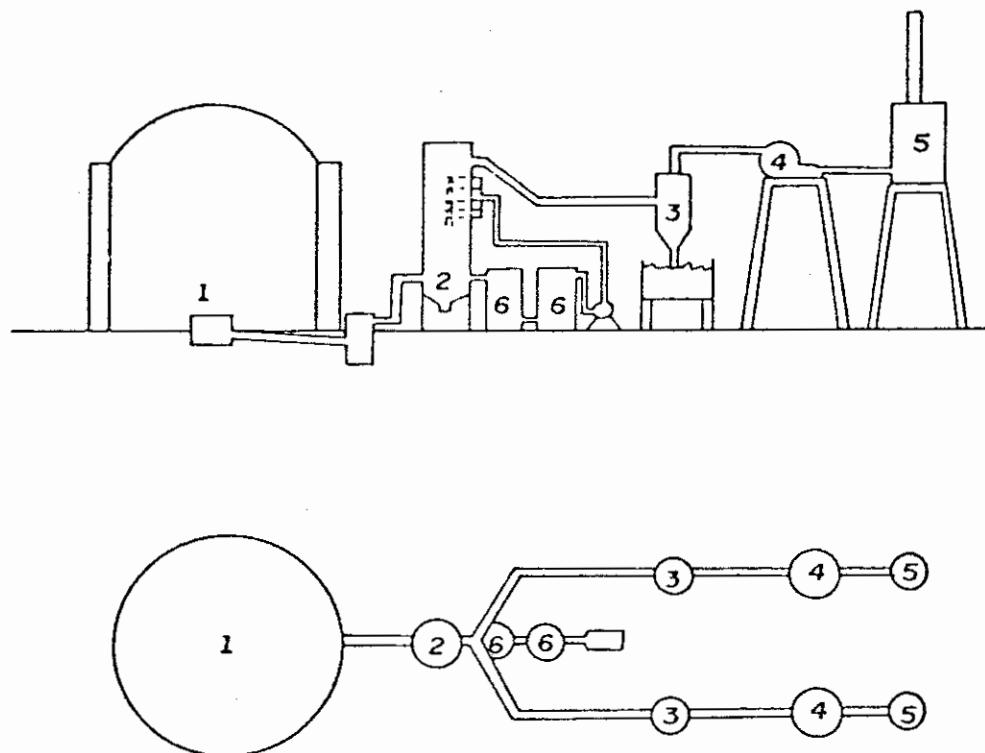


FIGURA 2

**EQUIPOS DE RECUPERACION DE ALQUITRAN
DE LOS HORNOS DE LADRILLO TIPO COLMENA**



1. HORNO
2. TORRE DE LAVADO
3. CICLON
4. AGOTADOR
5. FILTRO
6. TANQUES DE RECOLECCION

PERSPECTIVAS ENERGETICAS MUNDIALES ALGUNAS IMPLICACIONES PARA MEXICO

Marcela Serrato

DIRECTOR DE PLANEACION
SECRETARIA DE ENERGIA, MINASE
INDUSTRIA PARAESTATAL
MEXICO

La elaboración de proyecciones sobre la evolución futura del mercado petrolero internacional en lo que resta de este decenio y el siguiente está sujeta a un alto grado de incertidumbre por la combinación de varios factores. Entre los más importantes están, por un lado, la incidencia que seguirán teniendo en los mercados mundiales de energéticos los cambios estructurales derivados de las crisis petroleras de 1973-74 y 1979-80. Por el otro están los factores imponderables, sobre todo de orden político que, como lo han demostrado los sucesos recientes en el Golfo Pérsico, pueden modificar abruptamente las expectativas del conjunto de actores institucionales que participan en dichos mercados, en particular en el de hidrocarburos.

Con respecto al primer factor, los cambios estructurales ocurridos en los setenta, destaca, por el lado de la demanda, la aplicación de medidas de ahorro y uso eficiente en los países industrializados que determinaron en el último quinquenio una declinación sostenida del consumo mundial de petróleo. Esta política de ahorro se combinó con una política de diversificación de fuentes energéticas y permitió, en unos cuantos años, que el petróleo redujera en forma significativa su participación en el balance energético de los países mencionados.^{1/}

Por el lado de la oferta, los cambios más importan-

tes incluyeron el incremento de la capacidad de producción de petróleo de países desarrollados y en desarrollo no miembros de la OPEP, una disminución sostenida de la participación de esta organización en la oferta mundial y un aumento correlativo de su capacidad ociosa de producción.

La combinación de estos elementos determinó la aparición de una sobreoferta en el mercado mundial a partir de 1981 que llevó, por primera vez en la historia de la OPEP, a una disminución del precio del crudo de referencia de 34 a 29 dls/b en la primavera de 1983. Según los indicadores más recientes, estos mismos factores han seguido incidiendo de entonces a la fecha sobre el comportamiento del mercado petrolero.

En efecto, en 1983 la caída del consumo global con respecto al año anterior fue menos aguda que en los tres años anteriores (1.1% comparado con 3%) para situarse a un nivel de 57.9 MMBD, semejante al registrado en 1973 (57.0 MMBD). A nivel regional, las estadísticas muestran que el año pasado, el consumo de petróleo de los países de Europa Occidental disminuyó en 3.1% a 12.19 MMBD, el nivel más bajo registrado desde 1969; en E. U. la disminución fue de 0.7%, a 14.705 MMBD, mientras que en Japón el consumo cayó en 1% a 4.36 MMBD.

Por el lado de la oferta, la producción mundial de petróleo en 1983 se redujo en 1% a 56.395 MMBD. La producción de la OPEP fue de 18.275 MMBD (8.1% menos que el año anterior) y representó el 32.5% de la producción mundial (comparado con más de 50% en 1977); la producción de Arabia Saudita cayó a 5.33 MMBD, 20.1%

1/ Para el grupo de países miembros de la Agencia Internacional de Energía (AIE), la participación del petróleo en el consumo total de energía primaria se redujo del 51.4% en 1973 al 47.5% en 1980. Véase IEA, *Energy Policies and Programmes*, 1981 Review. p. 18

menos que el año anterior. En cambio, la de los países de Europa Occidental se incrementó en 13.8% a 3.485 MMBD, gracias al incremento de la producción de Gran Bretaña y Noruega principalmente, a 2.36 MMBD y 625.000 MBD (11% y 24.7% más que el año anterior, respectivamente). Otros países en desarrollo no miembros de la OPEP como Brasil y Egipto también registraron aumentos en su producción del orden de 21% y 9.8%, con relación al año anterior respectivamente. Finalmente, los países de ECP elevaron su producción en 1%, a 15.0 MMBD.^{2/}

Estos indicadores reflejan claramente que la caída en el consumo y la contracción de la producción mundial de petróleo, fenómenos resultantes de los cambios estructurales mencionados, siguieron afectando el comportamiento del mercado petrolero mundial por cuarto año consecutivo desde 1979, no obstante la recuperación económica sobre todo de la economía norteamericana y en menor medida de Europa Occidental y Japón.

En lo que se refiere a los otros mercados de energéticos, es pertinente señalar que el consumo tanto de gas e hidro así como de energía nuclear y carbón registró aumentos de 0.9%, 4%, 8.6% y 2.4% respectivamente en 1983 con respecto al año anterior,^{3/} lo que demostró a su vez el avance sostenido de los programas de diversificación energética a nivel mundial.

Por lo que toca a los factores imponderables, sobre todo de orden político, es pertinente mencionar a título ilustrativo el cambio en las expectativas sobre los precios internacionales de petróleo que se produjo en los meses más recientes como consecuencia de la acentuación de las hostilidades entre Irán e Irak. Muchos analistas esperaban que este recrudescimiento incidiría sobre una elevación de los precios en el mercado ocasional de petróleo crudo, como fue el caso de 1973-1974, en ocasión del embargo petrolero aplicado por los países árabes a algunos países industrializados. Así, se esperaba que el "cierre" del Estrecho de Ormuz provocaría un aumento del precio internacional de petróleo hasta niveles de 50 o 60 dólares por barril, como consecuencia de la contracción de la oferta destinada a ciertos mercados altamente dependientes del suministro del Golfo (sobre todo Japón) y a las compras de pánico efectuadas en el mercado ocasional por parte de las empresas petroleras internacionales más importantes.

Los sucesos ocurridos de abril a la fecha han ido a contrapelo de esas expectativas. A diferencia de lo ocurrido durante la revolución islámica en Irán en 1979 en que los precios del crudo en el mercado ocasional aumentaron entre 3 y 5 dólares por encima de los oficiales, el mercado ocasional de crudos y productos ha tendido a bajar en los últimos meses. Sólo en el mes de junio pasado, los precios ocasionales del crudo

como de los productos bajaron entre 1 y 2 dls/b en los principales mercados y tendió a cerrarse la brecha abierta en 1981 entre los precios oficiales de los crudos de calidad semejante provenientes de distintos mercados.^{4/}

Algunos de los factores más importantes que han determinado la baja en el mercado ocasional incluyen, del lado de la oferta, el incremento de la producción de petróleo de varios países destacados miembros de la OPEP. Se estima que la producción de crudo de dicha organización fue de 18.0 y 17.8 en el primer y segundo trimestre del año respectivamente (sin incluir GNL)^{5/}, monto superior en ambos casos al límite de 17.5 MMBD establecido en el Acuerdo de Londres de marzo de 1983. De todos los países miembros de OPEP, sólo Irán, Irak, Libia y Argelia se apegaron a las cuotas establecidas de producción durante el primer semestre del año. Por lo que respecta a la producción de petróleo de los países no miembros de OPEP, en los primeros cinco meses del año también se registró un aumento de 13.5% en el caso de Mar del Norte con respecto al mismo período de 1983,^{6/} con lo cual se elevó considerablemente el volumen del excedente en el mercado.

Otro factor importante que ha incidido en las últimas semanas sobre la baja de los precios ocasionales de los crudos es el ofrecimiento de descuentos disfrazados en los precios oficiales por parte de algunos países productores miembros de la OPEP, como una forma de compensar los aumentos de abril a junio en los fletes y seguros de transportación marítima en el Golfo Pérsico. Tal es el caso sobre todo de la empresa **National Iranian Oil Company** (NIOC) de Irán que, desde el 31 de mayo pasado en adelante, ofreció descuentos hasta de 3.00 dls/b para atraer clientes a la isla de Kharg. Por su parte, Arabia Saudita ha ofrecido su crudo en un paquete compuesto por 60% ligero, 20% pesado y 20% medio que se vende en el mercado a un precio inferior a su verdadero valor calculado sobre la sola base de precios oficiales.^{7/}

Del lado de la demanda, el factor más importante que ha influido sobre el debilitamiento de los precios ocasionales ha sido que, aun cuando el consumo mundial se recuperó de 45.3 MMBD a 46.2 MMBD entre el primer trimestre de 1983 y el mismo período de 1984 respectivamente (sin incluir a los países de economía centralmente planificada), la recuperación de la oferta ha sido mucho más pronunciada en el período señalado: de 41.3 MMBD a 45.3 MMBD. En el caso de los países europeos, la de-

4/ En 1981, existía una diferencia de más de 9 dls/b entre el crudo árabe ligero y el crudo ligero de Nigeria. En cambio, de octubre de 1983 a la fecha, la diferencia entre ambos se ha reducido a cerca de 1.50 dls/b.

5/ IEA, **End-June Oil Market Report**, 29 de junio de 1984.

6/ Dominic Lawson, "North Sea Oil Production Levels Criticised by OPEC", en **Financial Times**, 11 de junio de 1984.

7/ "A no-change OPEC Conference?" en **Petroleum Economist**, julio de 1984, p. 246.

2/ **BP Statistical Review of World Energy**, junio de 1984, pp. 4-5.

3/ Ibid, p.p. 21 y 55.

manda de petróleo fue contenida en buena medida por el alza de las tasas de interés que mantuvo precios altos para el crudo, incluso durante el período de debilitamiento de precios en términos de dólares.^{8/}

Por otra parte, no obstante la tendencia relativamente ascendente de la demanda, se ha registrado un incremento de los inventarios a los cuales podría recurrirse en caso ya sea de recuperación de la demanda o de agravamiento de la Guerra del Golfo. Según las estadísticas de la AIE, los inventarios en tierra (tanto estratégicos como comerciales) de la OCDE eran del orden de 3020 MMB el primero de julio. Esta cantidad representaba 97 días de oferta a las tasas esperadas de consumo, cantidad inferior a los 100 - 107 días de oferta registrados en julio de 1982 y 1983, pero muy superiores a los inventarios registrados en 1976-1977.^{9/}

Junto con este aumento de los inventarios en términos de volumen, los países miembros de la AIE han adoptado medidas para agilizar su uso: E.U. considera que la REP, ya no es un recurso de última instancia sino una reserva a la que habrá de recurrirse en forma inmediata, para prevenir alzas especulativas en los precios. Por su parte, los demás miembros de la AIE ya no esperarán a que se reduzca en 7% el suministro, para recurrir a los almacenamientos y están discutiendo en la actualidad regímenes más flexibles de utilización de los almacenamientos.^{10/}

Además de la incidencia que los factores señalados pueden tener en los próximos meses sobre el comportamiento del mercado ocasional de petróleo crudo, interesa destacar cómo en un período de sólo seis meses, las expectativas de los participantes en el mercado han sufrido un cambio de giro de 180 grados.

Hasta hace poco tiempo se temía que el cierre del Estrecho de Ormuz podría ocasionar una elevación significativa de los precios internacionales de petróleo. Ahora la creencia generalizada es que la combinación de la capacidad ociosa de los países miembros de la OPEP -estimada en 45% en 1983, comparada con 13% cuatro años antes-^{11/} y una amplia disponibilidad de inventarios terrestres por parte de los países industrializados y de inventarios flotantes por parte de algunos en desarrollo exportadores de crudo permitirían no sólo contener el aumento señalado sino, en caso de "regionalización" del conflicto, propiciar incluso una caída de

las cotizaciones. Esta última estaría determinada por la magnitud del desequilibrio entre la oferta y la demanda mundiales de petróleo, la descarga de inventarios y la magnitud de los descuentos en los precios oficiales ofrecidos directa o indirectamente por parte de algunos países exportadores.

En suma, para formular proyecciones sobre el comportamiento del mercado petrolero internacional nos enfrentamos a una combinación poco usual de elementos ciertos -la incidencia que seguramente seguirán teniendo los cambios estructurales sobre el comportamiento de la oferta, la demanda y los precios internacionales- y de factores altamente inciertos que, en un período de tiempo sumamente breve, pueden alterar profundamente las expectativas de los participantes en el mercado petrolero internacional.

Previsiones a 1990

No obstante lo anterior, la información disponible en materia de recursos energéticos así como de perspectivas económicas y energéticas elaboradas por diversas agencias internacionales permiten plantear algunas apreciaciones de carácter general sobre el panorama mundial de los energéticos para fin del siglo.

Estas proyecciones están determinadas por tres parámetros principales: la evolución esperada de la economía mundial, la incidencia que dicha evolución tendrá sobre las pautas de consumo de energía y la forma como estas dos variables afectarán el comportamiento de la demanda, la oferta y los precios internacionales de la energía en general y del petróleo en particular.

Sobre estas bases, el mayor grado de certeza corresponde al período 1984-1985 para el cual existe cierto grado de consenso entre las agencias internacionales que elaboran proyecciones. Al año 2000, aún cuando la base para formular proyecciones es mucho más incierta e inestable por la multitud de factores determinantes y sus diversas interrelaciones, existe también cierto grado de consenso entre las agencias mencionadas con respecto a los rasgos sobresalientes que caracterizarán a los mercados mundiales de energéticos.

Antes de referirnos a las conclusiones de tipo cuantitativo para el período 1984-1990 y de tipo cualitativo para el período 1990-2000 que se desprenden de las proyecciones mencionadas, es pertinente hacer referencia a una serie de consideraciones que cualquier analista del mercado petrolero internacional debería tener en cuenta a la hora de efectuar recomendaciones de política económica basadas en los resultados presentados por dichos escenarios.

El punto de partida de estas consideraciones se refiere al hecho de que la enorme mayoría de las proyecciones elaboradas por distintas agencias internacionales en los últimos 10 años han ajustado año con año sus proyecciones. Un caso reciente es el del Informe Anual en Avances en el Cumplimiento de las Políticas

8/ Frank E. Niering, "Market Trends", en **Petroleum Economist**, julio de 1984.

9/ El volumen promedio de inventarios terrestres de la OCDE entre 1976 y 1979 fluctuó entre 2 550 y 2 600 MMB, equivalentes a alrededor de 73-76 días de consumo. Véase IEA, **Oil Market Report**, mayo de 1974.

10/ Véase Paul Betts, "IEA's New Director Looks for the Flexible Approach", **Financial Trends**, 10 de julio de 1984.

11/ Véase **Petroleum Intelligence Weekly**.

Energéticas de la CEE.^{12/} En el tercero de la serie, dicho informe prevé que el crudo cubrirá un 43% del balance energético para 1990, lo que se compara con una previsión hecha hace cuatro años de 40%. Señala, además, que las posibilidades de sustitución del petróleo por fuentes alternas parecen haberse agotado. Este tipo de ajustes en las previsiones, que por lo general implican menores avances en el proceso de diversificación y mayores en el de ahorro y uso eficiente de la energía, puede atribuirse a varias razones.

La primera se refiere a una lectura exageradamente optimista de las perspectivas de recuperación económica de los países industrializados. Es cierto que los últimos informes anuales de organismos como el FMI y el Banco Mundial establecen previsiones de crecimiento económico real para el bienio 1984-1985 del orden de 2.5 - 3%, que señalan la continuación del repunte iniciado el año pasado. Estos mismos informes establecen que los países en desarrollo habrán de registrar una recuperación estimada en 4% en promedio para los años señalados, tasa muy superior a la registrada en el momento más agudo de la crisis económica internacional pero todavía inferior a las tasas históricas de crecimiento económico registradas por ese grupo de países durante los sesenta y los setenta.

No obstante este tipo de proyecciones sobre el futuro de la economía internacional, todavía es posible encontrar en la literatura especializada proyecciones que consideran que dicha recuperación no está aún a la vuelta de la esquina y, que además, cuestionan la permanencia de la misma. Así, el Comité de Planeación de las Naciones Unidas anunció a mediados de mayo del año pasado que los intentos por revivir las economías de mercado de los países industrializados mediante la resolución de sus problemas de estanflación no daban aún resultados visibles. Más aún, las políticas antiinflacionarias excesivas, aunadas al gasto en armamento, podrían poner en duda la recuperación de la economía mundial sobre una base más estable y duradera.

Un segundo elemento es la dificultad para anticipar en qué medida la recuperación económica incide sobre la demanda de energía en general y de petróleo en particular. Esta dificultad se manifiesta, por ejemplo, en una recuperación prevista para 1984 de la demanda global de petróleo asociada a la recuperación económica, menor al equivalente a 100 MMD a los esperado hace un año por la AIE, como resultado principalmente del aumento del valor del dólar con respecto a las demás monedas europeas y la permanencia de precios altos para los productos refinados en la mayoría de los países de Europa Occidental.

12/ Doris Leblond, "European Energy Report", en **Petroleum Economist**, julio de 1984, p. 248.

13/ Frank E. Niering, "Market Trends", **Petroleum Economist**, julio de 1984, p. 275.

Un tercer elemento que también ha influido sobre el ajuste de las previsiones es la escasez y diferencia en calidad de los datos económicos disponibles para efectuar proyecciones más o menos correctas sobre el comportamiento esperado de los mercados mundiales de energéticos, sobre todo en el caso de los países en desarrollo. Sobre una base estadística más o menos incierta, en muchos casos se trata de estimar en qué grado la demanda será cubierta por suministros internos, principalmente de fuentes alternas, bajo el supuesto de que el crudo cubrirá sólo la demanda "residual".

A este respecto es pertinente señalar que la estabilización de los precios del petróleo en los últimos dos años ha incidido sobre un retraso de los proyectos de exploración y explotación de fuentes alternas. Aún cuando ello no implica de ninguna manera una reversión de la tendencia hacia un balance energético más diversificado, los hidrocarburos han seguido teniendo una participación mayoritaria tanto en el balance energético de los países de la OCDE como del conjunto de los países en desarrollo.^{14/} De mantenerse dicha tendencia, es claro que las "residuales" serán las otras fuentes de energía y no el petróleo crudo.

Un cuarto elemento se refiere a la importancia que la mayoría de las proyecciones atribuye a la demanda esperada de los países en desarrollo. Es cierto que a nivel regional, este grupo de países fue el único que elevó notablemente su consumo de refinados del crudo entre 1973 y 1983 (de 10.9 a 14.3 MMBD).^{15/} Sin embargo es incierto que ese grupo de países esté en condiciones de financiar el desarrollo de fuentes alternas y que, a la luz del deterioro reciente de su situación económica y financiera derivada del alza en las tasas de interés, pueda depender en menor medida de los hidrocarburos como fuente energética principal. En los próximos años el pago de una cuenta petrolera cada vez mayor tenderá a exacerbar los desequilibrios en balanza de pagos y la contracción de los créditos bancarios públicos y privados así como el deterioro sostenido de la relación de precios del intercambio seguramente afectarán la capacidad de crecimiento económico de estos países, y por ende, su capacidad para sostener una demanda creciente de energéticos. Esto es un claro ejemplo de cómo en ocasiones los buenos deseos de quienes formulan las proyecciones entran en franca contradicción con las exigencias de una realidad que parece cada día más adversa a los países en desarrollo.

Otro elemento que subyace en las proyecciones, pero que con frecuencia se deja de lado en la interpretación de sus resultados, es la importancia que habrán de cobrar las empresas petroleras transnacionales en el

14/ El crudo cubre todavía el 70% de las necesidades energéticas de Grecia, dos tercios de las de Italia y el 65% de las de Dinamarca. Véase Doris Leblond "European Energy Report", en **Petroleum Economist**, julio de 1984, p. 248.

15/ **BP Statistical Review of World Energy**, junio de 1984, p. 11.

proceso de transición del petróleo hacia fuentes alternas. Como resultado del incremento de precios de los hidrocarburos ocurrido en los setenta, la gran mayoría de estas empresas efectuaron cuantiosas inversiones en la explotación de fuentes de hidrocarburos no convencionales como los esquistos y las arenas bituminosas. Estas inversiones se hicieron además de las realizadas en el propio sector petrolero, y trajeron como consecuencia un aumento sostenido de la relación R/P a nivel mundial de 27.5 a casi 34 años en el período 1979-1983.^{16/}

En una primera fase dichas inversiones se efectuaron en países no miembros de OPEP que ofrecían las mayores posibilidades de éxito en la explotación de estos recursos. A raíz de la estabilización de los precios del crudo ocurrida en los últimos dos años, el ritmo de avance de estos proyectos se ha visto frenado, pero su retroceso relativo ha sido compensado en cierta medida gracias al proceso de fusiones y compras de unas empresas petroleras por otras, proceso registrado desde hace varios años pero acelerado en lo últimos dos.

Es claro que mientras la explotación de otras fuentes distintas al petróleo esté considerada en el horizonte de expansión de las empresas petroleras -ya sea por la vía de inversiones directas o de compras o fusiones con empresas que las realizaban previamente- difícilmente se volverá a registrar una nueva "crisis energética" semejante a la que se creyó que existía a principios de los setenta, por un supuesto agotamiento prematuro y acelerado de los recursos energéticos a nivel mundial. La previsión actual de las compañías petroleras norteamericanas muestra que las exploraciones realizadas de aquí a fines de decenio cubrirán alrededor de un 60% del petróleo extraído, lo que podría llegar a incidir a fines del decenio sobre un incremento de los precios reales del petróleo para ese entonces.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, las previsões más recientes elaboradas por la Agencia Internacional de Energía (AIE) señalan que en 1984 la demanda mundial de petróleo (excluyendo a los países socialistas) será de alrededor de 45.6 MMBD, comparada con 44.4 en 1983, asociada a un crecimiento económico esperado de entre 3 y 3.5% en los países de la OCDE.^{17/} La tendencia moderadamente creciente de la demanda en este año (alrededor de 2%) estará vinculada a la continuación del repunte económico registrado en 1983, sobre todo en el caso de E.U., y podría repercutir en un incremento sostenido del nivel de producción de la OPEP a lo largo de 1984.

Por lo que toca a la oferta, esta misma fuente espera un suministro proveniente de la OPEP de 18 MMBD que, sumado a uno no OPEP del orden de 27 MMBD, equivaldría a una oferta total del orden de 45 MMBD.

Estas previsões un tanto cautelosas se comparan con las formuladas por el Comité de Monitoreo de la OPEP según el cual la demanda de petróleo de la OPEP, a fines de año será de entre 19 y 19.5 MMBD, para registrar quizás los 18 MMBD como promedio anual. Curiosamente, el pronóstico de las compañías petroleras es muy similar.^{18/}

En este contexto, la AIE estima que para 1984-1985 el precio oficial del crudo marcador se mantendrá en términos nominales a un nivel similar al prevaleciente a fines de 1983, aun cuando no es posible desechar las contingencias inherentes al comportamiento del mercado mundial de hidrocarburos.

Por su parte, los voceros de la OPEP coinciden con este punto de vista sobre el mantenimiento de los precios oficiales en lo que resta de este año en razón, primero, de la tendencia ascendente del dólar en los mercados cambiarios que ha repercutido sobre un aumento del precio real obtenido por los países exportadores, y, segundo, del aumento de las primas y seguros marítimos resultante de la guerra Irán-Irak. Sin embargo, el Comité de Monitoreo de la Organización ha llamado la atención sobre la amenaza potencial a los precios oficiales que plantea el aumento gradual de las ventas de productos de la OPEP que quedan fuera de los arreglos de las cuotas y que no están sujetos a ninguna política de precios oficiales.^{19/}

Es previsible que en el resto de la década de los ochenta, como consecuencia del sostenimiento del ritmo de actividad económica de los países de la OCDE (entre 2.5 y 3.0% anual promedio) y del estancamiento relativo de los programas de conservación energética debido a la maduración de las tecnologías, la demanda mundial de petróleo se incremente a una tasa de entre 1.3 y 1.8% hasta alcanzar un nivel del orden de los 65 MMBD. Serían los países en desarrollo en general, los que seguirían registrando a lo largo de este decenio una tasa de crecimiento del consumo de petróleo superior a la de los desarrollados y a la registrada en el decenio pasado, dado que no están en condiciones de financiar el desarrollo de fuentes alternas para sustituir al petróleo y que sus economías seguirán siendo altamente dependientes de esta fuente de energía. Los países socialistas registrarían tasas semejantes a las de los países de economía de mercado.

Durante este período, sería difícil que se mantuvieran constantes los precios nominales del petróleo crudo debido a que la disminución de éstos en términos reales por un lado, y el aumento en los costos reales de explotación de los yacimientos localizados en zonas "caras" (como Mar del Norte), por el otro, podrían llegar a pro-

16/ BP Statistical Review of World Energy, junio de 1984, p. 3.

17/ IEA, Oil Market Report, junio de 1984.

18/ Véase "A no-change OPEC Conference?", *Petroleum Economist*, julio de 1984, p. 246 y *Petroleum Intelligence Weekly*, 9 de julio de 1984.

19/ Véase "A no-change OPEC Conference?", op. cit., p. 247.

vocar el cierre de algunos campos productores, situación que sería anticipada con ventas masivas de crudo con objeto de garantizar la rentabilidad de las inversiones efectuadas. Cualquiera de los casos podría desembocar en una nueva desestabilización del mercado petrolero.

Un argumento adicional que permite suponer que no se mantendrán precios nominales constantes, es que esto último desestimularía los programas de conservación y diversificación energética al igual que la acumulación de inventarios en los países importadores. En cualquiera de los dos casos, los principales países consumidores podrían responder con la aplicación de impuestos a la importación de petróleo crudo.

Perspectivas al 2000

Las previsiones que consideran los cambios cualitativos esperados durante los noventa permiten seguir a grandes rasgos la trayectoria de los cambios estructurales más importantes que ocurrirán en el decenio próximo y anticipar, con algún grado de incertidumbre, sus resultados más importantes a largo plazo.

Por lo que respecta a estos cambios cualitativos, diversas agencias internacionales coinciden en reconocer que no habrá grandes alteraciones en el balance energético mundial para fines del siglo. El petróleo crudo tendrá un menor peso relativo, pero seguirá siendo el energético más importante. Los hidrocarburos participarán en dicho balance con cerca del 50% del consumo total mundial de energía primaria. Aun cuando el resto de las fuentes ampliará seguramente su participación, las limitaciones de orden económico, tecnológico y ambiental mantendrán dichos aumentos relativos dentro de márgenes reducidos.

Una segunda consideración se refiere a que en el próximo decenio se reafirmará la estrecha interrelación existente en la actualidad entre el sector energético mundial y el resto de la economía internacional. Pero, a diferencia de lo ocurrido en los setenta en que el sector energético resultó una especie de motor de los cambios registrados en el comercio y las finanzas internacionales, durante los noventa, el sector mundial de la energía se convertirá en un agente pasivo de los cambios ocurridos en la economía y finanzas internacionales.

El tercer elemento es la persistencia de una serie de factores imponderables de orden político que, en cualquier situación, podrían provocar una alteración repentina del equilibrio del mercado petrolero al poder contraerse bruscamente la producción, verse obligados los importadores a recurrir a los almacenamientos y producirse una elevación temporal de los precios, de carácter eminentemente especulativo.

En caso de mantenerse la estabilidad, un último factor se referiría a la prevalencia de la OPEP como la principal zona exportadora de crudo en el mundo durante el próximo decenio. Entre los factores más importan-

tes que incidirán sobre un resultado de este tipo estarían la disponibilidad de un monto de reservas probadas de crudo en los países miembros superior al del resto de las regiones combinadas, una relación entre petróleo consumido y petróleo producido altamente favorable y el avance de la participación de la Organización en otras fases de la cadena de valor agregado de la industria petrolera mundial, sobre todo la refinación y la petroquímica. Otros elementos adicionales serían el estancamiento y eventual declinación de la producción en algunas zonas como Mar del Norte que alcanzarán su madurez y la pérdida de importancia de los mercados especulativos de crudo, en función del interés de los actores institucionales que participarán en el mercado internacional del petróleo crudo, por apegarse a un régimen de precios contractual.

Bajo los supuestos anteriores, es probable que los países importadores netos más importantes continúen sus programas de sustitución de petróleo por fuentes alternas, principalmente el carbón y la energía nuclear. Así, se estima que al concluir el decenio de los noventa la participación del petróleo en el balance energético de los países de la OCDE habrá disminuido a un nivel de entre 30 y 36% mientras que la correspondiente al gas se mantendrá en torno al 20%. Por su parte, el carbón aumentará su contribución a entre el 31 y el 34%, la nuclear se ubicará en torno al 8 y el 11% y la hidroenergía y otras fuentes alcanzarán una participación de entre 9 y 11%.

Algunas implicaciones para México

Cualesquiera que sean los cambios que registre la escena energética mundial en los próximos 15 años, México resentirá sus efectos de manera directa no sólo porque las decisiones de nuestro país en materia de volúmenes y precios de exportación tienden a repercutir cada vez en mayor medida sobre la evolución del mercado internacional de hidrocarburos, sino porque la creciente vinculación entre la economía internacional y lo que podría entenderse como un sistema energético mundial afecta a cualquier país, independientemente de su grado de desarrollo o de su calidad de importador o exportador de este tipo de recurso.

A lo largo de su historia como país exportador de petróleo, México se ha enfrentado a un panorama internacional muy cambiante. En la primera mitad del siglo, el papel de México en los mercados energéticos internacionales fue muy poco destacado en virtud de que la atención se centró en la satisfacción de la demanda interna y marginalmente en la exportación de algunos excedentes. No fue sino hasta mediados de los setenta cuando México irrumpió en la escena petrolera internacional y pudo aprovechar por más de cinco años los aumentos de demanda y de precios que caracterizaron el auge petrolero. Junto con Gran Bretaña, Noruega y Canadá, México aportó una parte creciente de la oferta mundial de petróleo crudo entre 1975 y 1983 con una participación también al alza (de 2.2% en 1979 a 4.9% en 1983).

El punto culminante de la participación de México en el mercado internacional de hidrocarburos se dio en los primeros meses de 1983 cuando nuestro país dio muestras fehacientes de su interés por contribuir a preservar la estabilidad del mercado mundial. A través del establecimiento de mecanismos de comunicación y coordinación efectivos con diversos países exportadores, México contribuyó de manera eficaz a preservar la estructura de precios internacionales y, a través de dicho mecanismo, a mantener una estabilidad duradera del mercado mundial. A grandes rasgos ésta ha sido la política seguida por nuestro gobierno desde el inicio de la administración del Presidente Miguel de la Madrid.

Por lo demás, sean cuales fueren las condiciones prevalecientes en el exterior, nuestro país ha señalado que, así como su política exterior está guiada por principios invariables y únicos como son el respeto a la auto-determinación y no intervención, en materia de política petrolera, México se apegará a criterios invariables y únicos entre países exportadores de petróleo en lo que se refiere a las negociaciones internacionales sobre este recurso. Entre estos criterios se incluye el rechazo de las operaciones de intermediación y especulación y la aplicación de un precio equitativo y uniforme a todos los clientes.

Guiados por estos principios, los responsables en la materia han destacado que la situación de incertidumbre que rodea a la escena energética mundial en estos momentos obliga a nuestro país a proceder con cautela, a seguir de cerca los movimientos de los principales factores que lo afectan y a desarrollar la flexibilidad necesaria para ajustarse a cambios inesperados. Ya sea que el mercado se debilite o tienda a fortalecerse, México mantendrá invariable su política de fijación responsable de precios y volúmenes de exportación encaminada al fortalecimiento del mercado.

De llegar a materializarse los supuestos de recuperación económica y de crecimiento moderado de la demanda mundial de petróleo en lo que resta de este decenio y el siguiente, y en caso de registrarse efectivamente un acercamiento de la oferta total a su límite técnico hacia fines de los ochenta o principio de los noventa, México llegaría a tener quizás una presencia más destacada en el mercado de hidrocarburos. En caso contrario, si persistiera una contracción de la demanda y una elevada capacidad ociosa, México se vería en dificultades para conseguir la valorización de sus recursos energéticos y ello incidiría desfavorablemente sobre el comportamiento de la economía en vista de la importancia que seguirán teniendo los ingresos en divisas derivados de la exportación de petróleo para la economía nacional en los próximos años.

Los factores que pudieran incidir sobre la inclinación de la balanza en uno u otro sentido rebasan claramente el ámbito del propio sector energético nacional e internacional. Uno de ellos es el desarrollo de algunos sectores poco intensivos en el uso de energía como la biogenética y las telecomunicaciones y su incidencia

sobre los patrones y ritmos del avance tecnológico a nivel mundial. Otro factor son las restricciones financieras y comerciales internacionales, cuya acentuación podría restar impulso al proceso de cambio tecnológico señalado, sobre todo en los países en desarrollo.

Nuestro país tiene ciertas ventajas relativas para adaptar su sector energético a estos cambios. Por una parte, está empeñado en reconocer y tener en cuenta en todo momento los efectos que los cambios estructurales ocurridos en los setenta han tenido sobre la demanda, la oferta y los precios internacionales de los hidrocarburos. Esto significa que México está preparado para actuar con mayor madurez y cautela en el mercado exterior que en el pasado reciente.

En segundo término, existe voluntad política para sumar a nuestro país al esfuerzo de ahorro y diversificación energética iniciado desde hace varios años en otros países de mayor desarrollo relativo porque se reconoce que el no hacerlo implicaría una menor eficiencia y competitividad no sólo del propio sector energético sino de toda la estructura industrial y de la economía en su conjunto.

En tercer lugar, dada la importancia que tiene a nivel mundial el sector energético en materia tecnológica, nuestro país está involucrado desde hace varios años en un esfuerzo importante por seguir de cerca los cambios en las bases tecnológicas y, previsiblemente lo tendrá que seguir haciendo en los próximos años para estar en posibilidad de dar apoyo al resto del país en el ámbito de la investigación y el desarrollo experimental.

Por último, a la luz de las dificultades que previsiblemente surgirán en los próximos años en el contexto financiero internacional, como resultado del aumento en el costo del capital y la reducción y la disponibilidad del mismo, sin detrimento de la autodeterminación de la política energética, nuestro país también reconoce que deben desarrollarse los medios (económicos, tecnológicos y de infraestructura), para estar en posibilidad de aprovechar oportunamente cualquier coyuntura favorable que se profile en el mercado internacional, ello con el objeto de poder maximizar la contribución del sector energético al desarrollo económico nacional.

ELECTRIFICACION RURAL RENTABLE

Dr. Félix Pacheco Linares

PROFESOR DE ECONOMIA ENERGETICA

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

LIMA - PERU

OBJETIVO

Demostrar la rentabilidad de programas de electrificación rural a través de una adecuada organización y gestión en la concepción y desarrollo del proyecto respectivo.

RESUMEN

La electrificación rural es rentable cuando las inversiones se destinan para equipar proyectos que sirvan en forma conjunta a las unidades productivas y a los servicios, de tal forma que se consiga generar empleo, que se aumente el valor agregado en la producción local, que se disminuya la tasa de emigración y se brinde a la población las condiciones para una mejor calidad de vida en el área de influencia del proyecto.

Para una Electrificación Rural Rentable (ERR) se precisa de un estudio integral de la región en forma semejante a la de un "Plan Maestro de Electrificación", el cual minimiza los costos a través de una optimización de sistemas interconectados alternativos y que luego le sea dotado de una organización eficiente en la gestión.

La estrategia del proceso de electrificación conviene iniciar brindando un servicio garantizado las 24 horas del días a las localidades que puedan conformar un pequeño polo de desarrollo, y que posteriormente se incorporen en forma progresiva a las localidades menores.

DESARROLLO

Antecedentes Generales

- a) La electrificación es rentable en los grandes centros urbanos cuando existen importantes centros de consumo, mas no siempre en las áreas rurales, para los que generalmente se aceptan pérdidas en sus estados financieros.
- b) Las experiencias muestran que los procesos de electrificación se han iniciado en las capitales y ciudades más importantes de los países, y también, en los complejos industriales, mineros o agrícolas. El grado de rentabilidad decrece de más o menos en función a la magnitud de la demanda, y de la eficiencia administrativa.
- c) Los países industrializados, sean éstos del este u oeste, han solucionado o se encuentran en proceso de solucionar sus respectivos programas sobre electrificación rural; mientras que la mayoría de países tercer mundistas aún no tienen concebida con claridad una solución económica adecuada, con excepción de algunos países como Corea del Sur que han alcanzado importantes progresos al respecto.
- d) Uno de los indicadores que mide el grado de desarrollo de un país se refiere a la magnitud del consumo per cápita de electricidad, apoyada en una adecuada distribución en la población; tal indicador refleja también el desarrollo espacial equilibrado del país.

- e) La colocación de las inversiones en electrificación rural no han sido convenientemente aplicadas y más bien se mantiene la aceptación prejuiciosa que la electrificación rural produce pérdidas y requiere subsidios; esos prejuicios son negativos para los países cuando constatamos un débil aumento o a veces disminución del Producto Interno Bruto PIb, así como la creciente tasa de desempleo, la abultada deuda externa y las pobres perspectivas para aumentar las exportaciones, en un orden de magnitud que permitan captar los créditos necesarios.

Antecedentes Específicos: El Caso Particular Peruano

- a) En el Perú, el servicio de energía eléctrica durante las 24 horas del día se da a través de los sistemas interconectados. Son pocas las ciudades importantes del país que sin estar interconectadas a esos sistemas tienen el servicio permanente referido.
- b) La población servida a través de los sistemas interconectados no llega al 40% del total nacional (7'200,000 personas), mientras que el 60% de la población (10'800,000), denominados población rural para estos fines - tienen servicio eléctrico en una relación baja de 1 a 9 aproximadamente, además de ser deficiente, limitado a algunas horas de la noche, destinado solamente para la iluminación y con un resultado económico negativo en donde los costos frecuentemente superan en 5 veces a los ingresos.
- c) El área rural cuenta con menor infraestructura que la que disponen las ciudades grandes, tal realidad, sumando a otros aspectos como el clima frío de la sierra, las escasas áreas verdes en el litoral y la despoblada selva, configuran un cuadro de mayor pobreza en la población rural; amén de que las inversiones en las zonas rurales se circunscriben a los elementales servicios de infraestructura.
- d) Es reciente el desarrollo de la electrificación rural en el Perú. De todos los servicios de infraestructura en las áreas rurales, el servicio eléctrico tiene mucho menos desarrollo en relación a la infraestructura educativa, salud, comunicaciones y transporte.
- e) La centralización en Lima Metropolitana, controla todas las actividades económicas y es donde se toman las decisiones en la administración financiera. La participación de otras ciudades importantes del país es sólo complementaria.
- f) La población rural se encuentra dispersa en unos 1.500 centros poblados con menos de 5.000 habitantes, a ello se suman un mayor número de otros poblados con menos de 200 habitantes. En todas estas localidades no existe actividad industrial, el comercio es minorista, no cuentan con servicios bancarios y la administración local se dedica a equipar escuelas y postas médicas, gestionar el servicio de agua potable, más carreteras y finalmente la aspiración al servicio eléctrico.

g) Existen también buen número de valles con rico potencial agrícola y/o minero en las cuales se encuentran varias localidades relativamente cercanas una respecto de otras capaces de conformar pequeños polos de desarrollo. Estos valles, con algunas excepciones, no disponen de estudios multisectoriales que permitan encarar sus procesos de desarrollo.

- h) La magnitud de la demanda de energía eléctrica es pequeña y sólo entre el 40 a 60% de la población local utilizan el servicio.
- i) El bajo nivel de los ingresos de la población rural, muchas veces cíclico y dependiente de las cosechas del agro o venta de alguna de sus especies, dificultan afrontar compromisos financieros para solventar los costos de las redes secundarias a sus respectivos domicilios.

Estrategia para una ERR

- a) Seleccionar un grupo de profesionales ingenieros, economistas y administradores, capaces de configurar el horizonte de las áreas rurales del Perú y de medir los efectos de un adecuado programa de electrificación en el marco regional y también en el contexto de las finanzas y economía del país.
- b) Formular un modelo de electrificación a desarrollar para un período de 20 a 30 años. Este modelo deberá ser flexible y eficaz para su aplicación en el tiempo, aún se mantenga el predominio del trabajo unsectorial.
- c) Formular un programa de electrificación a ejecutarse en 4 o más etapas de 5 años cada una. Cada etapa podrá comprender un número limitado de proyectos sustentados por estudios suficientemente definidos en cuanto a la demanda, costos, ingeniería y en su consistencia económico-financiero.
- d) Es recomendable destacar la rentabilidad del proyecto como uno de los principales indicadores. Tal rentabilidad medida a corto, mediano y largo plazo, indicador que mide la eficiencia de las inversiones.
- e) En casos de no obtener la rentabilidad del proyecto, es decir, donde la Tasa Interna de Retorno y el Valor Actual Neto arrojen índices desfavorables, conviene destacar las economías externas del proyecto, tales como la creación de fuentes de trabajo, el incremento en la producción local de bienes, la reducción en la tasa de emigración entre otros. Sólo en casos excepcionales se podrán construir proyectos totalmente no rentables.
- f) En el análisis de conjunto del programa de electrificación rural, la suma de todos los ingresos provenientes de la venta de energía eléctrica deberá llegar a un monto igual o superior a la suma del total de los costos que del programa se deriven. En este sentido la política tarifaria precisará estar sustentada en una política económica.



- g) La eficacia en la negociación es un aspecto de primer orden a considerar. Negociación para organizar a los consumidores potenciales a fin de motivarlos hacia una solución económica compartida y con beneficios ventajosos para las partes. Es decir, para la empresa nacional de electricidad, para los mineros, molineros, entre otros.
- h) El proceso de electrificación conviene ser iniciado en aquellas regiones capaces de constituirse en polos regionales. Comenzar dicho proceso con pocas regiones para cada año ir incorporando otras; en el mediano plazo el Perú dispondría de más o menos 10 polos regionales de desarrollo y otros tantos en el largo plazo, de manera de cada uno de estos polos progresivamente incorporen al sistema a las poblaciones más pequeñas que se encuentran a su alrededor.
- i) El servicio a los referidos polos deberá garantizar las 24 horas del día priorizando a los consumidores potenciales; son estos pocos abonados los que podrán absorber hasta más del 50% de la demanda, permitiendo así un adecuado y barato servicio a la población de toda una región con características de una reducida magnitud de demanda.
- j) Una adecuada utilización de los escasos recursos financieros, así como una eficaz administración en la operación del proyecto, son también factores determinantes para el éxito en la gestión del programa.
- k) La concepción y desarrollo de los estudios para una E.R.R. precisan ser semejantes al de los "Planes Maestros de Electrificación", característica que contienen los estudios que viene desarrollando ELECTRO-PERU en convenio con la Cooperación Técnica que recibe de la República Federal Alemana, ejemplo que ilustramos a través de la Región Modelo Huari.

Caso: Región Modelo Huari

- a) El objetivo es brindar un servicio de energía eléctrica a través de un sistema interconectado a la población y también a dos compañías mineras de tamaño medio, ubicadas en la Región en estudio.
- b) El área geográfica tiene cerca de 5000 km² donde habitan 79.000 personas. En 18 localidades viven 13.200 personas a quienes se plantea suministrar el servicio eléctrico en una primera etapa; luego a otras 15.800 personas en una segunda etapa, y finalmente en el largo plazo en forma progresiva a toda la región.
- c) La magnitud de la demanda es la siguiente:

AÑOS	Máxima Demanda kW		Energía Neta MWh		TOTAL	
	POBLACION	MINAS	POBLACION	MINAS	KW	MWH
1985	1200	3960	2965	10000	5160	13860
2005	3981	7650	13312	31000	11631	44312

- d) El resultado de la evaluación del potencial hídrico regional arrojó 36 posibilidades de generación con costos que varían entre 928 y 4400 US\$/KW instalado.
- e) Se efectuaron varios juegos de sistemas alternativos para satisfacer la demanda al mínimo costo sobre una consistente base técnica. (Topografía, Geología, Hidrología y de Ingeniería).
- f) La magnitud de las inversiones en centrales y líneas capaces de satisfacer la demanda hasta el año 2005, ascendió a 13.2 millones de dólares a precios de 1982 a ser invertidos en dos períodos entre 1984 y 1994 para conformar una capacidad instalada de 12830 KW. (Incluye una central hidroeléctrica de 1400 KW a inaugurarse el año 1985).
- g) El período de análisis comprende 1985-2005 y las tasas de actualización se efectuaron al 0%, 10% y 20%.
- h) Las tarifas que se adoptaron fueron las vigentes -3.7 c de dólar por KWh- y se introdujeron variaciones hasta 20 c de dólar por KWh.

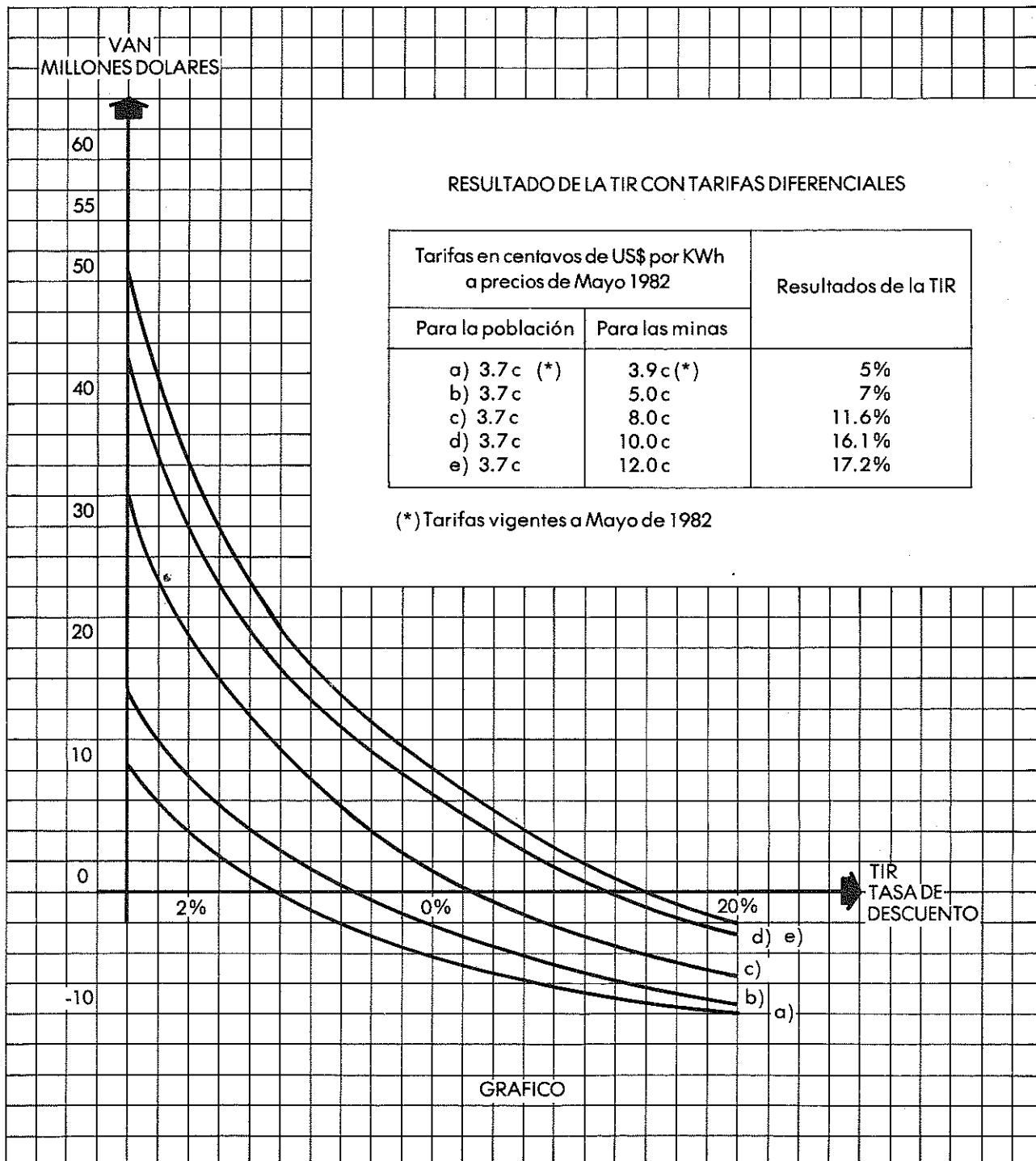
CONCLUSIONES

- a) De las varias alternativas estudiadas, el sistema óptimo conseguido es para el servicio en conjunto a la población y a las dos minas.
- b) El VAN arrojó saldos positivos luego de actualizaciones al 0%, 10% y 20%. Por su parte, la TIR registró 11.6%, cercana a la tasa de rentabilidad del 12% que plantea la Ley General de Electricidad del Perú, aún permaneciendo la actual tarifa de 3.7 c de dólar por KWh para el servicio doméstico, pero a 8 c de dólar por KWh para las dos compañías mineras.
- c) La TIR mejora considerablemente con tarifas de 10 a 12 c de dólar por KWh para la minería. Ver cuadro y gráfico adjunto.
- d) El costo por combustible que representa a las minas para generar 1 KWh en sus grupos térmicos es de 10 c de dólar; evidentemente, al incluir los costos de operación y mantenimiento y los relativos a los costos de capital invertido, los costos por KWh superan los 12 c de dólar.
- e) Son caras las tarifas que exige el sistema aislado sólo para la población, más aún si consideramos el bajo nivel de los ingresos en la población de esa Región.

Para obtener una TIR del 11% se precisan tarifas de 20 c de dólar por KWh para el uso doméstico; es decir, las actuales tarifas tendrían que incrementarse en 5.4 veces.

- f) Resultados semejantes al de la Región Modelo Huari, se están obteniendo en estudios para otras regiones como las de: Río Mayo, Pomabamba-Piscobamba y

**SISTEMA COMBINADO
LOS VAN Y TIR CON DIFERENTES TARIFAS
PARA LA MINERIA**



Huamalies-Dos de Mayo; en consecuencia se recomienda generalizar este método para un proceso de ERR; y para la utilización eficiente de los escasos recursos financieros con ventajosos resultados económicos en beneficio de la población servida y de la economía nacional.

REFERENCIAS

1. Estudios de "Regiones Modelo de Electrificación" para Huari, Pomabamba-Piscobamba, Huamalies-Dos de Mayo y Río Mayo.
Convenio Peruano-Alemán: ELECTROPERU S.A. - GTZ, 1982-1984.
2. Plan Maestro de Electricidad.
ELECTROPERU S.A., Octubre 1983, Lima.
3. Electrificación Rural.
Banco Mundial, 1976.
4. Plan Nacional de Electrificación con Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. Primera aproximación.
Programa de los NNUU para el Desarrollo.
Ministerio de Energía y Minas, Lima-Perú, 1978.
5. Rural Electrification in Developing Countries:
Constraints and Prospects.
Lalit K. Sen, Quarterly Journal of International Agriculture, Vol. 22, Nº 3, July-Sept. 1983.

NOTAS BIBLIOGRAFICAS

DEMANDA DE ENERGIA EN EL ESTUDIO NACIONAL DE ENERGIA DE COLOMBIA (ENE): METODOLOGIA Y RESULTADOS

Diego F. Otero P. -- Quito : OLADE -- 49 hojas

Pone en conocimiento los resultados de la experiencia de Colombia en la aplicación de una metodología para el cálculo de la demanda de energía como aporte a la planificación energética de un país.

Para el cálculo de la demanda de energía en el período 1980-2000, se definieron los sectores industrial, residencial, transporte, comercial y servicios, público y alumbrado, y, otros sectores.

Finaliza con los resultados de una encuesta sobre consumo de leña y las conclusiones sobre el tema en general.

UNA APLICACION DE LA TEORIA ESTADISTICA A LA RESOLUCION DE PROBLEMAS DE INFORMACION ENERGETICA EN PAISES EN VIAS DE DESARROLLO : ENCUESTA A ESTACIONES DE SERVICIO.

Carlos Araujo, José Luis Calabrese. -- Quito : OLADE. -- 12 hojas

Presenta un diseño muestral de bajo costo para estimar el recorrido anual promedio del parque automotor de un país o región, a través de encuestas de vehículos en estaciones de servicio aplicadas y procesadas en Colombia.

COMENTARIOS AL ACUERDO DE UNIFICACION DEL CAMPO 18-B FANNY DEL ORIENTE ECUATORIANO

Juan Gavino Guerrero. -- Quito : OLADE. -- 18 — hojas

Describe los pasos que se dieron para establecer el acuerdo de unificación y operación conjunta del campo 18-B Fanny del Oriente Ecuatoriano, celebrado entre CEPE y CEPCO, de acuerdo a la metodología propuesta para la unificación de yacimientos petrolíferos.

POSIBILIDADES DEL DESARROLLO ENERGETICO DE AMERICA LATINA ANTE EL PROBLEMA DE SU FINANCIACION : IMPORTANTE APORTE DEL USO RACIONAL DE ENERGIA Y DE LAS FUENTES NO CONVENCIONALES.

Alberto Méndez Arocha, -- Quito : OLADE. -- 36 hojas.

Documento presentado a la XVII Convención de la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros el cual analiza la cooperación regional para la distribución de las reservas energéticas entre los distintos países. Expone algunos ejemplos y señala algunos casos de los muchos que podrán desarrollarse con mayor conocimiento local en cada país o sector.

BIBLIOGRAPHICAL NOTES

ENERGY DEMAND IN THE NATIONAL ENERGY STUDY (ENE) OF COLOMBIA : METHODOLOGY AND RESULTS.

Diego F. Otero P.--Quito : OLADE. 49 pp.

This paper discusses the results of Colombia's experience with the application of a methodology for calculating energy demand, as a contribution to a country's energy planning.

In calculating energy demand for the period 1980-2000, the sectors were divided as follows: industrial, residential, transportation, commercial and service, public and lighting, and others.

The paper concludes with the results of a survey on firewood consumption and conclusions on the subject in general.

APPLICATION OF THE STATISTICAL THEORY OF ENERGY-INFORMATION PROBLEM-SOLVING IN DEVELOPING COUNTRIES : SERVICE STATION SURVEYS.

Carlos Araujo, Jose Luis Calabrese. -- Quito. -- 12 pp.

This paper presents a low-cost sample design to estimate the average annual mileage of the motor park of a country or region, through vehicle surveys in service stations, as applied and processed in Colombia.

COMMENTS ON THE UNITIZATION AGREEMENT FOR THE FIELD 18-B FANNY IN THE ECUADORIAN JUNGLE AREA.

Juan Gavino Guerrero. -- Quito : OLADE. -- 18 pp.

This paper describes the steps taken to establish the unitization and joint-operations agreement for the field 18-B Fanny in the Ecuadorian jungle area. The agreement was signed by CEPE and CEPCO, according to the methodology proposed for unitization of oil reservoirs.

POSSIBILITIES FOR LATIN AMERICAN ENERGY DEVELOPMENT IN LIGHT OF THE PROBLEMS FOR ITS FUNDING : IMPORTANT CONTRIBUTION FROM RATIONAL USE OF ENERGY AND NON-CONVENTIONAL SOURCES.

Alberto Mendez Arocha. -- Quito : OLADE. -- 36 pp.

This document was presented at the XVII Convention of the Pan-American Union of Engineering Associations. It analyzes regional cooperation in distributing the energy reserves of the different countries, discusses some examples, and puts forth some of the many cases in which more local knowledge could be developed in each country or sector.

EDITORIAL

To disseminate the technical efforts that our research centers and professionals from the public and private sectors are carrying out, in all areas of the Latin American energy scene, has been a task to which we have been decidedly and permanently committed in order to encourage such endeavors.

Continuity in the publication of this energy review over the three-year period 1981-1984 has made it possible to progressively improve the quality of its content, and this has brought it an ever wider acceptance.

Given the lack of constructive criticism which would permit us to assess our work, for the purpose of further improving its presentation and content, the responsibility for change has been ours.

For me, to have contributed to disseminating the invaluable scientific and technological production in the field of energy has been a great source of pride, which I have also felt at all the national, regional and international events by means of which we have been creating confidence and assurance that we will indeed accomplish the aims we have set.

In bidding farewell to our readers, and opening the way to a new administration in the Permanent Secretariat of OLADE, I would like to express my hope that the communication among the institutions, centers and human resources of the energy sectors of Latin America and the Caribbean may be ever more intense and may lay the groundwork for making our desires for integration a reality.

By fulfilling actions of this type, we consolidate the path for making a reality of the slogan with which we have been orienting the implementation of the PLACE:

**"TO ACHIEVE A GREATER DEGREE OF ENERGY SELF-SUFFICIENCY
WITH TECHNOLOGICAL AUTONOMY"**

ULISES RAMIREZ OLMO

MAN-MADE FORESTS FOR WOOD AND CHARCOAL IN BRAZIL

Mauricio Hasenklever B

José Geraldo Rivelli M.

FLORESTAL ACESITA S.A.

Belo Horizonte - Minas Gerais

BRAZIL

FOREWORD

This report was prepared by Florestal Acesita S.A., a subsidiary of the steel company, Cia Acos Especiais Itabira S.A. (ACESITA), which produces some 600,000 tons of special steel per year.

Florestal Acesita S.A. (FLORASA) supplies the steel plant with approximately 1.8 million cubic meters (450,000 tons) of charcoal per year. Approximately 60% is delivered from its own eucalyptus plantations. FLORASA has an R&D Program which involves investigations in forestry, from seed production to forest exploitation and the development of carbonization processes including by-products recovery.

FLORASA has planted 150,000 ha with **Eucalyptus**, divided into three locations: Jequitinhonha and Rio Doce Valley (with 85,000 and 54,000 ha, respectively), in the State of Minas Gerais and an area of 9,000 ha located in the states of Espírito Santo and Bahia, near the coast.

The parent company, ACESITA, is owned by Banco do Brasil S.A., a Brazilian government bank.

The task force responsible for this report included:

- Mauricio Hasenklever Borges - Civil Engineer President of Florestal Acesita S.A.
- Jose Geraldo Rivelli Magalhaes - Forestry Engineer Assistant to the Production Director of Florestal Acesita

- Mauro Rodrigues de Almeida - Metallurgical Engineer, MSC Assistant to the Production Director of Florestal Acesita
- Rubem Mario de Melo e Souza - Business Administrator Manager of Florestal Acesita's Consulting Group

CHARCOAL PRODUCTION IN BRAZIL

1. INTRODUCTION

Due to the rising oil price and growing risk of continued disturbances in oil supply, firewood, and charcoal have become two of the most important sources of industrial energy in Brazil. The planting of forests for energy purposes is becoming competitive with other sources, especially for those countries which lack fossil fuels. Besides that, forest planting and charcoal production can use a wide range of technology levels (from totally manual to highly mechanized) suitable to the economic and employment conditions of a given country. For developing countries, charcoal production—from man-made forests or from the woody material recovered from forest-clearing for agricultural and cattle-raising purposes—can be of great aid in generating or maintaining employment in rural areas, with low levels of investment.

Brazil for many decades had produced charcoal for use in the iron and steel industry. About 5 million tons are produced per year from native and man-made forests. Brazil has planted more than 4 million hectares



of man-made forest for use as firewood, charcoal, and pulp, paper and lumber, as can be seen in Table 1.

Charcoal has primarily been used in Brazil as a thermo-reductant in the iron and steel industry. Its role has been made more prominent over the last decade due to rising coke prices, which have made charcoal more competitive for pig iron and steel production and

increased the importance of detailed attention to the use and production of the thermo-reductant since this comprises more than 60% of total pig iron production costs.

An even more fundamental change has occurred as a result of the worldwide increase in petroleum prices, which has had a large negative impact on Brazil's trade situation.

TABLE 1
MAN-MADE FORESTS PLANTED IN BRAZIL

YEAR	PINUS	EUCALYPTUS	ARAUCARIA	OTHERS	TOTAL
1976	18,159	13,877	1,729	994	34,759
1968	60,899	30,057	7,330	4,624	102,910
1969	96,798	53,800	7,670	4,115	162,383
1970	119,913	83,609	12,030	6,453	222,005
1971	98,053	129,053	8,080	13,284	248,470
1972	101,060	172,441	7,756	23,090	304,356
1973	86,181	161,132	7,828	39,013	294,154
1974	83,245	188,336	7,530	45,268	324,379
1975	94,222	222,718	6,618	74,282	398,240
1976	107,001	262,337	4,846	95,065	469,249
1977	99,277	194,352	758	52,045	346,432
1978	140,726	228,068	902	42,001	411,697
1979	117,944	282,420	1,332	72,022	473,718
1980	88,650	271,550	200	75,175	435,575
1981	117,160	229,675	350	71,690	418,875
1982	129,069	175,786	740	50,518	356,113
1983	73,565	91,035	230	53,620	218,450
TOTAL	1,558,357	2,699,211	75,929	723,668	5,221,765

* Estimated data, based on projects authorized by the Brazilian Institute for Forestry Development (IBDF)

Despite many initiatives in the energy sector, Brazil's policy of highly subsidized fuel oil prices effectively kept charcoal and firewood from playing any significant role in substituting imported oil. This subsidy was based primarily on the belief that industry would not respond to higher fuel oil prices by increasing the efficiency of energy use. In late 1979 and 1980 the government's policy changed and fuel oil prices were increased to approximately the world market level. This opened up prospects for the economically - viable substitution of fuel oil in industry, by firewood and charcoal; and since that time there has been considerable activity in this direction.

Taking into account only the iron and steel production, it is interesting to note that, among the alternatives to produce pig iron and steel, those using charcoal result in the lowest production costs in Brazil; and we believe that this will hold true for many other developing countries which, like Brazil, do not have high-grade metallurgical coal.

2. MAGNITUDE OF CHARCOAL USE IN BRAZIL'S STEEL INDUSTRY

Charcoal has a prominent place in the country's production of pig iron. The Brazilian steel industry was charcoal-based at birth and gradually gave way to imported coal. Table 2 shows the evolution of pig iron production in the 70's, using coke as well as charcoal. For such production, there was an annual charcoal consumption rate as shown in Table 3.

Almost all charcoal is produced from the exploitation of native forests, most of which come from forest-clearing operations for farm expansion. That can be seen in Table 3 if one analyzes the difference between charcoal purchased and consumed by integrated steelworks, which approximates the charcoal which comes from forests. If one considers the average density of 250 kg of charcoal per cubic meter, then the Brazilian iron and steel industry consumed close to 3.9 millions tons in 1980.

TABLE 2
PIG IRON PRODUCTION (1) - x 1 000 TONS

PIG IRON	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Using coke	2,327	2,499	2,759	2,827	2,689	3,423	4,141	5,537	6,199	7,282	7,744
Using charcoal*	1,878	2,187	2,540	2,706	3,157	3,630	4,029	3,843	3,844	4,312	4,941
TOTAL	4,205	4,686	5,299	5,533	5,846	7,053	8,140	9,380	10,043	11,594	12,685

*Participation of charcoal

Pig iron from electric reduction furnace using charcoal included
SOURCE: IBS - Brazilian Institute of Iron and Steel

TABLE 3
CHARCOAL CONSUMPTION (1) x 1 000 m³

YEAR	IRON AND STEEL INDUSTRY *		ESTIMATED CONSUMPTION FROM INDEPENDENT PRODUCERS **
	PURCHASED ON DOMESTIC MARKET	CONSUMPTION	
1972	5,105	5,591	3,317
1973	5,385	5,802	3,688
1974	6,095	5,998	5,040
1975	6,297	7,001	6,192
1976	5,955	6,143	7,717
1977	5,834	6,785	6,772
1978	5,232	6,333	7,069
1979	6,173	7,430	7,988
1980	7,498	8,786	8,917

* Only integrated steelworks, producing steel and/or cast tubs

** Companies producing only pig iron

SOURCE: IBS - Brazilian Institute of Iron and Steel

3. CHARCOAL SOURCES IN BRAZIL

Charcoal production arises as a secondary activity to agriculture and/or livestock-raising. As soon as the woody material is felled, the farmer is faced with a problem: either to burn it or sell it as charcoal for energy purposes. Depending on the distance from the consuming centers, he produces charcoal which gives him enough money to prepare the land for alternative uses.

More than 80% of the charcoal comes from these activities, from native wood. The estimated current rate of deforestation for pasture and crop land expansion is almost 4 million hectares per year.

Although in Brazil a sustainable program of fuel oil substitution by firewood or charcoal will depend on an adequate level of planting over the next few years,

any significant increase in substitution (cement, ceramics, steam production, heating furnaces, etc.) must come largely from native forests.

4. REFORESTATION IN BRAZIL: CONSIDERATIONS

The formation of man-made forests with exotic species began around 1900 in Brazil, with the pioneering work of Edmundo Navarro de Andrade. The first research projects were then started in an attempt to identify fast-growing species which would yield a large volume of wood per hectare, to supply the demand of the Sao Paulo State Railway Company, both for railroad ties as well as fuel for the locomotives.

Frustrating experiments with native species directed attention to exotic species; and from the start, great attention was given to the *Eucalyptus spp*, originally from Australia and, to a lesser extent, from the Phillipines, Indonesia and New Guinea.

Its productive capacity, resistance to disease and to insects, and adaptability have all made the *Eucalyptus* the main target of the on-going reforestation program in Brazil. More than 4 million hectares have been reforested to date, approximately half being planted with *Eucalyptus* species and the rest with various *Pinus* species. Fifteen years after the Forest Code was elaborated, Brazil now benefits from a major increase in its reforestation activity, mainly in large plantations, which reach a yearly rate of 400,000 hectares.

Tax (or fiscal) incentives were created in the 1960's to benefit the forest sector. Through such a mechanism, the Federal Government attempted to make the Brazilian businessman more conscious of the importance of forests to the nation's economy. There was a rush to plant great forest stands. By the end of the 1970's, a new process had been introduced, with more emphasis on forestry research. New techniques for quality improvement began to be employed, as well as ecologically-stronger species with improved seeds; the system of forest management was changed; the harvesting cycle was changed; the harvesting cycle was reduced, etc.

4.1. Forest Establishment

Forest establishment is a process consisting of a series of steps which comprise an operation ranging from site selection to actual planting.

Ecological as well as economic zoning criteria have been established in Brazil:

On the economic side, regions are grouped according to whether they meet certain conditions allowing the formation of large forest stands for future industrial use. Such areas are called Forest Districts.

On the ecological side, Brazil is divided into 26 bio-climatic regions, with each division taking into account the types of climate, altitude, topography, vegetation, average annual temperature and rainfall, frosts and water shortages, types of soil, etc.

This double-pronged economic and ecological zoning is the basis for the choice of areas. The greater part of reforestation is located in the south-central region of Brazil.

4.1.1 CHOICE OF SPECIES

Most of the initial **Eucalyptus** planting involved basically two species: **Eucalyptus grandis** and **Eucalyptus saligna**. This was due to limited knowledge about other species and to the fact that these two species were easily manageable both in the nursery and in the field. In addition, their seeds are readily available and they show marked adaptability and productivity. Other species were used to a lesser extent: **Eucalyptus paniculata**, **Eucalyptus citriodora**, **Eucalyptus tereticornis**, **Eucalyptus microcorys**, **Eucalyptus alba** (a Rio Claro hybrid), etc.

Research has led to the use of other species. This has been made possible by the introduction of new species and origins to study specific technological characteristics for the utilization of wood as an energy source. The Forestry Research and Development Project (PRODEPEF), a joint effort between the Brazilian Government, through its Brazilian Institute for Forestry

Development (IBDF), and the Food and Agriculture Organization (FAO), made possible the introduction of new **Eucalyptus** species and origins during the period 1974 - 78.

This PRODEPEF program had as is goal the testing of species and origins, according to ecological zoning. Thus, 400 origins of 45 species were introduced in the south-central area of Brazil foremost among them being **Eucalyptus grandis**, **Eucalyptus urophylla** and **Eucalyptus tereticornis**. In the "cerrado" regions, **Eucalyptus camaldulensis**, **Eucalyptus propinqua**, **Eucalyptus pilularis** and **Eucalyptus cloeziana** were also planted.

A conclusion drawn from these experiments was that climatic factors were more decisive and relevant than soil characteristics in species selection. Climate has a bearing on the plant's suitability for a certain ecological condition, while soil mainly influences production. Thus, the results shown in Table 4 would be 2 or 3 times greater if they were from a woodland region.

TABLE 4
PRODUCTIVITY OF 10 SPECIES OF EUCALYPTUS
IN "CERRADO" SOIL - AGE: 5 YEARS -
JEQUITINHONHA VALLEY - BRAZIL

SPECIES	HEIGHT (m)	DIAMETER (cm)	VOLUME (m ³ /ha)
1 E. PILULARIS	15.25	13.72	187.92
2 E. GRANDIS	16.01	12.87	173.60
3 E. PILULARIS	15.40	12.34	153.51
4 E. CLOEZIANA	12.08	12.38	121.20
5 E. PROPINQUA	13.55	11.52	110.38
6 E. SALIGNA	12.85	10.33	89.76
7 E. EXERTA	10.81	10.97	85.16
8 E. TERETICORNIS	11.11	10.37	78.21
9 E. EXERTA	9.97	10.83	76.55
10 E. UROPHYLLA	11.44	9.87	72.94

SOURCE: Nascimento Filho e Magalhaes

The different behavior of species and origins, according to the edapho-climatic characteristics, which are the result of genotype-phenotype interaction, shows the importance of a proper choice not only of species, but also the geographic origin of the seed.

Another factor determining species selection is the proposed use of the material. Specifically regarding wood for charcoal production, an important characteristic is density, which varies as a function of species, location, age, and growth rate.

As regards species, some FLORASA studies have shown that species such as *E. grandis* and *E. saligna*, although among those most widely planted, are in the low-density group, between 0.4 and 0.5 gr/cm³. Species such as *E. robusta*, *E. tereticornis* and *E. camaldulensis* are among the medium-density species. In the high-density group we find *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. maculata*, *E. paniculata*, etc., having a density of around 0.6 gr/cm³.

Ecological conditions greatly influence density, since there is a close correlation with growth rate. A higher growth rate is matched by lower densities, and so species planted in two different locations will, at the same given age, have two different density values. The age of a stand of trees is another factor which influences density, in certain conditions. Studies in a population of *E. urophylla*, *E. grandis*, and *E. saligna*, (ages from 2 to 9 years) have shown that density has a linear relationship to age.

In summary, species selection demands that all the variables previously mentioned be taken into account, so as to take the best advantage of the soil, both qualitatively and quantitatively.

4.2 Production of Seedlings

Several factors interact in order for a tree plantation to have a good yield. Some of these factors are: species, fertilization, crop-tending, and so on. Individually, one single factor does not mean much; it is the interaction of all the factors that is important. However, basic success rests with the nursery stage.

Badly-formed seedlings result in non-productive plantations, unresponsive to fertilization and to crop-tending. In other words, such seedlings may spell financial disaster.

When forestry first started in Brazil, the production of seedlings copied what was done in horticulture. Seeds were planted in spear-made holes in beds and, sometime after germination, were transplanted to containers, "Torrao Paulista" — which consisted of a mixture of clay and organic material—was long used for packing.

The planting of large forest stands led to the creation of new nursery techniques. The stand's large dimensions called for new containers, new seeding methods, irrigation systems, management, etc. The most common seeding container used today is the polyethylene bag measuring: height = 15 cm; diameter = 11 cm; plastic thickness = 0.05 cm. Subsoil mixed with a certain amount of fertilizer (which varies from region to region) is used as the container filling. Florestal Acesita does not currently mix fertilizer with the soil used for container-filling. Rather, fertilizer is applied through irrigation water; and that allows for a better control of seedling growth, even to the point of hastening or delaying it, as called for by the planting schedule.

In seeding, which generally occurs 120 days before planting, 3 or 4 seeds are placed in each polyethylene container. After seeding, the seed is covered by a thin layer of earth and then by another layer of rice husks or grass clippings so that the surface may be protected against direct sunshine and moisture loss.

One alternative to the classic seed-seedling process is a new production technique recently introduced in Brazil. It consists of rooting leaf cuttings from selected trees. This results in excellent productivity since only superior trees are used.

This rooting technique is quite simple, although it requires special conditions. Greenhouses are built so as to avoid direct sunlight. A screened structure is erected to filter and evenly distribute sunlight. The screen also serves as protection, against hail and heavy summer rainstorms, and reduces the impact of both winds and temperature.

Such a technique has been successful along the Brazilian seacoast, where environmental conditions are extremely favorable. The ideal temperature is around 24°C, and the relative humidity in the greenhouse has to be kept at around 100%. This calls for the installation of an automatic water-mist system. The demand for these special conditions has hampered the expansion of this technique to other areas in Brazil, where the average winter temperature is low. To overcome such drawbacks, several experiments are now under way, in an attempt to arrive at a heating system coupled with biological stimulants that may improve the rate at which cuttings successfully root. While in these difficult regions this survival percentage of rooted cuttings is around 40—50 %, on the seacoast it reaches 70% without stimulants. Seedling fertilization, protection and selection all follow the same patterns as in the traditional process.

4.3 Tree Spacing

Up to the end of the past decade, the formation of man-made forests in Brazil followed traditional systems, including standard spacing. Until 1967, plantings with a company's own resources, especially those of iron and steel companies, had a 2.0 x 2.0 m spacing, with three cuttings at seven-year intervals. Later, as fiscal incentives were granted and fertilizers were used, spacing was increased to 3.0 x 2.0 m. This system persisted until very recently, when a 3.0 x 1.5 m spacing was initiated. Florestal Acesita's experiments have shown that this latter spacing is superior to the former by some 25%.

Spacing, which has a direct influence on rotation age, should be decided by the eventual use of the wood. In denser plantings, a greater competition for light and nutrients will set in sooner than in stands with a greater spacing (less plants per unit area), so that these trees may be harvested at an older age than the former.

On-going research on charcoal production shows that wood from younger, smaller trees yields a product with better physical and mechanical characteristics.

In defining spacing, other factors must also be

taken into account, such as species, edapho-climatic characteristics, forestry practices, and so on.

Experimental work has shown that tree diameter is greatly influenced by spacing and, ultimately, will be reflected in the total volume of wood per hectare.

Experiments have also shown, for instance, that species behavior differs in terms of competition for water, light and nutrients. This competition may reach such a level that, in a stand, the stronger trees at a certain age may eliminate others. Greater or lesser spacing determines when self-thinning begins, and its level is important to genetic improvement. In the case of heterogeneous material, a number of dominant trees will eliminate the others during self-thinning.

As mentioned, rotation age depends upon spacing. The greater the space between trees, the more advanced the age for harvesting without any stagnation in volume.

On-going tests at FLORASA have demonstrated that, in addition to area per plant, spacing arrangement is also fundamental to development and survival at a given age. A test has been made in which 5 spacing models were established, ranging from a symmetrical one where trees receive light evenly, to a grouping of 2 and 4 trees in a row or alternated between rows.

At the age of 16 months, it can be observed that survival has been influenced by area per plant, and that survival and area per plant increases go hand-in-hand. The results already observed are partial and will be altered because of age; nevertheless, a modal interaction of spacing vs. area/plant can already be seen.

Since 1980 a profound change has been taking place in the technical parameters guiding the formation of short-rotation forests for the generation of energy wood, either used directly as firewood or as charcoal. This change should bring about a reduction in the rotation age and, consequently, in spacing. Within this framework, FLORASA had pilot-plantings done in 1980, in 2.0 x 1.0 m and 1.5 x 1.0 m spacings. This was done on flatlands as well as in mountain country, and data is being collected to decide the rotation cycle.

The increase in number of trees per hectare will imply a higher cost for forest establishment due to the use of more fertilizer, more seedlings and more labor. On the other hand, the cutting cycle will be reduced from 7 to 3 or 5 years, and there will be more cuts (instead of 3, up to 4, 5 or 6).

4.4. Fertilization

Planting uses fertilizers based on nitrogen, phosphorus and potassium, with levels varying as a function of soil characteristics and tree spacing. In general 350 kg of NPK (5-30-10) is used per hectare.

Very recently Florestal Acesita has been testing natural phosphate rock as a fertilizer substituting part of the 350 kg of NPK per ha. Results obtained up to now are positive in terms of increased productivity, mainly for "cerrado" soils poor in phosphorus.

5. CHARCOAL TECHNOLOGY

All the charcoal produced in Brazil up to now has been based on the use of brick beehive kilns, which differ somewhat in size and shape, depending on whether the charcoal production activity is geared to native or man-made forests.

Two approaches could be considered, as far as wood carbonization in brick kilns is concerned:

—**Native Forests:** small kilns with a capacity of less than 20 steres of wood and grouped in batteries of 4 kilns and located at the cutting site.

—**Man-made Forests:** large kilns, with a capacity of more than 20 steres and grouped in batteries of 7-9 kilns making up more or less centralized charcoal plants of up to 10-11 batteries (70 to 100 kilns).

Native-wood charcoal-making is to a large extent derived from a nomadic practice involving the utilization of woody material generated from the clearing of land for agricultural and livestock-raising operations. Hence, it is important to highlight some characteristic features of the activity performed by the owners of rural estates:

- The use of woody material is a by-product of agricultural and livestock-raising activities.
- In areas where the woody material is not put to any practical use, burning of all the vegetation is common practice among rural populations.
- In Brazil, the practice of systematic and controlled regeneration of native stocks, which could otherwise be implemented on a large scale, is very limited.
- The depletion of natural resources due to the clearing of vast woodlands for agricultural purposes has brought about successive increases in transportation costs, as the charcoal-producing front is forced to move further away from the centers of consumption. Some years ago, the average radius of transportation was about 150 km; today it is about 500 km.

This "always-on-the-move" characteristic of the charcoal-making sites leads to the setting-up of small charcoal-making systems, with low investment costs and limited life-spans (1 to 2 years), following the deforestation route.

Generally, the makers of charcoal from native forests are grouped into three categories, depending on their output:

Small charcoal makers -	up to 200 m ³ /month
Medium charcoal makers -	from 200 to 500 m ³ /month
Large charcoal makers -	over 600 m ³ /month.

As a rule, below the 600 m³ production level, work is practically non-mechanized: felling operations are carried out with axes, and the wood is transported on ox-drawn carts over distances varying from 500 to 1000 m. The carbonization process is carried out in brick whose capacity varies from 12 to 25 steres of wood per ovens load.

The average yield of wood from native forests is on the order of 2.7 steres of wood per m³ of charcoal. The carbonization process, encompassing loading, carbonization, cooling and unloading, takes about 4 to 8 days, depending on wood moisture content and kiln

size. The life-span of such a kiln is no longer than 24 months, which accounts for the nomadic character of the operation.

Kilns with diameters of five to eight meters and a capacity of 36 to 160 st of wood, for the carbonization of wood from man-made forests, are usually used by the Brazilian charcoal-makers of the integrated iron and steel industry.

5.1 The Manufacture of Charcoal

This item deals with the carbonization of eucalyptus trees in standard brick beehive kilns (5 meters in diameter).

These kilns are built of ordinary fire bricks, 25 cm long x 10 cm wide x 5 cm high. On the average, 8,000 bricks are used for the construction of a 5-meter-diameter kiln. To lay the bricks, a mixture of clay slurry, fine sand, and water is used. Generally, the mixture is made up of three to four parts slurry and one part sand and water, enough to obtain a good mixture.

The kiln is usually loaded by two men: one who places the wood at the door and another who piles it inside the kiln. The wood is first placed in a vertical position, covering the cylindrical portion of the kiln in such a way as to avoid gaps between the logs. Next, the thinner pieces of wood are laid horizontally, filling the entire dome. After loading, the doors are sealed with piled-up bricks, with no mortar. These are plastered by hand with a mortar made of 1 part slurry and 1 part sieved sand and water.

The kiln is ignited by pouring a shovelful of live charcoal embers into the central opening of the kiln dome (wood bark may be added to facilitate ignition).

The state of the combustion period is indicated by the combustion gases, a thick white smoke issuing from the ignition opening and dome portholes. When the smoke begins to get dark (more or less 15 minutes, the opening is closed up with bricks. Carbonization proceeds from top to bottom and also horizontally. After the ignition opening is closed, smoke, initially white and dense, begins to issue from the dome outlet portholes.

As soon as the smoke becomes dark, the dome portholes are closed one after another. This procedure extends down to the base of the kiln. The next step is to control carbonization by observing the smoke issuing from the chimneys. The moment the smoke color turns bluish, all the chimneys must be closed; this signals the beginning of the cooling period. At this stage, the kiln is already sealed to prevent any oxygen from entering the chamber.

After the cooling period, which the operator controls by simply putting his hand on the door wall and feeling the temperature, the kiln is opened and the charcoal is unloaded. The kiln must not be unloaded as long as the charcoal temperature inside the kilns is above 60°C; otherwise, the fire may start again spontaneously. Unloading is usually done by two men with a special fork and a basket. The charcoal is removed from the kiln and heaped into a covered place in front of it. About a week later, the charcoal is ready to be transported by truck to the centers of consumption.

The present charcoal manufacturing system in brick beehive kilns, with no recovery of by-products and leaving wood residues (leaves and limbs of less than 15 mm in diameter) at the cutting site, is shown schematically in Fig. 1.

In terms of utilization of the energy potential of all the biomass available above-ground, and assuming the recovery of 50% of the fines (as steel industries do, for sinter production), this system is somewhere around 42% efficient, considering the heating value enthalpy of charcoal (as produced) and firewood (25% moisture) as 7,000 Kcal/kg and 3,000 Kca/kg, respectively.

The process as such (in a 5-meter-diameter brick kiln) presents the following technical data:

- volume of wood: 37 steres per load
- operating cycle:

• loading -	4 hours (2 men)
• carbonization -	96 hours
• cooling -	96 hours
• unloading -	5 hours (2 men)
Total	201 hours

Yields

—Charcoal yield (dry base)	= 29 to 33% by weight
—Fixed carbon yield (dry base)	= 23 to 27% by weight
—Conversion index	= 1.7 to 2.0 stere per m ³ of charcoal. (a stere is a stacked cubic meter of wood).

Production

—Charcoal per batch	= 18 to 22 m ³
—Productivity ratio	= 9.95×10^{-2} m ³ /hour
—Assuming 250 KG/m ³ charcoal density: productivity ratio	= 2.49×10^2 t/h.

Two men take care of 9 kilns, loading and unloading one kiln per day and producing 450 to 550 m³ of charcoal per month. This productivity ratio varies with the size of the kiln: the larger the kiln, the greater the productivity.

If we take into account only the carbonization process, we have an energy efficiency of 53%. The difference between this figure and the former one (42%) is due to the fact that forest residues produced during harvesting are left in the field. These residues represent an important potential resource for energy production because they represent about 20% of total forest biomass in a plantation, as will be discussed later. In the calculations we assumed that only 50% of the fines produced during carbonization and charcoal-handling were used. This assumption was based on the constraints imposed by the use of charcoal for metallurgical purposes; for blast furnaces, charcoal's minimum size is 10 mm. For fuel oil substitution all the fines can be used, especially if care is taken not to contaminate them with dirt during truck loading, transport and handling. In this case, the process's energy efficiency will increase to 59%.

5.2 Charcoal Production Developments in Brazil

Over the past few years, increasing attention has been given to charcoal production technology in Brazil,

involving not only the carbonization process as such but also forestry, as previously mentioned.

The work in the field of carbonization aims basically at increasing the yield of energy from the total available biomass in the planted forest. To achieve this result, the following measures have been envisaged:

- Increase of charcoal yield obtained from carbonization in brick beehive kilns.
- Partial recovery and utilization of by-products from carbonization in brick beehive kilns.
- Development of higher technology, with higher charcoal yields and recovery of by-products.

Several studies have been done geared to better characterization of the carbonization process in brick beehive kilns. The results obtained so far point to:

- The importance of proper drying time for harvested wood.
- Increased yield through better control of air inside the kiln.
- Recovery of tar obtained from carbonization.
- Importance of proper training of operating personnel.

In addition to these measures, some Brazilian companies are currently trying to tap residues from forests harvesting for energy purposes. Basically, these are the objectives which Florestal ACESITA and other Brazilian companies have been pursuing for the past two years.

Carbonization at Florestal ACESITA is done with wood whose moisture content is below 30% (wet base). In this case, drying time takes about 90 to 120 days, depending on the season. In the rainy season Eucalyptus logs (1.3 to 2 m long) take 120 days to decrease their moisture to below 30%.

As we said before, carbonization in Brazilian brick beehive kilns is done by controlling around 56 portholes

which permit air intake, to have a partial combustion to control and normally more wood than necessary is burned the aim of decreasing the number of holes to be controlled. Florestal ACESITA is testing a carbonization chamber to be fitted to the 5-meter-diameter brick kiln, and this has yielded promising results. It consists, basically, of transferring the firewood-burning process, which normally takes place inside the kiln (normal procedure in conventional brick kilns) to a combustion chamber located under the kiln floor, thereby eliminating the air-inlet portholes and allowing the process to be controlled by means of a butterfly valve coupled to the feed door of the combustion chamber. As a result, overall carbonization can be better controlled and higher temperatures (700... to 900°C) inside the carbonization chamber can be avoided.

The kiln at the experimental battery of Florestal ACESITA has the following characteristics:

- Wood volume: 37 steres, the same as in the conventional kiln.
- Production per batch : 20-24 m³ of charcoal
- Carbonization cycle : similar to that of the conventional kiln.

Yields

- Charcoal production (dry base)= 31 - 35% by weight
- Conversion index=1.65 m³ of wood/m³ of charcoal.

The results obtained so far show excellent prospects for the use of this carbonization process, due to the following reasons:

- Higher yields.
- Easier operation, since the new kiln eliminates the need for air-inlet portholes in its surface.
- Longer useful life of the kiln due to the absence of higher temperatures.

— Low installation costs under US\$ 400.00 (combustion chamber).

— Less dependence on external conditions (wind direction, for example).

Florestal ACESITA is already assessing the first results obtained from 50 kilns scattered over its charcoal production areas.

Not long ago, the ACESITA Group, through its subsidiary forest companies, started to develop a new process to recover the tar generated in brick beehive kilns. A new manufacturing process is now being developed by Florestal ACESITA, in which the volatile gases from carbonization are collected in the central part of the kiln and then pass through a washing tower, cyclones and filters (Fig. 2).

For Brazil's integrated steel industry, the tar obtained from carbonization is an excellent substitute for fuel oil and offers the following advantages:

- Possible to produce by the company making use of it.
- Widely available.
- Optimum fluidity for use in burners; low pre-heating temperature 40 C to 50°.
- Clean fuel, practically free of ashes and sulphur.
- Liquid fuel.
- High calorific value: 5,500 to 6,500 kcal/kg (about 60% of that of fuel oil).

The system being implemented by Florestal Acesita on the average permits tar recovery on the order of 4.0% of the dry weight of wood. This, in terms of the wood used by the company, means an average of 120 kg of tar per ton of charcoal produced.

Considering the company's monthly production of 20,000 tons of charcoal, there is a recovery potential

of 2,400 of tar month; that is, 60% of the ACESITA steel plant requirements for fuel oils was expected for 1983. Within a few years, in addition to supplying all the charcoal for the steel plant, Florestal ACESITA will also able to produce enough tar to meet fuel requirements of the plant's heating furnaces, i. e., the equivalent to its total fuel oil consumption.

Twenty such units, with a monthly production capacity of 3.6 t each, are to be installed in the current year. The objectives of these units are:

- Production of tar for adaptation to combustion systems in replacement of petroleum derivatives.
- Development of transportation and storage systems.
- Establishment of personnel training centers aimed at developing operational techniques for charcoal-making and tar recovery.
- Development of systems of quality control and reliability aimed at commercialization.

At the same time, further developments of the system will be devised to increase the rate of tar recovery and bring down costs. In terms of utilization of the energy potential of total biomass, we have 47% using this new process. In terms of the energy yield of the process, as such, efficiency is 59%.

A marked interest in continuous carbonization processes is gradually emergin in our country. These systems, besides allowing higher yields, make it possible to recover almost all the carbonization by-products, either for the manufacture of chemicals or for use as fuel with a medium heating value.

In this particular area, Florestal ACESITA has been experimenting with a new retort for the production of 10 tons of charcoal per day. This retort, to be installed in the Rio Doce Valley, was scheduled to start operating by the end of 1983.

In Brazil, the continuous carbonization system is

40 times more costly per unit of production as the traditional brick beehive kilns. The former offers such advantages as:

- Higher yields
- Possibility of acting on carbonization to vary the physical and chemical characteristics of the charcoal.
- Clean process: practically all of the by-products are recoverable.
- Long useful life, between 20 and 30 years.

The use of these continuous systems also depends on the use of the by-products generated in order to render the process economical.

As observed earlier, the utilization of forest residues left in the field during harvesting operations represents an important potential energy resource. The following uses are being developed now in Brazil:

- Direct use in boilers for industrial heat.
- Electricity production.
- Conversion to gas with a low heating value.
- Densification for the above use, to minimize transportation costs.
- Conversion to charcoal for general uses, not for blast furnaces.
- Hydrolysis for the production of alcohol and high quality lignin coke.

The first alternative, which has been adopted by a few pulp and paper companies is a rather attractive one, mainly for those industrial units located close to forest areas, within short transportation distances.

As a source of electric power, the residues may be profitably used in rural areas lacking electricity. Al-

TABLE 5
**IMPACT OF DIFFERENT TECHNOLOGY COMBINATIONS ON
CONVERSION EFFICIENCY - FOREST/ENERGY**

LEVEL OF TECHNOLOGY	PROCESS EFFICIENCY %	FOREST EFFICIENCY UTILIZATION	INVESTMENTS PER TON PER YEAR OF INSTALLED CHARCOAL PRODUCTION CAPACITY
A. Brick beehive kilns without by-product and forest residue recovery. Assuming utilization of 50% of the charcoal fines generated during handling and transport	53	42	US\$ 6.00 Included only brick beehive kilns with useful life of 4 years. Brick beehive kiln = US\$ 800
B. The same as A but using brick beehive kilns with a combustion chamber	57	45	US\$ 7.00 Included brick beehive kiln with combustion chamber = US\$ 1200 Useful life - 4 years
C. The same as A but using brick beehive kilns with insoluble tar recovery	59	47	US\$ 60 Included 1 piece of tar recovery equipment US\$ 17,000 per every two kilns. Useful life recovery equipment = 10 years, residual value = 50%
D. Brick beehive kilns with a combustion chamber, tar recovery and utilization of 100% of the charcoal fines generated	69	55	US\$ 62
E. The same as D plus conversion to charcoal, using small brick beehive kilns and 80% of the forest residues		66	
F. Advanced continuous carbonization retort with tar recovery only, without forest residue recovery and 100% charcoal fines use	78	62	US 280 Included only the continuous carbonization furnace with insoluble tar recovery
G. Advanced continuous carbonization retort with complete by-products recovery (acetic acid, ethanol, soluble tar) plus conversion of 80% of forest residues to charcoal and 100% charcoal fines use	78	72	US\$ 428 Included continuous carbonization furnace with tar and pyrolygneus acid recovery and distillation system to obtain acetic acid, methanol and soluble tar

though efficient and reliable technologies for small plants have been developed in various countries, no plants have as yet been built in Brazil.

Gasifier development is very active in Brazil, for utilization of wood or charcoal. This development is not explicitly directed to the use of residues although it can be done easily. Through densification (the making of briquettes from crushed wood residues), a denser and more homogeneous material can be obtained, thus rendering it more suitable for existing gasifier technology and decreasing transportation costs.

An alternative way to produce a more transportable product from residues is to convert them into charcoal. Until recently this option was not developed because the charcoal produced was not suitable for use in blast furnaces.

However, it is suitable for oil substitution. Existing kiln technology is being adapted to produce charcoal from residues. Although the trade-off between densification and charcoal has not yet been adequately analyzed, it appears that charcoal conversion technology is better adapted to the disperse nature of this resource.

Acid hydrolysis of wood and residues is being developed in Brazil to produce ethanol and lignin coke. Current technology yields 150 liters of alcohol and 350 kg of lignin (175 kg of coke) per ton on processed residues from eucalyptus forests. For every ton of processed wood, approximately one ton is needed to generate steam for the plant: as a consequence, overall energy efficiency is low (between 20 and 25%).

5.3 Final Considerations

The effort to increase the energy production from a given amount of available forest biomass can have a major effect. Table 5 summarizes the impact which various changes discussed above can have upon this measure of efficiency, both singly and in combination. It is noteworthy that a combination of relatively low-cost and low-technology modifications (option E in the Table) can increase the energy output from available

biomass in the forest by almost 60%, as compared to today's standard procedure.

We have not yet taken into account the limit of economic viability of each technology, but this is currently being done. Several of the low-investment options are likely to prove feasible.

6. SOME FIGURES ON CHARCOAL PRODUCTION COSTS IN BRAZIL

For the sake of illustration, costs are given below for Eucalyptus-based charcoal from flat areas, with 3 x 1.5 m tree spacing, primitive vegetation (brushwood), and fertilization of 100 gr. NPK per stem.

A. DIRECT COSTS FOR STAND ESTABLISHMENT - US\$/HA

OPERATIONS	US\$/HA
Building of roads and tracks	20.07
Site clearing	125.15
Termite control	12.47
Plowing	24.75
Harrowing	14.52
Opening of furrows	16.63
Seedling production (2223 seedlings per ha)	131.00
Planting	181.48
Irrigation	25.06
Replanting	14.56
TOTAL	565.69

NOTE: Labor cost was based on the country's minimum salary plus 20%, and an additional 43% for social benefits.

**B. TOTAL COSTS TO ESTABLISH 1.000 HA OF
EFFECTIVE PLANTATION**

ITEM	STAND ESTABLISHMENT	MAINTENANCE 1st. YEAR	MAINTENANCE FOLLOWING YEARS	REGENERATION
1. DirectCost	565,690	30,170	13,490	34,540
2. IndirectCost	85,520	4,920	2,390	5,150
3. Overhead (0% of 1 + 2)	39,073	2,105	953	2,381
4. TOTALCOST	690,283	37,195	16,833	42,071

NOTE: 1000 ha of effective plantation (area actually planted in trees) has associated with it additional areas for tracks, roads, fire-breaks and preservation areas, whose costs are included in the calculations.

C. STUMPPAGE COST

ROTATION	ITEM	PERIOD	US\$/HA/YEAR
1st	Stand Establishment	1st year	690.28
	Maintenance (1st year)	2nd year	37.20
	Maintenance (following years)	From the 3rd to the 7th year	16.83
2nd	Regeneration	8th year	42.07
	Maintenance	From the 9th to the 13th year	16.83
3rd	Regeneration	14th year	42.07
	Maintenance	From the 15th to the 20th year	16.83

Besides the investment in the forest itself, the cost of the land should also be considered. The value of US\$ 100/ha will be taken as representative of "cerrado" land located within a radius of 400 km from the major steel plants in the state of Minas Gerais; a 3% interest rate will be assumed in calculate in the return on land investment.

Considering the latest yields attained in Brazil in a 3x 1.5 m spacing, the following harvests can be estimated:

- 1st cutting: 34st/ha/year x 7 years = 238st/ha
- 2nd cutting: 30st/ha/year x 6 years = 180st/ha
- 3rd cutting: 30st/ha/year x 6 years = 180st/ha

These are conservative figures in terms of average value of new eucalyptus plantations in Brazil. For example, the new commercial plantations of Florestal ACESITA are giving the following figures in three different regions:

- Jequitinhonha Valley % a "cerrado" (savannah) region - 40st/ha/year
- Rio Doce Valley: a more humid, hotter region - 50 st/ha/year
- State of Espírito Santo: a very hot region near the coast, with a well distributed rainfall throughout the year - 70st/ha/year

The stumpage costs for different discount rates are as follows:

ITEM		US\$/ST	US\$/T(*)
DISCOUNT RATE	10%/year	4.54	9.08
	8%/year	3.83	7.66
	1%/year	1.98	3.96

(*) It has been assumed that one stere weighs 500 kg at 25% moisture.

D. CHARCOAL-MAKING: DIRECT COSTS (US\$/m³ OF CHARCOAL)

ITEM	EUCA LYPTUS WOOD			NATIVE WOOD	
	FLAT AREA		ROUGH AREA		FLAT AREA
	MANUAL	SEMIMECHANIZED	MECHANIZED	SEMIMECHANIZED	MANUAL
• Clearing of underbrush	0.23	0.23	0.23	0.32	0.43
• Felling	2.19	2.19	1.89	3.01	2.46
• Piling	—	—	0.87	—	—
• Straight-to-the-kiln transport	2.64	2.64	—	—	1.35
• Transport to roadside	—	—	2.02	3.17	—
• Transport to kilns	—	—	1.34	1.68	—
• Charcoal manufacture	3.25	3.25	2.85	2.85	2.83

NOTE: The operation "clearing of underbrush" is done manually, ten days before cutting.

The "piling" operation makes subsequent mechanical-loading operation easier. A conversion rate of 2.3 stere per m³ was assumed for eucalyptus wood, and 2.7 stere per m³ of charcoal for native wood.

The following table defines the charcoal production systems: manual, semi-mechanized and mechanized, for better understanding.

D.1 DESCRIPTION OF THE CHARCOAL-MAKING SYSTEMS

TYPE OF WOOD	GROUND CONDITIONS	SYSTEMS	DESCRIPTION
EUCALYPTUS	flat area	manual	<ul style="list-style-type: none"> • Felling of trees with axes • Straight-to-the-kiln transport by mules • Manual charcoal loading
		semi-mechanized	<ul style="list-style-type: none"> • Felling of trees with axes • Straight-to-the-kiln transport by trucks • Manual charcoal loading
		mechanized	<ul style="list-style-type: none"> • Felling of trees with chain-saws • Transport to roadside by tractor and mechanical loader • Transport to kiln yard by truck and mechanical loader • Charcoal loading with mechanical loader
	rough area	semi-mechanized	<ul style="list-style-type: none"> • Felling of trees with chainsaw • Transport to roadside by mules • Transport to kilns by truck • Charcoal loading with mechanical loader
NATIVE	flat area	manual	<ul style="list-style-type: none"> • Felling of trees with axes • Straight-to-the-kiln transport by oxen • Manual charcoal loading



E. TOTAL COSTS OF CHARCOAL-MAKING
(US\$/m³ OF CHARCOAL)

ITEM	EUCALYPTUS WOOD			NATIVE WOOD	
	MANUAL	SEMI-MECHANIZED	MECHANIZED	SEMI-MECHANIZED	MANUAL
1. Direct Cost	8.31	8.10	9.20	11.03	7.07
2. Indirect Cost	2.40	2.08	1.45	2.08	0.52
3. Overhead (6% of 1+2)	0.64	0.61	0.64	0.79	—
4. Financial Cost	0.76	0.84	1.19	1.32	0.49
TOTAL COST	12.11	11.64	12.48	15.22	8.08

NOTE: Financial cost includes financial charges for investments and working capital.

F. COST OF CHARCOAL TRANSPORTATION

In Brazil, charcoal is always expressed in terms of volume. A reduction of volume occurs when charcoal is removed from the production center to the reception center at the plant. This reduction is caused by two factors: first, there is a volume loss due to the generation of fines caused by handling operations within the battery or deposit; secondly loose charcoal "settles" during transport, to fill the empty spaces and thereby diminish the initial volume.

On the average, total volume loss, from the battery yard to the reception center may reach the following percentages:

- Loss due to handling operations -2%
 - Loss due to "charcoal settling" during transport -5%
- Total loss 7%

Charcoal storage in an intermediate deposit may cause an additional 8% volume loss.

One should note that these reductions in quantity are important only when charcoal measurement is expressed in terms of volume. Obviously, gravimetric measures would not show the same level of charcoal "loss".

Truck transportation of native-wood-based charcoal can be by independent truckers or by the charcoal-makers

themselves. Integrated steel mills generally own and maintain a fleet of trucks to transport only part of their* required charcoal.

Freight costs for truck transportation vary according to distance, as follows:

Distance(km)	US\$/m ³ of Charcoal
200	2.75
400	4.80
600	6.90
800	8.96

G. FINAL COST OF CHARCOAL-CIF PLANT

ITEM	CHARCOAL			
	EUCALYPTUS-WOOD-BASED		NATIVE-WOOD-BASED	
	US\$/m ³	US\$/ton	US\$/m ³	US\$/ton
Stumpage	8.8	35.24	1.35	5.40
Charcoal-making	12.00	48.00	8.08	32.32
Transport	6.45	25.80	7.76	31.04
TOTAL	27.26	109.04	17.19	68.76

The distances assumed from production centers to the plant were 400 km for eucalyptus-wood-based charcoal, and 600 km for native-wood-based charcoal.

Transportation costs include freight, a volume loss of 7%, and intermediate storage costs.

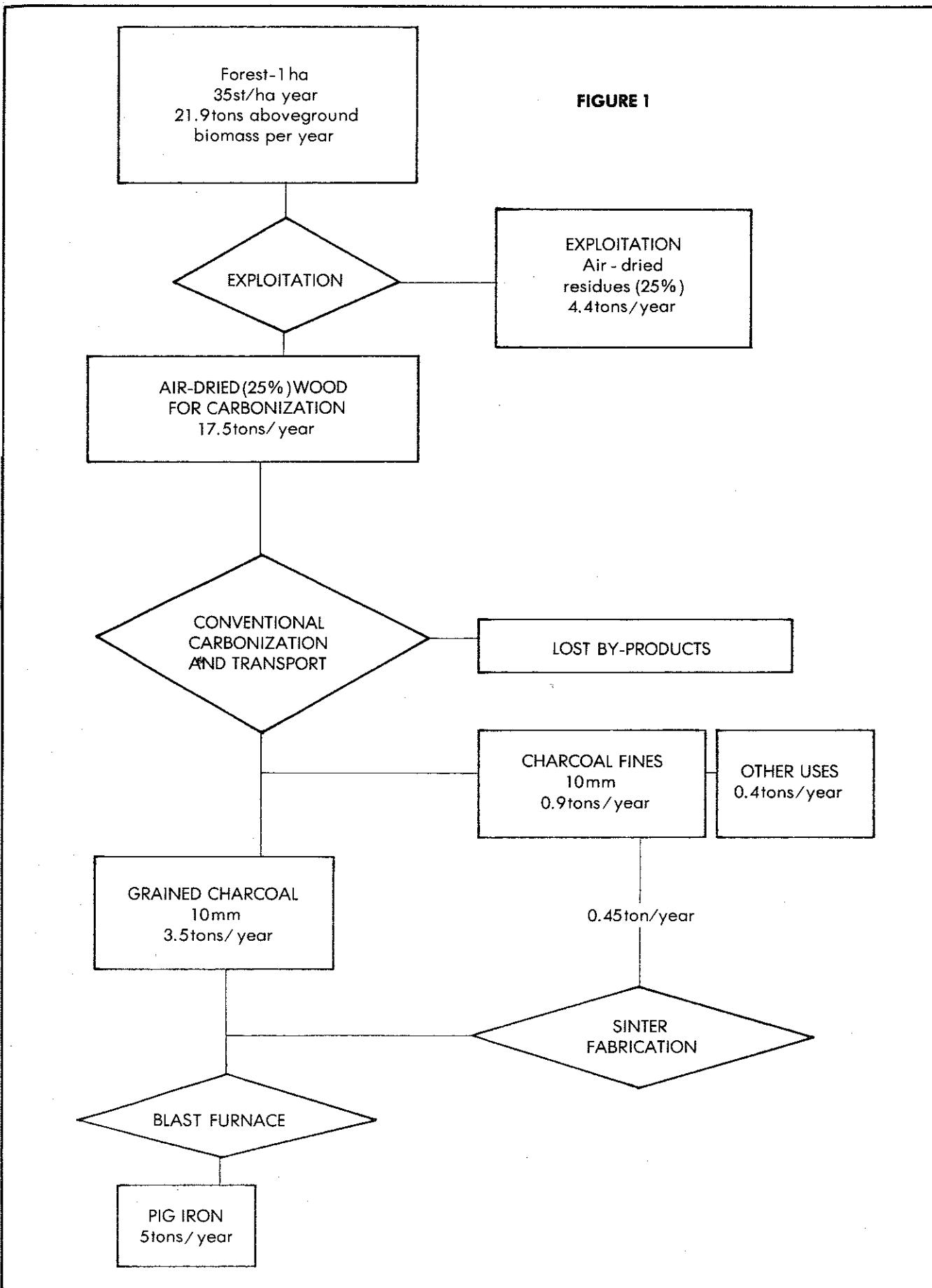
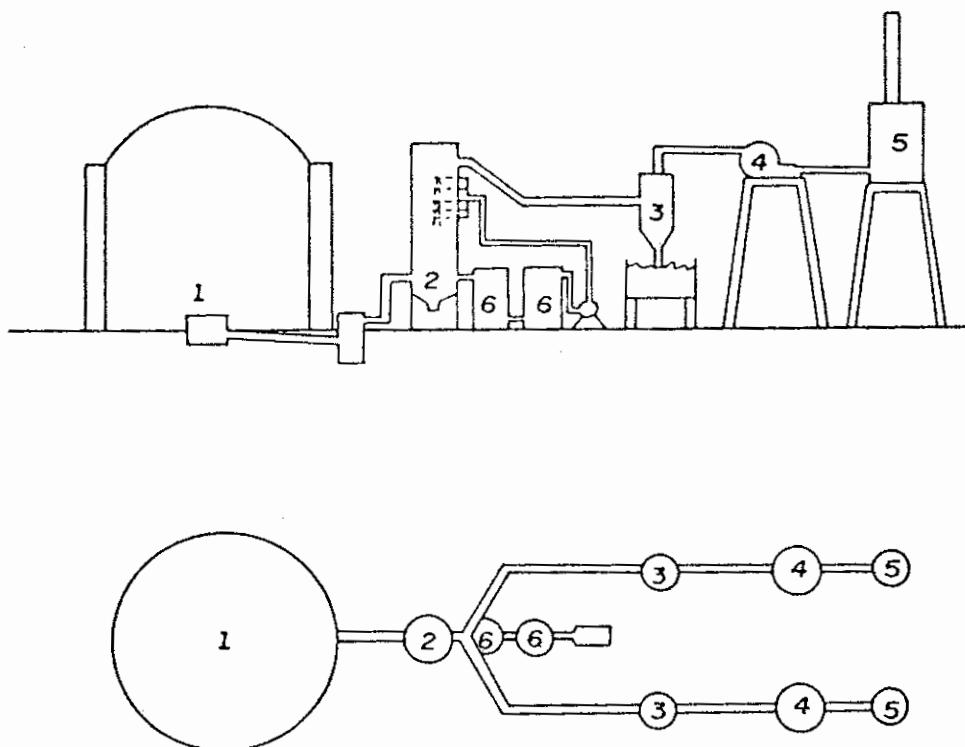


FIGURE 2
EQUIPMENT FOR TAR RECOVERY FROM
BRICK BEEHIVE KILNS



1. KILN
2. WASHING TOWER
3. CYCLONE
4. EXHAUSTER
5. FILTER
6. COLLECTING DRUMS

WORLD ENERGY OUTLOOK: SOME IMPLICATIONS FOR MEXICO

Marcela Serrato

PLANNING DIRECTOR

SECRETARIAT OF ENERGY, MINES AND

PARA-STATE INDUSTRY

MEXICO

The elaboration of projections on the future evolution of the international oil market during the remainder of this decade and the next is subject to a great deal of uncertainty due to the combination of several factors. Among the most important of these are, on the one hand, the impact that structural changes derived from the oil crises of 1973-74 and 1979-80 will continue to have on the world energy markets; and on the other hand, imponderable factors, especially of a political nature, which, as demonstrated by recent events in the Persian Gulf, can abruptly modify the expectations of the group of institutional actors that take part in those markets, particularly that of hydrocarbons.

With respect to the first factor, the structural changes which occurred in the 1970's highlight, on the demand side, the application of measures geared to savings and efficient use of energy in the industrialized countries; during the last half of that decade these brought about a sustained decline in world oil consumption. This policy of savings combined with a policy of energy source diversification to make it possible within the span of just a few years for petroleum to significantly reduce its share in the energy balances of the aforementioned countries.^{1/}

On the supply side, the most important changes included an increase in the oil production capacity of the

developed countries and of the developing countries that are not members of the OPEC, alongside a sustained decline in the organization's share in world supply, and a correlative increase in its idle production capacity.

The combination of these elements determined the appearance of a supply surplus on the world market starting in 1981; and this led, for the first time ever in the history of the OPEC, to a drop in the posted price of crude oil, from 34 to 29 dollars per barrel in Spring 1983. According to the latest indicators, these same factors have continued to have an impact on the behavior of the oil market, since then until now.

Actually, in 1983 the drop in overall consumption with respect to that of the previous year was less sharp than in the three previous years (1.1% as compared to 3%), reaching a level of 57.9 MMBD, similar to that recorded for 1973 (57.0 MMBD). At the regional level, statistics show that last year oil consumption in the Western European countries declined by 3.1% to 12.19 MMBD, the lowest level recorded since 1969; in the United States the decline was 0.7%, to 14.705 MMBD, while in Japan consumption fell by 1% to 4.36 MMBD.

On the supply side, 1983 world oil production decreased by 1% to 56.395 MMBD. OPEC production was 18.275 MMBD (8.1% less than in the previous year), which represented 32.5% of world production (as compared with more than 50% in 1977); Saudi Arabian production fell to 5.33 MMBD, 20.1% less than in the previous year. Meanwhile, in the Western European countries there was a 13.8% increase to 3.485 MMBD,

1/ For the group of member countries of the International Energy Agency (IEA), oil's share in total primary energy consumption fell from 51.4% in 1983 to 47.5% in 1983. See IEA, **Energy Policies and Programmes**, 1981 Review, p. 18.

thanks to the increase in the production of Great Britain and Norway, primarily, to 2.36 MMBD and 625,000 MMBD (11% and 24.7% over the previous year, respectively). Other developing countries not members of the OPEC, such as Brazil and Egypt, also showed increases in production, on the order of 21% and 9.8% over the previous year, respectively. Finally, the centrally-planned economies (CPE's) raised their production by 1%, to 15.0 MMBD.^{2/}

These indicators clearly reflect the fact that the drop in consumption and the contraction of world oil production-phenomena resulting from the above-mentioned structural changes- continued to affect the behavior of the world oil market for the fourth consecutive year since 1979, despite the economic recovery of, above all, the North American economy and, to a lesser extent, Western Europe and Japan.

With respect to other energy markets, it is worthwhile to note that the 1983 consumption of gas, hydro, nuclear energy and coal showed increases of 0.9%, 4%, 8.6% and 2.4% respectively, over the previous year^{3/}, thus demonstrating in turn the advancements made in diversification programs at the world level.

As for imponderable factors, especially of a political nature, it is worthwhile to mention, for the sake of illustration, the change in expectations for international oil prices; this change has occurred in recent months as a consequence of the accentuated hostilities between Iran and Iraq. Many analysts expected that this would produce a price hike on the spot market for crude oil, as occurred in 1973-74, on the occasion of the oil embargo applied by the Arab countries to some industrialized countries. Thus, it was expected that the shutdown of the Straits of Ormuz would bring about an increase in the international price of petroleum, to levels of 50 or 60 dollars per barrel, as a consequence of the contraction in supply destined to certain markets highly dependent on supplies from the Gulf (especially Japan) and the panic-purchasing on the spot market by the major international oil companies.

The events occurring between April and now have not fulfilled these expectations. Unlike what occurred during the Islamic revolution in Iran in 1979, when crude oil prices on the spot market increased between 3 and 5 dollars over and above the posted prices, the spot market for crude oil and oil products has tended to fall over the last few months. During last June alone the spot market prices for both crude oil and oil products fell by between 1 and 3 dollars per barrel on the major markets and tended to close the gap opened in 1981 between the posted prices of crude oil of similar quality

on the different markets.^{4/}

Some of the most important factors that have determined the decline on the spot market include, on the supply side, the increase in the oil production of several notable members of the OPEC. It is estimated that the crude oil production of that organization was 18.0 and 17.8 during the first and second quarters of the year, respectively (without including LNG)^{5/}, this amount being higher in both cases than the ceiling of 17.5 MMBD established by the London Agreement in March 1983. Of all the OPEC member countries, only Iran, Iraq, Libya and Algeria respected the production quotas established for the first half of the year. As for the oil production of non-OPEC-member countries, during the first five months of the year a 13.5% increase was also recorded for the North Sea area with respect to the same period of 1983^{6/}, whereby the volume of the market surplus rose considerably.

Another important factor that in recent weeks has had a bearing on the drop in spot market prices for crude oil is the offer of disguised discounts in the official prices of some of the OPEC producing countries, as one way of compensating the increases in the freight and maritime transportation insurance rates for the Persian Gulf during April-June. Such has been the case especially of the firm National Iranian Oil Company (NIOC) of Iran, which, since this past May 31st on, has been offering discounts of 3 dollars per barrel in order to attract clients to Kharg Island. For its part, Saudi Arabia has offered its crude oil as part of a package composed of 60% light, 20% heavy, and 20% medium-weight, sold on the market at prices below its actual worth as calculated on the sole basis of posted prices.^{7/}

On the demand side, the most important factor that has influenced the weakening of the spot market prices has been the fact that, even though world consumption recovered from 45.3 MMBD to 46.2 MMBD between the first quarter of 1983 and the same period of 1984, respectively (without including the countries with centrally-planned economies), the recovery of supply has been much sharper during the period in question, going from 41.3 MMBD to 45.3 MMBD. In the case of the European countries, the oil demand was contained to a great extent by the rise in interest rates which

4/ In 1981 there was a difference of more than 9 dollars per barrel between Arabian Light crude oil and the Nigerian Light. However since October 1983 to date, the difference between the two declined to some 1.50 dollars per barrel.

5/ IEA. "End-June Oil Market Report", June 29, 1984.

6/ Lawson, Dominic. "North Sea Oil Production Levels Criticised by OPEC," *Financial Times*, July 11, 1984.

7/ "A No-Change OPEC Conference?", *Petroleum Economist*, July 1984, p. 246.

2/ *BP Statistical Review of World Energy*, June 1984, pp. 4-5.

3/ *Ibid.*, pp. 21, 55.

maintained high prices for crude oil, even during the period of weakened prices in terms of dollars.^{8/}

On the other hand, despite the relatively upward trend in demand, stocks have grown; and these could be recurred to in the event that demand recovers or the war in the Persian Gulf worsens. According to IEA statistics, the onshore stocks (both strategic and commercial) of the OECD were on the order of 3020 MMB on July 1st. This amount represented 97 days of supply at expected consumption rates, and thus lower than the 100 to 107 days of supply recorded in July 1982 and 1983, but higher than the stocks available in 1976-1977.^{9/}

Together with this increase in stocks in terms of volume, the IEA member countries have adopted measures to expedite their use; the United States considers that the accumulated stocks are no longer a last-resort resource but rather one that should be recurred to immediately, in order to prevent speculative price increases. For their part, the other members of the IEA will no longer expect a 7% drop in supplies before making use of stocks and they are currently discussing more flexible regimes for the use of their stocks.^{10/}

In addition to the impact that the factors noted above may have on the behavior of the spot market for crude oil in the coming months, it is worthwhile to note how in a period of only six months the expectations of participants in the market have experienced a 180° turn.

Until just recently, it was feared that the shutdown of the Straits of Ormuz could lead to a significant rise in international oil prices. Now, the widespread belief is that the combination of the OPEC member countries' idle capacity (estimated as 45% in 1983, as compared to 13% four years before^{11/}), alongside a wide availability of onshore stocks in the industrialized countries and offshore stocks in some of the oil-exporting developing countries, would not only make it possible to contain the aforementioned increase but also, in the case of a regionalization of the conflict, even to propitiate a drop in prices. The latter would be determined by the magnitude of the imbalance between world oil supply and demand, the "unpiling" of stocks and the size of the discounts in the posted prices offered directly or indirectly by some of the exporting countries.

8/ Niering, Frank E. "Market Trends," **Petroleum Economist**, July 1984.

9/ The average volume of quarterly stocks in the OECD between 1976 and 1979 fluctuated between 2550 and 2600 MMB, equivalent to around 73 to 76 days of consumption. See IEA, "Oil Market Report," May 1974.

10/ See Paul Betts. "IEA's New Director Looks for the Flexible Approach," **Financial Trends**, July 10, 1984.

11/ See "Petroleum Intelligence Weekly."

In sum, in order to formulate projections as to the behavior of the international oil market, we are faced with an uncommon combination of certain elements--the impact that structural changes will surely continue to have on supply, demand and international prices--and highly uncertain factors which, in an extremely short time, can deeply alter the expectations of participants in the international oil market.

Forecasts to 1990

Despite the foregoing, the information available in the area of energy resources, as well as the economic and energy outlooks prepared by several international agencies, make it possible to set forth some appreciations of a general nature as to the world energy picture for the end of this century.

These projections are determined by three major parameters: the expected evolution of the world economy, the impact of that evolution on energy consumption patterns, and the way in which these two variables will affect the behavior of supply, demand, and international prices, for energy in general and for oil in particular.

On these bases, the greatest degree of certainty corresponds to the period 1984-1985, for which there is a good deal of consensus among the international agencies that prepare projections. By the year 2000, although the basis for formulating projections is much more uncertain and unstable, owing to the multitude of determining factors and their different interrelationships, there is also a certain degree of consensus among the aforementioned agencies with respect to the outstanding features that will characterize the world energy markets.

Before referring to the conclusions of a quantitative type for the period 1984-1990 and of a qualitative type for the period 1990-2000, as deduced from the above-mentioned projections, it is pertinent to refer to a series of considerations which any analyst of the international oil market should bear in mind when making economic policy recommendations based on the results presented by these scenarios.

The starting point for considerations refers to the fact that the vast majority of the forecasts drawn up by the various international agencies over the last 10 years have adjusted their projections year by year. A recent case is that of the Annual Report on Progress in Compliance with EEC Energy Policies.^{12/} In the third of this series, that report foresaw that crude oil would cover 43% of the energy balance for 1990, as opposed to the forecast of 40% made four years ago. It also pointed out that the possibilities for substituting for oil by

12/ Leblond, Doris. "European Energy Report," **Petroleum Economist**, July 1984, p. 248.

alternative sources seem to have been exhausted. This type of adjustment in the forecasts, which usually implies less progress in savings and efficient use of energy, can be attributed to several reasons.

The first refers to an overly optimistic reading of the prospects for economic recovery in the industrialized countries. It is true that the latest annual reports of organizations such as the IMF and the World Bank establish forecasts on the order of 3% for real economic growth during the period 1984-1985, thus continuing the upward trend initiated last year. These same reports predict that the developing countries will show a recovery estimated as an average of 4% for the years in question, which rate is much higher than that recorded during the sharpest point of the international economic crisis but still below the historical growth rates experienced by these countries during the 1960's and 1970's.

Despite this type of projection as to the future of the international economy, it is still possible to find in specialized literature projections that consider that this recovery is not yet "just around the corner" and that also question its permanency. Thus last year the United Nations Planning Council announced in mid-May that the attempts to revive the market economies of the industrialized countries through the resolution of their stagflation problems were not yielding visible results. Furthermore, excessive anti-inflationary policies, added to armament expenses, could make world economic recovery on stable and lasting bases doubtful.

A second element is the difficulty in anticipating to what extent economic recovery will have a bearing on energy demand in general and oil demand in particular. This difficulty is made manifest, for example, in the recovery that has been envisaged for 1984 in terms of overall oil demand associated with economic recovery: less than the equivalent of the 100 MBD which had been expected by the IEA one year ago, primarily as a result of the increase in the value of the dollar with respect to other European currencies and the maintenance of high prices for refined products in most of the Western European countries.

A third element that has also influenced the adjustment of the forecasts is the shortage, and difference in quality, of the economic data available for making more or less accurate projections for the expected behavior of the world energy markets, above all in the case of the developing countries. On a rather uncertain statistical base, in many cases attempts are made to estimate to what degree of demand will be covered by internal supplies, mainly of alternative sources, under the assumption that crude oil will only cover residual demand.

13/ Niering, Frank E. "Mark Trends," **Petroleum Economist**, July 1984, p. 275.

In this regard, it is worthwhile to note that the stabilization of oil prices in the last two years has had repercussions in delays in the exploration and exploitation projects for alternative energy sources. Even though this does not imply any reversal whatsoever in the trend toward a more diversified energy balance, hydrocarbons have continued to hold the major share in the energy balances of both the OECD countries and the developing countries as a whole.^{14/} If this trend is maintained, it is clear that the residuals will be the other energy sources and not crude oil.

A fourth element refers to the importance that most of the projections lend to the demand expected in developing countries. It is true that at the regional level this group of countries was the only one that notably increased its consumption of oil derivatives between 1973 and 1983 (from 10.9 to 14.3 MMBD).^{15/} However, it is not true that this group of countries is in a position to finance the development of alternative sources; and in light of the recent deterioration of their economic and financial situations, derived from the rise in interest rates, they will be less able to depend on hydrocarbons as their principal source of energy. In coming years the payment of an ever larger oil bill will tend to exacerbate the imbalances in the balance of payments; the contraction of public and private banking credits and sustained deterioration of trading price ratios will surely affect these countries' capacity for economic growth as well. This is a clear contradiction with the exigencies of a reality that seems progressively more adverse in the developing countries.

Another element that underlies the projections, but that is frequently left aside in the interpretation of their results, is the importance that transnational oil companies will hold in the process of transition from petroleum to alternative sources of energy. As a result of the increase in hydrocarbon prices in the seventies, the vast majority of these firms made sizeable investments in the production of non-conventional sources of hydrocarbons, such as oil shales and tar sands. These investments were made in addition to those made in the petroleum sector proper; and they brought about as a consequence a sustained increase in the R/P ratio at the world level: from 27.5 to almost 34 years during the 1979-1983 period.^{16/}

In a first phase, these investments were made in non-OPEC-member countries which offered better possibilities for success in the exploitation of these resources. For the first two years following the stabilization of crude oil prices, the pace of advancement

14/ Crude oil still covers 70% of Greece's energy needs, two-thirds of those of Italy, and 65% of those of Denmark. See Doris Leblond, "European Energy Report," **Petroleum**, July 1984, p. 248

15/ **BP Statistical Review of World Energy**, June 1984, p. 11.

16/ **BP Statistical Review of World Energy**, June 1984, p. 3.

in these projects was braked; but the relative delay has been for to a certain extent thanks to the process of mergers and purchases of some oil companies with and from others, a process which had been going on for several years, but which has been stepped up in the last years.

It is clear that while the exploitation of sources other than oil is considered within the expanding horizon of the oil companies --whether by the path of direct investments in purchases of, or mergers with, firms that were previously carrying out such activities-- it will be difficult to fall victim to a new "energy crisis" like that thought to exist at the beginning of the 1970's due to a supposedly premature and accelerated depletion of energy resources at the world level. Current forecasts of North American oil companies show that the explorations undertaken between now and the end of the decade will account for some 60% of the petroleum extracted, which could bring about an increase in real oil prices by the end of the decade.

Taking into account the foregoing considerations, the most recent forecasts prepared by the International Energy Agency (IEA) point to the fact that in 1984 world oil demand (excluding the Socialist countries) will be around 45.6 MMBD, as compared to 44.4 in 1983, and that this demand will be associated with expected economic growth of between 3 and 3.5% in the OECD countries.^{17/} The slightly higher demand of that year (some 2%) will be tied to a continuation of the economic peak recorded in 1983, especially in the case of the United States; and it could have repercussions for a sustained increase in the levels of OPEC production throughout 1984.

As for source of supply, 18 MMBD can be expected from the OPEC; added to non-OPEC production on the order of 276 MMBD, this would be equivalent to a total supply of some 45 MMBD.

These somewhat cautious forecasts can be compared with the ones formulated by the OPEC Monitoring Committee, according to which the OPEC oil demand will be between 19 and 19.5 MMBD by the end of the year, registering perhaps 18 MMBD as the annual average. Curiously enough, the forecast of the oil companies is very similar.^{18/}

In this context, the IEA estimates that for 1984-1985 the posted price of the reference crude oil will maintain, in nominal terms, levels similar to those prevailing at the end of 1983; however, it is not possible to discount the contingencies inherent in the behavior of the world hydrocarbon market.

17/ IEA, "Oil Market Report," June 1984.

18/ See "A No-Change OPEC Conference?", **Petroleum Economist**, July 1984, p. 246, and "Petroleum Intelligence Weekly," July 9, 1984.

For their part, spokesmen for the OPEC coincided with this point of view that the official prices should be maintained during the rest of this year, owing first of all to the upward trend of the dollar on the exchange markets, which has entailed increases in the real price obtained by the exporting countries and, secondly, the increase in the premiums for maritime shipping insurance resulting from the Iran-Iraq war. Nevertheless, the organization's Monitoring Committee has called attention to the potential threat posed to posted prices by the gradual increase in the sale of OPEC products will fall outside the quota arrangements and are not subject to any official pricing policy.^{19/}

It is foreseeable that during the rest of the eighties, as a consequence of the rate of economic activity of the OECD countries (between 2.5 and 3.0% annually, on the average) and the relative stagnation of energy conservation programs, due to maturation of technologies, world oil demand should increase at a rate of between 1.3 and 1.8%, until reaching a level on the order of 65 MMBD. It would be the developing countries in general which would continue to record throughout this decade an oil consumption growth rate higher than that for the developed countries, and higher than that recorded during the last decade, since they are not in a position to finance the development of alternative sources to substitute for oil and since their economies will continue to be highly dependent on this source of energy. The Socialist countries will record rates similar to those of the market-economy countries.

During this period it will be difficult for the nominal prices of crude oil to remain constant, due on the one hand to the reduction in these in real terms, while on the other hand, the increase in the real cost of reservoir production in "expensive" areas (such as the North Sea) could come to provoke the shutdown of some productive fields; this situation would be preceded by the massive sale of crude oil in order to guarantee the profitability of the investments made. Any of these cases could lead to a new destabilization of the oil market.

An additional argument that allows for the supposition that nominal prices will not remain constant is the fact that the latter would discourage energy conservation and diversification programs, as well as stockpiling in the importing countries. In either case, the major consumers could respond with the application of taxes on imported crude oil.

Prospects to the year 2000

The forecasts that consider the qualitative changes expected during the 1990's make it possible to follow, in broad terms, the trajectory of the most important structural changes that will occur in the next decade and to anticipate, with some degree of uncertainty, the most important long-range results.

19/ See "A no-Change OPEC Conference?", op. cit., p. 247

With respect to these qualitative changes, various international agencies agree in recognizing that there will be no major alterations in the world energy balance before the end of this century. Crude oil will have a relatively smaller weight but will continue to be the foremost source of energy. Hydrocarbons will participate in the balance with nearly 50% of the total world consumption of primary energy. Although the rest of the sources will surely expand their share, the economic, technological and environmental constraints will keep those increases relative, within small margins.

A second consideration refers to the fact that during the next decade the close ties currently existing between the world energy sector and the rest of the international economy will be reaffirmed. However, unlike what occurred in the seventies—when the energy sector proved to be a kind of driving force for the changes experienced in international trade and finance—during the nineties the world energy sector would become a passive agent for the changes occurring in international economics and finance.

The third element is the persistence of a series of imponderable factors of a political nature, which in any event could bring about a sudden alteration of the oil market balance by sharply contracting production and obliging importers to recur to stockpiling, thereby producing a temporary price increase of an eminently speculative nature.

In the case that stability is maintained, one last factor would refer to the prevalence of the OPEC as the major crude-oil-exporting area in the world during the next decade. Among the most important factors that will have a bearing on a development of this kind would be the availability of an amount of proven crude oil reserves in the member countries, over and above that of the rest of the regions combined; a highly favorable ratio between petroleum production and consumption; and the advancement of the Organization's share in other phases of the value-added chain of the world petroleum industry, above all in refining and petrochemistry. Other additional elements would be the stagnation and possible decline of production in some areas such as the North Sea, which reach maturity and lose importance on the speculative markets for crude oil, as a function of the interest of the institutional actors on the international market for crude oil in adhering to a contractual price regime.

Under the above assumptions, it is likely that the most important net importing countries will continue their programs to replace petroleum with alternative sources, primarily coal and nuclear energy. Hence, it is estimated that, by the end of the nineties, the share of oil in the energy balances of the OECD countries will have decreased to a level of between 30 and 36% while that corresponding to gas will be maintained around 20%. For its part, coal will increase its contribution to between 31 and 34%; nuclear will end up at between 8 and 11%; and hydroenergy and other sources will have a share of between 9 and 11%.

Some Implications for Mexico

Whatever the changes registered on the world energy scene over the next 15 years, Mexico will feel their effects directly, not only because the decisions of our country in terms of export volumes and prices tend to have repercussions to a progressively greater extent on the evolution of the international hydrocarbon market, but also because the growing ties between international economy and what could be understood as a world energy system affects any country, independently of its degree of development or its role as importer or exporter of this type of resource.

Throughout the country's history as an oil exporter, Mexico has faced a changing international panorama. In the first half of the century, the role of Mexico on the international energy markets was not very notable by virtue of the fact that attention was centered on meeting domestic demand and, marginally, on exporting some surpluses. It was not until the mid-1970's that Mexico erupted onto the international oil scene and, for more than five years, took advantage of the increases in demand and prices that characterized the oil boom. Together with Great Britain, Norway and Canada, Mexico contributed a growing share of the world's supply of crude oil between 1973 and 1983, with a rise in its share from 2.2% in 1979 to 4.9% in 1983.

The high point of Mexico's participation on the international hydrocarbon market came in the first months of 1983, when our country gave a show of its interest in contributing toward the preservation of stability on the world market. Through the establishment of mechanisms for effective communication and coordination with various exporting countries, Mexico efficiently contributed to preserving the structure of international prices and, through those mechanisms, to maintaining lasting stability on the world market. Generally speaking, this has been the policy followed by our government since the beginning of the administration of President Miguel de la Madrid.

Otherwise, no matter what the conditions prevailing abroad, our country has set forth that, just as its foreign policy is guided by unvarying and unique principles such as respect for self-determination and non-intervention, in the area of petroleum policy, Mexico will adhere to unvarying and unique criteria among the oil-exporting countries, with respect to international negotiations related to this resource. Among these criteria is included rejection of the operations of middlemen and speculators, and the application of equitable and uniform prices for all clients.

Guided by these principles, the people in charge of this area have underscored that the uncertainty that surrounds the world energy scene at this moment in time forces our country to proceed cautiously, to follow closely the movements of the major factors that affect it, and to develop the necessary flexibility to adjust to unexpected changes. Whether the market is weakened

or tends to grow stronger, Mexico will maintain an invariable and responsible policy for export volumes and prices, geared to strengthening the market.

If the suppositions for economic recovery and moderate growth in world oil demand do become a reality during the remainder of this decade and the next, and should total supply in fact approach its technical limit by the end of the eighties or early nineties, Mexico would perhaps come to have a more notable presence on the hydrocarbon market. On the other hand, if the contraction in demand and the high levels of idle capacity should persist, Mexico would find itself hard put to obtain the true value of its energy resources and this would unfavorably influence economic behavior, given the importance that foreign exchange revenues derived from oil exports would continue to hold for the national economy in coming years.

The factors that could have a bearing on the shift of the balance to one or the other side clearly extend beyond the scope of the national and international energy sectors themselves. One of them is the development of some sectors which are not very energy-intensive, such as biogenetics and telecommunications, and their impact on the patterns and pace of technological advances at the world level. Another factor is the financial constraints and international trade restrictions, the accentuation of which could take away from the boosts to the abovementioned process of technological change, especially in the developing countries.

Our country has certain relative advantages in adapting its energy sector to these changes. On the one hand, it is determined to recognize and take into account, always, the effects that the structural changes which occurred in the seventies have had on demand, supply and international prices of hydrocarbons. This means that Mexico is prepared to act with greater maturity and caution on the foreign markets than in the recent past.

Secondly, there is a political decision to add our own country's efforts at energy savings and diversification to those initiated several years ago in other countries of relatively greater development, because it is acknowledged that not to do so would imply less efficiency and competitiveness not only in the energy sector itself but also in the entire industrial structure and in the economy as a whole.

Thirdly, given the importance that the energy sector holds in the area of technology worldwide, our country has been involved for several years now in an important effort to monitor the changes in technological bases; and it will foreseeably have to continue doing so in coming years in order to be able to lend support to the rest of the countries in the sphere of research and experimental development.

Finally, in light of the difficulties that can be anticipated to arise over the next few years in the international

financial context—as result of the increase in the cost of capital and the reduction in the availability of the same—without detriment to self-determination in energy policy-making, our country also recognizes that the economic, technological and infrastructural means must be developed to make it possible to opportunely tap any favorable situation that should present itself on the international market, in order to be able to maximize the contribution of the energy sector to national economic development.

ECONOMICALLY VIABLE RURAL ELECTRIFICATION

Dr. Felix Pacheco Linares

PROFESSOR OF ENERGY ECONOMICS
GREATER NATIONAL UNIVERSITY OF SAN MARCOS
LIMA, PERU

OBJECTIVE

To demonstrate the economic viability of rural electrification programs through suitable organization and efforts in conceiving and developing the respective project.

SUMMARY

Rural electrification is economically viable when investments are earmarked for outfitting projects that will jointly serve production and service units, so as to generate employment, to increase the value added of local production, to reduce the migration rates, and to provide the population in the project's area of influence with the conditions for a better quality of life.

For economically viable rural electrification (EVRE), an overall study of the region is necessary, somewhat like the study for a Master Electrification Plan, which minimizes costs by optimizing alternative interconnected systems and which can provide an efficient organizational scheme for later efforts.

It is useful for the electrification strategy to start by providing guaranteed service 24 hours a day to the localities that could comprise a small development pole, and afterwards to progressively incorporate smaller settlements.

DEVELOPMENT

General Background

a) Electrification is economically viable in large urban

centers where there are important consumption centers, but not always in rural areas where losses in the financial balance-sheets are usually accepted.

- b) Experience has shown that electrification processes begin in the countries' capitals and major cities and also in industrial, mining or agricultural complexes. The degree of economic viability or profitability declines as a function of the magnitude of demand and administrative efficiency.
- c) The industrialized countries, be these in the East or in the West, have resolved, or are in the process of resolving, their respective rural electrification programs, whereas most of the Third World countries still do not have a clear conception of an adequate economic solution, with the exception of a few countries such as South Korea, which has made important progress in this respect.
- d) One of the indicators that measures a country's level of development refers to the magnitude of per capita electricity consumption; this indicator also reflects the well-balanced spatial development of the country.
- e) Rural electrification investments have not been conveniently made; the bias that rural electrification produces losses and requires subsidies has been maintained. These prejudices are negative for the countries when there is obviously only a slight increase, or even a decline, in the gross domestic product (GDP), as well as rising unemployment rates, overwhelm-

ing foreign debts, and poor prospects for increasing exports sufficiently to permit procurement of the necessary credits.

**Specific Background:
The Particular Case of Peru**

- a) In Peru, electric power is provided 24 hours a day through interconnected systems. Few are the important cities of the country that could have such permanent service without being hooked up to these systems.
- b) The population served through the interconnected systems (7,200,000 persons) does not amount to even 40% of the total national population while 60% of the population (10,800,00 persons), known as the rural population for these purposes, has electric service in a low ratio of approximately 1:9. In addition to being deficient, this service is limited to a few hours at night, is geared only to lighting, and has a negative economic effect in which costs are frequently five times higher than revenues.
- c) Rural areas have less infrastructure than large cities; this reality, added to other aspects such as the cold climate of the sierra, the sparse green areas of the coast, and the practically unpopulated jungles, shape a picture of greater poverty among rural populations. Thus, investments in rural areas are circumscribed to elementary infrastructure services.
- d) The development of rural electrification in Peru is only recent. Of all the infrastructure services in rural areas, electric power is much less relatively developed in relation to education, health, communication and transportation.
- e) Control over all economic activities is centralized in Metropolitan Lima, where financial management decisions are made. The share of the country's other important cities is only complementary.
- f) The rural population is scattered over some 1500 population centers of fewer than 5000 inhabitants; and to these can be added an even higher number of other settlements with fewer than 200 inhabitants. In all of these localities there is no industrial activity; there is only minor trade; there is no banking service; and local administration is dedicated to equipping schools and medical posts, to arranging potable water services and roadways, and finally to handling the aspiration of electric power services.
- g) There are also a good number of valleys with rich agricultural and/or mining potential, in which several settlements are located relatively close to each other, so that they could form small development poles. These valleys, with few exceptions, do not have multisectoral studies available to permit them to organize their development processes.

h) The magnitude of electric power demand is reduced, and only between 40 and 60% of the local population has access to this service.

i) The low level of the rural populations' income, which is many times cyclical, depending on agricultural harvests or the sale of their merchandise, makes it difficult to take on financial commitments to underwrite the cost of secondary grids to their respective homes.

EVRE Strategy

- a) To select a group of professionals (engineers, economists and administrators) capable of shaping a picture of the rural areas of Peru and measuring the effects of a suitable electrification program in the regional framework and also in the context of the country's economics and finance.
- b) To formulate an electrification model to be developed over a 20-to-30-year period. The application of this model should be flexible and effective over time, even while maintaining the predominance of unisectoral labor.
- c) To formulate an electrification program to be executed in four or more stages of five years each. Each stage should include a limited number of projects based on sufficiently well-defined studies in terms of demand, cost, engineering, and economic and financial consistency.
- d) It is recommendable to underscore a project's economic viability as one of the principal indicators. This viability measured in the short, medium and long terms measures investment efficiency.
- e) In the event that the project did not prove profitable, i. e., where the internal return rate (IRR) and the net current value (NCV) yield unfavorable indexes, it is useful to note the project's external economic effects such as creation of job opportunities, increases in local commodity production, and reductions in migration rates, among others. Only in exceptional cases can totally non-viable projects be found.
- f) In an overall analysis of the rural electrification program, the sum of all the revenues from the sale of electricity should amount to a figure equal to, or higher than, the sum total of the costs derived from the program. In this regard, the policy of rates or tariffs will have to be based on economic policy.
- g) The effectiveness of negotiations is one aspect of prime importance to be considered: negotiations to organize the potential consumers in order to motivate them toward a shared economic solution with advantages and benefits for all the parties; in other words, for the national electric light and power company, for the miners, millers, etc.

- h) It is useful for the electrification process to start in those regions capable of becoming regional poles. By beginning the process in a few regions each year and gradually incorporating others, in the medium term Peru would have some ten regional development poles and more or less the same number more in the long term, and each one of these poles could progressively incorporate into the system the smaller settlements found in surrounding areas.
- i) Service to these poles would have to be guaranteed 24 hours a day, with priorities set for the few potential consumers who could absorb even more than 50% of the demand, thus permitting adequate, inexpensive service to the population of an entire region characterized by a slight demand.
- j) Adequate utilization of scarce financial resources, as well as efficient administration of project operations, are also determining factors in the success of the program efforts.
- k) The conception and development of EVRE studies needs to be similar to that of the Master Electrification Plans; and this has been a feature of the studies that ELECTROPERU has been developing through a technical cooperation agreement with the Federal Republic of Germany, an example of which can be seen in the Huari Model Region.

Case: Huari Model Region

- a) The aim is to provide electric power service through an interconnected system to a town and also to two medium-size mining companies located in the region under study.
- b) The geographical area has nearly 5000 km² where 79,000 people live. In a first stage electric power service would extend to 13,200 people living in 18 localities; then later in a second stage, to 15,800 people; and finally, in the long term, progressively throughout the region.
- c) The magnitude of demand is as follows:

YEARS	Maximum Demand kW		Net Energy MWH		TOTAL	
	TOWN	MINES	TOWN	MINES	kW	MWH
1985	1200	3960	2865	10000	5160	13860
2005	3981	7650	13312	31000	11631	44312

- d) The result of the evaluation of regional hydro potential yielded 36 possibilities for generating power with costs varying between 928 and 4400 US dollars per kW installed.
- e) Several sets of alternative systems were drawn up to meet demand at a minimum cost, on a consistent

technical basis (topography, geology, hydrology, and engineering).

- f) The magnitude of investments in power plants and lines capable of satisfying demand until the year 2005 rose to 13.2 million dollars at 1982 prices, to be invested in two periods between 1984 and 1994 in order to yield an installed capacity of 12830 kW (including a 1400-kW hydropower station to be inaugurated in the year 1985).
- g) The period of analysis covered 1985-2005, and the actualization rates were calculated as 0%, 10% and 20%.
- h) The rates that were adopted were those in force (3.7 cents of a dollar per kWh), and variations of up to 20 cents per kWh were introduced.

CONCLUSIONS

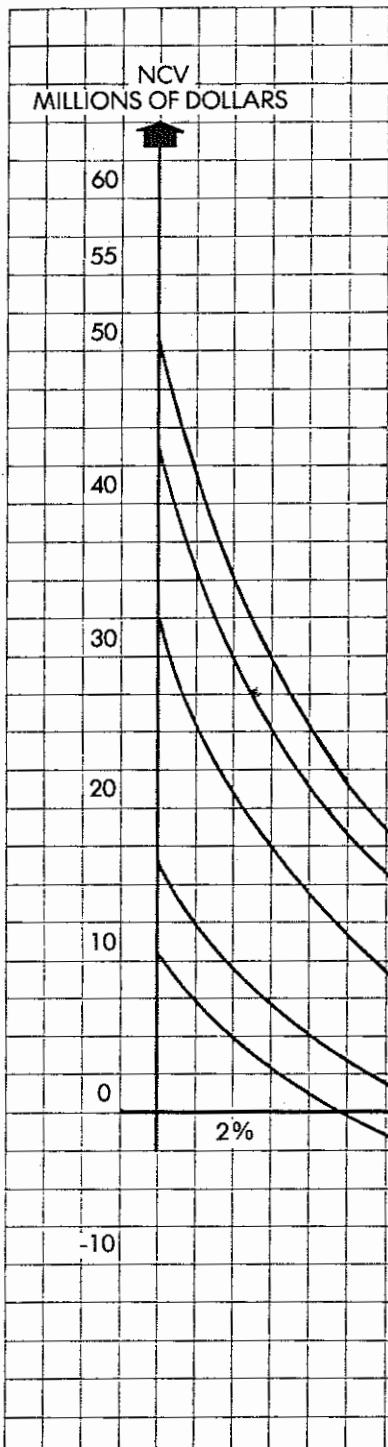
- a) Of the various alternatives studied, the optimal system was determined to be joint service for the town and the two mines.
- b) The NCV yielded positive balances after actualizations of 0%, 10% and 20%. For its part, the IRR registered 11.6%, close to the profitability rate of 12% proposed by the General Electricity Law of Peru, even with rates remaining at their current 3.7 cents per kWh for domestic service and with rates of 8 cents per kWh for the two mining companies.
- c) The IRR considerably improved with rates of 10 to 12 cents per kWh for the mining enterprises. (See chart and graph below.)
- d) The cost in fuel represented by the generation of 1 kWh in the mines' thermal groups is 10 cents; obviously, when operation and maintenance costs are included, along with those related to capital investments, the cost per kWh exceeds 12 cents.
- e) The rates demanded by an isolated system for the town alone are very high, and even more so if the low level of income of the population in this area is considered.

In order to obtain an IRR of 11%, rates of 20 cents per kWh for household use would be required; in other words, the current rates would have to be increased 5.4 times.

- f) Results similar to those of the Huari Model Region are being obtained in studies on other regions such as Rio Mayo, Pomabamba-Piscobamba and Huamalies-Dos de Mayo. As a consequence, it is recommended that this method be generalized for the EVRE process and for the efficient use of scarce financial resources with advantageous economic results benefitting the population served and the national economy as well.



**COMBINED SYSTEM
"NVC" AND "IRR" WITH DIFFERENT RATES FOR MINING**



REFERENCES

1. Studies on "Model Regions for Electrification" for: Huari, Pomabamba-Piscobamba, Huamalies-Dos de Mayo and Rio Mayo. Peruvian-German Agreement: ELECTROPERU S.A. GTZ, 1982-1984.
2. **Master Electrification Plan.** ELECTROPERU S.A., Lima, October 1983.
3. **Rural Electrification.** World Bank, 1976.
4. **National Plan for Electrification with Small Hydro-power Stations: A First Approximation.** United Nations Development Program (UNDP), Ministry of Energy and Mines, Lima, Peru, 1978.
5. Sen, Lalit K. "Rural Electrification in Developing Countries: Constraints and Prospects," **Quarterly Journal of International Agriculture**, Vol. 22, N° 3, July-September 1983.

CORRESPONSALES TECNICOS DE LA REVISTA
ENERGETICA EN LOS PAISES MIEMBROS DE OLADE

TECHNICAL CORRESPONDENTS FOR THE REVISTA
ENERGETICA IN THE OLADE MEMBER COUNTRIES

Las contribuciones técnicas para la Revista Energética, podrán ser dirigidas a los Coordinadores de OLADE, según la lista que se indica a continuación. Los artículos no deberán exceder de 10 cuartillas.

Technical contributions to the Revista Energética may be addressed to the OLADE Coordinators listed below. Articles should be no longer than 10 typed pages.

LISTA DE COORDINADORES DE OLADE
LIST OF OLADE COORDINATORS

Barbados

Mr. E. LeRoy Roach
Permanent Secretary
MINISTRY OF FINANCE AND PLANNING
Government Headquarters
Bay Street
Phone: 4298955
Telex: 2222 XTERNAL WB
St. Michael, Barbados

Bolivia

Licenciado
Reynaldo Vila Zevallos
Subsecretario de Energía e Hidrocarburos
MINISTERIO DE ENERGIA E HIDROCARBUROS
Avenida Mariscal Santa Cruz 1322
Teléfono: 374050 - Ext. 22
Telex: 5366 MEM BX
Casilla: 4819
La Paz, Bolivia

Brasil

Ministro
Mauricio Magnavita
Asesor
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
Esplanada dos Ministerios - Bloco J.
Teléfono: 2234869
Telex: 611797 MME BR
Brasilia, Brasil

Colombia

Doctor
Ernesto Blanco
Asesor General del Ministro
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
Carrera 7º N° 756
Teléfono: 681763
Telex: 45898 MINERCO
Casilla: 80319
Bogotá, Colombia

Costa Rica

Doctor
Jorge Blanco Roldán
Director Sectorial de Energía
MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y MINAS
Edif. Vista Palace - Calle 25, Avenidas 8-10
Teléfono: 334533
Telex: 2363 ENERGIA CR
Casilla: 4752
San José, Costa Rica

Cuba

Licenciado
Pedro Morales Carballo
Director de Organismos Económicos Internacionales
COMITE ESTATAL DE COLABORACION ECONOMICA-CECE
Primera N° 201, Esq. B. Vedado
Teléfonos: 36661/34273/301232
Telex: 522341 CECE HAB
La Habana, Cuba

Chile

Ingeniero
Bruno Philippi Yrarrazaval
Secretario Ejecutivo
COMISION NACIONAL DE ENERGIA
Teatinos 120, piso 9
Teléfono: 81757/89262
Telex: 240948 CNE
Casilla: 14 - Correos 21
Santiago, Chile

Ecuador

Economista
Patricio Mieles V.
Director General de Planificación
MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES Y ENERGETICOS
Santa Prisca N° 223
Teléfono: 523400 Ext. 119
Telex: 2271 MINRECED
Cable: MINRECURSOS
Quito, Ecuador

El Salvador

Ing. Francisco E. Granadino
Director Ejecutivo
COMISION EJECUTIVA HIDROELECTRICA DEL
RIO LEMPA - CEL
9º Calle Poniente N° 950 entre 15º y 17º Ave. Norte
Teléfono: 71-0855
Telex: 20303 CEL SAL
San Salvador, El Salvador

Grenada

Mr. Terrence Moore
Director of Planning
MINISTRY OF PLANNING, TRADE AND INDUSTRY
Phones: 2262/2991
Telex: 3450 PLANNING GA
P.O. Box: 270
St. George's, Grenada W.I.

Guatemala

Licenciado
Augusto Estrada Salazar
Director General de Minería e Hidrocarburos
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
Diagonal 17, 29-78 Zona 11
Teléfono: 760679 al 82
Telex: 5516 PETGUA GU
Guatemala, Guatemala

Guyana

Mr. Anthony P. Crawford
Permanent Secretary
MINISTRY OF ENERGY AND MINES
41 Brickdam and Boyle Place
Phone: 02-65228
Telex: 2296 DEMWOOD GY
P.O.Box: 1074
Georgetown, Guyana

Haití

Señor
Michel Simon
Director General
SECRETARIA DE ESTADO DE MINAS Y ENERGIA
Teléfono: 62249
Telex: 2030246 INAREM
Puerto Príncipe, Haití

Honduras

Ingeniero
Fausto Cáceres Ávila
Director General de Minas e Hidrocarburos
MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES
Boulevard Centroamericana
Teléfonos: 326721/328613/328635/327848
Telex: 1110 TRT PUBLX HT
Tegucigalpa D.C., Honduras

Jamaica

Mr. Osmond St. Clare Risdan
Permanent Secretary
MINISTRY OF MINING AND NATURAL RESOURCES
2 St. Lucia Avenue
Phone: 926-9170
Telex: 2374 FOREIGN JA
P.O. Box : 495
Kingston 5, Jamaica

México

Licenciado
Roberto Dávila Gómez Palacio
Director General de Transacciones Internacionales
SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA
PARAESTATAL
Ave. Francisco Márquez 160 Colonia Condesa 5º Piso
Teléfonos: 553-9024/553-9014
Telex: 177-5690 DUIAME ME
México 7 D.F.

Nicaragua

Ingeniero
Fernando Cuevas
Viceministro
INSTITUTO NICARAGUENSE DE ENERGIA
Teléfonos: 74103/72680/74105
Telex: 2344 INE
Apartado: 55
Managua, Nicaragua

Panamá

Ingeniero
Nitzia de Villarreal
Director General de Hidrocarburos
MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIA
Calle Arturo del Valle. Edificio de la Lotería
Teléfono: 273331
Telex: 2256 COMERIN PA
Casilla: 9658
Panamá, Panamá

Paraguay

Señor
Julio C. Gutiérrez
Presidente de
PETROLEOS DE PARAGUA (Petropar)
Oliva 299 - 4º piso. Esquina Chile
Telex 5153 PY
Teléfonos: 95117/95118/95119
Asunción, Paraguay

Perú

Señor
Donald Tarnawiecki
Secretario Técnico
Consejo Nacional de Energía
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
Avenida Las Artes s/n. Urb. San Borja, Surquillo
Teléfonos: 410819/412825/410065
Telex: 25731 PU MEM
Lima, Perú

República Dominicana

Ingeniero
José Ramón Acosta
Secretario Ejecutivo
COMISION NACIONAL DE POLITICA ENERGETICA

Edificio Compostela, Quinta Planta
Autopista Duarte Km. 6 (junto al Colegio Claret)
Teléfonos: 5655004/5655090
Telex: 4148 COENER DR
Casilla 391 -2
Santo Domingo, República Dominicana

Suriname

Mr. Harry S. Kensmil
Permanent Secretary
MINISTRY OF NATURAL RESOURCES AND ENERGY
Dr. de Mirandastraat 19
Phone: 77487
Telex: 118 ALBUZA SN/323 NHESUR SN
Paramaribo, Suriname

Trinidad & Tobago

Mr. Trevor M. Boopsingh
Acting Permanent Secretary
MINISTRY OF ENERGY AND NATURAL RESOURCES
4th Floor, Salvatori Building
Independence Square
Phones: (62) 38841 (62) 38846
Telex: 3321 TRINEX WG
P.O. Box: 96
Port of Spain, Trinidad and Tobago

Uruguay

Ingeniero
Enrique Levrero Puig
Director Nacional de Energía
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
Rincón N° 723 - 3er. piso
Teléfono: 913945
Telex: 22072 MINIE
Montevideo, Uruguay

Venezuela

Licenciado
Alberto Valero
Director Oficina Asuntos Internacionales
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
Torre Oeste, Parque Central, piso 17
Teléfonos: 5076310/5076311/5076307
Telex: 22594 MEM VC/21692 MEM VC
Caracas, Venezuela



CAMBIO DE DIRECCION

La Secretaría Permanente de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) notifica que a partir del 1ro. del octubre de 1984 ha mudado sus oficinas a la siguiente dirección:

CHANGE OF ADDRESS

The Permanent Secretariat of the Latin American Energy Organization (OLADE) would hereby like to notify you that as of October 1, 1984, our new address is as follows:

Av. Occidental
Edificio OLADE (antes Selva Alegre)
Sector San Carlos
Teléfonos: 538-122 / 538-280
Casilla 6413 CCI
Quito, Ecuador

