

0066



CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

DIAGNOSTICO

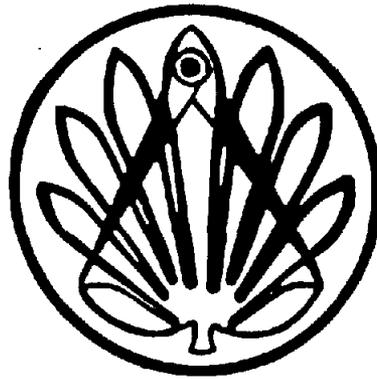
DEL

SECTOR ENERGIA

CT. 26
v. 1

NOVIEMBRE - 1984

TOMO I



CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS

DIAGNOSTICO

DEL

SECTOR ENERGIA

NOVIEMBRE - 1984

TOMO I

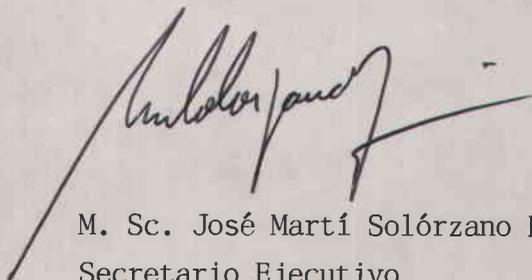
PRESENTACION

El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) preocupado por estudiar las características, la evolución y el desarrollo económico y tecnológico del sector Energía, contrató en 1983 los servicios de la Universidad de Costa Rica, para realizar un diagnóstico tecnológico en el sector Energía. Este análisis fue concluído en agosto de 1984 y sus resultados más relevantes se presentan al Gobierno, sector productivo, público y privado, a las entidades financieras y a los organismos internacionales pertinentes.

Este estudio ofrece toda una recopilación de las principales informaciones disponibles con relación a los recursos, la oferta y la estructura del consumo energético del país, análisis de los procesos de transformación de la energía por fuente, desde el recurso hasta el consumidor, y otra información de interés para el sector energético en general.

De esta forma, la Universidad de Costa Rica, logró identificar las actividades productivas que requieren un diagnóstico detallado por su impacto actual y futuro en la movilización de recursos nacionales (materias primas, mano de obra, etc.) y en el bienestar de la población de menores ingresos, asimismo identifica aspectos críticos que se deben analizar cuidadosamente, tales como: los insumos industriales y la posibilidad de disminución del componente importado de éstos, los determinantes de la capacidad exportadora del sector Energía y la eficiencia del mismo.

Creemos que el aporte del CONICIT para la realización de este trabajo y de los estudios que se puedan originar de él han sido fundamentales y oportunos, tanto por la crisis económica actual como por la fase de profundo análisis que vive nuestra industrialización.



M. Sc. José Martí Solórzano Rojas
Secretario Ejecutivo
CONICIT

INDICE GENERAL

	<u>PAGINA</u>	<u>Ng.</u>
I. INTRODUCCION	2	
II. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	5	
III. METCDOLOGIA	6	
IV. PARTICIPANTES EN EL TRABAJO	12	
V. DIAGNOSTICO GENERAL	13	
1. Panorama energético nacional	13	
1.1. Generalidades sobre el panorama energético nacional	13	
1.1.1. Diez años de desorientación	18	
1.1.2. La próxima década	20	
1.1.3. Algunas perspectivas energéticas mundiales para las próximas décadas	22	
1.2. Comentario y evaluación global de las principales fuentes de información disponibles para el análisis del sector energético	24	
1.2.1. Serie de Balances energéticos	26	
1.2.2. Alternativas de Desarrollo Energético. Período 1981-2000	27	
1.2.3. Energía para el desarrollo	32	
1.2.4. Series de estadísticas de precios	33	
1.2.5. Costos	35	
1.2.6. Finanzas	35	
1.2.7. Estadísticas centroamericanas	36	
2. Recursos energéticos	37	
2.1. Leña y carbón de leña	37	

2.2.	Residuos Vegetales	41
2.3.	Alcohol etílico y metanol y sus perspectivas	41
2.4.	Recursos hidroeléctricos	42
2.5.	Energía geotérmica	43
2.6.	Exploraciones petroleras	45
2.7.	Otros recursos	45
2.7.1.	El recurso solar	45
2.7.2.	Energía eólica	48
2.7.3.	Recursos carboníferos	49
2.7.4.	Aceites vegetales	51
3.	Marco de la oferta a partir de los recursos	53
3.1.	Electricidad	53
3.2.	Hidrocarburos	56
3.3.	Alcohol	59
3.4.	Leña y carbón	59
4.	Estructura del consumo	63
4.1.	Energías comerciales no comerciales	63
4.2.	Energías de origen nacional frente a energéticos importados en el balance de consumo neto	66
4.3.	Análisis por sectores	68
4.3.1.	Consumo de energía en el sector transporte	68
4.3.1.1.	Possibilidades de mejoramiento	70
4.3.1.2.	Sustitución de combustibles fosiles	70
4.3.2.	Residencial y comercial	74

4.3.3.	Consumo de energía en los sectores Industrial y Agroindustrial	77
4.3.3.1.	Carbón mineral y coque	78
4.3.3.2.	Leña y residuos vegetales	79
4.3.3.3.	Electricidad	81
4.3.3.4.	Derivados del petróleo, gas licuado, Kerosene, Diesel y Bunker	82
5.	Análisis e importancia socioeconómica y política del sector	84
5.1.	Impacto de la energía sobre el crecimiento económico.	84
5.2.	Impacto social de la política energética	93
5.3.	El uso de los precios de los hidrocarburos como instrumento para cambiar la estructura de la demanda de energéticos	99
5.4.	Importancia del sector en la Industria desde el punto de vista de importaciones y exportaciones	105
6.	Análisis histórico de la organización y funcionamiento del sector	112
6.1.	Sociedad y energía	112
6.2.	La organización del sector energía en Costa Rica	113
6.2.1.	Los primeros pozos	113
6.2.1.1.	El desarrollo de la energía eléctrica	113
6.2.1.2.	El desarrollo de la energía de los hidrocarburos	119
6.2.2.	Hacia una política energética nacional	125
6.2.2.1.	El sistema de planificación nacional	128

6.2.2.2.	La integración del sector industria, energía y minas	130
6.2.2.3.	La integración del subsector energía	136
6.2.2.4.	El programa nacional de planeamiento y desarrollo energético	140
7.	La investigación en energía. Énfasis en las instituciones de educación superior.....	145
7.1.	La Universidad de Costa Rica	152
7.2.	Universidad Nacional	155
7.3.	Instituto Tecnológico de Costa Rica	158
VI	OBJETIVOS DEL CONICIT EN EL SUBSECTOR ENERGIA	162
VII	ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACION ENERGETICA .	164
1.	Hidrocarburos líquidos y gaseosos	164
1.1.	Exploración de reservas de hidrocarburos	165
1.2.	Extracción y transporte de petróleo	166
1.3.	Refinación	167
1.4.	Distribución	168
1.5.	Consumo final	169
1.5.1.	Transporte	170
1.5.2.	Residencial y comercial	170
1.5.3.	Industria y agro-industria	171
2.	Carbón mineral	173
2.1.	Exploración	173

2.2.	Extracción y transporte	173
2.3.	Transformación	173
2.4.	Consumo	174
3.	Electricidad	176
3.1.	Prospección, desarrollo, utilización y protección de cuencas hidrográficas	179
3.2.	Estado de reservorios geotérmicos, renovación del recurso y control de contaminación	180
3.3.	Generación eléctrica	180
3.3.1.	Plantas integradas al SNI	180
3.3.2.	Generación fuera del SNI	184
3.3.3.	Transmisión y distribución de energía eléctrica	186
3.3.4.	Consumidor de energía eléctrica	188
4.	Importación del papel del CONICIT en Bioenergía.....	191
4.1.	Análisis suministro-consumo de biomasa	193
4.1.1.	Análisis del suministro-consumo de leña y resi- duos de aserradero y carbón vegetal	197
4.1.1.1.	Análisis del recurso. Plantaciones con fines energéticos y otras fuentes de leña	201
4.1.1.2.	Comercialización de la leña y los residuos de aserradero	206
4.1.1.3.	Tecnologías de transformación	209
4.1.1.3.1.	Secamiento	209
4.1.1.3.2.	Compactación	209
4.1.1.3.3.	Pirolización o carbonización	210
4.1.1.3.4.	Gasificación de la madera	210
4.1.1.3.5.	Destilación húmeda	211

4.1.1.4.	Consumo de la leña	212
4.1.2.	Residuos agrícolas	213
4.1.2.1.	Subproductos del café	215
4.1.2.1.1.	Pulpa, broza o cubierta exterior	218
4.1.2.1.2.	Mucilago	219
4.1.2.1.3.	Cascarilla o pergamino	220
4.1.2.2.	Cascarilla de arroz	220
4.1.2.3.	Bagazo de caña	222
4.1.3.	Aceites vegetales	224
4.1.4.	Alcohol carburante	225
4.1.4.1.	Materias primas	227
4.1.4.2.	Producción de alcohol	228
4.1.4.3.	Distribución	229
4.1.4.4.	Consumo	229
5.	Energía solar	231
5.1.	Recurso solar	231
5.2.	Transformación	233
5.3.	Comercialización	235
5.4.	Consumo	235
6.	Energía eólica	237
6.1.	Análisis del recurso	237
6.2.	Transformación	239
6.3.	Comercialización	240
6.4.	Consumo	241

7.	Desechos municipales	243
8.	Hidrógeno	246
	8.1. Uso en la industria	246
	8.2. Uso en el hogar	247
9.	Energía humana y animal	249
10.	Aspectos económicos	251
	10.1. Estudio del mercado nacional de la energía	251
	10.2. Importaciones y exportaciones de energía	264

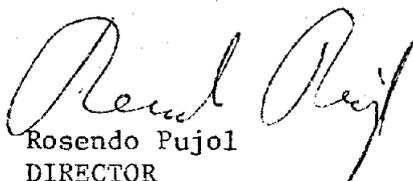
INDICE DE CUADROS

		Página
CUADRO No. 1	Análisis global de interrelaciones del estudio	7
CUADRO No. 2	Consumo energía total: composición por fuentes.	21
CUADRO No. 3	Producción de leña comparada con la producción total de madera aprovechada en Costa Rica, 1977.	40
CUADRO No. 4	Consumo nacional de leña y carbón para el período 1965-1979 (Porcentajes).	40
CUADRO No.5	Capacidad instalada y generación total de electricidad (1978-1982)	55
CUADRO No.6	Producción de hidrocarburos en barriles por año (Producción de RECOPE).	57
CUADRO No.7	Oferta total de hidrocarburos en barriles por año.	58
CUADRO No.8	Oferta energética de leña (1970-1979)	60
CUADRO No.9	Oferta energética de carbón de leña (1970-1979)	61
CUADRO No.10	Consumo neto de energía comercial y no comercial (1965-1979)	64
CUADRO No.11	Consumo neto de energéticos nacionales e importados. 1982	67
CUADRO No.12	Sector residencial y comercial. Estructura del consumo energético total en porcentajes (1965-1979).	74
CUADRO No.13	Consumo de energía en la industria y agro-industria. (1979-1981)	77
CUADRO No.14	Porcentajes de la demanda en el sector industria y agro-industria por tipo de fuente energética (1979-1981)	78

CUADRO No.15	Elasticidad del consumo de energía (1965-1979)	88
CUADRO No.16	Composición relativa (%) de la demanda de hidrocarburos (1978-1982)	102
CUADRO No.17	Relación del valor agregado de los principales sectores consumidores con las ventas de hidrocarburos (1978-1981)	103
CUADRO No.18	Precios promedio del café y del petróleo (1972-1983).	107
CUADRO No.19	Exportación FOB de café y precio promedio del petróleo (1972-1983).	108
CUADRO No.20	Esquema de organización del sector industria, energía y minas	134
CUADRO No.21	Representación global de los procesos para la síntesis de combustibles a partir de carbón mineral.	175
CUADRO No.22	Cadena de transformación leña, residuos de aserradero y carbón.	199
CUADRO No.23	Evolución de cobertura boscosa densa. 1983	202
CUADRO No.24	Flujo para la producción renovable de leña	205
CUADRO No.25	Café fruta a oro (composición porcentual del grano, agua y subproductos).	216
CUADRO No.26	Proceso de beneficiado húmedo del café	217
CUADRO No.27	Principales procesos en el uso de la energía solar	232

Me es grato presentar el segundo informe del trabajo Diagnóstico Tecnológico del Sector Energía, cuyo propósito fundamental es clarificar las necesidades de investigación y las metodologías de evaluación de proyectos presentados al CONICIT por los investigadores nacionales.

El informe es producto de muchas horas de discusión y reflexión y creo que se convertirá en una herramienta útil para todos en el desarrollo científico y tecnológico nacional.



Rosendo Pujol
DIRECTOR
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
EN INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

I. INTRODUCCION

En el mes de setiembre del año 1983 y con una duración aproximada de seis meses, el Instituto de Investigaciones en Ingeniería de la Universidad de Costa Rica, estableció un contrato con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), para que el primero realizara el presente trabajo cuyo título es: "DIAGNOSTICO TECNOLOGICO DEL SECTOR ENERGIA". Dicho estudio tuvo su origen en una consultoría previa por parte de terceros y que pretendió esbozar los terminos de referencia para este estudio. Concretamente el trabajo cubre los aspectos indicados en la oferta que oportunamente se presentó a la Institución y que se describe en uno de los anexos de este informe. El trabajo bajo contrato se divide en cuatro etapas, de conformidad con las metas propuestas; y en cada una de ellas se establecen los mecanismos a poner en práctica en la Institución para definir las prioridades de investigación en energía.

La primera etapa del informe ofrece un diagnóstico general del sector energía presentado en ocho capítulos, y donde se recogen las principales informaciones disponibles con relación a los recursos, la oferta y la estructura del consumo de energéticos del país; complementado con un análisis histórico e institucional de la organización y funcionamiento del sector y una descripción breve de los proyectos de investigación en marcha sobre el particular.

Esta etapa del informe permite al CONICIT contar con una herramienta propia para seguir de cerca las acciones que se llevan a cabo en el sector; e implica un reto para la Institución en cuanto la necesidad de generar la capacidad interna que le permita llevar a cabo una actualización permanente de dichas informaciones, evitando que las mismas encuentren la obsolescencia en poco tiempo.

En la segunda etapa se ensaya un análisis de los procesos de transformación de la energía por fuente, desde el recurso hasta el consumidor; siendo éste el primer intento por identificar algunos problemas gracias a los cuales el cuadro nacional de la demanda de energéticos no guarda relación con los recursos; o la oferta no se produce pese a la existencia de una buena demanda y una gran cantidad de recursos primarios. En esta etapa del informe se le da particular importancia al sector de consumo, pues es allí, en forma preponderante, en donde confluyen restricciones extraenergéticas que actúan impidiendo o limitando el ahorro y uso eficiente de la energía, la disminución del uso del petróleo en el país o la sustitución de energéticos importados por energéticos nacionales en condiciones técnicas y económicamente rentables. Como paso previo al análisis de las cadenas recurso-consumo, se estructuran una serie de objetivos institucionales en energía que se proponen a la Institución. Con base en dichos objetivos, se procede a realizar el análisis de las cadenas recurso-consumo para cada fuente. Se excluyen conscientemente opciones energéticas o caminos en la cadena que no rijan con los objetivos nacionales o los objetivos institucionales planteados, o que por su sofisticación tecnológica, su alto costo actual o

su marginalidad frente a otras posibilidades no pareció oportuno resaltar.

Dicha etapa culmina con la identificación de las líneas prioritarias de investigación en energía que se sugieren a la institución.

En la tercera etapa del informe se describe el mecanismo que se propone a la Institución para la asignación de los recursos disponibles para investigación en energía.

La última etapa del informe se refiere a las conclusiones y recomendaciones del trabajo. Los apéndices que ilustran, aclaran o amplian algunas de las informaciones del texto.

Agradecemos profundamente a los colegas, amigos o colaboradores, que en una u otra forma contribuyeron a que se logre presentar a la Institución este trabajo, como punto de partida para el logro de una mayor eficiencia y orientación en el uso de los recursos de la institución, y esperamos constituya una ayuda efectiva para quienes en el ámbito de sus funciones recurran al CONICIT en busca de financiamiento para sus trabajos en investigación energética.

II. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo básico del estudio es establecer una base sólida de referencia que le permita a la institución reforzar su capacidad para identificar los aspectos relevantes de la investigación en el sector energía con énfasis en el aspecto tecnológico. Lo anterior mediante la realización de este "DIAGNOSTICO TECNOLOGICO DEL SECTOR ENERGIA".

Los objetivos específicos del trabajo son los siguientes:

- Elaborar un diagnóstico general del sector energía como punto de partida para la determinación de prioridades para la investigación en el sector.
- Realizar un análisis de los procesos de transformación energética desde la fuente hasta el consumidor, detectando los problemas y cuellos de botella que limitan la oferta de energéticos nacionales, en especial los renovables, condicionan el consumo hacia energéticos importados o contribuyan al desperdicio de energía.
- Identificar y plantear a la institución un conjunto de líneas prioritarias de investigación en energía en concordancia con los problemas y cuellos de botella detectados, los objetivos generales de la institución y los principios fundamentales en los que se basa la política nacional de desarrollo energético vigente.
- Establecer un conjunto de indicadores (índices) para la valorización de proyectos de investigación en energía.

III. METODOLOGIA

Para la realización del Diagnóstico Tecnológico del Sector⁽¹⁾ se han seguido las siguientes etapas; cada una de las cuales abarca una serie de actividades específicas que buscan el cumplimiento de los objetivos particulares indicados a la institución contratante, en aspectos que van de lo general a lo particular de conformidad con el desglose indicado en el cuadro "ANALISIS GLOBAL DE INTERRELACIONES DEL ESTUDIO".

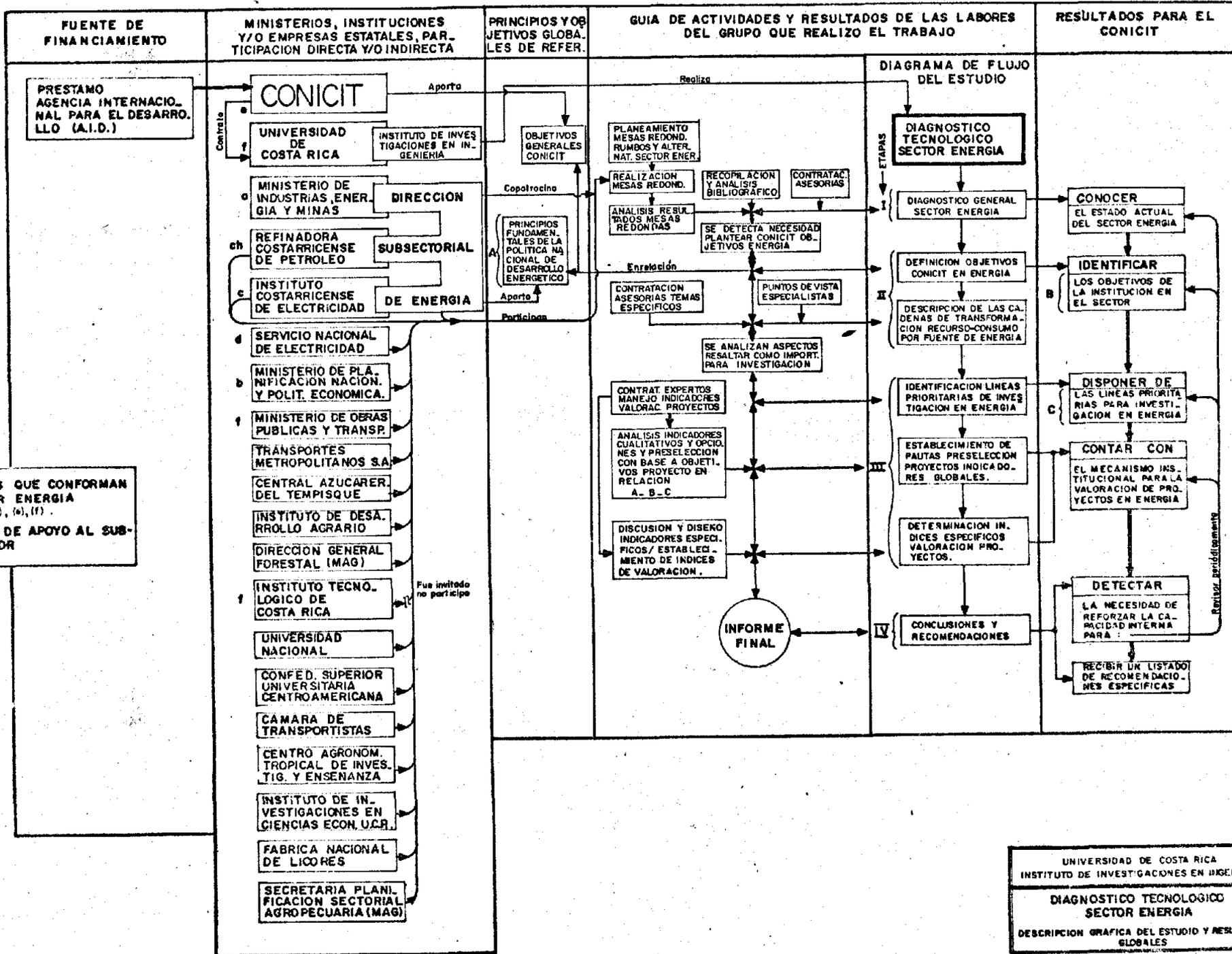
I ETAPA

Diagnóstico General del Sector Energía

Para la realización de dicho diagnóstico se hace uso de tres mecanismos que aportan los datos esenciales para dicho trabajo y que son:

- i. Recopilación y análisis de las fuentes bibliográficas disponibles (Ver Bibliografía Consultada)
- ii. Contratación de asesores para el desarrollo de temas específicos. Entre otros:
 - Análisis del Recurso Leña y Carbón de leña
 - Análisis histórico de la organización y funcionamiento del Sector Energía.
 - Análisis e importancia socioeconómica y política del Sector Energía.
- iii. Con el fin de poder recibir de primera mano las ideas de los

(1) En realidad se trata del subsector Energía en la clasificación actual de sectores y forma parte del sector Industria, Energía y Minas.



INSTITUCIONES QUE CONFORMAN SUB-SECTOR ENERGIA (a), (b), (c), (ch), (d), (e), (f)

INSTITUCIONES DE APOYO AL SUB-SECTOR (f)

principales funcionarios y técnicos del sector en temas específicos con relación al estudio; se programan, realizan y analizan los resultados de un ciclo de mesas redondas bajo el título "EL SECTOR ENERGIA A LA LUZ DE QUIENES LO DIRIGEN. RUMBOS Y ALTERNATIVAS" (Ver cuadro de temas y participantes en el anexo respectivo).

Este ciclo de mesas redondas aporta a su vez al equipo de trabajo, algunos datos e informaciones muy valiosos para las etapas posteriores del estudio, entre las que se cuentan, los puntos de vista de los rectores de la investigación en las universidades del país sobre el PAPEL DEL CONICIT EN EL SECTOR ENERGIA.

II ETAPA

Con base en los resultados de la primera etapa; el equipo de trabajo determina la necesidad de incluir en el estudio un elemento hasta ese momento no tomado en cuenta y que es el plantear a la institución un conjunto de objetivos específicos en energía, como paso previo a la descripción de las cadenas de transformación recurso-consumo por fuente de energía. Estos objetivos se plantean entonces en concordancia con:

- Los principios fundamentales de la política nacional de desarrollo energético vigentes.
- Los objetivos generales de la institución

A partir de la definición de dichos objetivos y dentro del marco de los principios y objetivos generales indicados; se procede a describir los procesos de transformación poniendo en evidencia los cuellos de botella de orden tecnológico y los aspectos relevantes -a juicio de los autores- de las etapas de cada una de las cadenas. Se ignoran o resta importancia a algunos procesos de transformación que no concuerdan con los principios y objetivos concatenados, citados anteriormente, y que de ponerlos, podrían dar la impresión de una relevancia inexistente. Sin embargo se estima conveniente que la institución estructure un programa de apoyo básico a la investigación de tecnologías no prioritarias o tachadas de exóticas hoy día pero que podrían tener efectos cuanti y cualitativos de cierta relevancia antes del año 2000. (Ver Recomendaciones)

Para el análisis detallado de las cadenas de transformación se hace uso de las informaciones precedentes, del punto de vista de especialistas consultados sobre aspectos particulares por fuente de energía y de las ideas planteadas por especialistas contratados en asesorías específicas.

Esta etapa del estudio tiene una especial importancia, ya que es el primer intento en el país por hacer un análisis de los procesos de transformación energética desde el recurso hasta el consumidor. El análisis ensayado no es solamente de tipo tecnológico, sino que se incluyen aspectos no tecnológicos igualmente importantes y que actúan como cuellos de botella para el uso cabal de energéticos nacionales potencialmente disponibles. La detección de estos aspectos no tecnológicos pretende

alertar al CONICIT acerca de la necesidad de asignar paralelamente recursos a proyectos de investigación energética cuyo objetivo básico se refiere a aspectos de orden:

- Económico
- Socioeconómico
- Legal
- Política energética

III ETAPA:

A partir de los análisis de las cadenas de transformación de la segunda etapa, el grupo de trabajo establece o identifica una serie de líneas prioritarias de investigación para la institución como uno de los parámetros a considerar para la ponderación relativa de proyectos de investigación en energía.

En este punto del estudio, el grupo determina la conveniencia de proponer a la institución, que la valoración de las propuestas (índices) se realice en dos etapas a saber:

- Preselección de proyectos
- Valoración específica

Con relación a las pautas para la preselección de proyectos se valorizan con indicadores numéricos, la relación del objetivo básico de cada propuesta con las líneas prioritarias de investigación y se analiza además la calidad de la propuesta.

A continuación el grupo de trabajo diseña el sistema de valoración específico de proyectos de investigación en energía.

Tanto para la preselección como para el proceso de selección específica se contrató un experto que plantea en forma numérica los criterios para la preselección y selección especificados con base en las ideas del grupo que realiza el trabajo.

IV ETAPA:

Se trata de un conjunto de conclusiones y recomendaciones. Sobre el particular merece resaltarse la necesidad de que la institución, por sobre cualquier método para la valoración de proyectos de investigación estructure la capacidad interna que le permita:

- Revisar periódicamente los objetivos institucionales en energía propuestos, las líneas de investigación prioritarias aportados por este estudio y la vigencia de los mecanismos numéricos propuestos para la valoración de propuestas.
- Estructurar programas de apoyo básico a la investigación de tecnologías no prioritarias. (Ver recomendaciones).

IV. PARTICIPANTES EN EL TRABAJO

GRUPO DIRECTOR

Ing. Hernán Camacho S., Ingeniero Químico (Coordinador del Proyecto)
Ing. José Joaquín Chacón, Ingeniero Eléctricista e Ingeniero Mecánico
M.Sc. Dennis Meléndez H., Economista

ASESORES

Ing. Rosendo Pujol M., Ingeniero Civil
Dr. Jorge Blanco R., Doctor en Sistemas de Potencia
Dra. Isabel Win Chin, Socióloga
M.Sc. Luis Ugalde, Ingeniero Agrónomo
Lic. Hernán Hess, Economista
Lic. Josefina Pujol M., Licenciada en Computación e Informática

ASISTENTES

Ing. María Lorena Blanco Rojas, Ingeniera Química
Ing. Leo Cantón M., Ingeniero Electricista
Ing. Edwin Molina R., Ingeniero Civil
Sr. Allan Zúñiga M., Egresado Ingeniería Química
Srta. Nuria Ma. Zumbado F., Estudiante de Administración de Negocios
Sra. María Lourdes Sánchez Z., Estudiante de Economía
Sr. Marco Alvarado R., Estudiante de Ingeniería Eléctrica

V. DIAGNOSTICO GENERAL

1. Panorama energético nacional

1.1. Generalidades sobre el panorama energético nacional

En nuestro país la contabilidad del potencial energético a nivel de recurso primario, aún sin necesidad de realizar un esfuerzo analítico profundo deja una sensación de suficiencia plena. La existencia de grandes fuentes de energía primaria como la hidráulica, la geotermia y la biomasa, la eventual aparición de hidrocarburos en cantidades comercialmente explotables; y la presencia de fuentes un tanto exóticas como el viento y el sol, dan cuenta cabal de tan aparente suficiencia en los recursos.

No obstante lo anterior, el patrón de consumo no guarda relación con el de los recursos, y el país se encamina cada día más a orientar su consumo hacia recursos energéticos de que carece, en especial el petróleo.

Esta situación, de por sí alarmante, ya que deja al país a merced de factores externos con relación al petróleo, tales como la variación de precios y problemas futuros de suministro, -entre otros-; se torna dramática cuando se observa además que fuentes energéticas nacionales potencialmente renovables se están utilizando como si no lo fueran.

Con relación a la leña por ejemplo, la misma se consume en una buena proporción como recurso no renovable, y no existe una preocupación clara sobre la urgencia de la renovación de tal recurso primario. A tal

grado llega el desperdicio y la falta de conciencia por dicho recurso, que el exterminio sistemático del bosque tropical actual no lleva siquiera consigo el aprovechamiento de la misma en su connotación energética no renovable.

Esta deforestación de la que tanto se habla sin que se actúe en forma acorde a la magnitud del desatino, tiene a su vez un efecto colateral importante a nivel de otros recursos energéticos, -entre otros- por la merma considerable y creciente del potencial hídrico del país. En este sentido resulta curioso que se piense en explotar el recurso hidroeléctricidad, sin la definición de caminos paralelos para la conservación y uso racional de las cuencas hidrográficas como patrimonio energético nacional potencialmente renovable, o más globalmente la planificación nacional para el caso del suelo y del agua hoy día inexistente.

El exterminio por abuso de éstos y de otros recursos naturales, es la copia al carbón de los procesos de explotación irracional de la energía que constituyeron el preludeo de los problemas que a nivel de fuentes primarias viven hoy día numerosos países. Costa Rica es un país en donde se integran en una sola todas las crisis de energía que ha vivido el hombre desde la época pre-industrial, y más que eso, se ha constituido en un enorme laboratorio para realizar experiencias que bien orientadas podrían lograr una disminución del consumo de hidrocarburos basada en el ahorro energético, la modificación de la estructura del consumo y la diversificación en el uso de las fuentes disponibles. Lamentablemente, este laboratorio está sirviendo para realizar muchas experiencias inúti-

les y onerosas para el país, y la generalidad de las decisiones que se han tomado en el sector en los últimos años en vez de mejorar la situación más bien la han empeorado.

Sintetizando, la situación energética costarricense se caracteriza por una dependencia absoluta de los suministros externos de energía en forma de hidrocarburos, a pesar de contar con un enorme potencial energético de carácter hidroeléctrico, geotérmico y biomásico a nivel de recurso primario para cuyo desarrollo en la mayoría de los casos se requiere de enormes inversiones de capital del que Costa Rica carece casi por completo.

Algunos de los elementos fundamentales de la situación energética costarricense se listan a continuación:

1. Recursos hidroeléctricos considerables que se calculan en una potencia instalable de 8550 MW solo en plantas mayores de 40 MW con una producción energética cercana a los 37.000 GWH por año. Solo el 5.2% de la potencia y solo el 6.3% de la energía hidroeléctrica disponible se está explotando en este momento. Aproximadamente un 20% del agua que llega a la presa no se utiliza para producir electricidad puesto que no hay consumidores suficientes durante el invierno en las horas no pico. El potencial hidroeléctrico está siendo amenazado y en algunos casos literalmente destruido por la deforestación sin control que sufre el país.
2. Importantes recursos geotérmicos que OLADE estima representan alrededor de 700 MW de los cuales 78 MW son potencial probado.

3. Tierra disponible para reforestación con poco potencial para otros usos agrícolas por un total de 800.000 Ha. o sea el 15.72% del territorio nacional.
4. Dificultades crecientes al usuario para obtener leña para uso doméstico (usada especialmente en las zonas rurales), debido a la creciente deforestación y a la creciente demanda de leña en la industria costarricense en los últimos años. Todo parece indicar que va a ser muy difícil mantener el 30% del consumo total energético (13% según las correcciones por calidad de Doryan y Umaña) que representa la leña en este momento, lo que significa que a menos que se aumente considerablemente la eficiencia en su uso la demanda por productos energéticos sustitutos de la leña, seguirá creciendo. Evidentemente el desarrollo de un programa nacional de emergencia de producción de leña que podría empezar a dar resultados a muy corto plazo es una prioridad nacional.
5. Carencia completa por el momento de hidrocarburos en cantidades comercialmente explotables. Aunque un éxito en la exploración que se desarrolla en Talamanca, podría cambiar parcialmente el panorama energético del país en el futuro.
6. Carencia por el momento de materias primas o tecnologías adecuadas para la producción de combustibles biomásicos líquidos a precios competitivos, aunque existen estudios que estiman que podría buscarse una sustitución parcial del diesel por aceites vegetales en el largo plazo.

7. Muy alta proporción (46%), de la energía comercial utilizada en el sector transporte. Esto probablemente no cambiará en el corto plazo puesto que la crisis económica limita el crecimiento del parque automotor y el uso de los vehículos existentes.
8. A pesar del alto potencial hidroenergético del país no existe una industria de alta intensidad energética, excepto por las fábricas de cemento y vidrio. Esto será difícil de cambiar en el corto plazo puesto que las industrias de alto contenido energético tales como el acero, aluminio o ciertos productos químicos, difícilmente se instalarán en Costa Rica, no solo por su pequeñez y su alejamiento de los mercados para esos productos, sino también porque las tarifas eléctricas que el país puede dar no compiten con las vigentes en otros lugares, por ejemplo en Quebec o el Estado de Sao Paulo en Brasil, donde existe ya un superávit considerable en la producción de energía eléctrica. Los sitios potenciales para represas hidroeléctricas tampoco parecen competir ventajosamente con sitios localizados en Africa.
9. Importante disminución en la importación de hidrocarburos de 1980 a 1983 en un 24%, debido a la crisis económica que vive el país y a la eliminación -a mediados de 1982- de enormes subsidios cambiarios que favorecen a los combustibles importados.
10. Peligrosas tendencias de crecimiento en el consumo de combustibles en particular en el sector transporte en caso de que la situación económica empiece a mejorar. Las razones son: fuertes diferencias

de accesibilidad para el usuario de automóvil y de autobús, fuertes tendencias a la dispersión urbana que no enfrentan políticas definidas por parte del Estado, resistencia muy fuerte a impuestos a los combustibles, eficiencia relativamente alta de la flota automotor y experiencias universales de que el crecimiento del número de automóviles y el uso del transporte privado están estrechamente ligados a aumentos en el nivel de ingreso de la población,

11. Necesidad de mejorar la eficiencia general de sistemas o sectores productivos tales como los ferrocarriles o la industria manufacturera, si se quiere que contribuyan a bajar el consumo de energéticos y a sustituir los que se importan.
12. Necesidad de muy grandes inversiones en la mayoría de las posibles soluciones o alternativas que se discuten. Esto implica que la carencia de capital en el país hace a la mayoría de ellas impracticables y le da ventaja especial a cualquiera que implique poco uso de capital.

1.1.1. Diez años de desorientación

La política energética ha carecido en el pasado y hasta hace poco tiempo de una orientación clara, de objetivos precisos y aún de análisis correctos. La situación energética costarricense difícilmente cambiará radicalmente en los próximos años, pero el tiempo perdido, casi una década, dificultará el cumplimiento de metas medianamente razonables para el me-

diano y largo plazo.

Además de las graves consecuencias que en el terreno económico ha tenido el aumento de los precios del petróleo en la última década y el deterioro sostenido de los términos de intercambio con el exterior en dicho período, han sido necesarios diez valiosos años para que exista cierto nivel de conciencia en el país acerca del tipo de problemas estructurales en energía que se viven y el nivel y tipo de opciones a contemplar en una Política Energética Nacional.

La moda mundial de la energía de los últimos años, la enorme dependencia y vulnerabilidad con relación al petróleo importado y la desorientación que ha tipificado el accionar en el sector en esta década, ha enfrentado al país a toda una gama de proyectos y programas de cooperación internacional en energía sin orientación. Proyectos destinados al uso eficiente, realizaciones con fuentes hace veinte años exóticas para sustituir energía comercial con precios de tres y cuatro veces el precio de aplicaciones con fuentes convencionales, contrataciones millonarias en asesorías para la búsqueda del cómo lograr la orientación de que se carecía; oficinas, instituciones, empresas, ministerios que tomaron como suyo el problema energético queriéndolo resolver a su manera sin resultados.

Las recetas sobre lo que debía de hacerse combinadas con la acción de algunos políticos imbuidos de las teorías apocalípticas sobre el petróleo de la última década orientaron al país hacia proyectos milagrosos sustitutos del petróleo como el del alcohol carburante de tan tristes re-

cuerdos. Estos y otros esfuerzos fueron la tónica de diez años en los que se habló mucho y se hizo muy poco, ignorando totalmente la crisis petrolera de 1973 como lo muestra el cuadro de consumo nacional para los últimos años (Cuadro No.2)

El inmenso laboratorio nacional ha estado expuesto así a experimentaciones la mayoría de las veces inútiles; y aún hoy día no existe siquiera idea a nivel de dirigencia política de algo tan obvio como las repercusiones que para el país ha tenido y tiene la carencia de una política coherente de precios a los energéticos. El excesivo abuso que se ha hecho en el país con estos precios debe llamar a meditación. Ellos han sido precisamente los arquitectos de la lamentable situación del consumo de energía frente a los recursos energéticos.

1.1.2. La próxima década

Después de la década de los ensayos, ocurrencias, cargos sin orientación a los precios de los energéticos, proyectos sobre sustitución del petróleo supuestamente milagrosos; se inicia esta segunda década con cierto grado de actividad y orientación en el sector. Existe ahora por primera vez la disposición de algunos políticos de realizar acciones que permitan una orientación adecuada que enfoque con claridad los graves problemas estructurales que tiene el país en energía. Existe ahora una idea medianamente clara, de que la orientación del sector está muy lejos de ser el resorte de una sola administración, o que las soluciones saldrán del esfuerzo aislado de un ministerio, oficina estatal o institución especializada.

CUADRO No. 2

CONSUMO DE ENERGIA TOTAL: COMPOSICION POR
FUENTES CORREGIDAS SEGUN CALIDAD DE LA ENERGIA

AÑO	Electricidad		Petróleo		Leña		Carbón y Residuos		TOTAL	
	TJ	%	TJ	%	TJ	%	TJ	%	TJ	%
1970	13196	30.6	18099	41.9	9497	22.0	2349	5.5	43141	100
1971	14734	31.7	20018	43.0	9472	20.4	2291	4.9	46515	100
1972	16256	32.9	21101	42.7	9510	19.2	2541	5.1	49408	100
1973	17284	32.9	23140	44.1	9464	18.0	2566	4.9	52454	100
1974	18839	35.6	22032	41.7	9501	18.0	2449	4.6	52821	100
1975	19646	34.0	26125	45.2	9480	16.4	2546	4.4	57797	100
1976	21138	35.9	25690	43.6	9534	16.2	2604	4.4	58966	100
1977	22584	34.9	30280	46.8	9041	14.0	2776	4.3	64681	100
1978	24704	34.5	34832	48.6	9083	12.7	2972	4.2	71591	100
1979	25632	36.4	32683	46.4	9096	12.9	3089	4.4	70500	100

FUENTE: "Energía para el desarrollo", de Doryan E. y A. Umaña
Corregido a Tera Joules (TJ).

Se deja también en esta década poco a poco la falsa imagen de que las instituciones especializadas del sector serán las llamadas a resolver en compartimientos los problemas de energía del país. Estas instituciones empiezan a coordinar acciones para actuar en beneficio del usuario, en programas de orientación de la demanda y el uso que se da a la energía; al enfrentarse como lo están ahora a graves aprietos financieros ante la pesada carga de su enorme endeudamiento actual, y el sombrío panorama del país de ver reducido sustancialmente el crédito internacional blando para proyectos de desarrollo convencional en energía.

El intento de centralización y coordinación de la ayuda exterior en el sector que se realiza actualmente y los objetivos y metas del Programa Nacional de Planeamiento y Desarrollo Energético son aspectos que hacen sentir un ligero optimismo sobre la orientación futura del subsector energía. Sin embargo conociendo el lamentable destino y cambio de rumbo sin orientación que ha tipificado al actual subsector con cada cambio de administración en los últimos diez años; cualquiera se pregunta si esta década se seguirán acciones coherentes por parte del Estado en el subsector, si esta década será una copia al carbón de la precedente y si la planificación se sigue entendiendo solo como instrumento técnico de referencia y no como base de una acción política responsable.

1.1.3. Algunas perspectivas energéticas mundiales para las próximas décadas

La pequeñez de la economía costarricense, la alta proporción (75%) de la energía comercial que se importa, y las dificultades para transformar rápidamente la situación energética nacional hacen importante repasar bre-

vemente algunas de las perspectivas energéticas mundiales para las próximas décadas.

Parte importante de estos comentarios se basa en los libros publicados en 1982 por la International Energy Agency que agrupa a casi todos los países capitalistas desarrollados, titulados "World Energy Outlook" y "Energy Policies and Programmes of IEA countries".

Algunos elementos fundamentales de esas perspectivas son:

1. El decrecimiento en términos reales de los precios del petróleo en el mercado internacional en los últimos años es muy difícil que continúe más allá de finales de la presente década.
2. Los países capitalistas desarrollados están basando su estrategia, en aumentar considerablemente la eficiencia en el uso de la energía en todos los sectores en particular en el residencial e industrial y en la sustitución del petróleo por carbón, combustibles nucleares y gas natural.
3. No se prevee un aumento importante ni en la producción ni en las reservas potencialmente explotables de petróleo en los próximos años.
4. Las energías renovables son absolutamente marginales en su estrategia para enfrentar la crisis energética.
5. El instrumento fundamental para obtener sus objetivos ha sido y seguirá siendo la política de precios reales, más impuestos fuertes

a algunos combustibles especialmente a la gasolina.

6. Crecimiento considerable del consumo de energía y de petróleo en los países capitalistas subdesarrollados y autoabastecimiento energético de los países no capitalistas.

Tal vez más importante aún son algunas de las cosas que estos países consiguieron a finales de la década pasada.

1. Desacoplar el crecimiento económico de sus economías del consumo energético. En el período 1973-80 lograron un decrecimiento anual compuesto del 1.8% en el consumo de energía por unidad de producto y de un 2.8% en el consumo de petróleo por unidad de producto.
2. Consumo decreciente de combustible por vehículo en el sector transporte pero consumo total de energía prácticamente constante debido al aumento considerable en el número de vehículos. No se prevén cambios en esas tendencias en el futuro.
3. Sustitución muy exitosa del petróleo por carbón en la industria cementera.

1.2. Comentario y Evaluación Global de las principales fuentes de información disponible para el análisis del sector energético.

Para realizar un análisis del sector energético es fundamental contar con información de buena calidad que permita un grado de confiabilidad suficiente para garantizar la validez de las conclusiones. En general,

la información histórica disponible sobre las principales variables del sector adolece de problemas importantes de medición, por lo cual, las estadísticas en general deben utilizarse con cuidado.

Durante los últimos años, principalmente a partir de 1978, se ha tomado más conciencia de la necesidad de sistematizar y perfeccionar los sistemas de información relacionados con diversos aspectos de la producción y uso de la energía. A ello han contribuido diversas circunstancias y agentes coyunturales, en los cuales la crisis energética mundial y su impacto sobre la economía interna tiene importante papel. Dentro de los elementos de política gubernamental, destaca la creación del Ministerio de Energía, que ha venido a desempeñar el rol de catalizador de los esfuerzos dispersos de diversas actividades relacionadas con el sector, obteniéndose resultados importantes desde el punto de vista de la generación de información confiable, aunque aún a nivel preliminar.

Independientemente de diversas investigaciones y publicaciones que incluyen cantidades importantes de información, usualmente no compatibles entre sí, vale la pena considerar las principales fuentes disponibles en la actualidad para la realización de estudios de carácter estadístico económico sobre aspectos energéticos en Costa Rica. Sin pretender ser exhaustivo cabe mencionar las principales publicaciones que hoy día deben ser punto de partida y/o de referencia general.

1.2.1. Serie de Balances Energéticos

Estos documentos, representan uno de los esfuerzos más importantes para la sistematización y organización de la información básica a nivel de fuentes y usos de la energía. Contiene los datos sobre el flujo físico de energía en Costa Rica desde 1965 hasta 1982. La información que se incluye es calculada sobre una base anual, siendo posible observar estacionalidades para las energías comerciales partiendo de los datos básicos.

La información referente a los hidrocarburos es relativamente más confiable a partir de 1978, además de que a partir de ese año mejora en muchos sentidos, especialmente en cuanto a desagregaciones útiles al análisis económico.

En lo relacionado con las energías no comerciales (particularmente la leña y el bagazo de caña), la metodología de cálculo de los flujos incluye la utilización de coeficientes técnicos que presuponen una constancia en la eficiencia de conversión, o sea, los coeficientes se toman como constantes a través del período, lo cual puede ser una limitación importante.

Al presente, los balances consignan consumos de energía en bruto. Falta considerar la etapa final del balance, constituida por la transformación energética realizada en el propio proceso de consumo de donde se obtendrá la energía útil. Esto dificulta la evaluación económica de posibles cambios tecnológicos relacionados con una mayor eficiencia en el uso de la energía.

En el balance, las cantidades que se consignan en la matriz de consumo corresponden en la realidad a las ventas de RECOPE a los diferentes sectores. No existe información suficiente sobre el comportamiento de los "stocks" que permita aislar el consumo real de movimientos estacionales o especulativos en las ventas, particularmente en el caso de los hidrocarburos, aunque probablemente son de menor importancia.

Los sectores de consumo que se utilizan en el balance (Residencial y Comercial, Industria y Agro, Sector Público, Consumo Propio, no energéticos) agrupan actividades en conjuntos muy heterogéneos, tanto desde el punto de vista de su comportamiento económico como al considerar su compatibilidad con las estadísticas macroeconómicas existentes en el país, principalmente las relacionadas con la contabilidad nacional. A este nivel no existe posibilidad de comparar las estadísticas de la producción nacional (PIB, PNB, etc.) con la producción o consumo de energía por sectores.

1.2.2. Alternativas de Desarrollo Energético. Período 1981-2000

Este documento incluye una recopilación exhaustiva de la información existente a la fecha de su elaboración (1979) sobre el desenvolvimiento histórico del sector energía y las proyecciones respectivas hasta el año 2000.

Las limitaciones básicas del estudio son las inherentes a las fuentes

básicas de información, que no necesariamente son del todo confiables. Sin embargo, la calidad de la información posiblemente constituye lo mejor que hay disponible. El documento incluye aspectos generales sobre la evolución económica del país (información no necesariamente de carácter energético) algunas relaciones entre el comportamiento de la producción agregada y la demanda de energéticos, e información sobre las disponibilidades energéticas (reales y potenciales) ya que contiene una evaluación aproximada y preliminar del potencial de recursos en los distintos campos de la energía, especialmente en recursos hidráulicos y biomásicos.

Dentro de los resultados y conclusiones más importantes del documento destacan las siguientes:

- a. La estructura de consumo del país está altamente distorsionada ya que hay una exagerada dependencia de los hidrocarburos. En el año 1979, las importaciones de hidrocarburos representaron alrededor del 13% de las importaciones totales. Los hidrocarburos representan el 50% del consumo energético total de ese año. El diesel representó el 50% del consumo de hidrocarburos.
- b. Esta estructura del consumo ha venido cambiando paulatinamente produciéndose una sustitución de la leña para favorecer el crecimiento de los hidrocarburos y en menor medida, la electricidad. Consecuentemente, el grado de autoabastecimiento ha disminuido, producto de la creciente dependencia de los hidrocarburos. Mientras en 1965 el 30% de la oferta neta de energía secundaria se importaba, en 1969 esta proporción se duplicó al 60%.

A pesar de que el país cuenta con refinería propia, en el año 1979 únicamente se refinó internamente el 50% de los hidrocarburos necesarios. El país únicamente era autosuficiente en la producción de Kerosene, jet fuel y fuel oil (Bunker). Necesariamente se debía importar el 50% de la demanda de gasolina y el 70% de los requerimientos de gas licuado y diesel.

Hay pocas posibilidades de que en el corto plazo se puedan introducir cambios sustanciales en la estructura de consumo, ya que estos son difíciles y necesitan períodos largos de gestación y consolidación, además de grandes inversiones para sostener la oferta, las cuales escapan de las posibilidades del futuro inmediato del país en lo que el ahorro interno se refiere, y dada la crítica situación de endeudamiento externo no puede pensarse en su desarrollo basado en el financiamiento foráneo.

- c. Costa Rica tiene una gran potencial de recursos energéticos renovables que en el futuro podrían permitir una sustitución importante de los hidrocarburos. Una de las principales fuentes de energía disponibles es la hidroelectricidad. Solamente se encuentra aprovechado el 5.2% del potencial hidroeléctrico identificado en potencia. Otros recursos abundantes en el país son la leña y la biomasa en general.
- d. Durante los últimos años, las inversiones nacionales más importantes se han producido en el país en el área eléctrica y se ha determinado que el sector eléctrico representa el 8% de la formación bruta del capital fijo.

e. Con relación a los precios, uno de los resultados más importantes se refiere al hecho de que la electricidad presenta un comportamiento sistemático en el decrecimiento de sus precios reales (medidos en colones constantes), con excepción de la categoría de consumo industrial lo cual demuestra un sesgo sistemático que impide el uso intensivo de electricidad en este sector, pues mientras el bunker y el diesel reciben históricamente subsidios muy importantes en sus precios, en electricidad ha existido una tendencia en conjunto al contrario. (Salvo la aplicación de algunas tarifas subsidiadas para el sector industrial por consumo estacional).

f. El documento incluye también un acopio grande de proyección econométrica del consumo de energéticos y de su oferta. Se concluye que de continuar la estructura actual del consumo se agravaría sensiblemente la dependencia de los hidrocarburos, de tal modo que para el año 2000 sería necesario importar anualmente unos 30 millones de barriles que a los precios de 1979 representarían una erogación de US\$1100 millones.

Probablemente, por más optimistas que sean las proyecciones de balanza de pagos, y más aún si se considera la creciente carga que representará la atención de la deuda pública externa, el país no estará en condiciones de sostener ni la mitad de ese nivel de importaciones. Por lo tanto quizás la conclusión más importante que se alcanza en el documento es que ineludiblemente en los años inmediatos futuros deberán introducirse cambios radicales en las estructuras de consumo

de energía y que los sectores claves para introducir estas modificaciones son el transporte, y el sector industrial y el agro, por cuanto estos representan los sectores que proporcionalmente demandan la mayor cantidad de energía comercial. En 1975, el transporte consumió el 47% de la energía comercial, mientras que la industria y el agro conjuntamente consumieron el 37%. Los sectores residencial y comercial el 14%.

El sector transporte es el que más contribuye a la elevada tasa de crecimiento del consumo de energía comercial. Los sectores residencial y comercial muestran alta participación de la leña en su consumo total pero hay una tendencia clara de sustitución por la electricidad y el gas licuado.

- g. El valor de la elasticidad consumo de la energía -PIB es de 1.3. Esto significaría que para sostener una tasa de crecimiento del PIB del 3,5% anual, sería necesario un crecimiento de 3,9- 6.5%.

Asimismo, la elasticidad del consumo de la energía residencial -comercial respecto al ingreso por habitante es de 1.23, o sea que para mantener un crecimiento del ingreso per cápita de 0.6- 2,5% es necesario un crecimiento de la oferta de energía de 0,74- 3.10%

La elasticidad del consumo de la energía comercial respecto al valor agregado de la industria manufacturera es de 0.88 (aunque el coeficiente parece menor que en los otros grupos, no lo es, pues se refiere en este caso solo al valor agregado, mientras que en los

casos anteriores está referido al consumo bruto del sector).

Sin embargo, con relación a las conclusiones anteriores hay que acotarles, su aplicabilidad, por la razón mencionada al inicio y al menos por las siguientes razones adicionales:

- a. Las relaciones de elasticidad utilizadas se suponen constantes en las proyecciones, lo cual es un supuesto excesivamente fuerte.
- b. Las proyecciones del PIB, y de la estructura de la oferta y de la demanda se basan en proyecciones econométricas históricas de tipo exponencial, que carecen de confiabilidad, porque a lo sumo este tipo de instrumento permite visualizar tendencias de muy corto plazo y son inadecuados para proyección.
- c. Las circunstancias vigentes en la actualidad son radicalmente diferentes a las de 1979. La simple modificación experimentada por las principales variables en los últimos años conducirán a resultados totalmente distintos.

1.2.3. Energía para el desarrollo:

Es un libro bastante reciente (Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1981) escrito por Eduardo Doryan y Alvaro Umaña en el cual se ubica el problema nacional dentro del panorama energético internacional. Es muy importante el enfoque que tienen los autores del problema energético dentro del contexto socio-político de los países donde se plantean algunos elementos

básicos, esenciales para el desarrollo de una política global latinoamericana.

Se destaca en el estudio un balance de consumo de energía total consumida, corregida de acuerdo con la calidad de cada fuente o sea con su capacidad de efectuar trabajo.

Por último se destaca la ineficacia implícita en cualquier intento de soluciones a los problemas energéticos de una manera aislada e insiste en la necesidad de resolución en forma conjunta por parte de todas las instituciones gubernamentales.

1.2.4. Series de estadísticas de precios:

Existen series extensas de los precios de los combustibles derivados del petróleo. Sin embargo para obtener precios anuales promedio habría que llevar a cabo una ponderación con las ventas físicas asociadas con cada precio, lo cual es posible solamente para los años recientes.

En el caso de electricidad, el problema es aún más difícil, porque los diferentes grupos de consumo en que se han subdividido las estadísticas no corresponden en la práctica con los que resultarían bajo criterios más rigurosos de clasificación. Para solventar estos problemas, las empresas distribuidoras reclasificaron los datos de forma más racional, pero con el inconveniente de que las nuevas cifras no son comparables

con las anteriores además de que se suspendió la clasificación anterior. Es posible que no obstante estos problemas, la información disponible permita efectuar estimaciones bastante precisas.

Una valiosa fuente de información sobre precios lo constituye la serie proyectada del "Anuario Estadístico del Sector Energía", cuya primera publicación corresponde a 1980, en el que se introducen las cifras del Balance Energético Nacional e información complementaria sobre aspectos de infraestructura energética, precios y tarifas, referidos a los subsectores eléctrico y petrolero.

Es importante destacar en este sentido el trabajo sobre "Evolución de las Ventas de Hidrocarburos en Costa Rica durante el período 1978-1982" elaborado por Hess y Rodríguez, de la Dirección General de Energía del MIEM en diciembre de 1982, el cual incluye información exhaustiva sobre precios y cantidades de las ventas mensuales de combustibles, para diferentes tipos de combustibles.

El documento "Antecedentes para el Proyecto de Donación 515-175" de la AID incluye también, aunque de manera marginal alguna información sobre precios de combustibles y sobre relaciones macroeconómicas más importantes en relación con la energía (exportaciones e importaciones de energía, elasticidades del consumo en relación al PIB, etc.)

El Servicio Nacional de Electricidad (SNE) publica anualmente un documento sobre "Estadística Eléctrica" en donde se puede extractar información sobre precios promedio por KWH vendido por cada empresa distri-

buidora, por provincia y cantón y según sectores residenciales y no residenciales.

1.2.5. Costos:

Tanto en el subsector eléctrico como en el de combustibles hay información disponible sobre costos, aunque la misma se encuentre recopilada y presentada obedeciendo básicamente a necesidades contables. No es sino recientemente que se ha tomado la decisión de llevar a cabo estudios específicos que permiten visualizar la estructura de costos desde una perspectiva económica. Por lo tanto, es sumamente difícil con la información disponible realizar estudios pormenorizados sobre los costos de producción de ambos tipos de energía a nivel real (no experimental o de simulación).

El SNE dispone de datos que permiten agrupar los costos globales anuales de las empresas del subsector eléctrico en gastos de generación, transmisión, distribución, administrativos y financieros. Por su parte RECOPE dispone de una asignación aproximada (tal vez muy gruesa) de costos por producto, que al menos permite una idea de las diferentes cargas operativas y fiscales que soportan los diferentes hidrocarburos. Lamentablemente el acceso a este tipo de información es muy restringido.

1.2.6. Finanzas:

La Dirección Subsectorial de Energía (DSE) editó en 1982 el documento

"Análisis Financiero del Sector Energía". Este incluye un estudio financiero pormenorizado y muy valioso desde el punto de vista metodológico e informativo. Sin embargo, el uso de conceptos económicos adolece de falta de rigurosidad y ubicación en el marco más general de las finanzas y de los flujos macroeconómicos.

1.2.7. Estadísticas Centroamericanas:

A nivel centroamericano no existen publicaciones sistemáticas y consistentes de estadísticas de energía, excepto "Estadísticas de Energía Eléctrica del Istmo Centroamericano", publicación regular de la CEPAL. Incluye información sobre potencia instalable, generación neta, rendimiento promedio, consumo y ventas, a nivel de países.

2. Recursos energéticos

2.1. Leña y carbón de leña:

La leña como energético renovable ligada al recurso forestal podría dar, de acuerdo a estimaciones 20×10^6 toneladas por año. Sin embargo, esta cifra no pasa de ser un simple ejercicio mental, al ver con profunda tristeza que el país se deforesta a un promedio anual en las últimas décadas de 37,000 hectáreas por año, sin que se utilicen en una proporción al menos aceptable los residuos del bosque derivados de tal acción y sin que se generen programas de reforestación acordes a la magnitud de tal proceder.

Los esfuerzos del sector gubernamental en beneficio de la planificación forestal del país han sido tímidos y sin resultados dignos de mencionarse. Las acciones concretas que ha tomado un gobierno en particular con relación a la reforestación son opacadas por el siguiente sin que las mismas se sustituyan y/o mejoren sustancialmente; y el país a mediano plazo se quedará irremediablemente sin bosques, ante la mirada de quienes creen todavía que el recurso forestal es ilimitado o de los que en el momento oportuno no supieron enfrentar el problema con el tipo de acciones que la situación demandaba.

Entre los tímidos esfuerzos gubernamentales en este sentido, se cuenta el programa de incentivos fiscales a la reforestación. Sin embargo este programa en presencia de la devaluación monetaria y la falta de información y propaganda actualmente no funciona con amplitud en la práctica. Lo anterior constituye prueba fehaciente de la falta de conti-

nuidad de las acciones gubernamentales sobre programas en marcha como éste al reducirse considerablemente sin ser sustituidos por nada. Resulta importante destacar eso si el trabajo que realiza el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y la Dirección General Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería, en leña ligada al recurso forestal, gracias al patrocinio de la Oficina Regional de AID para Programas en Centroamérica (ROCAP),

Quizás como pequeño legado de la puesta en marcha de estos programas en el campo forestal y debido también a la continua variación de los precios de energéticos como los hidrocarburos y la electricidad en el país en los últimos años, es que poco a poco empieza a vislumbrarse cierto grado de claridad en políticos, burócratas, industriales y agricultores sobre la enorme importancia de la leña como recurso renovable, el enorme desperdicio actual de tan importante recurso, y la necesidad de destinar esfuerzos conjuntos gobierno o empresa privada hacia la producción de leña como energético renovable; ya que esta acción de concretarse serviría al país como una póliza de seguro ante la posible imposibilidad a futuro de adquirir otras formas de energía comercial como el petróleo o aún la electricidad.

Recientes investigaciones socio-económicas muestran que en la población rural de escasos recursos en Costa Rica existe una alta dependencia hacia fuentes de energía local como la leña para satisfacer necesidades energéticas destinadas a la cocción de alimentos. También la pequeña industria utiliza leña y desechos agrícolas tales como la cascarilla del

café, bagazo de caña, etc. como insumo básico para la obtención de energía para la operación de varios de sus procesos.

Un factor exógeno como lo es el acelerado aumento de los precios de los combustibles derivados del petróleo o los cargos internos sin control agregados al encarecido petróleo, reduce cada vez más la posibilidad de que esas fuentes de energía lleguen al alcance de la capacidad económica, no solo de las familias de escasos recursos sino de la pequeña industria.

El encarecimiento de los combustibles aludido anteriormente ha creado problemas en los costos de producción. Las empresas del país ante tal situación han volcado esfuerzos destinados a la sustitución del petróleo por leña o desechos agrícolas. Estas sustituciones realizadas con gran fuerza en los últimos años, están creando problemas de suministro y oferta en leña y residuos agrícolas a todo nivel, que lejos de vislumbrarse solución se volverán más graves de seguir sin definir una estrategia de precio de los energéticos comerciales que oriente al consumidor.

A continuación se presentan algunos datos sobre la producción de leña y el consumo de leña y carbón (1965-1979), con el fin de observar como ha variado la oferta y demanda de dicho recurso (Cuadro 3 y 4) en dicho período.

CUADRO No. 3PRODUCCION DE LEÑA COMPARADA CON LA PRODUCCION TOTAL
DE MADERA APROVECHADA EN COSTA RICA, 1977.(Miles m³)

Producción total	3805
Producción de leña y carbón	1400
Otros	120

FUENTE: FAO, 1977 Anuario de Productos Forestales

CUADRO No.4CONSUMO NACIONAL DE LEÑA Y CARBON PARA EL PERIODO 1965-1979
(en %) DEL CONSUMO TOTAL SIN CONSIDERAR CALIDAD DE ENERGIA

AÑO	LEÑA EN %	CARBON EN %
1965	58.6	0.9
1966	56.5	0.8
1967	54.3	0.8
1968	51.1	0.8
1969	49.1	0.8
1970	46.1	0.7
1971	44.0	0.7
1972	41.6	0.7
1973	39.3	0.7
1974	39.9	0.7
1975	38.0	0.7
1976	36.7	0.7
1977	32.8	0.6
1978	31.1	0.6
1979	30.5	0.6

FUENTE: ICE Y Programa para el Desarrollo y Depto de Coop.
Técnica Alternativas de Desarrollo Energético 1981-2000 Enero 1981

2.2. Residuos Vegetales

Entre los residuos vegetales de mayor importancia figura el bagazo de caña de azúcar y la cascarilla del café, aunque se cuenta con algunos recursos adicionales como residuos de coco, broza o cubierta externa del café, cascarillas de arroz, residuos de palma africana y otros, para cuya utilización se realizan varios esfuerzos concretos de investigación y que para efectos cuantitativos no pesan en forma importante en el cuadro de oferta energética.

En cuanto al bagazo de caña, su producción anual oscila entre 700.000 y 800.000 toneladas, que pueden representar un valor cercano a los 6300 TJ de energía aprovechable. Dicho bagazo es consumido en parte por los ingenios azucareros en sus centrales termoeléctricas, así como por beneficios de café para sus unidades de secamiento del grano.

Con relación a la cascarilla del café, su producción anual es del orden de las 22.000 toneladas, representando un valor cercano a los 390 TJ. Dicha cascarilla se consume totalmente en los beneficios de café para la producción de calor para el secado.

2.3. Alcohol etílico y metanol y sus perspectivas

A pesar de que el uso de los alcoholes como carburantes es conocida desde hace bastante tiempo, sólo hace unos pocos años se comenzaron a hacer estudios con el objeto de generalizar su consumo.

El alcohol etílico puede ser producido por fermentación y destilación a partir de vegetales como la caña de azúcar, la yuca, la papa y otros. Siendo el etanol un recurso renovable, la evaluación como tal debe de hacerse en términos del potencial anual obtenible; esto conduce a la cuantificación de la disponibilidad de tierras que pudieran destinarse al cultivo de vegetales productores de alcohol.

Esto plantea un problema serio en lo que se refiere a la producción de alimentos y la competencia entre tierras para alimentos y tierras para producir alcohol. Este problema no ha sido evaluado con profundidad en el país. Actualmente se cuenta apenas con algunas estimaciones hechas por el sector agropecuario que indican que habría unas 75.000 Ha disponibles para el cultivo de la caña de azúcar distribuidas en cinco zonas, y que significarían unos 3 millones de barriles de etanol anhidro al año o sea unos 488.000 metros cúbicos del producto.

Sobre el metanol, a pesar de que es un producto similar al etanol en cuanto a su factibilidad técnica de producción, no hay ninguna evaluación en el país.

2.4. Recursos hidroeléctricos

El país posee grandes recursos hidroeléctricos con un promedio anual de precipitación de 3374 mm (oscilando entre 1200 y 8000 mm en las diversas zonas del país). En los 51.000 Km² del territorio nacional, de a-

cuerdo a las estimaciones del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) el potencial teórico superficial de escurrimiento es de 223,000 GWH anuales con una potencia instalable de 25.500 MW a factor de planta unitario.

El país posee más de 1000 Km de costas y una cordillera, a todo lo largo del mismo que divide el territorio en dos vertientes. La Atlántica con 18 cuencas y la Pacífica con 16 cuencas.

Las estimaciones del ICE para proyectos identificados mayores de 40 MW arrojan una potencia instalable del orden de 8548 MW, con una energía anual en año medio de 36953 GWH a factor de planta promedio de 0,49.

La dirección de Planificación Eléctrica de la misma institución y particularmente la Oficina de Estudios Especiales, estimó en 1300 MW a factor de planta 0.5 los recursos identificados existentes en plantas menores de 40 MW.

2.5. Energía Geotérmica

El estudio y desarrollo del potencial geotérmico en nuestro país se ha concentrado en la zona del proyecto de Miravalles, donde se inicia la recolección de datos a partir de 1975. Durante la I Etapa del Proyecto (Prefactibilidad) se hicieron estudios de geología, geofísica, geoquímica y geohidrología ⁽¹⁾ determinando las estructuras geológicas más

(1) Proyecto Geotérmico de Miravalles. Antecedentes y situación actual ICE. Oficina de Coordinación institucional, San José, Costa Rica Abril, 1982.

importantes y las zonas de interés de las faldas de los volcanes Miravalles y Rincón de la Vieja con temperaturas de reservorio superiores a los 240 C°.

Durante la II Etapa de perforación exploratoria profunda (1979-1982) se perforaron tres pozos (entre 1200 m y 1300 m) y se realizó una intensa actividad de pruebas determinando la estratigrafía, la posible capacidad de producción y las características físicas y químicas de los fluidos geotérmicos.

La III Fase (1983-1984) pretende seguir con los estudios geotérmicos, la perforación de 4 pozos profundos de exploración-explotación y la evaluación del reservorio que confirme los 50 MW necesarios para la primera unidad generadora. Se espera que esta unidad se integre al Sistema Nacional Interconectado (SNI) en 1987 y una segunda unidad de 55 MW en el año 1980.

Los recursos geotérmicos no han sido evaluados a escala nacional pero un estimado tentativo sugiere un potencial de 720 MW⁽²⁾. Una posible ayuda financiera para realizar este reconocimiento en una o dos áreas seleccionadas se obtendría del gobierno de Italia.

El ICE tiene 54 áreas geotérmicas establecidas como sitios para posibles pozos, muchas de las cuales son de baja entalpía (bajo 180°C) que

(2) Costa Rica. Issues and Options in the energy sector. World Bank and UNDP.

en un futuro podrían desarrollarse mediante un sistema de generación con ciclo binario.

2.6. Exploraciones petroleras (hidrocarburos)

En diversas actividades exploratorias se han encontrado indicios sobre su existencia, sin embargo, no hay ninguna estimación de reservas de ningún tipo ni tampoco información referente a la factibilidad económica de su explotación.

En la actualidad se desarrolla un programa de exploraciones petroleras con el cual participa RECOPE en asocio con PEMEX y que se financia mediante el Convenio de San José. El objetivo de las exploraciones es evaluar el potencial de hidrocarburos de la zona en estudio (Talamanca)

Con la eventual aprobación de la Ley de Hidrocarburos, se pretende atraer capital transnacional a las exploraciones petroleras a fin de poder continuarlas, ya que el estado no cuenta con medios para seguir adelante.

2.7. Otros recursos

2.7.1. El recurso solar:

Desde el año 1973 se viene hablando en Costa Rica del aprovechamiento de la energía solar. En todos estos años, han sido varias las insti-

tuciones y las personas que en una u otra forma han tenido que ver con este recurso. Se recuerda en forma particular el trabajo desarrollado por la Universidad de Costa Rica, la Universidad Nacional y el Instituto Tecnológico, en la experimentación de tecnologías básicas para el aprovechamiento de dicha fuente, y en el terreno de la evaluación del potencial solar los programas que al respecto ha llevado y lleva adelante el Instituto Costarricense de Electricidad. Sobre esto último, merece resaltarse un valioso trabajo de relevamiento del potencial solar del país realizado por el ICE con la asesoría de la firma internacional Suiza, Electrowatt Ingenieros Consultores, que es hasta la fecha el trabajo más serio realizado, sobre la evaluación de dicha fuente. (Abril 1984).

En contraposición con algunas otras fuentes de energía, el sol ofrece posibilidades de aplicación como sustituto de energías comerciales como la electricidad. En el caso de sustitución de energías comerciales, destaca el caso de la sustitución de la electricidad por energía solar en iluminación natural de ambientes interiores en edificaciones, ventilación natural, calentamiento de aguas, y secamiento de productos agrícolas entre otros usos.

Sobre las estimaciones preliminares del recurso, puede decirse que Costa Rica no se encuentra precisamente entre las zonas más soleadas del mundo, aunque sus niveles de horas sol anual y radiación promedio en varias regiones del país (sobre todo Pacífico Seco y Sección Occidental del Valle Central) pueden dar pie a la instalación de mecanismos de apli

cación y uso de dicha energía que compitan en términos económicos y de simplicidad tecnológica con otras fuentes de energía disponibles. Una de las características típicas de la atmósfera del país, es un considerable grado de turbidez en la época seca debido a humo y polvo en suspensión, y a la alta variabilidad de la radiación directa debida a nubosidades en la época lluviosa. Sin embargo, resultan conservadores niveles de energía diaria del orden de 3 a 5 KW-H por metro cuadrado de exposición.

El otro campo de acción importantísimo que hace falta resaltar se encuentra en el uso de dicha energía para el secamiento de productos agrícolas mediante el uso del efecto de invernadero tan típico de la atmósfera del país en buena parte del año. Este efecto natural permite disfrutar de temperaturas moderadas y una gran cantidad de energía libre en el aire ambiente disponible para el secamiento y aunque pasa desapercibida para mucha gente, constituye quizás la forma más simple y natural de utilizar dicha energía en el país.

En lo que respecta al uso del recurso en aplicaciones pasivas en edificaciones, existe toda una corriente arquitectónica actual que precisamente encuentra en el análisis de materiales y el uso del sol en el diseño, uno de los puntos de partida en la concepción de proyectos en construcción.

2.7.2. Energía eólica:

Costa Rica presenta zonas con una alta potencialidad para el uso del recurso eólico. Esta afirmación no obedece a estudios básicos sobre dicho recurso, sino al uso del mismo en zonas rurales a lo largo de la geografía del país por más de 35 años. Las ruedas multiaspa de eje horizontal utilizadas para el bombeo de agua, fueron parte del paisaje campesino a partir de la década del 50; y surgieron como necesidad energética en zonas no electrificadas de difícil acceso antes que los caminos de penetración y la electrificación las borrarán prácticamente de la geografía del país.

Pese a los efectos directos de la pequeña máquina de combustión interna o la electrificación rural sobre el uso en descenso del viento en el país; a partir de 1973 se despierta en el mundo el interés por el estudio del viento y sus aplicaciones; después del auge pasajero que tuvo el uso de tal recurso durante la Segunda Guerra Mundial y que fue aplastado prácticamente por el petróleo y toda la gama de maquinaria para la producción de energía basada en dicho recurso.

Es a partir de 1973 que también en el país, en primera instancia la Universidad de Costa Rica y posteriormente el Instituto Tecnológico, se inician estudios tendientes al diseño y aplicación de máquinas eólicas para el bombeo de agua o la pequeña generación eléctrica. Estos estudios en el campo de la tecnología para aplicaciones eólicas complementan los estudios que en el campo del análisis de la fuente ha realizado el

Instituto Costarricense de Electricidad.

Por sus características típicas y el grado de desarrollo tecnológico actual, este tipo de recursos al igual que el solar no pesarán fuertemente a futuro en el marco del consumo y oferta energética. Sin embargo servirá de ingrediente de diversificación de las fuentes convencionales y más que eso contribuirá como fuentes de apoyo a otras de uso comercial como la hidroelectricidad y la geotermo-electricidad

2.7.3. Recursos Carboníferos:

"El informe del Programa Nacional de Carbón"⁽³⁾ desarrollado conjuntamente con la A.I.D. contempla varios puntos sobre los cuales se hará una cooperación a lo largo de 30 meses aproximadamente, en donde se analizará el desarrollo de la exploración del carbón en Costa Rica; esto por parte del personal profesional del Servicio Geológico de los Estados Unidos además de otros 4 proyectos que serán realizados por la Compañía Bechtel a través de la A.I.D. los cuales iniciarán el desarrollo minero del carbón utilizando la zona de Volio como prototipo, y comprende:

(3) PROGRAMA NACIONAL, Carbones, Investigación y desarrollo, Proyecto AID-RECOPE, Refinadora Costarricense de Petróleo, San José, Costa Rica.

- i) Transporte del carbón
- ii) Distribución
- iii) Utilización
- iv) El desarrollo de sistemas de carbón en Costa Rica

En marzo de 1983 se realizaron operaciones a nivel de reconocimiento en todo el país y a nivel de factibilidad únicamente en Volio de Baja Talamanca con base en ocho áreas potenciales detectadas en estudios anteriores sobre carbón y que son:

- a) Area de Tablazo
- b) Area de Puriscal
- c) Area de Esparza
- d) Area de Venado
- e) Area de San Carlos
- f) Area de Upala
- g) Area de Zent (Limón)
- h) Area de Volio de Baja Talamanca

El programa de la Dirección de Recursos Carboníferos se concentra como una primera instancia en esas 8 áreas a pesar de que se conoce de la existencia de carbón en otras áreas del país (por ejemplo la zona de Guanacaste); sin embargo en estas 8 áreas ya se conoce de una mayor manifestación de la existencia de carbón, por lo que se trabaja en una fase de factibilidad en la zona de baja Talamanca y en la zona de Volio, desarrollando un trabajo de reconocimiento en las 7 zonas restantes.

Para 1983, sólo en la zona de Baja Talamanca se han comprobado reservas que se estiman preliminarmente en cerca de 7 millones de toneladas.

2.7.4. Aceites vegetales

Otra de las posibles alternativas de sustitución parcial de hidrocarburos, es el uso de los aceites vegetales con fines carburantes, mezclados con cierto porcentaje de diesel. Hasta el momento se ha investigado muy poco sobre este tema, teniéndose solo un informe, resultado de un proyecto de investigación de la Universidad de Costa Rica, realizado con ayuda del Instituto Nacional de Aprendizaje y un proyecto de Graduación sobre "Aceite de palma africana como combustible para motores diesel" realizado también en dicha Universidad.

Los estudios hechos se basan en el aceite de palma africana por ser esta la planta oleaginosa que produce mayor tonelaje por hectárea, además de que su cultivo es muy bien conocido en Costa Rica. Actualmente el aceite de palma africana se utiliza para producir: jabones, margarinas, manteca, aceite de mesa y aceite de cocina; productos con lo que debe competir el posible uso de este aceite como carburante, por lo cual se debe hacer un estudio bastante serio y extenso sobre esta sustitución parcial de hidrocarburos.

Actualmente en Costa Rica hay una superficie total de 15696 hectáreas de palma africana plantada en las zonas de Laurel, Coto, Quepos, Parrita, y Sixaola. Para que haya un excedente de este aceite, es necesario aumentar la superficie actual de las plantaciones. Según estudios hechos por United Brands Co., en "Alternativas para el Autoabastecimiento de Aceites y Grasas Comestibles en Costa Rica", proyectos de expansión

de la palma aceitera, NUMAR, San José, Costa Rica 1982." Se estima que podrá haber un excedente para el año 1989 con una política de expansión del área de cultivo, con lo cual se favorecerá el uso de aceite vegetal como carburante.

3. Marco de la oferta a partir de los recursos

3.1. Electricidad

La generación de energía eléctrica al Sistema Nacional Interconectado, ha sido el resultado de una combinación variable de plantas hidro y termoeléctricas, con un marcado predominio de la hidroelectricidad (75 a 100% entre 1965 y 1983).

La auto generación eléctrica en manos privadas, sobre todo en la agro-industria, representa un porcentaje despreciable frente a la generación eléctrica total, debido a las características de la legislación vigente en materia eléctrica que da al Estado la responsabilidad del desarrollo eléctrico nacional en manos del Instituto Costarricense de Electricidad.

Hoy día el Sistema Nacional Interconectado (SNI) opera con un 100% de generación hidroeléctrica; aunque esta situación puede variar notablemente en pocos años, si la estructura de la demanda continúa al ritmo de crecimiento actual, o el país no consigue los recursos financieros necesarios para realizar las inversiones previstas que le permitan, utilizar los recursos disponibles. La capacidad hidro, instalada al año 1982, fue de 617 MW⁽⁴⁾ y la generación bruta de energía hidroeléctrica al mismo año del orden de 2366 GWh.

(4) Informe anual Instituto Costarricense de Electricidad, 1982, Dirección de Producción y Transporte de Energía.

Actualmente el Instituto Costarricense de Electricidad lleva a cabo la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Ventanas-Garita, cuya entrada en operación está prevista para el año 1986. Este proyecto aprovechará en una forma óptima las aguas del Río Virilla, tendrá una capacidad de 90.000 KW y podrá entregar al Sistema Nacional Interconectado 515 GWH en año promedio y 348 GWH en año hidrológico crítico.

A partir de 1986 el ICE tiene prevista la incorporación de los siguientes proyectos como ajuste al marco de la oferta: 1987, Proyecto Hidroeléctrico Palomo con 30.000 KW y Proyecto Geotérmico Miravallles 1 con 50.000 KW. 1980, Proyecto Hidroeléctrico de Angostura con 180.000 KW.

Sin embargo la grave crisis de recursos económicos internos y externos por la que atraviesa el Instituto y el país en general, hace preveer serias dificultades para el financiamiento de los proyectos descritos o los que plantea el Instituto para la próxima década. Lo anterior dado el monto de los recursos financieros necesarios para llevar adelante dichas obras, y que de no ser con la afluencia de recursos financieros externos blandos el país estará en la imposibilidad absoluta de hacerles frente a tales inversiones.

Esta situación podría provocar en el futuro demandas imposibles de suplir por limitaciones de la oferta, derivadas de la falta de recursos financieros oportunos para obras de infraestructura eléctrica y que centren su atención en el uso del enorme recurso hídrico del país.

El cuadro siguiente da cuenta de la evolución de la capacidad instalada, la generación total y las ventas de energía en el Sistema Nacional Interconectado del año 1978 a 1982.

CUADRO No.5

CAPACIDAD INSTALADA Y GENERACION TOTAL
DE ELECTRICIDAD, 1978 - 1982

AÑO	CAPACIDAD INSTALADA MW			CAPACIDAD TOTAL GWH		
1982	95.1%	4.9%	772	83.1%	16.9%	2399
1981	93.6%	6.4%	597	87.7%	12.3%	2251
1980	93.6%	6.4%	598	87.9%	12.1%	2144
1979	93.1%	6.9%	563	86.49%	13.5%	1910
1978	91.5%	8.5%	459	86.4%	13.5%	1839
	A	B	C	A	B	C

FUENTE: Memoria Anual 1982, Instituto Costarricense de Electricidad.

A : ICE (%)

B : Otras empresas

C : Total

3.2, Hidrocarburos

La oferta de hidrocarburos en Costa Rica se ha caracterizado en los últimos años por la incapacidad de la refinería de suplir los productos de acuerdo con la estructuración del consumo.

A partir de 1975, debido a un cambio introducido en la composición del crudo refinado, se comenzó a obtener una menor proporción de diesel (casi la mitad de lo que se producía anteriormente) al mismo tiempo que aumentó la proporción de fuel oil refinado. En otras palabras, a partir de este año, la estructura de producción de la refinería se ha alejado cada vez más de la estructura de la demanda.

La refinería posee poca flexibilidad de adaptación a los requerimientos del mercado. Además, la capacidad de refinamiento de crudo, que es de 15.000 barriles/día, es insuficiente para suplir toda la demanda. Todo esto obliga al país a importar algunos productos ya refinados, al mismo tiempo que se tienen excedentes de fuel oil que deben ser reexportados a mercados de otros países ante la incapacidad del mercado nacional de absorberlos. Los únicos productos que son suplidos por la refinería en su totalidad son: Kerosene (canfín), jet fuel y asfaltos. La producción y oferta total de los últimos años de derivados del petróleo se muestra en los cuadros 6 y 7.

CUADRO N°6

PRODUCCION DE HIDROCARBUROS EN BARRILES POR AÑO

(PRODUCCION DE LA REFINADORA)

PRODUCTO	1980		1981		1982		1983	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Gasolina	741,971	20.0	706,071	19.8	623,375	20.70	555,105	21.64
Diesel	1,091,377	29.2	1,080,265	30.3	881,030	29.30	611,616	23.8
Kerosene	138,642	3.71	92,497	2.6	87,894	2.92	98,030	3.82
Bunker C Fuel Oil	1,432,383	38.3	1,406,170	39.4	1,166,387	38.70	1,094,756	42.7
Jet Fuel	146,112	3.91	121,739	3.41	109,501	3.64	101,630	3.96
L.P.G.	95,169	2.54	76,582	2.15	76,808	2.55	32,375	1.26
Asfalto	90,445	2.42	83,404	2.34	66,570	2.21	71,813	1.80
TOTAL	<u>3,736,099</u>	<u>100</u>	<u>3,566,728</u>	<u>100</u>	<u>3,011,565</u>	<u>100</u>	<u>2,565,325</u>	<u>100</u>

FUENTE: RECOPE.

CUADRO N°7OFERTA TOTAL DE HIDROCARBUROS EN BARRILES POR AÑO

PRODUCTO	1980		1981		1982		1983	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Gasolina	1,081,539	20.4	927,206	19.6	884,445	22.0	916,502	22.8
Diesel	2,574,335	48.4	2,303,491	47.2	1,957,261	48.6	1,919,952	47.8
Kerosene	159,915	33.0	102,982	2.11	83,891	2.1	86,653	2.2
Bunker Fuel-oil	889,488	16.93	1,040,171	21.3	705,682	17.6	679,797	17.0
Jet Fuel	170,770	3.2	130,733	2.68	121,912	3.0	110,951	2.8
Av. gas	38,218	0.72	34,251	0.70	36,168	0.9	32,355	0.82
L.P.G.	257,835	4.85	220,526	4.51	135,584	3.4	151,760	3.80
Asfalto	94,080	1.78	71,818	1.47	59,540	1.5	61,423	1.5
Emulsión Asfalto+ Agua	35,419	0.67	38,436	0.79	26,464	0.6	49,612	1.2
Alcohol	2,615	0.05	13,283	0.27	8,382	0.21	3,411	0.08
TOTAL	<u>5 314 214</u>	<u>100</u>	<u>4 882 919</u>	<u>100</u>	<u>4 019 419</u>	<u>100</u>	<u>4 012 919</u>	<u>100</u>

FUENTE: RECOPE

3.3. Alcohol

En el país existe una planta para producir alcohol anhidro, que puede ser mezclado con gasolina para obtener gasohol, y que actualmente no funciona. Se trata de la destilería de CATSA que tiene una capacidad de producción de 240,000 litros/día y que podría con un plan adecuado de suministro de caña y mieles operar unos 200 días al año.

Esto significa que teóricamente podría ofrecer 48 millones de litros de alcohol por año. Sin embargo, debido a que el programa de alcohol fue mal concebido, el país tiene ahora la planta pero no tiene materia prima para operarla ni menos un plan gubernamental definido en materia alcoholera.

3.4. Leña y carbón

La ubicación geográfica de los beneficios de café determina en gran parte los lugares o fuente de aprovisionamiento de leña. Las distancias de suministros de esos lugares a los beneficios son relativamente cortas, de alrededor de 10 a 16 kms, ya que por encima de estas distancias el efecto actual del transporte pesa demasiado sobre el precio final del producto.

Más de 35 especies son utilizadas como leña. Entre las que se mencionan con más frecuencia se encuentran las especies conocidas localmente como: Guaba (Inga spp), café, ramas de podas y raíces, Poró (Ery-

thrina spp), Encino (Quercus spp.), Ciprés (Cupressus lusitanica), madero negro (Gliricidia sepium) y otras. Todas estas especies se utilizan porque son las más disponibles y las que llevan los proveedores al beneficio; sin embargo, también se ha determinado la preferencia por especies de mayor dureza que poseen un mayor poder calorífico.

La oferta energética de leña se detalla a continuación.

CUADRO No. 8

OFERTA ENERGETICA DE LEÑA

(1970 - 1979)

AÑO	PRODUCCION NACIONAL (103 TM)
1970	1.101,2
1971	1.099,8
1972	1.099,8
1973	1.100,2
1974	1.105,6
1975	1.104,2
1976	1.111,2
1977	1.057,2
1978	1.062,8
1979	1.065,1

FUENTE: IICA/Balance Energético Nacional, 1981

CUADRO No.9

OFERTA ENERGETICA DE CARBON DE LEÑA (10³ TM)

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION NACIONAL</u>
1970	11.1
1971	11.4
1972	11.5
1973	11.8
1974	12.0
1975	12.3
1976	12.5
1977	12.8
1978	13.1
1979	13.2

FUENTE: IICA/Balance Energético Nacional, 1981.

El Programa Energético Centroamericano estima, con base en datos preliminares, que la leña no comercial, que es la que se consume principalmente para uso doméstico, proviene de los cafetales (unas 250.000 toneladas anuales) y de las formaciones boscosas distribuidas en las distintas zonas del país.

La leña actualmente presenta una oferta de carácter parcialmente renovable y por este carácter se convierte en una alternativa hacia el futuro en la sustitución de energéticos en el hogar y la industria.

4. Estructura del consumo

4.1. Energías comerciales y no comerciales

De conformidad con la metodología del Balance Energético Nacional 1965-1979, el consumo de energía no comercial (leña) participó con cerca de 30% del consumo neto total de energía en el año 1979, mientras que el restante 70% se consumió en energías comerciales como electricidad y petróleo. De conformidad con los datos del cuadro No.10, la participación de las energías comerciales en el total del consumo nacional decrece desde 1965 pasando de 58,7% en dicho año hasta 30,4% en el año 1979. Esta tendencia porcentual decreciente de las energías no comerciales se invierte en el caso de las energías comerciales, que pasan de un 41,3% en 1965 a un 60,6% en 1979 del consumo neto de energía del país.

Es importante señalar que la participación porcentual de la leña en el consumo es constantemente decreciente y en términos cuantitativos (Consumo en Terajoules) permanece prácticamente constante en el período en referencia.

Debe resaltarse el hecho de que la penetración de la energía comercial sustituyendo energía no comerciales ha implicado no solamente la sustitución del uso de leña por electricidad, sino el uso cada vez mayor del petróleo en el balance neto de energía consumida.

Cabe mencionar, sin que se tengan datos específicos confiables al respecto, pero basándose en las estadísticas de consumo de hidrocarburos

CUADRO N°10CONSUMO NETO DE ENERGIA COMERCIALY NO COMERCIAL

AÑO	NO COMERCIAL		NO COMERCIAL		TOTAL
	TJ	%	TJ	%	TJ
1965	18,822	58.7	13,229	41.3	32,051
1967	19,031	54.4	15,980	45.6	35,011
1969	18,931	49.8	19,554	50.8	38,485
1971	18,947	44.1	24,064	55.9	43,011
1973	18,927	39.3	29,251	60.0	48,178
1975	18,964	38.0	30,894	62.0	49,858
1977	18,086	32.9	36,934	67.1	55,020
1979	18,191	30.4	41,632	69.6	59,823

FUENTE: Alternativas de Desarrollo Energético 1981-2000

y electricidad a partir de 1979, que como efectos directos de la crisis económica que enfrenta el país, las bruscas devaluaciones de la moneda y la disminución real del poder de compra de amplias mayorías de costarricenses, están ocurriendo variaciones porcentuales y cuantitativas importantes en el consumo global de energía y en la composición porcentual de energía comercial y no comercial consumida. Precisamente el estudio de tales variaciones a la luz de la disminución del ingreso real y la variación de precios para los energéticos comerciales sin orientación definida, de seguro serán temas de investigación importantísimos en el futuro, y que vendrán a dar ideas más claras para la definición de una política de precios para la energía comercial que oriente al país hacia un aprovechamiento cabal de los recursos nacionales y de un amplio incentivo al uso de energéticos nacionales no comerciales como la leña o al uso racional de la hidroelectricidad. Paralelamente, los niveles y composición relativa del consumo de los hidrocarburos darán una idea de la influencia de las distorsiones y recargos a los distintos precios de los hidrocarburos habidos en los últimos 10 años.

Los datos consignados para el balance de energía comercial y no comercial no consideran calidad de la energía dada la metodología utilizada en el Balance Energético Nacional 1965-1979. Sin embargo, si se tomara en cuenta dicha calidad la participación porcentual de energías no comerciales sería inferior al 30% consignado para 1979.

Se hace la aclaración de que en consumo de energías comerciales se han incluido además de los derivados del petróleo y la electricidad, ener-

géticos como el carbón de leña y los residuos vegetales, aunque estos dos últimos no corresponden totalmente a energéticos comerciales (sobre todo los residuos). Su nivel de participación porcentual en el consumo debe evaluarse con el fin de aclarar su nivel de influencia en el sector. Esta participación fue de 9,4% (residuos) y 0,6% (carbón) en el año 1979.

4.2. Energías de origen nacional frente a energéticos importados en el balance de consumo neto.

En general el país presenta una tendencia claramente establecida de orientar su consumo hacia energéticos de que carece. Por una parte mientras que el consumo de leña permanece constante o casi constante a través de los años en términos cuantitativos, se da un crecimiento importante en el volumen de importación de petróleo desde el año 1965 que salvo leves variaciones a partir del año 1980 y hasta la fecha, dan una idea de la vulnerabilidad del país al petróleo importado.

A manera de ejemplo y sin tomar en cuenta variaciones por calidad de la energía, con los datos de consumo de leña, carbón y residuos consignados en el Balance Energético Nacional año 1982 para consumo de petróleo del país y ventas de energía del Instituto Costarricense de Electricidad, se da la siguiente composición entre energéticos nacionales y energéticos importados (Cuadro No.11).

CUADRO No.11

CONSUMO DE ENERGETICOS NACIONALES E
IMPORTADOS

ENERGIA	ENERGIA NACIONAL				ENERGIA IMPORTADA
Unidades	Hidroelectricidad	Leña	Carbón de Leña	Residuos Vegetales	Petróleo
TJ	7.322	18191	395	6622	21949
%	59				41

FUENTE: Balance Energético Nacional, 1982

4.3. Análisis por sectores

4.3.1. Consumo de energía en el sector transporte

El sector transporte es determinante en el uso de la energía comercial (46% del total y en el consumo de hidrocarburos importados 66%) Hasta hace muy pocos años el consumo de energía en el sector aumentó más rápidamente que el producto interno bruto y que en cualquiera de los otros sectores de consumo. Estas tendencias han cambiado parcialmente con la crisis económica y el aumento brusco de los precios del diesel y la gasolina ocurridos a partir de mediados de 1982.

El consumo de energía per cápita en el sector es mucho más bajo que en otros países y en particular mucho más bajo que en los países desarrollados debido fundamentalmente a las siguientes razones: un nivel de uso del transporte individual con automóvil mucho más bajo que en los países desarrollados y países en desarrollo tales como Brasil, México, Argentina o Venezuela; el tamaño reducido del país que ha pesar de que existen serias ineficiencias en el sector en general permite transportar productos de exportación tales como banano y café y productos de importación tales como trigo y productos metálicos.

Como en los otros sectores energéticos, los problemas fundamentales se pueden resumir en cómo ahorrar y cómo sustituir energía importada. Como en los otros sectores y tal vez en mayor medida, eso, en muchos casos, sólo es posible si se realizan transformaciones en sectores importantes del sistema con el propósito de aumentar su eficiencia, como

por ejemplo ferrocarriles. Una particularidad del sector es que, mientras que en el sector industrial y el residencial es relativamente fácil mantener o mejorar las eficiencias en nuevas industrias o aún las existentes, en el sector transporte un mejoramiento en el nivel de vida de la población va a provocar muy probablemente aumentos considerables en el consumo de energía per cápita y aún por unidad de producto interno bruto al aumentar el uso del automóvil privado que en este momento le brinda a sus propietarios considerables ventajas de accesibilidad frente al transporte colectivo.

La realidad más mal comprendida y sistemáticamente tergiversada en torno al problema del transporte y la energía es que una altísima proporción de las inversiones que el estado realiza en construcción, vigilancia y mantenimiento de carreteras solo tiene posibilidades de recuperación (y así se hace en la inmensa mayoría de los países del mundo), a través de impuestos a los combustibles usados en esas carreteras. Está probado con cifras del MOPT en su Plan Nacional de Transporte de Carga y Pasajeros realizada con la empresa SYSTAM que el sector transporte ha sido sistemáticamente subsidiado por el Estado en particular en el sector de transporte de carga por camiones; y que aún más los subsidios al transporte público y a los ferrocarriles no son tan significativos como los otorgados indirectamente a los vehículos privados que se mueven por las carreteras costarricenses. Plantea además la interrogante de por qué? un sector como el transporte que utiliza fundamentalmente insumos importados, tales como: asfalto, cemento (bunker), maquinaria de construcción y vehículos no debe pagar

impuestos iguales al resto de las actividades económicas del país, y eso plantea por lo tanto que esos impuestos deberán ser a los combustibles que utilizan los medios de transporte y a los vehículos que se utilizan. Esta realidad muy poco conocida crea enormes distorsiones entre el sector transporte y el resto de la economía, entre diversos subsectores del sector transporte y entre diversas regiones del país favoreciendo sistemáticamente a los usuarios más ineficientes de los insumos subsidiados.

4.3.1.1. Posibilidades de mejoramiento

Las posibilidades de mejoramiento del panorama energético del sector transporte que es vital para la realidad energética nacional pueden agruparse en tres categorías: sustitución de los hidrocarburos importados que representan actualmente el 99,8% del consumo de energía en el sector por combustibles biomásicos y/o electricidad nacionales, sustitución de modos poco eficientes como el automóvil y el camión por modos más eficientes tales como el autobús y el ferrocarril, y finalmente disminución de los kilómetro-pasajero y de los kilómetro-tonelada de vehículos motorizados necesarios para producir una unidad de producto interno bruto.

4.3.1.2. Sustitución de combustibles

La utilización de combustibles biomásicos en el país debe basarse en la existencia de posibilidades reales de producción de la materia prima adecuada y suficiente para ser convertida en energía. Estudios realiza-

dos en los últimos años indican que con excepción de casos muy particulares la caña de azúcar no puede ser materia prima por falta de terrenos disponibles adecuados, por competencia con la producción de alimentos y porque resulta en general más eficiente exportar azúcar e importar combustibles que sustituir a los combustibles importados. Se han realizado estudios (Umaña y Ureña) que indican que existen posibilidades de sustituir hasta un 25% del consumo de diesel en el país, (que equivale aproximadamente a toda la gasolina que se consume) con aceite de palma para lo cual se requerirían siembras importantes en los próximos cuatro lustros. Evidentemente se necesitan estudios más detallados de la factibilidad técnica y económica de esta alternativa. Se están realizando estudios no definitivos sobre utilización de madera para producción de gas y alcohol dado el potencial forestal que el país posee y experiencias positivas en otros países tales como Filipinas,

La electrificación del sistema de transporte topa con varios obstáculos. El sistema de ferrocarriles que podría terminar de electrificarse, tiene serios problemas de eficiencia. Para realizar electrificaciones para vehículos no autónomos se requieren instalaciones alimentadoras de electricidad a lo largo de las vías que representan inversiones extraordinariamente altas, más allá de las posibilidades del país. La pequeñez de Costa Rica y la inexistencia de productos que deban movilizarse en grandes tonelajes tales como el carbón, hace extremadamente difícil el extender líneas de transporte ferrocarrilero para carga. Sin embargo una posibilidad que podría resultar atractiva podría ser la reconstrucción del actual ferrocarril interoceánico Caldera-San José-Limón, para el

trasiego de carga internacional, pero aún esto requerirá de inversiones considerables en reconstrucción de vías y en aumento de la eficiencia en el manejo de la carga en las terminales. Las posibilidades de instalación de ferrocarriles modernos entre las ciudades Alajuela-Heredia-San José y Cartago están siendo estudiadas en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica mediante convenio con el MOPT; y los resultados preliminares son muy pesimistas puesto que los pasajeros potenciales no justificarían inversiones enormes en equipos y electrificación.

Las posibilidades de utilización de tranvías modernos o premetros en la ciudad de San José aparentan ser económicamente un desastre, puesto que se requerirá aproximadamente de una inversión de 3 a 4 millones de dólares por kilómetro de línea y el número actual de pasajeros no las justifica. Por otra parte el futuro de la ciudad capital no parece orientarse como en el resto del mundo hacia un desarrollo creciente de la actividad urbana en el centro de la ciudad de San José lo que hace más difícil realizar este tipo de proyectos.

Una posibilidad no totalmente evaluada y probablemente mucho más lógica es la instalación de trolebuses, que requieren una inversión bastante más reducida y que son mucho más flexibles y adaptables a cambios de recorrido.

El uso de vehículos eléctricos autónomos no parece ser una posibilidad práctica hoy día debido al alto costo de los acumuladores y sobre todo a la baja densidad de carga y el alto peso de los mismos.

Desde el punto de vista energético es necesario indicar que cualquier sistema de transporte eléctrico que implique aumentos en el uso de electricidad en las horas pico necesariamente requerirá de aumentos en la capacidad de generación y transmisión de electricidad en el SNI, y por lo tanto dicha electrificación tendrá costos indirectos para el sector energía. Otro marco de posibilidades consiste en un menor uso del transporte en vehículos que consumen energía y un mayor uso de viajes a pie y en bicicleta. Esto es generalmente posible en ciudades densas, con uso mixto del suelo y con una estructura multinuclear que permite que las diferentes actividades de los habitantes de la ciudades están más cercanas. Otra posibilidad al respecto consiste en la instalación de las plantas procesadoras de diversas materias primas más cerca de los lugares de producción de las mismas, así como la instalación de centros intermedios de consolidación de carga para utilizar en diversos tramos del recorrido el medio de transporte más eficiente, ya sea vehículo pequeño, camión grande o ferrocarril.

Finalmente, es importante mencionar que la economía costarricense varía completamente frenadas sus posibilidades de desarrollo si se permitiera que las tendencias del pasado de igualar el consumo de energía en transporte de los sectores desarrollados se mantiene. En ese sentido, una de las pocas posibilidades que el país tiene consiste en plantearse una estrategia de desarrollo especial a nivel nacional, regional y urbano que permita utilizar mucho menos transporte por unidad de producto interno bruto.

4.3.2. Residencial y Comercial

El cuadro del consumo del sector residencial y comercial se presenta con una alta dependencia de energéticos no comerciales (leña). Esta participación de tan importante recurso energético ha ido siendo por centualmente menor en forma permanente a través de los años debido a una mayor penetración de la electricidad como sustituto de la leña en la cocción de alimentos y el uso del gas licuado de petróleo (LPG) y/o kerosene (canfín) para ese mismo fin o el alumbrado. El cuadro No.12 da una idea de la evolución del consumo energético del sector residencial y comercial desde el año 1965 hasta el año 1979, basándose en los datos de "Alternativas de desarrollo Energético". República de Costa Rica, 1981, sin corrección por calidad de energía.

CUADRO No.12

SECTOR RESIDENCIAL Y COMERCIAL ESTRUCTURA DEL
CONSUMO ENERGETICO TOTAL EN PORCENTAJES

AÑO	ELECTRICIDAD %	GAS LICUADO %	KEROSENE %	LEÑA %	CARBON DE LEÑA %
1965	7.0	0.4	2.5	88.7	1.4
1970	10.2	1.0	3.9	83.5	1.4
1975	14.3	1.9	3.6	78.7	1.5
1979	16.0	3.7	3.6	75.1	1.6

Resulta pertinente resaltar el papel de los energéticos llamados no comerciales como la leña en el consumo global del sector (cerca del 75% del consumo de energía del sector) y el hecho de la disminución porcentual de la participación de la leña en dicho cuadro a través de los años. Esto último debido por una parte a las políticas de incentivo al uso de la electricidad sin restricciones y por otra, a la existencia aparente de un límite a la capacidad de producción de leña ya que la misma se deriva (como es el caso actual) de la renovación de cultivos como el café, árboles de sombra a otros cultivos y otros recursos derivados del crecimiento libre de los árboles y arbustos existentes a distancias relativamente cortas de los centros de consumo (no más de 30 Km). Se hace claramente la observación de que no se toman en cuenta al hablar de este límite al recurso; el posible aprovechamiento derivado de los enormes residuos de leña de las zonas deforestadas. Lo anterior ya que, ante la carencia de procesos de industrialización, transporte y comercialización de dicha leña, la misma se pierde o se quema en el mismo lugar en que se bota el bosque.

Cabe mencionar además el enorme perjuicio que se hace en el país al utilizar la electricidad que tanto cuesta producir para la generación de calor en el sector doméstico, ya que por las condiciones horarias en las que se establece su uso, la misma ejerce una fuerte presión en el pronunciamiento de los picos de la curva de carga diaria del Sistema Nacional Interconectado. Es decir, la falta de información al usuario y la falta de mecanismos de penalización al consumo eléctrico en hora pico, está llevando al Instituto Eléctrico hacia estructuras de consumo eléctrico irracionales

y excesivamente onerosas para el país, ya que el desarrollo de nuevos proyectos se establece por presión de los picos de la demanda y no en términos de la energía consumida (bajos factores de carga para el SNI).

Por otra parte, la variaciones continuas y sin ningún planeamiento de los precios de los energéticos básicos para la industria, han hecho que el sector agroindustrial vuelque sus ojos hacia la leña como energético básico en sus procesos de calor, hecho totalmente entendible y lógico en un país en donde el recurso leña se maneje y valorice como recurso renovable. Sin embargo, esta enorme presión actual de sustitución de hidrocarburos y en menor grado electricidad por leña como energético calórico en la industria, está llevando a una gran crisis de suministro de energía a los consumidores domésticos rurales que están viendo que buena parte de su recurso básico en el suministro energético (la leña) se encarece y escasea cada vez más ante las presiones anteriormente mencionadas sobre este recurso limitado de energía (dado el manejo actual del mismo).

Por tales razones se reafirma como de primordial importancia, todo esfuerzo investigativo que tienda hacia la valoración del recurso leña en su contexto energético renovable, en la panorámica de incentivo al uso de energéticos nacionales. Estos esfuerzos deben contemplar la concientización de los distintos sectores del país (gubernamental y privado) de la importancia de la leña y la necesidad del desarrollo de programas de producción, estudios sobre industrialización transporte y comercialización del recurso, y programa de utilización doméstica e industrial eficiente. Debe tenerse a su vez muy en cuenta que los programas de gasificación a par-

tir de madera, deben tener una importancia relativa muchísimo menor en la panorámica del desarrollo y utilización del recurso leña en el país; toda vez que el uso directo del recurso puede directamente sustituir a energéticos importados en la industria o aún evitar el uso de la electricidad en procesos de calor en la industria y el sector doméstico rural.

4.3.3. Consumo de energía en los sectores Industrial y Agroindustrial

En el siguiente Cuadro (No.13) se muestran los consumos de energía en Terajulios del sector industrial y agroindustrial y su participación en el consumo total de energía en el período 1979-1981.

CUADRO No.13

CONSUMO DE ENERGIA DE LA INDUSTRIA Y
AGROINDUSTRIA. Período 1979-1981*

AÑO	CONSUMO TJ	PORCENTAJE DEL CONSUMO TOTAL (%)
1979	16135	26.6
1980	15850	26.1
1981	17585	29.2

* Sin corrección por calidad

En el cuadro No.14 aparecen las diferentes fuentes de energía que fueron utilizadas en estos sectores productivos para cubrir la demanda de energía en se período.

CUADRO No.14

PORCENTAJES DE LA DEMANDA EN EL SECTOR INDUSTRIA
Y AGROINDUSTRIA POR TIPO DE FUENTE ENERGE-
TICA.

FUENTE DE ENERGIA AÑO	CARBON MINERAL	LEÑA	RESIDUOS VEGETALES	ELECTRICIDAD	G.L.P.	KEROSENE	DIESEL	BUNKER
1979	0.1	4.0	35.3	15.7	0.6	1.2	10.1	32.2
1980	0.1	4.3	33.4	15.9	0.7	1.1	10.3	34.2
1981	0.1	3.9	30.7	15.5	1.1	1.1	11.3	36.6

4.3.3.1. Carbón Mineral y Coque nacional

El carbón mineral y el coque representan un consumo ínfimo dentro del sector. Este tipo de fuente energética tiene muchas perspectivas de desarrollo dentro de ese sector y su uso futuro dependerá de los resultados de las exploraciones carboníferas que se realizan actualmente.

4.3.3.2. Leña y residuos vegetales

En Costa Rica se ha mantenido una tendencia decreciente en las últimas dos décadas (Ver balances energéticos nacionales) de la participación de la leña y los residuos vegetales en el consumo global del sector energía. En 1981 el consumo de energía de este tipo representó el 34,6% del total.

El Sector Industrial y Agroindustrial absorbe aproximadamente el 4,5% de la utilización tradicional de la leña. En este sector el consumo de leña ha estado distribuido en cinco tipos de industrias siendo en 1979 los beneficios de café los mayores consumidores con el 77% del consumo total. Las salineras ocupan el segundo lugar con el 15,9%, las ladrilleras el tercero con el 5,4% y finalmente las caleras con el 1,7%. Los trapiches que componían el último lugar aparentemente dejaron de consumir este energético desde 1978.

Alrededor de 100 beneficios de café (pequeños, medianos y grandes) que utilizan diesel, bunker, y leña, han venido haciendo cambios y ajustes en sus hornos y calderas, para permitir un mayor uso de leña y desechos agrícolas como cáscara de café, bagazo de caña y cascarilla de arroz. Aparentemente, el hecho de abandonar el uso de diesel y bunker y volver hacia una fuente tradicional de energía como es la leña, significa una respuesta natural al incremento de los precios del petróleo. Al examinar los probables efectos y consecuencias de esta sustitución, podría predecirse que también otras pequeñas industrias, además de los beneficios de café, harán esta sustitución y por lo tanto crearían problemas

energéticos locales al incrementarse la demanda y reducirse la oferta de leña como resultado de la baja en la disponibilidad del recurso forestal que la provee. Adicionalmente, los precios tenderían a aumentar cada vez más. Aunque en la actualidad la leña consumida por los beneficios es abastecida parcialmente por los árboles empleados para sombra del cultivo y del producto de las podas de las plantas de café, existe la preocupación sobre el aporte de leña que en el futuro podría dar este cultivo, en vista del cambio que se está produciendo en las técnicas del manejo de plantaciones de café, al utilizar el sistema de plantación al sol.

El problema de abastecimiento de leña a largo plazo tendería a agudizarse y ser más severo en las áreas rurales debido a que ambos, consumo doméstico y consumo industrial, incrementarían y competirían por el mismo recurso.

El análisis de los estudios realizados en beneficios de café determinó que los promedios de beneficiado por tamaño de beneficio, (cosecha 1981-1982) variaron entre 4,134 y 42,006 fanegas; el consumo de leña promedio por tamaño de beneficio (cosecha 1981-1982) varió entre 214 y 2,369 m³, y que el promedio de leña consumida por fanega beneficiada fluctuó entre 0.065 y 0.086 m³ de leña.

En el caso de la pequeña industria, estudios realizados en la pequeña industria en la Península de Nicoya, Guanacaste, muestran que el consumo total de leña en la Península de Nicoya es de 58509,68 m³ st anuales. El mayor consumo ocurre en las salinas, que son las industrias más numerosas. En promedio, una sola industria de este tipo utiliza mayor volumen

de leña que cualquiera de las otras industrias.

El consumo de mayor o menor volumen de leña en cada uno de los tipos de industria lo determinan factores tales como: sistema de producción, eficiencia de los hornos, características de quemado de la leña (especies utilizadas), uso de combustibles complementarios (bagazo, desechos de aserrío, etc.) demanda de los productos, período de producción, etc.

El costo de la leña se ve influenciado por factores que hacen que éste aumente o disminuya, algunos de éstos son: compra de mayor o menor cantidad de leña, formas de obtenerla, distancia que debe ser transportada, posesión o no de los medios para su extracción y transporte.

4.3.3.3 Electricidad

La electricidad aumentó su participación en el sector de 7.3% en 1966 a 15.5% en 1981.

La energía eléctrica en el sector industrial y agroindustrial se mantuvo al margen de la sustitución que se dio de fuentes energéticas no comerciales por derivados del petróleo. Sin embargo gracias a una estructura tarifaria preferencial para industrias o agroindustrias de consumo estacional, el Instituto Eléctrico está vendiendo electricidad a bajo precio a ciertos consumidores. Esta política que busca la colocación de excedentes del SNI presenta actualmente los siguientes inconvenientes:

1. El tipo de tarifa se está prestando para que algunos beneficiadores de café pretendan "quemar" electricidad para producir calor a baja temperatura para los procesos de secado con aire caliente. Los beneficiadores de café no necesitan tarifas subsidiadas ni menos energía eléctrica para secar el café, ya que estas agroindustrias con los subproductos energéticos que producen podrían ser autosuficientes energéticamente. Es decir, este tipo de tarifas en agroindustrias estacionales con desechos potencialmente energéticos actúan como desincentivo al uso de energía biomásica para el secado.
2. Dichas tarifas preferenciales generan todo un marco de "derechos adquiridos" que después son difícil de eliminar o aún de subir las tarifas en forma acorde a la evolución de los costos y a la disponibilidad de la energía.
3. Al destinarse los excedentes estacionales de electricidad a fines tan poco nobles como generar calor a baja temperatura, se pierde la oportunidad de utilizar o definir políticas sobre excedentes que valoricen la calidad de dicha energía en procesos de síntesis de productos químicos por ejemplo:

4.3.3.4. Derivados del petróleo: gas licuado, Kerosene, Diesel y Bunker.

La característica principal de los derivados del petróleo durante las últimas dos décadas puede resumirse así: los derivados del petróleo contribuían en 1966 con el 35% del consumo de energía en el sector, en 1981

contribuyeron con el 50,1% del mismo. Sobre esta tendencia ya se discutió en otras secciones.

El consumo por agrupaciones industriales presenta las siguientes características:

1. Dos agrupaciones (Fabricación de vidrios y productos de vidrio y fabricación de otros productos minerales no metálicos) fueron responsables del consumo del 44.1% de los derivados del petróleo.
2. Productos alimentarios e industrias de bebidas tuvieron una participación del 25,9% de los derivados del petróleo del sector.

Es importante destacar que las industrias ubicadas en el segundo grupo son generadoras de valores agregados mayores que en el caso de las industrias del primer grupo. Las industrias del primer grupo son altamente intensivas desde el punto de vista energético y son las que consumen la mayor proporción de hidrocarburos.

5. Análisis e Importancia socioeconómica y política del sector

5.1. Impacto de la energía sobre el crecimiento económico

El proceso de producción nacional depende del abastecimiento apropiado de energía, como factor indispensable en todos los sistemas de elaboración o transformación de bienes y servicios. Nada puede producirse en ausencia del recurso energético en cualquiera de sus manifestaciones. Evidentemente los tipos y calidades de energía utilizados en la economía, dependen del grado de desarrollo que se haya alcanzado, y los condicionantes históricos, sociales, culturales e incluso políticos en que el proceso haya tomado lugar.

Para sustentar el crecimiento económico, es a su vez imprescindible contar con un abastecimiento apropiado de energéticos (oferta). Dado el nivel de apertura de la economía mundial, la oferta interna de estos recursos no necesariamente depende de su producción interna (ya sea energía primaria o secundaria). Por lo tanto, la oferta de recursos energéticos no está estrictamente condicionada a la disponibilidad interna de fuentes de producción, aunque a un nivel macroeconómico, está limitada por la disponibilidad total de recursos productivos con que cuenta el país en una situación de largo plazo, puesto que aún en el corto plazo, se cuenta con la opción de disponer del ahorro externo para sustentar la inversión o el consumo interno.

Costa Rica, por muchos años ha basado su crecimiento económico fundamentalmente en el ahorro externo, de manera que esto le ha permitido a su

población mantener elevados niveles de consumo, y simultáneamente un proceso de inversión relativamente acelerado. Como contrapartida esto ha significado un comportamiento expansivo de su endeudamiento externo.

En parte, el ahorro externo ha sido utilizado para el desarrollo de la infraestructura energética, ya que el país no cuenta con abundante disponibilidad interna de energía a nivel de oferta, pues por una parte, hasta el momento no se dispone de producción de hidrocarburos y ni siquiera de la posibilidad cierta de que dicho recurso exista en cantidades comercialmente explotables. Por otra parte, la energía hidráulica, cuya existencia potencial es abundante, para ser transformada en energía utilizable (básicamente eléctrica) requiere una combinación apropiada de inversiones en bienes de capital, cuya producción en elevada proporción no es interna, y consecuentemente la energía eléctrica que se produce en el país tiene una componente importada muy apreciable. En este componente se contabiliza no solamente la depreciación de esos bienes de capital, sino además el costo proveniente de la carencia de ahorro interno en cantidad apropiada para el financiamiento de las obras y que conduce a la importación de ahorro, cuya remuneración (intereses) es parte muy importante del componente externo de este recurso.

Por otra parte, las estrategias de desarrollo asumidas por el país en las últimas tres o cuatro décadas que han generado un modelo de producción industrial básicamente enmarcado en la sustitución de importaciones,

conlleva en cierta forma a la aceptación de patrones de consumo de otros países y a la producción local de bienes que anteriormente provenían del exterior, en los cuales muchas veces no se tienen ventajas comparativas, que algunas veces requieren de la importación de la tecnología necesaria para producirlos. Este trasplante tecnológico (usualmente intensivo en el uso del capital) ha originado en consecuencia también un trasplante de la estructura de demanda energética ligada a esa tecnología. Por lo consiguiente, la estructura interna del consumo nacional depende en alto grado del uso de fuentes energéticas de las cuales no se dispone internamente. Hay que tener en consideración que toda la tecnología importada proviene usualmente de países con muy distintas dotaciones de recursos energéticos y por lo tanto tecnologías diseñadas en un contexto económico muy diferente, y que para ese contexto son socialmente eficientes, aunque no necesariamente tiene que serlo en Costa Rica.

Esto ha conducido a que el país cuente con una infraestructura económica basada en fuentes energéticas que tienen elevados componentes importados. Según el último balance energético (1982), del total de energía primaria utilizada en ese año, el petróleo constituye el 33%, la energía hidráulica el 22,6% y la leña y residuos vegetales el 44.3%.

Sin embargo, aunque la leña y residuos vegetales representan la fuente primaria de energía más importante (sin tomar en cuenta ajustes por concepto de eficiencia en el uso), básicamente su uso ha sido para consumo

residencial (en forma directa o de carbón), aunque actualmente ante el aumento relativo de otros combustibles (electricidad e hidrocarburos) está penetrando fuertemente en la industria y agroindustria. El consumo energético de la industria y el agró (los dos sectores de producción más importantes del país) se basan en un 40.4% en derivados del petróleo, un 14.6% en electricidad y un 45.0% en leña y residuos vegetales.

Según el balance energético de 1982 las importaciones netas de energía en ese año representan el 26.7% de la disponibilidad (en origen) total. Sin embargo el sistema de cálculo del balance no permite apreciar el verdadero impacto de la energía sobre las importaciones, ya que en los procesos de transformación se consume una parte muy importante de componentes importados, que son apreciablemente elevados en las centrales eléctricas y refinerías, pero que están presentes aún en el caso de la leña y los residuos vegetales (hornos, cocinas, equipos de transporte, herramientas, etc.) Si a estos factores se agrega los elementos de eficiencia en el uso a que hace referencia Doryan,⁽⁵⁾ al aumentar proporcionalmente la importancia de los hidrocarburos y electricidad, se eleva en la misma proporción el componente importado.

La conjunción de todos estos factores ha provocado una fuerte dependencia en la producción total de bienes y servicios en el país del uso de

(5) Ver Doryan-Umaña, pág. 176. Energía para el Desarrollo.

enérgicos. La elasticidad del consumo de energía con relación al comportamiento del PIB es proporcionalmente muy elevado. Cada vez que el producto interno bruto del país (en términos reales) crece en 1%, es necesario un crecimiento de la oferta de energía alrededor del mismo porcentaje o incluso mayor. Según la estimación incluida en el "Documento de Antecedentes para el Proyecto de Donación 515-0175" de la A.I.D. (setiembre 1981) la elasticidad del consumo de energía con respecto al PIB⁽⁶⁾ señala los siguientes resultados para cada uno de los períodos señalados.

CUADRO No.15

ELASTICIDAD DEL CONSUMO DE ENERGIA

PERIODO	ELASTICIDAD TOTAL	CONSUMO COMERCIAL	ENERGIA/PIB PETROLEO
1965 - 1970	0.56	1.07	1.03
1970 - 1975	1.07	1.85	1.95
1975 - 1979	0.81	1.61	1.94

(6) Definido en este caso como la razón entre el consumo equivalente de energía en T.M. de petróleo y el porcentaje de crecimiento del PIB. Por lo tanto es una elasticidad promedio.

Según información presentada en el documento "Boletín informativo del sector energético, año 4, número 11, de noviembre de 1980", publicado por la Comisión de Energéticos de México, el consumo de energía primaria por unidad de producto interno bruto, en 1978 en diferentes países casi sin excepción es inferior a la unidad. Como se observa en el cuadro anterior, en el período 1975-1979, la elasticidad media en el caso de Costa Rica fue de 0.81, cuando solamente países como Venezuela (0.9) Reino Unido (0.9) y Estados Unidos (1.1) mostraban comportamiento proporcionalmente mayor. Otros países como Italia (0.7), Irán (0.7) Alemania (0.6) y España (0.6), Turquía (0.6), Japón (0.5), Francia (0.5) y Brasil (0.4) tienen tasas medias sustancialmente más bajas.

Las elasticidades adquieren cifras radicalmente mayores que en cualquier otro país de los mencionados al referirse a la energía comercial exclusivamente (petróleo e hidroelectricidad) y al petróleo. Por ejemplo en el caso de los Estados Unidos, la elasticidad media para el período de 1960-1970 (respecto al PIB) fue de 0.71 para el caso del petróleo (en Costa Rica fue de 1.03 entre 1965-1970) y de 0.83 con respecto al consumo total de energía.

La elasticidad del consumo de energía eléctrica con relación al PIB, para el período 1970-1981 según cálculos preliminares, obtenida por medio de una regresión de tipo exponencial entre las ventas totales de energía eléctrica y el PIB⁽⁷⁾ es de 1.46. Hay que tener en consideración que es-

(7) La ecuación de regresión obtenida es: $VE = 0.0028 (EXP) 1.4602 (PIB)$
 $R^2 = 0.9583$

VE = ventas de energía

e = 2.71

R² = Coeficiente de determinación

ta elasticidad incorpora el efecto sustitución, proveniente de los aumentos en los precios. Si se excluye este efecto, la elasticidad es sustancialmente mayor.

En efecto, esto ha hecho que se dependa aún más fuertemente de los términos de intercambio internacional para lograr el crecimiento económico. La simple observación de las cifras de la producción interna en comparación con los términos de intercambio permite una explicación empírica aceptable del impacto que generan las crisis energéticas externas, no solo sobre la estabilidad interna del sistema económico (inflación y devaluación), sino de modo importante sobre la producción real.

A raíz de la crisis petrolera de 1973-1974, el poder de compra del café en términos de petróleo disminuyó considerablemente, debido al aumento desproporcionado de los precios de los hidrocarburos. El impacto sobre la economía interna logró ser amortizado, aunque produjo una reducción muy importante en la tasa de crecimiento de la producción.

En efecto, el PIB, que había crecido 8.2% en 1972, en 1973 redujo su tasa de crecimiento a 7.7% y sucesivamente a 5.5% y 2.1% en 1974 y 1975. Sin embargo, en 1976 a raíz de los problemas de producción de café experimentados por Brasil, el precio empezó a aumentar, duplicándose en ese año, y repitiéndose en 1977 la duplicación, con lo cual se alcanzaron los precios más altos de toda la historia cafetalera mundial. Por lo consiguiente, el impacto recesivo que generó la duplicación de los precios del petróleo sobre la economía del país entre 1973 y 1974, fue rápidamente contrarrestado por la coyuntura internacional a través del auge en los

precios del café, la existencia de un nivel suficiente de reservas monetarias internacionales y el fácil acceso a las fuentes externas de financiamiento. En efecto, la deuda externa pasó de US \$244 millones en 1972 a US \$510.4 millones en 1975, lo que indica que fue básicamente por esta vía como se logró mantener, con un tipo de cambio prácticamente fijo, el crecimiento acelerado en el valor de las importaciones, en condiciones en que las exportaciones crecían lentamente, tanto que, a pesar del auge cafetalero, la balanza comercial en todos los años presentó un saldo negativo.

Pero una vez pasado el auge del café y ante una nueva arremetida de los países productores de petróleo, que nuevamente duplicaron los precios en 1979, la situación de la economía interna empezó a sentir las consecuencias. A pesar de que el saldo de Reservas Monetarias Internacionales, era exageradamente alto, el hecho de que ni aún en estas circunstancias se aplicaron medidas de emergencia que contrarrestaran la tendencia de deterioro acelerado que se empezó a sentir de lleno, para hacer disminuir las importaciones rápidamente, condujo al país a una crisis sin precedentes en su historia económica. En esta ocasión, el impacto de los precios del petróleo no tuvo ningún amortiguador, pues al haberse quedado el país sin reservas, al haberse roto con las instituciones crediticias externas, y al producirse el distanciamiento con el Fondo Monetario Internacional, no hubo ninguna defensa contra la crisis externa, la cual se comunicó de inmediato a la economía interna de manera ampliada, provocando no solo desequilibrios de tipo monetario (inflación alrede-

dor de 100% anualizada, devaluación alrededor de 650%), sino también afectando la producción misma, pues la escasez de divisas estranguló el aparato productivo interno, sobre todo considerando la elevada dependencia de éste con relación al sector externo. Esto es una muestra importante de la alta vulnerabilidad del sector de producción interno a la coyuntura internacional; y uno de los elementos más importantes de esta vulnerabilidad lo constituye la exagerada dependencia energética externa.

En resumen, la economía costarricense depende proporcionalmente más que la mayoría de los países no desarrollados, de la provisión de energía comercial (básicamente petróleo y electricidad).

Las distorsiones producidas sobre el aparato productivo a través de sistemas de preferencias asimétricas, han conducido al sistema a una sobrecapitalización y a la implantación de tecnologías diseñadas para adecuarse a la dotación de factores productivos, recursos energéticos, y al tamaño de los mercados de los países de origen. Estas tecnologías usualmente son altamente dependientes del petróleo como insumo energético, aptas para ser usadas en economías, con una relativa escasez de mano de obra y que además poseen petróleo y/o la suficiente capacidad financiera para importarlo. Esto ha conducido a una elevada elasticidad del consumo de energía comercial, y con especial énfasis del petróleo, con relación al PIB.

Finalmente, es importante destacar el inapropiado manejo que tradicionalmente se ha aplicado a la política de precios a la energía en el país. En

efecto, mientras se habla de la necesidad de sustituir el uso intensivo de hidrocarburos en las actividades de producción, por la energía hidroeléctrica, ya que el componente importado de esta es menor que en el caso del petróleo, la política de precios lleva un sentido exactamente contrario. Generalmente al decretarse aumentos en las tarifas eléctricas estas se sobrecargan sobre las tarifas que paga el sector de producción (a favor del consumidor doméstico), mientras que en los hidrocarburos se hace exactamente lo contrario; se aumentan proporcionalmente más los precios de la gasolina que del bunker o el diesel, los cuales tienden a mantenerse a precios subsidiados. Esto es un abierto incentivo para que la industria utilice intensivamente los hidrocarburos.

5.2. Impacto social de la política energética

El principal instrumento tradicionalmente utilizado para la conducción de la política energética en el aspecto de la dirección y orientación de la demanda, ha consistido en el manejo exógeno de los precios de las dos principales fuentes de provisión energética: la electricidad y los hidrocarburos.

El criterio fundamental que se ha utilizado es el de convertir la energía en un medio de redistribución del ingreso, en el entendido de que por esta vía debe de alguna forma favorecerse en mayor proporción a los grupos de más bajos ingresos.

Sin embargo, aunque en su carácter de criterio general ha existido re-

lativo acuerdo respecto a esta máxima, en lo referente a la implementación de las medidas de carácter político que de él se derivan, los criterios históricamente han sido más divergentes.

No se puede afirmar que la orientación política haya sido siempre consistente con el objetivo global y han existido serias divergencias en cuanto a las distintas medidas específicas.

Esta heterogeneidad de criterios a diferentes niveles de decisión, ha conducido a la estructuración de un intrincado sistema de precios y tarifas que incluye todo tipo de impuestos y subsidios intersectoriales, cuya principal consecuencia ha consistido en distorsionar severamente la estructura de demanda de los distintos tipos de energéticos, y a la larga, se puede haber transformado en un instrumento de redistribución negativa de ingresos, lo cual es contraproducente con el objetivo general.

Por otra parte, esta política global de redistribución de ingreso a través de los costos de la energía ha tenido que ser consolidada con la política de ofrecer los servicios energéticos al costo de producción, lo cual ha sido aceptado también como criterio indiscutible, aunque en diferentes épocas y circunstancias, tal vez en la mayoría, se ha estado lejos de seguir este criterio como guía. Las necesidades que surgen a través de los desequilibrios fiscales, las dificultades de ejecución de los programas gubernamentales provenientes de la inflexibilidad de la Ley de Administración Financiera y diversos aspectos coyunturales, han motivado el uso de los precios de los energéticos o -principalmente hidrocarburos- como instrumento de captación de ingresos fiscales o de eje-

cución presupuestaria, lo cual además de ir en contraposición al objetivo señalado, también ha acarreado serios daños en las estructuras de producción, que a la larga se constituyen en elementos que más bien generan mayor polarización de los estratos sociales de la población. Como menciona Fonseca⁽⁸⁾ "la no satisfacción del costo pleno del suministro por parte de determinados grupos de usuarios lógicamente debe ser cubierta -en el mejor de los casos- por el resto de los consumidores, cuando ello es factible a través de una política y estructura tarifarias para cada tipo de servicios. Aunque también se da lo peor cuando estas deficiencias se cubren por medio de recargos en el precio de otros bienes y servicios, o mediante impuestos nacionales que afectan en forma indiscriminada a toda la población".

El deseo de no crear inconformidad política -entendido en la acepción política electoral- en muchas ocasiones ha llevado el sistema tarifario incluso a la generación de déficits pronunciados de operación en las instituciones proveedoras, lo que necesariamente ha tenido que ser satisfecho a través, directa o indirectamente, de emisiones monetarias por parte del Banco Central, que degenera en inflación y que constituye el medio más positivo para producir redistribuciones negativas en el ingreso nacional. Los ejemplos más recientes de este tipo de distorsiones se encuentran en el pronunciado déficit del ICE de los últimos años, agravado

(8) Fonseca C, Leonel. Subsidios y tarifas de servicios públicos: Algunas reflexiones. Revista de Ciencias Económicas, Volumen III, No.1, 70/75, 1983

por el desmantelamiento de la implantación de los reajustes de tarifas de la electricidad como consecuencia de las barricadas de diversos grupos organizados de la población (1983) y un poco más atrás, en los subsidios cambiarios que durante casi un año irresponsablemente se otorgó a la Refinería Costarricense de Petróleo.

Finalmente, otro de los objetivos de aceptación general ha consistido en la máxima de que hay que incentivar el uso de fuentes de energía de origen interno, y desestimular en lo posible, el uso de combustibles importados.

La implementación de este objetivo en casi todos los casos se ha circunscrito a la posibilidad de sustituir hidrocarburos por electricidad política que hay que calificar con cuidado, además de que en la práctica la mayor parte de las veces las medidas que se toman resultan contradictorias para el logro del objetivo propuesto.

Por una parte debe tenerse en cuenta que posiblemente el país no está en condiciones de soportar un traslado masivo del consumo de hidrocarburos hacia la electricidad, pues hay serias limitaciones en la provisión de hidroelectricidad y posiblemente, los ajustes en la oferta requerirán de apreciables niveles de inversión que necesariamente deberían nutrirse en el ahorro externo, y bajo las condiciones actuales ello es prácticamente imposible.

Por otra parte, en la práctica las diversas medidas implantadas por vía de precios y tarifas, más bien parecen ir en sentido contrario al

logro de la independencia energética del país. Existe una marcada tendencia, principalmente por razones político-electorales a generar distorsiones muy serias en la estructura de la demanda de los distintos tipos de energía.

Generalmente los aumentos en las tarifas eléctricas tienden a castigar más severamente a los sectores de producción, subsidiándose a los consumidores marginales, principalmente domésticos y rurales y algunas empresas grandes. Esto es un abierto desincentivo a la transformación de la mayor parte de los procesos en donde ello es económicamente factible, hacia el insumo de la electricidad y lógicamente un estímulo para mantenerlos en el uso de los hidrocarburos. El hecho de que se incluyan subsidios en el uso de electricidad a ciertas actividades de producción significa dos cosas. Primero, y como consecuencia lógica, las actividades no cubiertas se convierten en subsidiadas, por lo cual se distorsionan sus estructuras de costos de producción. Segundo, las empresas subsidiadas usualmente no tienen por que serlo, puesto que en general son empresas solventes y con capacidad de trasladar por vía precio el aumento en sus costos. En caso de que no sean solventes, se corre el riesgo de que su subsistencia dependa del subsidio, lo cual puede ser una severa distorsión sobre la asignación de los recursos productivos, pues estimularía -aunque podría no ser en todos los casos- el funcionamiento de empresas ineficientes. Otro ángulo del problema lo constituye el hecho de que los sectores subsidiados pueden convertirse en factores de uso ineficiente de los recursos energéticos dada la distorsión de costos, y al representar la energía un simple costo marginal para ellas, es poco importante vigilar por su uso racional. Esto inevi-

tablemente es un hecho que atenta contra las clases sociales más desposeídas que usualmente son las que cargan con el resto de la ineficiencia de los sistemas productivos.

En resumen, casi sin excepción la aplicación de medidas redistributivas a través del sector energético, usualmente crean más perjuicios a las clases que presuntamente se pretende beneficiar, que los beneficios que les acarrearán. Lo que es peor, usualmente esos grupos seudoprivilegiados ni siquiera se dan cuenta del perjuicio, puesto que este en general les llega a través de las grandes variables macroeconómicas del país -por ejemplo los perjuicios de la devaluación, de la inflación, de la ineficiencia en los servicios públicos, etc.- que no tienen, a la mente del lego, porque ser asociadas con las distorsiones, pues tienen el agravante de que sus efectos no son asociados a su verdadera causa.

Por tanto, debe tenerse en cuenta que la aplicación de una política de subsidios o impuestos masivos sobre los precios de los energéticos puede ser un deficiente instrumento de redistribución de ingreso, pues se pueden generar distorsiones en la asignación de los recursos que al final podrían representar una especie de "boomerang" y afectar con más intensidad a los grupos que se pretende beneficiar.

Como se verá en el apartado siguiente, también al menos en el caso de Costa Rica, el manejo inapropiado de la política de precios para cam-

biar la estructura de demanda de energía, puede no producir los resultados esperados pues a la larga únicamente podría transformarse en un desequilibrio temporal que en el mediano o largo plazo por medio de la inflación, neutraliza cualquier logro obtenido en tal sentido.

Por lo tanto el impacto social de cualquier política energética, usualmente debe ser medido en términos de las posibles distorsiones que puede generar en el sistema en comparación con los beneficios que al final produce.

5.3. El uso de los precios de los hidrocarburos como instrumento para cambiar la estructura de la demanda de energéticos

Es de aceptación general el hecho de que el manejo de la política de precios es un medio efectivo para orientar la demanda de los diferentes tipos de energía, y esta es probablemente la justificación fundamental para introducir variaciones asimétricas en sus precios. Como es bien sabido, la progresiva escasez de hidrocarburos ha convertido a esta fuente energética en un factor estratégico que necesariamente hay que considerar al diseñar la orientación de la política energética de cualquier país en el largo plazo. Consecuentemente es relativamente normal que como política conciente, muchos países han adoptado la decisión de manipular los precios de los productos derivados del petróleo, con el objeto de lograr un uso racional de esta fuente y con el fin de

reorientar la demanda hacia otras fuentes alternativas. Es normal además que aún entre los mismos derivados del petróleo se establezcan diferenciales artificiales en sus precios (no necesariamente provenientes de costos diferenciales), con el doble objetivo de desestimular el uso de ciertos tipos de productos en las estructuras de producción o de consumo final, y de introducir subsidios intersectoriales que eventualmente podrían transformar los esquemas de demanda. Esto para enfatizar en mayor proporción en las fuentes energéticas de mayor disponibilidad relativa para el país y fundamentalmente balancear la estructura de la demanda con la estructura de la oferta. Es conocido el hecho de que inevitablemente el proceso de refinación de petróleo conlleva la producción simultánea tanto de productos livianos (gasolina, diesel) como pesados (bunker), por lo cual no puede prescindirse de la producción de algunos de ellos en el proceso general.

Sin embargo, en el caso de Costa Rica, aunque siempre ha habido conciencia a nivel técnico de la necesidad de diseñar una política de precios consistente con los objetivos antes señalados, en la práctica ha sucedido lo contrario, pues en general las estructuras de precios se han tendido a diseñar más dentro de un marco político que técnico, y en la mayor parte de los casos, obedeciendo a factores circunstanciales de corto plazo, y sin considerar todas las connotaciones de largo plazo que conlleva. Por lo tanto cualquier análisis superficial podría conducir incluso a conclusiones heterodoxas o por lo menos extrañas, cuando en la realidad el problema reviste de una serie de facetas interdependientes,

cuya consideración aislada puede conducir fácilmente a errores de apreciación. Por ejemplo, la experiencia empírica parece demostrar que en Costa Rica, los ajustes que los cambios en los precios generan en la de manda son de corto plazo (a lo sumo de 3 a 5 años) apenas durante el tiempo necesario para que el sistema general de precios se reajuste. En este sentido se enmarca un estudio específico realizado recientemente por la Dirección Sectorial de Energía del MIEM, el cual señala que a pesar de que durante el período de enero de 1978 a octubre de 1982, los precios de los hidrocarburos mostraron una sostenida tendencia al alza (del orden de 1000% durante ese período) y a pesar de que las variaciones en los precios relativos entre los diferentes tipos de hidrocarburos (gasolina, diesel oil, kerosene o canfín y el bunker o fuel oil) mostraron un comportamiento asimétrico, no se han observado cambios de importancia en las estructuras de consumo. Como se puede observar en el cuadro No.16 del documento citado, -el cual se reproduce-, la posición ^{que} relativa del consumo de estos hidrocarburos se ha mantenido relativamente constante durante el período de análisis.

CUADRO No.16

COMPOSICION RELATIVA (%) DE LA DEMANDA DE HIDRO- (9)
CARBUROS - PERIODO 1978 - 1982 -

	1978	1980	1982
Gasolinas	40.9	40.6	42.4
Diesel oil	44.4	45.0	43.8
Kerosene	3.1	2.8	1.9
Bunker	11.6	11.6	11.9
	100%	100%	100%

(9) Con base en cifras en colones de 1978

Por otra parte, también concluye el estudio que las variaciones en los precios relativos tampoco han significado cambios en la estructura de producción que impliquen cambios de importancia en las cantidades utilizadas de hidrocarburos con relación al valor agregado a la producción total del país por los cuatro principales sectores consumidores de hidrocarburos: agricultura, industria, construcción y transporte. Esta conclusión se obtuvo con base en el comportamiento de la relación anual entre las ventas de hidrocarburos y el valor agregado conjunto de esos sectores. Las ventas de hidrocarburos se expresaron en valores constantes de 1978, como aproximación de la cantidad real consumida, y de ellas se excluyó las ventas efectuadas al ICE para la generación de electricidad durante las estaciones secas de 1978 y 1979, y tampoco se incluyó las ventas de gasolina, en el entendido de que una alta proporción de la demanda de este producto tiene como destino el consumo final, más que para actividades de producción. Los resultados obtenidos, se muestran en el Cuadro No.17, que se reproduce del documento citado.

CUADRO No.17

RELACION DEL VALOR AGREGADO DE LOS PRINCIPALES
SECTORES CONSUMIDORES CON LAS VENTAS DE HI-
CARBUROS

AÑO	VENTAS/VA COLONES CORRIENTES	VENTAS/VA (COLONES DE 1979)
1978	0,0347	0,0347
1979	0,0476	0,0353
1980	0,0662	0,0358
1981	0,0896	0,0329

De este resultado, en el informe se concluye que el aumento en el precio de los hidrocarburos citados, por unidad de producto, no ha logrado cambiar la relación VENTAS/VALOR AGREGADO (a precios constantes de 1978). La relación se mantiene alrededor de 0,035 en el período. Consecuentemente, y en vista de la evidencia proporcionada por este indicador, se formula a nivel de hipótesis, que los niveles de eficiencia en la utilización de estos hidrocarburos se han mantenido constantes y que los cambios en los precios no han provocado sustituciones significativas por otros tipos de fuentes energéticas.

Sin embargo estas conclusiones deben ser tratadas con mucho cuidado, pues hay muchas probabilidades de que hayan sido obtenidas con base solamente en indicadores parciales que no representan necesariamente el marco completo de referencia de la situación, pues debe considerarse que el período del análisis fue quizá, el período de mayor desequilibrio general de la economía de Costa Rica en toda su historia, con lo cual no es de esperar un comportamiento "normal" y además la mayor parte de los eventuales ajustes podrían tomar un plazo mayor al considerado en el estudio.

Pero es indudable en todo caso, que es necesario un estudio más profundo de esta situación, pues sería sumamente grave para el país el que los precios fuesen un instrumento ineficaz para guiar la política energética.

5.4. Importancia del sector en la industria desde el punto de vista de importaciones y exportaciones

La economía costarricense se caracteriza por jugar un papel fundamentalmente primario-exportador, al igual que el resto de las economías no desarrolladas del continente. Las principales fuentes de divisas y de empleo, y una parte considerable de las materias primas procesadas en el país provienen del sector agropecuario.

Con la incorporación del país al Mercado Común Centroamericano y la política de incentivos al desarrollo industrial, se produjeron cambios importantes en las estructuras de producción y de consumo interno. Mientras en 1963 el sector agropecuario aportaba el 25% del PIB y la industria el 24%; a partir de 1975, el sector manufacturero alcanza y desde entonces sobrepasa el aporte del sector agropecuario al PIB.

Esta expansión del sector industrial se ha basado muy fuertemente en el desarrollo de actividades dedicadas al procesamiento y transformación de materias primas de origen importado, cuya tasa media de crecimiento anual, medida según su valor agregado a precios constantes, sobrepasó el 15% en el período 1963-1974. En contraste, las actividades industriales que procesan materias primas de origen nacional mostró una tasa de crecimiento anual alrededor del 6% en ese período.

Esta asimetría en el crecimiento de ambos subsectores se debió fundamentalmente a los fuertes estímulos generados para el establecimiento de

la inversión extranjera directa, que redundó en un ingreso masivo de capital y tecnología extranjera, que usualmente trascendía la capacidad de los mercados internos del área, demandaban poca mano de obra y un insumo energético (principalmente de petróleo) proporcionalmente elevado.

Conjuntamente con el cambio tecnológico y de la estructura productiva se han producido procesos de concentración especial de la actividad manufacturera, que se ha localizado en el Valle Central, cerca de los principales centros de consumo y suministro, tanto de mano de obra como de servicios públicos.

El proceso se ha traducido en un modelo urbano-industrial fundamentalmente dirigido al mercado interno y fuertemente concentrado en una sola zona. Este esquema de ubicación requiere del transporte de carga desde los puertos de arribo de la materia prima hacia las fábricas, e impone exigencias crecientes a los sistemas de transporte urbano de personas y de acarreo de cargas hacia los centros de consumo más distantes.

Lo importante desde el punto de vista energético, es que el proceso de industrialización no utilizó ni desarrolló un sistema de transporte basado en fuentes internas de energía, también como consecuencia de la inadecuación de la tecnología del transporte. De esta manera, no solo a través de sus requerimientos directos, sino también a través de las actividades indirectas de transporte, el sector manufacturero importador elevó considerablemente su demanda de hidrocarburos. En el cuadro 18 puede apreciarse esta tendencia.

CUADRO N° 18

PRECIOS PROMEDIO DEL CAFE Y DEL PETROLEO

1972 - 1983

AÑO	PRECIO PROMEDIO FOB DEL CAFE (\$/QQ)	PRECIO PROMEDIO CIF DEL PETROLEO (\$/BARRIL)	PODER DE COMPRA DE 1 QQ DE CAFE (BARRILES)
1972	41.61	3.64	11.43
1973	59.31	5.06	11.72
1974	63.67	13.20	4.82
× 1975	57.93	12.21	4.74
1976	110.18	12.81	8.60
1977	217.17	14.54	14.93
1978	167.10	14.32	11.67
1979	148.95	23.04	6.46
1980	158.81	33.87	4.69
1981	118.00	37.76	3.13
1982	126.00	36.51	3.45
1983	98.7 (10)	27.01 (11)	3.65

FUENTE: Banco Central de Costa Rica

(10) Promedio enero - julio 1983

(11) Promedio enero - setiembre 1983

CUADRO N°19EXPORTACIONES FOB DE CAFE Y PRECIOPROMEDIO DEL PETROLEO

1972 - 1983

AÑO	EXPORTACIONES FOB DE CAFE (MILLONES DE \$)	PRECIO PROMEDIO CIF DEL PETROLEO (\$/BARRIL)	PODER DE COMPRA DE LA COSECHA DE CAFE (MILES BARRILES)
1972	77.9	3.64	21,387.6
1973	94.0	5.06	18,579.4
1974	124.8	13.20	9,596.7
1975	96.9	12.21	7,936.7
1976	153.9	12.81	12,014.7
1977	319.2	14.54	21,954.5
1978	313.7	14.32	13,613.7
1979	315.4	23.04	13,689.5
1980	247.9	33.87	7,319.2
1981	249.1	37.76	6,358.6
1982	236.7	36.51	6,483.2
1983	211.0 (12)	27.01	7,811.9

FUENTE: Banco Central de Costa Rica

(12) Proyección.

En consecuencia, la combinación de economía agraria exportadora con un sector industrial que avanzó básicamente hasta la etapa de sustitución de artículos terminados de uso final y que depende estrechamente de la importación de sus insumos esenciales, ha generado un sistema económico sumamente susceptible a las variaciones en las condiciones comerciales y financieras del resto del mundo, según se detalló anteriormente.

Por lo tanto, el aumento en los precios internacionales del petróleo y sus derivados repercute directamente sobre el resto de las importaciones deteriorando considerablemente los términos de intercambio del país.

En el cuadro 19 se presenta el comportamiento relativo de los precios del café y del petróleo durante los últimos años como indicador del deterioro experimentado por los términos de intercambio. Considerando que parte muy importante de las importaciones son materias primas y bienes de capital para la industria, esto ha visto reducir su capacidad de competencia en los mercados externos, principalmente por problemas de eficiencia. Además, para sostener el funcionamiento de la planta industrial del país ha sido necesario destinar proporciones aceleradamente crecientes de las escasas divisas disponibles para atender los requerimientos de este sector, lo que no siempre ha sido posible hacer, al menos a la velocidad necesaria y se ha transformado en un deterioro masivo de los niveles de producción industrial en los últimos tres años.

Todas estas condiciones se transforman en presiones a la alza del tipo de cambio y al concretarse las devaluaciones, se acelera el proceso de inflación interna.

Esta flexible demanda de divisas proveniente del sector industrial ha establecido una especie de embargo sobre las divisas de exportación, y ha provocado una mayor necesidad de recurrir al endeudamiento externo con el fin de financiar proyectos de desarrollo en otras áreas, como salud, educación, infraestructura, etc. Esto se ha agravado aún más a través del aumento de la carga financiera ligada al proceso de endeudamiento externo y aún más al endurecerse las condiciones de plazos y tasas de interés en los mercados financieros internacionales, agudizados a su vez aún más para el país, al perderse la liquidez externa.

Consecuentemente el desarrollo de un sector industrial altamente dependiente del sector externo, y a su vez con una elevada propensión al consumo energético, principalmente hidrocarburos ha elevado sustancialmente la demanda de energía importada, tanto desde el punto de vista de importaciones directas de energía (importaciones de petróleo básicamente), como de bienes de capital para la producción y transmisión de energía. Este crecimiento acelerado, probablemente no se ha visto compensado por exportaciones de energía de igual magnitud, por lo cual, el saldo neto sobre la balanza de pagos es negativo.

Hasta el momento no se ha desarrollado ningún estudio que identifique al importe neto del sector energía sobre la balanza de pagos, por lo cual los argumentos anteriores no pueden ser sustentados con resultados empíricos que den una idea exacta de su importancia, aunque no cabe duda que son importantes. Un estudio de esta naturaleza debería incluir no solo las importaciones directas de energía (energéticos) y bienes de capital

para producirlos, sino que debería evaluar el componente energético de los bienes y servicios que se importan y que se exportan, lo cual indudablemente es una tarea difícil y no carente de posibilidades de error.

6. Análisis Histórico de la Organización y Funcionamiento del Sector

6.1. Sociedad y Energía

El desarrollo histórico de la sociedad humana está articulado a tipos y formas de utilizar los recursos energéticos. La utilización de las primeras herramientas señala la transformación que de su propia energía puede hacer un ser vivo. A esta capacidad energética propia agregará luego la de otros elementos -siendo el fuego el primero- y la de otros seres vivos -en el uso de la carreta y posteriormente de los carros de guerra-. La búsqueda y explotación de nuevas fuentes de energía se incorpora a la agenda de la humanidad.

La utilización de la fuerza eólica, hidráulica y posteriormente la máquina de vapor, impulsan el desarrollo tecnológico aumentando la capacidad de producción y comercio. Se inaugura la era de la Revolución Industrial, que traduce, desde el punto de vista energético, el desplazamiento de la energía de baja temperatura por otra de alta temperatura, producto de la combustión del carbón. Pero también se modifica el paisaje social, con el desarrollo de las ciudades y la ocasión de los Estados Nacionales, al mismo tiempo que se torna más compleja la división social del trabajo, intensificándose la lucha de clases.

La explotación de los hidrocarburos y los efectos del descubrimiento de la radiactividad natural (Becquerel, 1896) y de la radioactividad artificial (Curie, 1934), dominan el presente siglo, produciendo una transformación tecnológica sin precedentes (la electrónica, la producción de sin

téticos, la petroquímica, la fisión del átomo) que culmina con la paulatina conquista del espacio sideral. El proceso productivo se desagrega, las distancias se acortan, las relaciones sociales se modifican,

6.2. La organización del sector de energía en Costa Rica

6.2.1. Los primeros pasos:

En las últimas décadas del siglo XIX los costarricenses aún vivían sus tertulias nocturnas a la luz de las candelas y aún a principios del siglo el transporte se realizaba en carreta de bueyes y a lomo de mula. Poco después se incorporan en esta actividad los ferrocarriles al Atlántico y al Pacífico, cuyas máquinas generadoras de potencia eran calderas de vapor, producido a partir del calor generado por la combustión de leña o carbón. Las calderas de ingenios y beneficios de café quemaban leña o bagazos; la industria era artesanal y casera.

6.2.1.1. El desarrollo de la energía eléctrica⁽¹³⁾

En 1884 se construyen las primeras instalaciones para dotar de fuerza eléctrica a la Ciudad de San José. La primera planta, con una capacidad de 50KW, se instaló en Aranjuez. Su éxito condujo rápidamente a la construcción de otras tres plantas: una con capacidad de 200 KW en el Río Torres la cual desapareció en 1908; otra en Río Segundo de Alajuela, con capacidad de 100 KW y la tercera en Porrosatí de Heredia, con una capacidad de 400 KW

En 1900 el señor Minor Keith, cofundador de la United Fruit Company en 1899,

(13) Tomado de: La Generación de Energía Eléctrica en C.R., en El ICE San José, 1981

y quien había financiado algunas de las plantas ya instaladas, formó la compañía "The Costa Rican Electric Light and Traction", que puso en servicio, en 1912, dos unidades de 500 KW en la planta de Brasil. El año anterior, don Felipe J. Alvarado había fundado la Compañía Nacional de Electricidad, con dos unidades que producían 2,500 KW en la planta de Belén. De entonces a 1922 ambas compañías hicieron adiciones por un total de 1,400 KW en las plantas mencionadas.

En 1922 surgió otra compañía llamada "Compañía Nacional Hidroeléctrica S.A.", la cual construyó la planta de Electriona con una capacidad de 2,720 KW.

No obstante el aumento en la capacidad instalada, la demanda de fuerza eléctrica crecía aceleradamente y los accionistas de estas compañías no pudieron suplir el capital necesario a un plan de construcción acorde con el ritmo de crecimiento que presentaba la demanda.

La American Foreign Power Company Inc., que a su vez era subsidiaria de la Electric Bond and Share, controló en 1928 las actividades de las tres compañías al comprar la mayor parte de las acciones. Se efectuó de hecho un monopolio de las actividades relacionadas con la industria eléctrica del país. Esta acción coincidió con la política mundial de explotación de los servicios públicos, y marca el comienzo de una etapa en que la Industria Eléctrica Nacional se transforma en subsidiaria de intereses inversionistas desligados del país y no residentes en éste, interesados solamente en sus dividendos y no en los problemas y necesidades nacionales.

En 1927 un grupo de costarricenses, en el marco de las tendencias mundiales hacia la explotación de Sistemas Eléctricos Nacionales que había estimulado el éxito del GOELRO⁽¹⁴⁾ en la Unión Soviética, fundaron la "Liga Cívica" y posteriormente en 1945, la "Asociación para la Defensa del Consumidor Eléctrico". El Gobierno, a su vez, decidió crear el Servicio Nacional de Electricidad, al que se le encomendó como función principal llevar a cabo la nacionalización de la Industria Eléctrica mediante la adquisición, construcción, operación y mantenimiento de plantas eléctricas.

El Servicio Nacional de Electricidad, debido principalmente a razones de índole económica, se vio incapacitado para cumplir con la función referida, y se limitó a desarrollar actividades de regulación y control de las empresas particulares y el otorgamiento de concesiones o derechos sobre aguas para regadíos y fuerza eléctrica.

Es importante mencionar que aunque las actividades desarrolladas por la "Liga Cívica" el Servicio Nacional de Electricidad y la "Asociación para la Defensa del Consumidor Eléctrico", no lograron controlar la acción monopolizadora de la American Foreign Power Co. (Compañía Nacional de Fuerza y Luz), si dieron origen, con el correr de los años, a un movimiento gradual de opinión pública y conciencia cívica, que posteriormente propició e impulsó las gestiones de construcción de la Planta de Heredia (Carriillos de Poás) y planteó la urgente necesidad de proceder a la construcción de un Sistema Eléctrico Nacional, prueba fehaciente de estos conceptos lo

(14) GOELRO: Plan Estatal para la Electrificación de Rusia, 1920

constituye el "Plan General de Electrificación para Costa Rica", presentado el 2 de diciembre de 1948 por un grupo de ingenieros civiles y eléctricos a la Junta Directiva del Banco Nacional de Costa Rica, para que ésta a su vez lo sometiera a la consideración del Gobierno de la República.

El 8 de abril de 1949 la entonces Junta de Gobierno emitió el Decreto 449 creando el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), con facultades amplias para buscar una solución a la crisis de energía eléctrica. Se le atribuyeron como funciones:

- a) Dar solución pronta y eficaz a la escasez de fuerza eléctrica en la nación cuando ella exista, y procurar, que haya en todo momento energía disponible para satisfacer la demanda normal y para impulsar el desarrollo de nuevas industrias, el uso de la electricidad en las regiones rurales y su mayor consumo doméstico. Las principales gestiones del Instituto se encaminarán a llenar este objetivo, usando para ello todos los medios técnicos, legales y financieros necesarios, y su programa básico de trabajo será el de construcción de nuevas plantas de energía hidroeléctrica y de redes de distribución de la misma. Esta tarea será llevada a cabo dentro de los límites de las inversiones económicamente justificables.

- b) Promover el desarrollo industrial y la mayor producción nacional haciendo posible el uso preferencial de la energía eléctrica como fuente motriz y de calefacción, y ayudando por medio de asesoramiento y de la investigación tecnológica al mejor conocimiento y explotación

de las fuentes de riqueza del país.

En 1953 el ICE adquirió el antiguo Sistema Saxe que servía las poblaciones de Limón, Turrialba, Cartago, San Ramón, Palmares y Puntarenas; posteriormente estos sistemas de distribución fueron totalmente reconstruidos. Por otro lado, la planta diesel de Colima, construida en 1956 con una capacidad de 12.000 KW, respondía a la demanda del Area Metropolitana; hoy día su capacidad ha sido aumentada a 19.540 KW.

Pese a estos esfuerzos dentro de cauces "tradicionales" la solución básica a los problemas eléctricos de Costa Rica fue pensada en el ICE mediante la construcción de grandes proyectos hidroeléctricos. La primera gran central construida en el país fue la planta de La Garita, sobre el Río Grande de Tárcoles, que entró a operar con una capacidad de 30.000 KW en 1958. En 1963 entra en función la planta hidroeléctrica de Río Macho, construida sobre este afluente del Reventazón. Tres años después empieza a operar la planta de Cachí, sobre el lecho del Río Reventazón, con una capacidad de 64.000 KW y con características de construcción que la hacen la primera en su género en Centroamérica. El Proyecto Hidroeléctrico Tapantí es una ampliación del Complejo Hidroeléctrico de Río Macho, que permitió elevar la capacidad de esta planta a 120.000 KW; igualmente, se procedió entre 1976 y 1978 a la ampliación de la planta Cachí, aumentando su capacidad instalada a 100.800 KW.

En agosto de 1974 se inició la construcción del desarrollo hidroeléctrico de la cuenca del Río Arenal, que fue inaugurado en su primera fase -P.H. ARENAL- el 9 de diciembre de 1979. Esta planta tiene una capacidad de

157.000 KW, lo que la convierte en la de mayor importancia del Sistema Nacional Interconectado (SNI). La segunda fase del Complejo Arenal -P.H. Corobicí tiene una capacidad de 174.000 KW. Paralelamente a la construcción del Complejo Arenal se iniciaron los estudios tendientes al desarrollo del P.H. BORUCA -la mayor reserva hidroeléctrica del país- orientado fundamentalmente a la producción de energía eléctrica para el consumo industrial y la exportación; este proyecto fue suspendido temporalmente en 1982, aduciendo problemas financieros.

Es necesario mencionar que el desarrollo del Complejo Arenal fue el detonador de la experiencia nacional en reubicación de poblaciones en forma sistemática, planeada. En efecto, hasta 1973 y excepción hecha del caso de Calle Loaiza (cuya población fue reubicada por la construcción del P.H. Cachí), la construcción de represas había tenido lugar en sitios deshabitados. El Complejo Arenal afectaba directamente a más de 500 grupos familiares de las poblaciones de Arenal y Tronadora, lo que impuso la realización de estudios sociales y el planeamiento, con la comunidad involucrada, de los futuros asentamientos humanos. En 1974 se constituyó en el seno del Instituto Costarricense de Electricidad, el Primer Equipo de Reubicación de Poblaciones del País, con lo que trascendiendo las innovaciones de carácter técnico y tecnológico, se incursiona en lo que con absoluta legitimidad podemos denominar innovación organizativa.

Con la creación del Instituto Costarricense de Electricidad el Estado Costarricense inicia el proceso de control de la industria eléctrica del país. Actualmente esta institución genera el 85% del total de necesidades del Sistema Interconectado; el resto es generado por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A., que sirve en San José y áreas circunvecinas, las Juntas

Municipales de Servicios Eléctricos de Heredia y Cartago y recientemente una empresa privada que aporta energía al SNI. La definición de políticas y la dirección en este dominio, está integrado al Sistema Nacional de Planificación como se expondrá más adelante.

6.2.1.2. El Desarrollo de la Energía de los Hidrocarburos

El mundo moderno se mueve con el petróleo, de cuya influencia y dependencia ningún país ha podido escapar. Por ello, la lucha por su posesión constituye un amplio y complejo capítulo de la historia mundial, que ha tenido por escenario principal el presente siglo.

Nuestro país no constituye la excepción y el nivel de las luchas llegaron incluso al derrocamiento de gobiernos constitucionales. En efecto el Decreto No.5 del 26 de noviembre de 1913, que declaraba "inalienables del dominio del Estado los yacimientos de carbón y los depósitos y fuentes de petróleo y sustancias hidrocarbonadas", propició una lucha que fue relacionada con la caída de don Alfredo González Flores en 1916, en la que tuvieron gran participación el estadounidense Lincoln G. Valentine, representante de la Sinclair Oil y Federico Tinoco, entonces Ministro de Guerra pero también Gerente de la Parismina Banana Company, ligada a la United Fruit Company. Recordemos que la frutera también alimentaba intereses en relación a los energéticos, a través de la compañía "The Costa Rican Electric Light and Traction" fundada por Minor Keith.

El citado Decreto No.5 era ambiguo y daba pie a alegar que se refería solamente a los depósitos de hidrocarburos contenido en el subsuelo de

fincas propiedad del Estado y no de fincas de propiedad privada, En 1936 esta ambigüedad desaparece cuando el Congreso de Costa Rica legisló en forma clara sobre la propiedad inalienable del Estado sobre las riquezas del subsuelo nacional.

Don Cleto González Víquez instala la modalidad denominada "monopolio de la Gasolina" al nacionalizar la importación de productos derivados del petróleo y ponerlos en manos del Banco de Seguros. El "monopolio de la gasolina" se derogó en el marco de la Segunda Guerra Mundial, a través de la Ley No.29 del 29 de diciembre de 1940, Esta ley permitió a las compañías transnacionales la importación y distribución en todo el país de la gasolina, diesel, bunker y canfín, aduciendo que solamente empresas de este tipo podrían garantizar el suministro en época de guerra.

Las dos primeras empresas que se establecieron fueron la ESSO que construyó y comenzó a operar un plantel en Caldera de Puntarenas, y al TEXACO que construyó sus instalaciones en Limón y se dedicó, básicamente, a llenar las necesidades de combustibles de la región Atlántica. Estas dos compañías serán las primeras en realizar importaciones grandes de combustibles: la primera en 1941; bajo la responsabilidad de la ESSO, que descargó en Caldera 20.000 barriles de gasolina, 10.000 de diesel y 5.000 de kerosene o canfín, la TEXACO hizo su primera gran importación en 1942, usando para ello sus instalaciones y el Puerto de Limón. Durante la década de los años treinta las importaciones se hacían en estañones de latón, en los que venían el diesel, la gasolina y el canfín, el volu-

men no era muy grande: en 1932 se importaban 50 estañones mensuales en total,

Los contratos que suscribió entonces el Estado con las compañías distribuidoras transnacionales tenían una duración de 20 años, por lo que vencían a principios de 1961. Para entonces, además de la ESSO, y la TEXACO, operaban en el país las compañías SHELL, CHEVRON y GULF. En 1958, la TEXACO había querido adelantarse a sus competidoras logrando obtener un contrato con el gobierno de Costa Rica para montar una refinería en Limón, pero este contrato no fue ratificado por la Asamblea Legislativa.

Al vencerse los contratos de 1941, el Poder Ejecutivo, sin la aprobación de la Asamblea Legislativa, suscribió nuevos contratos con las compañías importadoras-distribuidoras para que pudieran seguir operando en el país. Sin embargo, la opinión pública nacional se levantó contra ellos y se creó un clima que llevó a que algunas de esas compañías perdieran interés en el negocio y poco a poco dejaran de operar en nuestro territorio.

Ante la conclusión de los contratos de importación y distribución un grupo de costarricenses, con el concurso de firmas extranjeras, constituyó una empresa de carácter privado que se inscribió bajo el nombre de Refinadora Costarricense de Petróleo S.A. -RECOPE-. Esta sociedad presentó al Ministerio de Industrias, en noviembre de 1961, una propuesta para construir en el país una refinadora de petróleo, con el respaldo econó-

mico y técnico de la empresa petrolera estadounidense Fure Oil Company. La propuesta se acogía a lo estipulado por la Ley No.2426 de Protección y Desarrollo Industrial recientemente promulgada, y que otorgaba beneficios especiales en la importación de materia prima, maquinaria y pago de impuestos a las nuevas industrias que se establecieran en el país.

Mientras se discutía la propuesta de RECOPE otras compañías ofrecieron también construir refinerías de petróleo en el país y fue así como el 7 de abril de 1962 aparecieron publicados en la Gaceta Oficial dos contratos administrativos para construir y operar refinerías de petróleo en Costa Rica, suscritos por el Ministerio de Hacienda con las compañías Cerro Azul de México y Texas Petroleum Company de los Estados Unidos. Las dos contrataciones fueron rechazadas por la Asamblea Legislativa por considerarlas inconvenientes a los intereses nacionales.

La negociación con RECOPE culminó con la firma del contrato industrial 53-62 del 24 de noviembre de 1962, que fue ratificado por la Asamblea Legislativa en junio del año siguiente.

La lucha de diferentes empresas por esta concesión permitió al Estado Costarricense obtener mayores ventajas de este contrato-ley. Así, a RECOPE desde su inicio se le dio un carácter fiscal proveedor de recursos económicos para entidades estatales y autónomas, ya que se aprobaron impuestos que afectaban a productos que iba a fabricar y vender esta empresa, a la vez que se destinaban fondos especiales para la Municipalidad de Limón y para la Universidad de Costa Rica, con los que

ésta creó las escuelas de Ingeniería Química, Mecánica y Eléctrica.

El sitio para la construcción de la refinería fue definido en Moín, provincia de Limón, en virtud de la proximidad de los centros surtidores de petróleo crudo o combustibles elaborados y el costo del transporte de la materia prima.

RECOPE inicia su producción en 1967 y desde su inicio se enfrenta a serios problemas; por un lado, la guerra comercial de las transnacionales que operaban en el país y que incluso le habían minado el camino al ofrecerle estimaciones irreales en base a las cuales se diseñaron las instalaciones; y por otro lado, niveles de precios fijados por el Ministerio de Economía, Industria y Comercio que no satisfacían sus intereses y expectativas. A esto vino a sumarse el hecho de que la casa matriz de RECOPE, la Allied Chemical, había vendido sus concesiones petroleras de producción en Venezuela, quedando en manos de otras empresas transnacionales del todo ajenas a sus intereses en lo que concernía el suministro y abastecimiento de crudo para la refinería en Limón.

En 1968, un año solamente después de iniciada la producción, la Allied Chemical Corporation acordó venderle la refinería de Limón a una de las transnacionales que operaban en Costa Rica, la Compañía GULF, pero la Asamblea Legislativa no autorizó el traspaso.

La denominada "crisis del petróleo" que sacudió la economía mundial en 1973, agudizó la situación de RECOPE, que ahora debía enfrentar un au-

mento permanente en los costos de su materia prima, el transporte, etc. La refinería no podía crecer al ritmo en que aumentaba en el país el consumo de combustibles, que además por su parte crecía en forma distorsionada al aumentar el consumo de diesel en un porcentaje mucho mayor que el del consumo de otros combustibles, como la gasolina y el bunker.

En estas condiciones RECOPE no podía cumplir con el compromiso adquirido en el contrato-ley, que la obligaba a ampliar la refinería para poder satisfacer plenamente las demandas del consumo nacional, y decidió ofrecer al Gobierno de la República las acciones de la empresa que estaban en su poder. El 20 de setiembre de 1973 el Estado Costarricense adquirió, por la suma simbólica de un dólar, el 65% de las acciones de RECOPE que estaban en poder de la Allied Chemical. Estas acciones, sumadas al 15% que le había concedido el contrato-ley, le permitió el control del 80% de las mismas. En octubre del año siguiente, el Estado adquirió el 20% restante que aún se encontraban en manos de particulares, convirtiéndose así en el dueño absoluto de la empresa,

La propiedad total de RECOPE facilitó al Estado el control de la distribución de combustibles en el territorio nacional, la que se nacionalizó en su totalidad en setiembre de 1975. La venta directa al consumidor se mantuvo con carácter privado, ya que el contrato que regula la actividad de la empresa la inhibe de operar estaciones de servicio.

La propiedad estatal sobre la empresa petrolera no solo favorece su integración al Sistema Nacional de Planificación, a través de la constitución de un subsector específico, sino que también favorece al abastecimiento permanente y seguro de crudo, pues al pasar la producción petrolera mundial a manos de los gobiernos de los países productores organizados, este abastecimiento se garantiza mediante negociaciones y acuerdos de gobierno a gobierno. Los acuerdos bilaterales firmados con los gobiernos de México y Venezuela (actualmente modificados) son un ejemplo de esta modalidad.

6.2.2. Hacia una política energética nacional:

Durante los últimos diez años, durante los cuales el Estado Costarricense ha ejercido el control sobre la casi totalidad de las instituciones que tienen que ver con los recursos energéticos, se han realizado diversos esfuerzos por lograr su coordinación e integración.

En todos los casos se parte de la constatación de un crecimiento distorsionado y desequilibrado de la producción y del consumo en relación a los recursos energéticos disponibles. Esta preocupación aumenta en el marco de la crisis fiscal actual pues, obviamente, la importación de hidrocarburos (que constituyen aproximadamente el 70% del consumo total de energía comercial) presiona fuertemente la balanza de pagos.

Se señala como causas de este crecimiento distorsionado del sector energía el escaso desarrollo de los recursos energéticos nacionales, la ausencia en el pasado de un adecuado ordenamiento institucional que ha impedido un enfoque integral del problema energético y la falta de recursos humanos especializados. Todas las causas apuntadas tiene a la base la ausencia de planeamiento energético integral a lo largo de la historia del país, lo que ha auspiciado un conjunto de acciones incoherentes y aisladas, que parecen no considerar las recomendaciones que surgen de los estudios realizados. Un estudio reciente sobre los principales proyectos existentes o en vías de concreción avanzada concluye:

- Todos los proyectos son esfuerzos aislados, con muy poca o ninguna coordinación entre sí y no responden, por lo tanto, a ninguna política ni orientación general definida a nivel nacional.

- El mayor desorden se produce en el campo de la investigación tecnológica en fuentes no convencionales de energía, donde existen más de 20 proyectos en distintas instituciones, con una notable dispersión de objetivos y duplicación de esfuerzos. Además la investigación se centra casi exclusivamente en el aspecto científico-tecnológico, dejándose de lado en la mayoría de los casos la evaluación del recurso energético y la posible aplicación de estas fuentes de energía desde el pun

(15) Planificación Integral del Sector Energía, Documento del Proyecto PNUD/GOBIERNO DE COSTA RICA, abril de 1981.

to de vista de su penetración en la demanda a nivel nacional e regional. Solamente en el ICE, en un proyecto al margen de los indicados, se está realizando una evaluación del recurso de energía solar y eólica.

- Existen algunos proyectos en desarrollo o en gestión llevados a cabo por organismos regionales centroamericanos que podrían catalogarse como casi desconectados de la realidad nacional, los que llevan a cabo sus trabajos en forma prácticamente independiente y con poca participación de los organismos nacionales.

Sin embargo, es necesario mencionar que la persistencia de esta situación en la última década ha sido favorecida por los efectos de la denominada "crisis de petróleo", que constituyó uno de los primeros indicadores impactantes de la actual crisis económica que, en su conjunto, restringe los medios y posibilidades de acción para la transformación de estas condiciones y propicia más bien la instrumentalización de medidas coyunturales, de emergencia, que no producen los resultados deseados para corregir las fallas estructurales.

Pese a ello, en el último quinquenio se observan cambios importantes hacia la búsqueda de una solución. Ya el Primer Seminario Nacional de Energía, celebrado en agosto de 1978, estudió la posibilidad de explotar fuentes no tradicionales de energía, tales como la eólica, solar, geotérmica y oceánica; un año después el Programa Energético del Istmo Centroamericano (PEICA), patrocinado por las Naciones Unidas, se inició en Costa Rica, o-

orientado al desarrollo de instrumentos de planificación energética, Como contrapartida nacional de este proyecto se creó la Comisión Nacional de Energía, adscrita al Instituto Costarricense de Electricidad, con una Secretaría Técnica de Energía como órgano ejecutor. Su vida "independiente" será de corta duración pues un año después todas las instituciones relacionadas directa o indirectamente con los recursos energéticos serán ubicadas en el seno del Sistema Nacional de Planificación.

(16)

6.2.2.1. El Sistema de Planificación Nacional

La Ley No.5525, de mayo de 1974, reorienta los esfuerzos de planificación que el país venía realizando desde 1963 y crea el actual Sistema de Planificación Nacional. Este Sistema tiene una dirección política constituida por la Presidencia de la República, a través de los Despachos del Presidente y del Ministerio de Planificación; un órgano central de planificación, constituido por MIDEPLAN; y tres subsistemas básicos de planificación, creados por decretos ejecutivos: subsistema de Planificación Regional, de Planificación Sectorial y de Reforma Administrativa, todos coordinados por MIDEPLAN.

La razón de ser de los subsistemas es que integran a los superiores políticos y técnicos regionales y sectoriales de la planificación y de la Reforma Administrativa para crear órganos e instancias que analizan y desagregan o agregan según sea el caso, los lineamientos de política a través de la Presidencia de la República y de MIDEPLAN en asignaciones específicas de las regiones, de los sectores y en materia de Reforma Administrativa, y que a su vez integran el aporte de éstos, de abajo ha-

(16) OFIPLAN: El proceso de planificación integral en Costa Rica, Presidencia de la República, 1981.

cia arriba,

La principal característica de estos subsistemas es la de que no son niveles de ejecución, sino de análisis, estudio, interpretación y desagregación de políticas gubernativas, así como niveles que garantizan la ejecución de políticas, planes y programas.

La política institucional es responsabilidad interna de cada sector en particular, de tal suerte que en dicho nivel se realiza la asignación específica de funciones y actividades a cada institución. MIDEPLAN no dirige ni orienta las políticas institucionales, sino que colabora en la elaboración de los lineamientos de política para cada sector, además de que por Ley y conveniencia técnica debe preocuparse adicionalmente de la programación y control de inversiones y de la compatibilización de la asistencia técnica internacional con el Plan Nacional de Desarrollo, así como de la concesión de prioridades para el Presupuesto del Gobierno Central. Se asume que las instituciones no pueden funcionar hasta que no se les haya dado lineamientos globales, regionales y sectoriales de política de Gobierno.

Los subsistemas realizan labores claras de integración interinstitucional o intersectorial, con proyección en todas las fases del proceso de planificación y con atribuciones de agregación-desagregación de políticas, tareas y actividades sobre la totalidad de las instituciones de la Administración Pública.

6.2.2.2. La integración del Sector Industria, Energía y Minas

El Decreto Ejecutivo No.9644-P-OP del 20 de febrero de 1979 establece el Subsistema de Planificación Sectorial en el seno del Sistema de Planificación Nacional. Su promulgación impone la organización inmediata de los sectores que lo integrarán. Es así como el Decreto Ejecutivo No. 11145-E-OP, del 13 de febrero de 1980 establece el Sector Energía, considerando que "es de gran importancia el estudio, la fijación de objetivos y el establecimiento de planes y programas con perspectiva global para la actividad de energía, lo cual hace necesario establecer los mecanismos de coordinación entre los entes estatales relacionados en forma directa con el Sector Energía".

La conformación del Sector Energía creó el cargo de Ministro de Energía, "sin cartera", lo que obviamente limitaba de partida la obtención de recursos para su labor. El Ministro encabezaba el sector, por su carácter de coordinador del mismo; los otros intergrantes eran, OFIPLAN (hoy MIDEPLAN); el Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes; el Ministerio de Obras Públicas y Transportes; el Ministerio de Economía, Industria y Comercio; el Instituto Costarricense de Electricidad; el Servicio Nacional de Electricidad; la Refinadora Costarricense de Petróleo S.A., la Corporación Costarricense de Desarrollo S.A., la Corporación Costarricense de Desarrollo S.A. y cualesquiera otras instituciones que determine el Presidente de la República, atendiendo propuesta del Ministro de Energía.

La estructura del Sector Energía contenía el Consejo Nacional Sectorial

de Energía; la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial de Energía (SEPSE); los Comités Sectoriales Regionales de Energía; y "todos los mecanismos de coordinación y asesoría, comisiones, comités, y en general todos los que se establezcan por decisión del Ministro de Energía"

Las actividades de asistencia técnica, junto con el grupo de trabajo de la Secretaría Técnica de la Comisión Nacional de Energía, que operaba en el ICE como contraparte nacional del PEICA, fueron transferidos a la SEPSE en 1981. Esta secretaría, al igual que el Ministro coordinador del Sector, carecían de personería jurídica lo que, sin lugar a dudas, dificultó significativamente la obtención de los recursos necesarios a su consolidación. Por otra parte, las funciones otorgadas a los organismos del sector así como a su Ministro no favorecieron la dirección efectiva del sector puesto que se planteaban a nivel de coordinación y no de conducción.

El cambio de administración en mayo de 1982 produjo el Decreto Ejecutivo No. 14434-MEIM-PLAN del 23 de marzo de 1983, que deroga el mencionado Decreto 11145-E-OP y estructura el Sector Industria, Energía y Minas, jurídicamente constituido, y provisto de los elementos necesarios para una efectiva conducción política y una eficaz coordinación sectorial. La creación de este nuevo sector se justifica porque "es conveniente agrupar las instituciones, programas y actividades públicas en materia de industria, energía y minas con el objeto de imprimir un mayor grado de coordinación, de eficiencia y eficacia, en la Administración y Desarrollo del Sector de Industria, Energía y Minas" que "tiene importancia tanto

- El Ministerio de Agricultura y Ganadería
- El Ministerio de Economía y Comercio
- El Instituto Nacional de Aprendizaje
- La Universidad de Costa Rica
- La Escuela Centroamericana de Geología
- El Instituto Tecnológico de Costa Rica
- La Comisión Nacional de Energía Atómica; y

k) Cualesquiera otras instituciones que determine el Presidente de la República atendiendo propuesta del Ministro de Industria, Energía y Minas.

La estructuración del Sector, que presenta el esquema que seguidamente se incluye, muestra una división en subsectores que es única en el Sistema de Planificación Nacional y que se justifica por sí sola a partir de la existencia de un Ministerio responsable de los tres.

Por otro lado, es necesario relevar que, si bien el Ministerio de Industria, Energía y Minas se coloca como el primer integrante de este sector, todos los poderes de decisión están centralizados en la persona del Ministerio del ramo, en su carácter de director y coordinador del sector; el Ministerio como institución no disfruta de estas atribuciones, sea en su totalidad o a través de organismos internos. Las potestades y responsabilidades ministeriales se ven sensiblemente aumentados, aumentando con ello el nivel de centralización que se orienta a la coordinación interinstitucional e intersectorial.

para el desarrollo económico como para la cohesión social y política del país". Igualmente, porque "la Ley General de la Administración Pública introduce un régimen jurídico novedoso para fortalecer la acción directa del Gobierno en particular sobre los entes descentralizados incorporando potestades y responsabilidades ministeriales que es indispensable canalizar y reglamentar adecuadamente".

En su Artículo 2o. el Decreto No. 14434-MEIM-PLAN expresa la integración del Sector Industria, Energía y Minas. A saber:

- a) El Ministerio de Industria, Energía y Minas
- b) El Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica
- c) El Ministerio de la Presidencia
- ch) El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)
- d) La Refinadora Costarricense de Petróleo S.A. (RECOPE)
- e) El Servicio Nacional de Electricidad (SNE)
- f) La Corporación Costarricense de Desarrollo S.A. (CODESA)
- g) El Centro para la Promoción de las Exportaciones y de las Inversiones (CENPRO).
- h) El Sistema Bancario Nacional por medio del Banco Central
- i) El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT).
- j) Serán instituciones de apoyo a la actividad sectorial, a través de los programas o actividades afines al Sector Industria, Energía y Minas, las siguientes:

En efecto, es la persona del Ministro de Industria, Energía y Minas quien define "conjuntamente o en consulta con el Presidente de la República, la política de Gobierno para el Sector Industria, Energía y Minas". Asimismo, dirige y coordina a los entes descentralizados del Sector, tanto a nivel nacional como regional; aprueba el presupuesto, nombra y remueve el Director de la Secretaría Ejecutiva de Planificación de su sector, nombra las comisiones de trabajo, aprueba el respectivo Plan o Programa.

El órgano de coordinación por definición lo constituye el Consejo Nacional Sectorial de Industria, Energía y Minas, que también es presidido por el Ministro del ramo. Además del Ministro, este órgano incluye los Ministros de Planificación Nacional y de la Presidencia; los Presidentes de las instituciones que integran el sector (cf. P.16) y "los funcionarios de la más alta jerarquía institucional que por su naturaleza tengan relación o pertenezcan al sector, cuando sean llamados por el Ministro de Industria, Energía y Minas".

El órgano ejecutor lo constituye la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial de Industria, Energía y Minas, cuyo Director actuará como "colaborador directo del Ministro Sectorial y será así mismo el Secretario Ejecutivo del Consejo Nacional Sectorial de Industria, Energía y Minas, participando en sus sesiones con derecho a voz". Este órgano es también el responsable de establecer adecuados medios de comunicación con las instituciones del Sector, así como de mantener un centro de documentación e información del Sector, que sustente el análisis y la toma de decisiones, dentro del marco de referencia del Sistema de Planificación Nacional,

La Comisión Consultiva del Sector se constituye buscando la participación de organizaciones nacionales privadas y populares en la elaboración de la política sectorial. Tiene entre sus funciones "valorar las políticas y acciones del sector exponer inquietudes y recomendar al Ministro lo pertinente". Responde a la exigencia del proceso de planificación de lograr la participación de toda la población involucrada,

El flujo "hacia afuera" del sector se sustenta y parte de las instituciones que lo integran, vía constitución de una Dirección Regional en cada una de ellas. Los Directores Regionales que las diferentes instituciones tengan en una determinada región se integran en un Comité Sectorial Regional del Sector Industria, Energía y Minas, cuyo coordinador forma parte del Consejo Regional de Desarrollo y del Comité Técnico Intersectorial Regional -presentes en cada una de las cinco regiones del país- así como de cualquier otro foro que en la respectiva región demande la participación del Sector.

6.2.2.3. La integración del Subsector Energía

Como se expresara en líneas arriba, el Sector de Industria, Energía y Minas es el único que presenta una división en subsectores. Cada subsector cuenta con un Coordinador Subsectorial que puede ser el Ministro Sectorial su Viceministro, el Presidente Ejecutivo de alguna institución del Subsector o algún otro funcionario de alto nivel nombrado por el Ministro de Industria, Energía y Minas; un Consejo Subsectorial, integrado por los res-

pectivos Presidentes Ejecutivos de las instituciones del Subsector o los Gerentes Generales que éstos designen y el Director o Subdirector de la División de Planificación y Coordinación Sectorial del Ministerio de Planificación Nacional; una Secretaría Técnica Subsectorial, desempeñada por un Secretario Técnico Subsectorial quien la dirigirá, así como por el personal técnico, administrativo y de apoyo, aportados por las instituciones que conforman el sector; y un Comité Técnico Subsectorial conformado por el respectivo Secretario Técnico Subsectorial de Industria Energía y Minas quien lo presidirá y por los jefes de las unidades de planificación de las instituciones que conforman cada Subsector (UPI en el esquema de organización p.17).

Es necesario aclarar que en el caso del Subsector Energía los esfuerzos de organización que precedieron la instalación de la actual estructura mantienen denominaciones que no corresponden exactamente a lo anteriormente expresado para todos los subsectores del Sector de Industria, Energía y Minas. En otras palabras, la antigua SEPSE se denomina Dirección Subsectorial de Energía (y en la opinión no especializada Dirección General de Energía), asumiendo las funciones y atribuciones de la Secretaría Técnica Subsectorial de que habla el decreto que crea este sector. Este es el órgano que dirige actualmente el Dr. Jorge Blanco.

También es necesario aclarar que, al igual que las instituciones que integran el sector, los órganos mencionados en el Decreto no pertenecen, institucionalmente, al Ministerio de Industria, Energía y Minas, aunque en algunos casos sean presididos por el Ministro del mismo que lo hace en su carácter de Director y Coordinador del Sector. En su estructura

interna dicho Ministerio mantiene algunas secretarías especializadas en aspectos energéticos pero no constituye Direcciones o Secretarías Generales para cada una de sus áreas de acción ministerial porque ello sería crear organismos paralelos a los ya establecidos con la coordinación del Ministerio de Planificación Nacional y de cuyas labores se beneficia sin que tenga que asumir la totalidad de los costos de funcionamientos, ya que éstos son suplidos por las instituciones que integran el subsector.

El subsector ENERGIA está coordinado por el Dr. Roberto Dobles, Presidente Ejecutivo de RECOPE. Integran este Subsector:

- a) El Ministerio de Industria, Energía y Minas
- b) El Ministerio de Planificación y Política Económica
- c) El Instituto Costarricense de Electricidad
- ch) La Refinadora Costarricense de Petróleo
- d) El Servicio Nacional de Electricidad
- e) El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas
- f) Serán instituciones de apoyo, a través de los programas y proyectos afines al Subsector Energía, las siguientes:
 - El Ministerio de Agricultura y Ganadería
 - El Ministerio de Obras Públicas y Transportes
 - El Sistema Bancario Nacional, a través del Banco Central
 - El Instituto Nacional de Aprendizaje
 - La Universidad de Costa Rica
 - El Instituto Tecnológico de Costa Rica; y
- g) Cualesquiera otras instituciones que determine el Ministro de Indus-

tria, Energía y Minas.

La puesta en funcionamiento de esta estructura, que es el desemboque logrado de diversos esfuerzos de organización del desarrollo energético nacional, pretende realizar una efectiva coordinación e integración de las instituciones relacionadas directa o indirectamente con los recursos energéticos, a efecto de elaborar y poner en práctica una política energética para el país que propicie las transformaciones necesarias para su corrección y articulación al desarrollo nacional global. Se inicia así la instrumentalización de un sistema permanente de planeamiento energético, que es una prioridad nacional, y en el seno del cual se tomarán las decisiones que afecten el desarrollo energético en base a estudios que brinden los elementos de juicio necesarios para ello. Esto permitirá manejar el subsector-energía en base a un apoyo efectivo y real de las instituciones que lo integran, priorizando los proyectos y fijando objetivos claros que eliminen el desorden.

A esta concepción obedece la coincidencia en el tiempo del inicio de la estructuración del hoy subsector energía con el inicio del Programa Nacional de Planeamiento y Desarrollo Energético en el marco del Plan Energético Nacional, y junto con los programas a nivel de inversiones y pre-inversión ya existentes. A medida que se avance en el desarrollo del Proyecto sus resultados se irán incorporando al Plan Energético en forma de decisiones de inversión y pre-inversión de manera que se ejecuten físicamente los programas conducentes a lograr los cambios estructurales requeridos. Es así que se le concibe como proyecto único

en materia de planeamiento energético nacional.

6.2.2.4. El Programa Nacional de Planeamiento y Desarrollo Energético

La planificación en Costa Rica, como en el resto del continente, tropezó con una concepción esterilizada que la definía como un instrumento esencialmente técnico. Los insuficientes resultados obtenidos a partir de esta concepción se atribuyeron entonces a la impericia técnica y no a la falta de voluntad política, a la desconexión de los planificadores de verdaderos procesos de transformación económica y social. El balance evidencia que se buscaba la viabilidad de los planes por la línea de menor roce con los sectores internos y externos interesados en el mantenimiento del statu quo, con lo que se llegó a desvirtuar los objetivos mismos de la planificación. Detrás de la aparente incapacidad técnica se ocultaba la incapacidad de los grupos políticos para obtener consenso sobre sus objetivos.

Los años de experimentación van quedando atrás y no se puede transitar el mismo camino acríticamente. La planificación es política y para que sea efectiva debe ubicarse como parte de un proceso de transformación de las estructuras, como palanca fundamental en manos de quienes ejecuten y sustenten esa transformación.

-El tema de planeamiento energético integral es relativamente nuevo en Costa Rica, no existiendo antecedentes sobre el mismo anteriores a 1979, cuando se pone en marcha el PEICA. En este contexto se inicia

el Programa Nacional de Planeamiento y Desarrollo Energético como respuesta a una situación de descoordinación que, además de conducir a un crecimiento distorsionado, evidenciaba la ausencia de una clara concepción política respecto al manejo del sector energía.

Este proyecto es ejecutado bajo la responsabilidad conjunta del Ministerio de Industria, Energía y Minas, la Refinadora Costarricense de Petróleo y el Instituto Costarricense de Electricidad, por medio de la Dirección Subsectorial de Energía (DSE). Cuenta además con la participación del Ministerio de Agricultura y Ganadería, del de Obras Públicas y Transportes, del de Planificación Nacional, del Servicio Nacional de Electricidad, de la Corporación Costarricense de Desarrollo S.A., de la Universidad de Costa Rica, de la Universidad Nacional, del Instituto Tecnológico y de otras instituciones relacionadas con el sector. En relación a la asistencia técnica y financiera se cuenta con la participación de varios organismos internacionales entre los que se encuentran el PNUD, Banco Mundial, BID, US/AID, JICA (Japón) y el Gobierno de Italia.

Se señalan como objetivos fundamentales del Programa:

- 1) Desarrollar los elementos fundamentales para la instrumentación y consolidación de un sistema permanente de planificación energética a nivel de la formulación, ejecución y control. Estos elementos fundamentales son básicamente tres, los que se esperan tener como resultados directos del programa: Metodología de trabajo, recursos humanos idóneos e infraestructura material.

- 2) Obtener los elementos de juicio necesarios para la toma de decisiones correctas a nivel cualitativo y cuantitativo en relación a opciones energéticas específicas, definiendo los programas concretos de inversión y pre-inversión o desarrollo que pasarán a integrarse al Plan Nacional de Energía. Estos elementos de juicio son precisamente los resultados de estudios integrales a nivel de prefactibilidad o factibilidad técnica, económica y financiera para cada uno de los casos específicos de manera de asignar recursos entre programas realmente viables y debidamente priorizados de acuerdo a las posibilidades del país.

El logro de estos objetivos se canaliza a través de cinco líneas de trabajo, que integran actividades y subproyectos específicos, tal y como se incluye a continuación:

I. Organización Funcional

1. Estructuración del área de planificación y manejo del sector energía.
2. Apoyo a la reorganización funcional de RECOPE
3. Apoyo a la creación de otros entes energéticos ejecutores.

II. Desarrollo instrumentos básicos de planeamiento

1. Estudio de demanda a nivel de uso final y energía útil
2. Sistema de informática
3. Precios de la energía
4. Modelo energético
5. Incorporación de los resultados del Proyecto al Plan Nacional

III. Estudios específicos sobre opciones energéticas

1. Recursos agronergéticos
2. Aprovechamiento integral de la leña (carbón vegetal, etc.)
3. Racionalización del uso de la energía en la industria
4. Racionalización del uso de la energía en el transporte
5. Evaluación de los recursos carboníferos
6. Evaluación de los recursos geotérmicos
7. Evaluación del potencial de desarrollo de fuentes nuevas y renovables de energía
8. Evaluación de los recursos uraníferos
9. Hidrógeno líquido. Investigación sobre su producción y uso.

IV. Capacitación

1. Preparación de un programa integral de capacitación para todo el sector energía.
2. Ejecución del Programa de Capacitación

V. Equipo

La dirección y coordinación general del Proyecto será ejercida por un equipo constituido por dos miembros por la parte nacional y uno por la parte internacional. En el primer caso, el Dr. Roberto Dobles, Presidente de RECOPE, funge como Director General del Programa y el Dr. Jorge Blanco, como Director de Energía, es la contraparte directa del responsable internacional, que es el Ing. Roberto Gomelsky, como Asesor Técnico Principal del Programa.

La parte del Proyecto correspondiente a Planeamiento energético será ejecutada por un equipo nacional de la Dirección Subsectorial de Energía, constituido con el sustantivo soporte de RECOPE y del ICE, y un equipo internacional de expertos residentes de Naciones Unidas, consultores internacionales temporales y firmas consultoras financiadas con los distintos aportes internacionales. En estudios específicos o subprogramas participarán equipos nacionales del ICE y de RECOPE.

El proyecto tiene una duración de cinco años pero se espera que los resultados parciales que se vayan obteniendo provean, antes de su término elementos de juicio necesarios para tomar las decisiones cualitativa y cuantitativamente apropiadas para el desarrollo de opciones energéticas específicas, en el marco del Plan Nacional de Energía

7. La investigación en energía, Enfásis en las Instituciones de Educación Superior.

En los primeros meses de 1982 la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial de Energía (SEPSE) concluyó un inventario de proyectos existentes en relación al estudio permitió "comprobar que existen 23 proyectos sobre esos temas, en distintas instituciones, las cuales vienen trabajando en forma individual y prácticamente sin ninguna coordinación, dándose casos de duplicación de esfuerzos ya que en diferentes instituciones se trabaja en proyectos similares, siendo realmente pocos los casos en que existe alguna consideración para la ejecución de algún proyecto".

Las instituciones que entonces realizaban proyectos en relación a fuentes no convencionales de energía eran el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y tres de las del Sistema Estatal de Enseñanza Superior; Instituto Tecnológico de Costa Rica, la Universidad Nacional y la Universidad de Costa Rica. Las cuatro instituciones involucradas son instituciones de "servicios" aunque hay que anotar que en el caso del ICE, además de servicios participa directamente en la producción (energía). Quizá por esta condición el ICE era la única institución que desarrollaba esfuerzos en la evaluación de los recursos existentes, en tanto las otras tres se volcaban especialmente sobre la investigación tecnológica.

Los problemas evidenciados a nivel de coordinación van a constituir un

impulso a dos proyectos ya en curso desde 1980-1981, que se orientan a la definición de criterios y áreas prioritarias que favorezcan el desarrollo energético del país en el marco de la Planificación Integral del sector.

El primero de estos dos proyectos está bajo la responsabilidad directa del subsector Energía, a través de la Dirección respectiva, y funde los contenidos de los proyectos PNUD COS/81/001 y AID 515.

El proyecto PNUD COS/81/001, denominado "Planificación Integral del Sector Energía", se planteó como objetivos inmediatos:

- Apoyar la coordinación del Programa Nacional de Planeamiento y Desarrollo Energético.
- Desarrollar los elementos fundamentales para la consolidación de un sistema permanente de planificación energética.
- Contribuir a la realización de los estudios básicos requeridos que brinden los elementos de juicio necesarios para la toma de decisiones apropiadas para el desarrollo de opciones energéticas específicas.

Además, se esperaba que el proyecto contribuyera a una mayor "Integración al proceso de desarrollo de ciertos estratos de la población de bajos ingresos, principalmente en áreas rurales y semi-urbanas relativamente aisladas, por medio del desarrollo e implementación de programas adecuados para el mejoramiento y abastecimiento y las condiciones del consumo energético en dichas áreas, tanto en lo referente a ener-

gías no comerciales como en fuentes alternas de energía y nuevas formas de utilización".

El Proyecto AID 515 obedecía al propósito de "aumentar el suministro de la energía local efectivamente disponible mediante el apoyo a la planificación energética de Costa Rica y a través de un uso más eficiente y el desarrollo de fuentes energéticas que sean económicamente factibles". Para ello se proponía:

- Fortalecer el manejo del sector de energía.
- Realizar y llevar a cabo un plan de investigación y estudios energéticos.
- Establecer y organizar un sistema centralizado para la recopilación y uso de la información energética.
- Ejecutar un programa de adiestramiento de corto plazo y de actividades de intercambio.

Como se desprende de lo anterior, los dos proyectos tenían contenidos similares; este hecho y las sucesivas reestructuraciones que vive el hoy subsector de energía en estos años, llevó a la fusión de los proyectos mencionados en aras de un mejor aprovechamiento de los recursos internacionales y nacionales disponibles. De este replanteamiento surge el Programa Nacional de Planeamiento y Desarrollo Energético, en agosto de 1982. El nuevo programa se va a convertir en el eje de la actividad de investigación y planes de la Dirección de Energía, comprometido además la responsabilidad directa del Ministerio de Industria,

Energía y Minas, del Instituto Costarricense de Electricidad y de la Refinadora Costarricense de Petróleo.

El Programa Nacional busca incorporar y ordenar los aportes de las instituciones estatales (especialmente las que integran el subsector) así como la participación técnica y financiera internacional. Para ello plantea estudios específicos sobre opciones energéticas concretas en nueve áreas, señalando los participantes y recursos para su instrumentación.

1. Evaluación de los recursos agroenergéticos, con la participación de la Dirección de Energía, el Ministerio de Agricultura y la Agencia Internacional para el Desarrollo.
2. Aprovechamiento integral de la leña, con la participación de los tres entes anteriormente mencionados.
3. Racionalización del uso de la energía en la industria, con la participación del Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Universidad de Costa Rica, bajo la coordinación de la Dirección de Energía. El financiamiento se prevee con aportes del AID, BID y el Centro de Apoyo Energético a la Industria (CAEI).
4. Uso racional de la energía en el transporte, que involucre la Dirección de Energía y el Ministerio de Obras Públicas y Transportes financiado por AID.

5. Evaluación de los recursos carboníferos, que se incluye en el Programa de Exploración Carbonífera y se involucra a RECOPE. Financia el AID y el JICA, incluyendo aportes de hombre/mes.
6. Evaluación de recursos geotérmicos, con la Dirección de Energía y el ICE, siendo apoyado por el PNUD y el Gobierno de Italia.
7. Evaluación del potencial de desarrollo de fuentes nuevas y renovables de energía, bajo la responsabilidad directa de la Dirección de Energía y el apoyo financiero del BIRF.
8. Evaluación de los recursos uraníferos, a cargo de la Dirección de Energía y RECOPE. Se prevee el apoyo de las Naciones Unidas y del Gobierno de Italia, aunque los insumos no están aún definidos.
9. Producción y uso del Hidrógeno líquido, del que sería responsable el ICE. Los insumos tampoco están definidos.

Como se observa en esta reseña, todos los proyectos de área tienen, para su ejecución y financiamiento, una parte nacional y otra internacional (requisito de las agencias internacionales que financian). De estas áreas sólo algunas han iniciado su desarrollo, en tanto otras no han podido aún entrar en actividad. Actualmente se estudia la posibilidad de variar esta definición de áreas suprimiendo algunas e incorporando otras, tales como "Recursos petroleros", "Programa Nacional de biogas" y "Autosuficiencia energética en zonas rurales aisladas".

Por la globalidad del programa y por su integración a las tareas del Sistema Nacional de Planificación, constituye un punto obligado de referencia y coordinación para toda tarea de investigación en el campo de la energía en Costa Rica.

El otro proyecto que se impulsara al iniciarse la década de los ochenta está bajo la responsabilidad del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) y se denomina Ciencia y Tecnología (y en el cual está inserto el presente trabajo).

Con el financiamiento del AID el proyecto se propone como meta general "el mejoramiento permanente de las condiciones socio-económicas de la población de Costa Rica y en especial de sus grupos más pobres, por medio de un mayor acceso y un uso más eficiente de los medios de producción. Se busca aumentar la cantidad y frecuencia de innovaciones tecnológicas desarrolladas en el país". Para ello se pretende "fortalecer la capacidad nacional para explorar, adaptar y aplicar los conocimientos científicos y las alternativas tecnológicas a las actividades productivas del país, esto a través del fortalecimiento de la capacidad del CONICIT para identificar y promover activamente la investigación del país mediante la asistencia apropiada", en las áreas de la tecnología industrial, los recursos naturales y la energía.

Se consideran tres subprogramas. A saber:

1. Diagnóstico, planificación y promoción de la investigación que, como su nombre lo indica, se orienta a elaborar y mantener actualizado un diagnóstico industrial y tecnológico que sustente la pla-

nificación en el subsector, alimente un centro de información especializada y defina estudios prioritarios y necesarios al seguimiento del comportamiento energético.

2. Apoyo a la comunidad de investigación, el que, en base al conocimiento e información aportados por el subprograma mencionado anteriormente, permita ofrecer un apoyo selectivo a los investigadores e instituciones involucradas.
3. Extensión de la tecnología, que comprende el apoyo financiero y de infraestructura necesarios, la asistencia técnica y el adiestramiento. En este apartado puede destacarse el apoyo a la edición de la "Serie Informativa Tecnología Apropriada" del Instituto Tecnológico, que es la institución responsable directa de este subprograma.

El desarrollo de este Proyecto del CONICIT ha cobrado mayor relevancia ante la posible constitución de un cuarto subsistema del Sistema Nacional de Planificación existente, que brindaría apoyo científico y tecnológico en ámbito nacional. Este subsistema tendría como núcleo central el actual CONICIT.

Estos dos grandes proyectos, que con la eventual incorporación de la estructura del CONICIT al Sistema Nacional de Planificación se integrarían totalmente, parecen ser los destinados a proveer los insumos que alimentarían actividades y la orientación global del subsector energía en el futuro inmediato.

Mientras tanto, las instituciones de educación superior continúan los proyectos en que estaban comprometidas y que, como decíamos antes, se vuelcan sobre la investigación tecnológica. Con excepción de la edición sobre Tecnología Apropiada del Instituto Tecnológico, no encontramos esfuerzos de difusión y práctica en este campo, sino más bien ausencia de comunicación y por ende de coordinación, pese a que se trabaja en la mayoría de los casos sobre objetos idénticos y con proyectos similares.

7.1. Universidad de Costa Rica

La Universidad de Costa Rica comenzó las labores de investigación en energía en el año 1973. Desde ese entonces se comienzan a acumular valiosas experiencias tecnológicas en energía puestas de manifiesto en multitud de tesis y proyectos de graduación en energía solar, viento, tratamiento de desechos orgánicos, biogas, pequeñas plantas hidroeléctricas y otros más. Para 1980 se había elaborado en dicho centro de estudios, un plan maestro para la investigación en energía con los siguientes objetivos:

1. Fomentar la investigación aplicada a la solución de los problemas nacionales más urgentes.
2. Generar alternativas viables para la utilización de fuentes renovables de energía.
3. Fomentar el desarrollo de nuestra capacidad científica y tecnológi-

ca y reducir la dependencia en este campo,

4. Incrementar el diálogo nacional sobre alternativas en aprovechamiento de energía y proveer una base científica para la evaluación de opciones.
5. Educar a los costarricenses acerca de los problemas energéticos y su impacto sobre la vida económica y social del país.

Entre los criterios para financiar los proyectos, el plan destacaba:

1. Que fueran dirigidos a solucionar problemas nacionales.
2. Que estuvieran orientados a sustituir combustibles fósiles por recursos nacionales renovables.

Actualmente, la investigación en la Universidad de Costa Rica gira alrededor de tres centros: Centro de Electroquímica y Energía Química (CELEQ), Instituto de Investigaciones en Ingeniería (INII) y el Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas (IICE).

El CELEQ funciona en el edificio de la Escuela de Química y lo dirige el Dr. Orlando Bravo. Actualmente tiene tres proyectos vigentes:

1. Proceso unificado para la producción de alcohol de caña de azúcar
2. Proyecto integrado hidroeléctrico soda-cloro, alcohol (destilería media), papel, rayón, P.V.C. Actualmente solo hacen el estudio de viabilidad. No tiene financiamiento.

3. Producción de amoníaco y desarrollo hidroeléctrico de la región de Toro Amarillo. Actualmente hacen el estudio de viabilidad con recursos del CONICIT.

Los objetivos de los proyectos del centro están bastante enfocados hacia la utilización industrial de la energía.

En la Facultad de Ingeniería, los proyectos de investigación se realizan bajo el auspicio del Instituto de Investigaciones en Ingeniería (INII) dirigido por el Ing. Rosendo Pujol. Los proyectos vigentes del INII son los siguientes:

1. Control de velocidad de minicentrales hidroeléctricas
2. Racionalización del consumo de energía en la industria
3. Construcción de la turbina Banki
4. Producción de biogás a partir de desechos orgánicos no convencionales (pulpa de café, desechos de banano, desechos de caña de azúcar, etc.)
5. Estudio de factibilidad para el desarrollo hidroeléctrico de la Cuenca alta del Río Toro Amarillo.
6. El presente estudio.

En ambos casos los proyectos son financiados por la misma Universidad de Costa Rica o por el CONICIT.

El IICE está dirigido por el Lic. Juan Diego Trejos y hay un sólo proyecto vigente en energía: Consumo de energía en explotaciones agrícolas,

7.2. Universidad Nacional

En la Universidad Nacional la investigación sobre energía tiene diversas sedes, aunque la mayor parte se origina en el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Actualmente se desarrollan seis proyectos, cuyo punto de contacto se da a nivel de Vicerrectoría de Investigación. Ellos son:

1. Diseño y construcción de un sistema para el estudio experimental de diversos prototipos de colectores solares planos destinados al calentamiento de agua y construcción de un calentador para uso industrial.

Este proyecto, bajo la responsabilidad del Dr. Shyam Sunder Nandwani, del Departamento de Física, tiene como objetivo "ahorrar combustible como la leña, el bagazo de caña, el bunker, la electricidad, etc., en actividades de industrias, hospitales, calentamiento de agua, etc."

2. Diseño, construcción y estudio de dos prototipos de destilador solar, cada uno de $1.5-2.0 \text{ m}^2$, para la producción de sal y de agua potable.

Este proyecto, también bajo la responsabilidad del Dr. Nandwani, se orienta a la construcción y ensayo experimental de dos desalinadores de agua de mar que tendrían una producción de 6 a 8 litros de agua destilada y de 150 a 200 gramos de sal de cocina diarios,

en condiciones altamente higiénicas.

3. Planta solar semi-industrial de secado de granos básicos. Este proyecto, también del Departamento de Física, es dirigido por el Dr. Edio Ricci Giampietri, con la colaboración del Ing. Carlos Amador Quesada y del Lic. Guillermo Quirós Alvarez; persigue implantar una técnica solar específica que en los procesos de secado permita obtener productos de mejor calidad y en condiciones higiénicas óptimas. Para lograrlo se diseña y construye una pequeña planta solar de secado, constituida de un colector plano de calentamiento de aire y de un silo de deshumidificación de granos básicos, y se prevee la difusión entre las cooperativas de agricultores de este tipo de aparatos solares de secado, funcionales y rentables, en pequeña, mediana y gran escala. Con la difusión de estas plantas no contaminantes se espera coadyuvar a la independencia progresiva de los energéticos en una de las áreas prioritarias de la economía del país, la agroindustria.

El financiamiento de este proyecto proviene de un Acuerdo de Cooperación Universidad Nacional- GOCR-USAID y de un Convenio entre esta Universidad y la Asociación Bananera Nacional.

4. Uso de subproducto de biodigestor como fertilizantes para la agricultura.

En el marco de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Facultad de Tierra y Mar se desarrolla este Proyecto bajo la responsabilidad

del M.Sc. Fernando José Mojica Betancurt. Se plantea como objetivo estudiar la posibilidad de sustituir en parte o totalmente la fertilización por el abono orgánico, perfeccionando la tecnología pertinente y definiendo cuál de los cuatro subproductos pecuarios es más eficiente, entre otros.

5. Producción de alcohol a partir de residuos celulósicos. El Departamento de Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales con la colaboración en Recursos Humanos de la Fábrica Nacional de Licores (Lic. Luis Fernando Pacheco Bolaños) desarrolla este proyecto con la dirección del Lic. Salvador Amato Micheli, apoyado por la Ing. Yanisa Gallegos, la Lic. Floria María León Coto, el Dr. Humberto Trimiño Vásquez, la Lic. Marlen Durán Chavarría, el Dr. Eugenio Sancho Cortés, el Sr. Alvaro Vargas Bogarín y la Srta. Ligia Fernández Molina, además del colaborador de la Fábrica Nacional de Licores ya mencionado.

Los objetivos propuestos plantean la utilización de desechos celulósicos agro-industriales, catalogados como contaminadores del ambiente, para producir alcohol a partir de la degradación de celulosa por vía enzimática, ampliando el camino para futuros estudios de fermentaciones.

El financiamiento se sustenta en un convenio Universidad Nacional-Fábrica Nacional de Licores y otro de la misma Universidad con el CONICIT, sustentado en fondos del préstamo USAID-GOCR: N515-W-030

y 515-V-031.

6. Turbina de viento de eje vertical.

Este proyecto, también del Departamento de Física, es conducido por el M.Sc. Charles Lewis Parks; incluye el diseño y construcción de una turbina de viento para bombear agua y posteriormente producir electricidad, activando un campo de investigación "que no ha merecido mayor atención hasta ahora en el país".

Los proyectos desarrollados en la Universidad Nacional muestran una mayor énfasis en la energía solar, centrado éste en el Departamento de Física. Pero al mismo tiempo muestran una ausencia de comunicación con los investigadores de otras instituciones que laboran sobre el mismo terreno (cf. grupo de energía solar del CIE). Igualmente se constata la ausencia de un plan maestro de investigación en energía que canalice los esfuerzos institucionales hacia áreas definidas previamente como prioritarias. El contenido de las investigaciones queda a criterio individual, y su desarrollo disperso en las diferentes unidades académicas.

7.3. Instituto Tecnológico de Costa Rica

En el Instituto Tecnológico de Costa Rica existe un ente responsable de energía: el Centro de Investigación Energía (CIE), cuyo objetivo general es "Desarrollar la capacidad necesaria para promover el uso

de la energía renovable, por medio de la investigación, experimentación y la transferencia de tecnología. Se enfatiza la pequeña y mediana escala, haciendo uso de principios de tecnología tales como la utilización de mano de obra, el uso de materiales locales, la construcción y montaje de herramientas comunes y el mantenimiento de los equipos realizados por las personas de la comunidad. Posteriormente se ha incorporado el estudio de la conservación de la energía en la industria, promoviendo el desarrollo de la "Agroenergía" como una solución al problema energético de las áreas rurales y de la agroindustria; este proyecto probablemente será incluido en el Programa Nacional.

El CIE define como sus funciones:

- Diseño y construcción de prototipos
- Asistencia técnica
- Educación en el campo de la energía renovable y la agroenergía
- Análisis económico de proyectos de energía renovable.

Divide su actividad en cuatro áreas, cada una de las cuales tiene un equipo permanente y responsable:

- 1- Energía solar, con la coordinación del Ing. Roger Solano. Se ha enfatizado el desarrollo de colectores para el secado de granos, madera, especias, frutas y el calentamiento de agua.
- 2- Energía biomásica, con la coordinación del Ing. Gabriel Castillo.

El trabajo de este grupo se ha orientado a la aplicación de bio-

digestores para producir gas metano, específicamente en zonas rurales, aprovechando la disponibilidad de materia prima. También se orienta a la producción de carbón por medio de pirólisis a partir de leña o desechos forestales y a la producción de gas combustible o partir de carbón o residuos forestales, utilizando gasificación.

3. Conservación de energía en la industria y especialmente en la agroindustria, como elemento básico de toda política de energía. Tiene énfasis en procedimientos de secado de café, para el que se ha probado varios sistemas, tales como el nuevo intercambiador de calor, la operación de dos secadoras con un solo horno, la recuperación del calor de los gases de la chimenea y mejoras en la combustión del horno.
4. Energía eólica, que estaba a cargo del Ing. Eduardo Sibaja, actualmente se encuentra prácticamente paralizada. Los estudios realizados pusieron el acento en el desarrollo de turbinas de viento y molinos mecánicos.

Las investigaciones del CIE se financian con recursos externos de diferentes orígenes: ICAITI, VITA (Volunteers in Technical Assistance), CEC (Citizens Energy Corporation), etc. Los resultados de estas investigaciones han servido para alimentar diversas publicaciones técnicas destinadas a artesanos, profesionales y público en general. Las ediciones están presentadas de una manera accesible al neófito, lo que consti-

tuye el único esfuerzo real de divulgación que se ha encontrado.

No se puede dejar de mencionar que, pese a que el CIE es una unidad del Instituto Tecnológico, institución del Sistema Estatal de Educación Superior, no pudimos detectar ningún vínculo entre los trabajos de este centro y las responsabilidades docentes del ITCR. En otras palabras, el CIE no participa de ninguna manera en el desarrollo de los cursos del ITCR, permanece como unidad separada y desligada. Probablemente el hecho de que la orientación y contenido de sus proyectos de investigación responden más a la disponibilidad -y por ende a los requerimientos- de los recursos externos que a las necesidades del proceso de formación profesional que desarrolla el ITCR, esté a la base de esta desvinculación aparentemente inexplicable. Es preocupante la ausencia de comunicación e información en relación a la actividad que en energía se realiza en las universidades Nacionales, con lo cual se estimula la duplicación de esfuerzos y se trata de derribar puertas abiertas. El CIE, por ejemplo, ha realizado estudios en energía eólica en asocio con el Instituto de Energía Alternativa, del West Texas State University, de los Estados Unidos, pero permanece incomunicado con los investigadores de sus similares nacionales. El caso de los biodigestores es solo un ejemplo más de proyectos que se han realizado y realizan en la UCR, UNA e ITCR sin que mediara coordinación alguna, al menos hasta hace poco, amén de que se incluye en el Programa Nacional.

VI. OBJETIVOS DEL CONICIT EN EL SUBSECTOR ENERGIA

En concordancia con los principios básicos en los que se sustenta la política de planeamiento y desarrollo energético vigente y los objetivos institucionales del CONICIT; el grupo de trabajo ha creído oportuno estructurar y plantear a la institución en forma previa al análisis de las cadenas de transformación recurso-consumo por fuente de energía, un conjunto de objetivos institucionales en el sector energía y que son:

1. Promover el desarrollo de la ciencia y la tecnología en energía con fines pacíficos, buscando un aumento en la eficiencia y el ahorro en los procesos energéticos desde el análisis de los recursos hasta el consumidor.
2. Reforzar la capacidad nacional para la estructuración de políticas en energía buscando que tengan impactos tecnológicos, económicos y sociales progresivos con un mínimo de daño ambiental.
3. Reforzar la capacidad científica y tecnológica nacional y dirigirla hacia la búsqueda de salidas para la sustitución del petróleo por energéticos nacionales, o la búsqueda de una mayor oferta con énfasis en los recursos renovables.

Dichos objetivos actúan en la siguiente fase como una de las referencias en la detección de las líneas prioritarias de investigación, y se establecen con la idea de que la lista de problemas y cuellos de bo-

tella del análisis de las cadenas recurso-consumo no generen una lista interminable de proyectos con algún grado de prioridad, sino que los problemas y cuellos de botella se detecten y se evalúen a la luz de dichos objetivos institucionales.

VII. ANALISIS DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACION ENERGETICA

1. Hidrocarburos Líquidos y gaseosos

El petróleo ha jugado un papel fundamental en el desarrollo de la humanidad en el presente siglo. Tan fundamental ha sido este rol, que incluso se denomina esta etapa de la historia como la era del petróleo. Esto obedece no solamente al uso que ha tenido el petróleo como combustible sino también a la gran variedad de aplicaciones que ha encontrado en diversas ramas de la actividad humana.

El previsible agotamiento de las reservas mundiales de petróleo, ha obligado a la mayoría de los países a tomar medidas urgentes para racionalizar el uso de los hidrocarburos, buscar nuevos combustibles que sean capaces de sustituir total o parcialmente a los tradicionales y desarrollar nuevas tecnologías que puedan usar otros energéticos. Esto significa el logro en el largo plazo de una estrategia que garantice al país en forma paulatina la independencia al uso de fuentes no renovables de energía.

La Refinadora Costarricense de Petróleo, como organismo responsable de toda la actividad relacionada con los hidrocarburos, esta logrando enmarcar correctamente sus responsabilidades hacia el planeamiento de acciones y metas para evolucionar hacia una era de combustibles líquidos renovables ante la perspectiva de posibles problemas de suministro del petróleo importado a futuro.

En este rubro, el CONICIT deberá impulsar proyectos de investigación, que en lo fundamental coincidan, tanto con las metas perseguidas por RECOPE, como con las iniciativas de ciertos grupos de investigadores que han logrado acumular alguna experiencia en el desarrollo de energéticos sustitutivos de los hidrocarburos.

La explotación de los hidrocarburos se inicia con la etapa de EXPLORACION de las reservas disponibles, continúa con la EXTRACCION del crudo y su TRANSPORTE hasta la planta que se encarga de su REFINACION. Finalmente se procede a la DISTRIBUCION de los productos acabados y el proceso concluye con el CONSUMO final de los mismos en los centros de uso final.

1.1. Exploración de reservas de hidrocarburos

Esta actividad es prioritaria para el país ya que nuestra dependencia del petróleo es muy grande.

Sin embargo, la magnitud de las inversiones que se necesitan para su impulso ha hecho que este rubro no haya tenido un gran auge en nuestro país.

RECOPE es actualmente la responsable de todas las investigaciones en el campo de la exploración geológica de los hidrocarburos y del carbón.

La magnitud de los recursos económicos involucrados en este tipo de investigación es tan grande que para el CONICIT solamente tendrá sentido el financiamiento de proyectos complementarios a dichas activi-

dades como apoyo a la evaluación de los recursos petroleros y carboníferos.

Varios aspectos importantes se destacan aquí que deben considerarse al momento de financiar proyectos:

1. La necesidad de contar con un laboratorio especializado en investigación de combustibles líquidos, sólidos y gaseosos.
2. La evaluación del impacto ambiental producido tanto por la prospección misma como por la futura extracción de los hidrocarburos.
3. La poca formación de profesionales en esta área.
4. La posibilidad de producir y regenerar lodos de perforación en el país.
5. La evaluación de la transferencia de tecnología lograda hasta el momento con las perforaciones.
6. El desarrollo de los mecanismos legales (leyes y reglamentos) que permitan una exploración y explotación de petróleo beneficiosa para el país.

1.2. Extracción y Transporte de petróleo

En estos dos aspectos la tecnología que se usa es muy compleja y de elevado costo. Generalmente, los países pobres que la necesitan la compran en paquete. De todas maneras, mientras no aparezca petróleo en

cantidades explotables, no habrá al respecto actividades de investigación de interés para el CONICIT,

1.3. Refinación

Esta actividad es bien conocida en el país y RECOPE tiene una gran cantidad de expertos que trabajan en ella y que han acumulado una valiosa experiencia que le permite a la empresa desarrollar un gran trabajo en este campo. Aquí hay algunos problemas que RECOPE no ha afrontado ya que sus objetivos están dirigidos fundamentalmente hacia las operaciones de producción y mejoramiento de la planta, en tanto que la refinación requiere de ciertas investigaciones tecnológicas que son importantes desde dos perspectivas:

1. Para mejorar la eficiencia y la profundización de la refinación. Tales son los casos de la realización de una auditoría energética que permita optimizar el gasto de combustible en la refinación y el estudio de la ampliación de procesos como el Reformado Catalítico y el Craqueo térmico que permitirán un uso más eficiente del petróleo y un mayor acercamiento a la estructura de consumo nacional.
2. Para la elaboración de productos nuevos y de mejor calidad. Por un lado habría que estudiar la posibilidad de fabricar localmente sustancias como el Tetraetilo de Plomo como aditivo de la gasolina y por otro lado, habrá que mejorar la calidad de algunos energéticos (por ejemplo el G.L.P.) para lograr una utilización más

racional de los mismos.

1.4. Distribución

La distribución de los hidrocarburos se puede analizar dividiéndola en dos etapas:

- a- Transporte en carros tanque y oleoductos
- b- Expendio en las gasolineras

El transporte en vehículos cisterna no está manejado por RECOPE, razón por la cual, no se tienen datos sobre la eficiencia de esta operación.

El uso de oleoductos para transporte de derivados del petróleo, es el modo más eficiente de realizar esta actividad, sin embargo, hay un "cuello de botella" de orden técnico que no ha podido ser resuelto, se trata de las interfases que se obtienen cuando se deja de bombear un producto y se comienza a bombear otro. Estas interfases normalmente hay que devolverlas a la refinería, pero habría que estudiar la posibilidad de resolver este problema más eficientemente.

El expendio de combustibles está en manos privadas y no hay información suficiente para evaluar esta actividad.

Hay una experiencia que debe mencionarse y se refiere a la época en que se inició el programa de alcohol. Se detectó en esa oportunidad que

la mayor parte de los tanques de almacenamiento de combustibles en las gasolineras estaban en mal estado y permitían la filtración de agua hacia su interior. Esto afectaba desfavorablemente la contención del gasohol en los expendios, sin embargo, se puede establecer que la calidad de los combustibles líquidos se ve afectada por la presencia de agua en los tanques.

Sería oportuno hacer un estudio sobre el transporte y distribución de combustibles con el fin de determinar que elementos en esta etapa restringen la utilización eficiente de los hidrocarburos, sobre todo en la medición de volúmenes en la distribución, control de calidad en el expendio y almacenamiento adecuado de los productos.

1.5. Consumo final

Como se dijo anteriormente, esta etapa se caracteriza por una distorsión a dos niveles:

1. Se consume petróleo excesivamente sin que hasta el momento el país posea reservas comercialmente explotables.
2. Del petróleo, el subproducto más usado es el diesel lo cual no está acorde con la estructura del crudo que se procesa. Un análisis más preciso de esta etapa se logra viéndolo por sectores de consumo.

1.5.1. Transporte

Este sector se caracteriza por ser muy rígido en términos de aumentar la eficiencia energética a no ser que se haga en la dirección de realizar transformaciones profundas. Este es un tema que merece ser estudiado concienzudamente sobre todo si se piensa en el desarrollo de los ferrocarriles que significan inversiones de gran magnitud. En el diagnóstico general se establecieron tres direcciones a considerar en la perspectiva de mejoramiento del panorama del sector:

- 1- Sustitución de los hidrocarburos importados por energéticos nacionales.
- 2- Sustitución de modos poco eficientes de transporte por modos más eficientes por ejemplo vehículo particular por autobús.
- 3- Disminución de la relación km-pasajero y km-tonelada por unidad de P.I.B. generado.

Hay además un cuarto aspecto que se refiere a la administración de sistemas de transportes que puede significar alguna mejoría en el panorama y que ha sido empleada con algún éxito en otros países.

Alrededor de estos temas se ubicarán los proyectos de investigación más urgentes para nuestro país.

1.5.2. Residencial y Comercial

El consumo total de hidrocarburos (gas licuado y kerosene) apenas al-

canza la cifra de 3.1% (sin corregir por calidad) para el año 1982 en este sector, Obviamente que cualquier esfuerzo en esta dirección carecería de sentido práctico ya que la tendencia en el sector es la de bajar aún más el consumo de derivados del petróleo sustituyéndolos por carbón vegetal y leña,

1.5.3. Industria y Agro-industria

Ya se dijo anteriormente que éstos sectores son altamente consumidores de energía. Además, existen múltiples alternativas de sustitución mutua de fuentes energéticas.

Hay varias vertientes en los que se debe de centrar la búsqueda de proyectos de investigación en este sector.

- 1- Se necesita contar con series históricas de consumo de energía que permitan ver la evolución del gasto energético de los diferentes grupos de industrias con el fin de detectar cuales son las industrias más altamente consumidores de energéticos importados y cuales dependen en mayor magnitud del insumo energético.
- 2- El análisis energético detallado de cada planta industrial es fundamental. Esto se logrará inicialmente con la realización de un grupo de auditorías energéticas por parte del MIEM. Sin embargo, esto es apenas el inicio de un programa que debe de contar con el apoyo del CONICIT. Las auditorías permitirían conocer con precisión los flujos energéticos en las industrias y determinar los puntos que más se prestan a ahorro y sustitución de energéticos.

3. La sustitución y conservación de la energía en la Industria y Agroindustria, dependerá mucho de las auditorías energéticas, pero será muy importante realizar estudios específicos de la tecnología usada en los procesos. Esto permitirá detectar, en que elementos del proceso tecnológico se podrá llevar a cabo más eficientemente el ahorro o el cambio de un energético por otro. Esto irá ligado al estudio de opciones tecnológicas concretas, como puede ser el uso de ciertos equipos en determinados eslabones de la industria o el desarrollo de equipos nuevos que utilicen otros combustibles. La automatización de los procesos podría jugar un papel importante aquí.

4- El suministro de energéticos nuevos (biomasa y desechos) debe de analizarse en lo que se refiere al transporte y almacenamiento, ya que no se tiene, en general, experiencia respecto al uso de combustibles sólidos o sustitutos.

Otras consideraciones que se deben de tener en cuenta se refieren a la necesidad de evaluar la calidad de los energéticos, ya que esto se refleja en la eficiencia del equipo (un combustible "pobre" rinde mucho menos que un buen combustible) y la necesidad de que los interesados (industriales) financien o cofinancien los proyectos a realizar.

2. Carbón Mineral

El uso del carbón mineral no se ha desarrollado en Costa Rica, ya que hasta hace poco, no habían sido detectados yacimientos importantes de este producto.

Programas recientes de exploración carbonífera, han dado una nueva perspectiva energética que debe de considerar el uso del carbón. El panorama actual de esta alternativa indica que el país está centrado actualmente a la búsqueda de reservas de carbón potencialmente utilizables.

2.1. Exploración

Esta se lleva a cabo por RECOPE y no se detectaron estudios importantes que pudieran ser desarrollados con fondos del CONICIT ya que las inversiones son muy altas. Existe un aspecto que si puede ser investigado y es: La evaluación de los carbones explorados para establecer su mejor uso.

2.2. Extracción y transporte

La tecnología de extracción y de transporte del carbón es bien conocida, de tal manera que no se considera importante impulsar la investigación tecnológica en este campo.

2.3. Transformación

Hay dos variantes conocidas de procesamiento del carbón:

- a- Gasificación con obtención de gases combustibles que eventualmente podrían usarse para algún tipo de síntesis. Este se muestra en el cuadro No.21.
- b- Coquización con obtención de un carbón de mejor calidad y varias fracciones de productos líquidos y gaseosos que tienen diversos usos.

La primera opción ha sido estudiada por la Escuela de Ingeniería Química de la U.C.R. Actualmente el proyecto se detuvo en la fase de construcción del gasificador por falta de fondos. Este proyecto es importante continuarlo ya que hay detectadas hasta ahora unos 7 millones de toneladas de carbones.

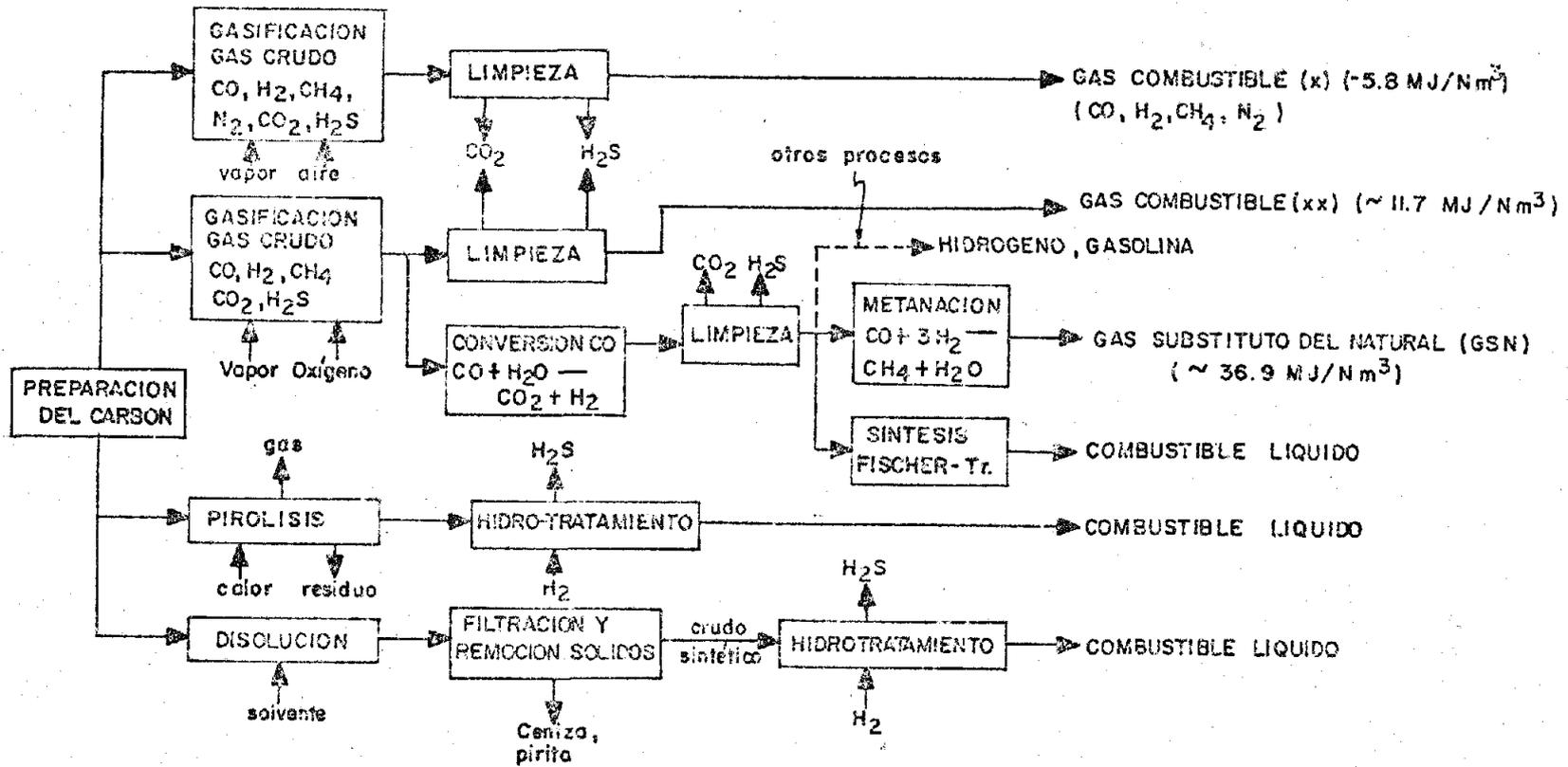
La coquización no ha sido abordada en el país pero, a largo plazo y en la medida en que haya carbón coquizable (sobre todo esquistos) podrá realizarse una investigación al respecto.

2.4. Consumo

A este nivel no se analizará el consumo de los productos de coquización ya que es una opción poco probable en la actualidad.

Las otras dos opciones son:

- a- Uso de gasógenos (gases de gasificación) en diversas aplicaciones
Aquí no hay dificultades que pudieran resultar interesantes de in-



(x) bajo contenido calórico
 (xx) mediano contenido calórico

Cuadro N. 21 REPRESENTACION GLOBAL DE LOS PROCESOS PARA LA SINTESIS DE COMBUSTIBLES A PARTIR DEL CARBON.

investigar ya que los gases que se producen se queman eficientemente y con equipo conocido.

b- Uso de carbón en forma directa.

A pesar de que no es una opción afortunada, ya que tiene más sentido transformar el carbón en otros productos de mejor calidad cuyo uso sería más eficiente, el carbón puede ser usado directamente en la producción de calor para la fabricación de cemento (cosa que ya investigan las cementeras por su cuenta y en el caso de Cementos del Pacífico con ayuda de la U.C.R.) o en la generación de termo electricidad. En este último caso se generan serios problemas de contaminación que deben ser investigados oportunamente.

En síntesis hay dos temas a desarrollar en la actualidad:

- 1- Evaluación de la calidad y uso potencial del carbón en Costa Rica
- 2- Construcción de un gasificador de carbón a nivel de planta piloto.

3- Electricidad

La energía eléctrica juega un papel fundamental dentro de la estructura de consumo neto de energía del país. Sus importantes ventajas frente a otras formas de energía cuales son: su facilidad de transportarla eficientemente desde los centros de producción hasta el consumidor, su

alta calidad que la hace susceptible de transformarse fácilmente en muchas otras formas de energía, y desde luego la existencia de grandes recursos energéticos (hídricos y/o geotérmicos) de donde producirla hacen que se olvide su gran desventaja consistente en la imposibilidad de almacenarla como tal mediante mecanismos tecnológicos que superen en muchos órdenes de magnitud los niveles de almacenamiento alcanzados por convertidores electroquímicos. Esta desventaja, es precisamente uno de los principales aspectos a tomar en consideración en la programación del uso del recurso ya que, si no se enmarca el desarrollo del recurso hidroeléctrico o geotermoeléctrico en una programación de uso racional horario y estacional de dicha energía, se operarían los sistemas de generación con factores de carga sumamente bajos con gran parte de la costosa infraestructura destinada única y exclusivamente a la generación de las crestas de carga diaria. De antemano puede afirmarse, que la búsqueda de mecanismos que permitan el achatamiento de las curvas de carga y el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en todos los órdenes y tipos de consumidor, serán sin duda -dadas las críticas condiciones económicas del país- la salida más económica y racional para el aprovechamiento al máximo de la infraestructura existente en generación eléctrica.

Gracias al apoyo financiero sostenido dado al Instituto Costarricense de Electricidad desde su creación; esta importantísima institución nacional, con la ayuda de empresas municipales de servicios eléctricos y cooperativas de electricificación rural, ha logrado desarrollar un sistema de generación que opera hoy día prácticamente en su totalidad con energía proveniente de plantas hidroeléctricas.

Esta situación especial en generación, unida a un sistema nacional de transmisión y distribución eléctrica (SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO-SNI) que ha estado sujeto a una labor de planificación sostenida a través de los años por medio del ICE, da pie para afirmar que dicho sistema tendrá que ser la columna vertebral sobre la que deberá desarrollarse cualquier esfuerzo en investigación en el campo de la electricidad en Costa Rica. Aún más, el planteamiento de ensayos en generación aislados del SNI, deberá darse a la luz del proceso de planeamiento expansivo de dicho sistema y las características en generación del mismo.

Este ligamen de la investigación al SNI, no quiere decir en modo alguno, que el desarrollo de proyectos y programas de investigación eléctrica estarán todos ligados a los designios del Instituto, ni menos que deberán de plantearse dentro del marco clásico de desarrollo de dicho sistema eléctrico. Precisamente los proyectos y programas de investigación que partan del SNI como punto de referencia, plantearán nuevos objetivos y metas acerca del uso de la electricidad en el país. El resultado será sin duda el surgimiento de nuevas ideas para el mejoramiento y uso más eficiente del recurso electricidad, tomando muy en cuenta las características tan particulares de dicha forma de energía. Con el fin de proceder al análisis de la cadena recurso-consumo para la energía eléctrica se establece la siguiente subdivisión:

- a. Estudios sobre prospección, desarrollo, utilización y protección de cuencas hidrográficas.

- b. Estudio de reservorios geotérmicos. Evaluación, renovación y control de contaminación.
- c. Generación eléctrica. Plantas integradas al SNI o fuera del SNI.
- d. Transmisión y distribución. La red del SNI. Centros aislados.
- e. Estudio del consumo.

3.1. Prospección, Desarrollo, Utilización y Protección de Cuencas Hidrográficas.

Excluyendo las labores sobre prospección, estudio y manejo de cuencas que ha realizado el ICE, son pocas las labores o el interés por el establecimiento de un ordenamiento nacional sobre el uso del recurso agua en su connotación energética y/o como recurso para la producción agrícola. Lo anterior, excluyendo desde luego el desarrollo integral del recurso agua dentro del Proyecto Hidroeléctrico Arenal-Corobicí, que si toca en algunos aspectos el uso del agua en sus distintas facetas, aunque nace como un proyecto aislado a nivel nacional sobre el uso integral del agua. Dada la importancia del buen uso y conservación que se dé en el país al recurso a agua, se plantean seguidamente algunos de los temas sobre los cuales sería muy conveniente que el CONICIT apoyara las labores de investigación sobre el particular:

- Estudio del ordenamiento legal para el uso del agua.
- Estudios sobre protección y uso de cuencas hidrográficas.
- Ordenamiento para el desarrollo de cuencas por uso del suelo.

3.2. Estudio de reservorios geotérmicos; renovación del recurso y control de contaminación.

Por el tipo de estudios a realizar para la prospección y el uso del recurso geotérmico con miras a la producción de electricidad; toda la investigación sobre el particular debería seguir en manos de la institución rectora de la generación eléctrica en Costa Rica. El Instituto cuenta en este momento con el elemento humano especializado y los equipos para proseguir con los estudios nacionales sobre el recurso geotérmico. Sin embargo, dentro del desarrollo de dicho recurso se plantean algunas áreas que el CONICIT debería apoyar dentro de sus planes de investigación. Entre los temas estarían los siguientes:

- Estudios sobre alternativas de utilización de vapores a baja presión y agua caliente como residuos del proceso geotermoeléctrico.
- Análisis de contaminantes y control de los mismos en instalaciones geotérmicas.

3.3. Generación eléctrica

3.3.1. Plantas integradas al SNI

Costa Rica es uno de los pocos países del mundo actualmente, que genera prácticamente toda la energía eléctrica que consume por medio de plantas hidroeléctricas⁽¹⁷⁾. Esta situación, ha sido el resultado del trabajo

(17) Se excluyen a propósito los pocos centros aislados con generación termoeléctrica por cuanto su generación resulta marginal comparada con la generación hidroeléctrica total.

del Instituto en pro del desarrollo hidroeléctrico del país; ante la inconveniencia económica del uso de plantas termoeléctricas en la última década en países que no poseen recursos fósiles para la operación de dichas plantas como sucede hasta el momento con el país.

El Sistema Nacional de Generación presenta algunas características operativas que se hace necesario poner en evidencia junto a factores externos que tendrán gran influencia en la generación hidroeléctrica a futuro; todo lo anterior con la idea de contribuir al logro de un Sistema Nacional de generación enriquecido, tanto por la incorporación a futuro de nuevas plantas, como por el logro de un enriquecimiento derivado de la búsqueda de formas de utilización de la electricidad que tomen en cuenta la imposibilidad práctica de almacenar dicha energía como tal para utilizarla cuando la necesite un sistema eléctrico convencional como el que posee el país.

Entre las características operativas del sistema de generación se pueden citar:

- El Sistema Nacional de Generación solo posee un embalse de regulación anual de energía. Este embalse por medio de las plantas del complejo Arenal-Corobicí sostiene la generación en época seca en un alto porcentaje de la demanda, pasando a ser prácticamente plantas de reserva o de operación parcial en época lluviosa.
- En general en el resto de las plantas del Sistema Nacional de Gene-

ración, se botan grandes cantidades de agua sobre todo en la época lluviosa debido a la imposibilidad de absorber dicha energía dadas las curvas de carga diarias del SNI.

- Las características de las curvas de carga del SNI han hecho que muchas de las plantas hidroeléctricas se hayan concebido como instalaciones de pico, con el consecuente desperdicio de la infraestructura de dichas plantas, ya que esa misma infraestructura en otros sitios con almacenamiento junto al logro de una modulación diferente de las curvas de carga, podrían operar utilizando al máximo la capacidad instalada de dichas instalaciones.

Las características operativas del Sistema Nacional de Generación se están viendo a su vez influenciadas por factores internos y externos al Instituto que se pueden resumir así:

- 1- Debido a la crítica situación económica del país, los planes a futuro del ICE en cuanto a proyectos de generación eléctrica se están viendo seriamente afectados. Esta situación de sostenerse, pondría en graves aprietos al país en los próximos años en cuanto al suministro de energía, o a las necesidades de potencia en los picos, salvo que se desarrollen programas muy ambiciosos con miras al logro de un uso más racional y efectivo de toda la infraestructura hidroeléctrica instalada actual sin aumentos sustanciales de la capacidad del sistema.
- 2- Se está observando en el país la tendencia a la incorporación de vie-

jos sistemas de generación privados refaccionados como aporte de energía y potencia al SNI. Esta situación que parece beneficiosa, en el tanto que refuerza la capacidad de generación del SNI podría resultar perjudicial si dicha generación no se enmarca en un cuadro de reglamentación que concuerde con las características operativas del SNI.

3. Existe una preocupación creciente por buscarle destino a la energía eléctrica que podría ser generada fuera de horas pico en aplicaciones que valuen la alta calidad de la energía eléctrica. Esta búsqueda contrasta con algunas políticas institucionales que pretenden "quemar" la electricidad para producir calor a baja temperatura.

En resumen, ante la crítica situación económica del país, se hace necesario el planteamiento de opciones que enriquezcan el Sistema Nacional de Generación, tanto en la cantidad de energía y potencia disponible, como en la búsqueda de nuevos procedimientos y regulaciones que permitan utilizar al máximo los recursos hidroeléctricos existentes con esquemas de utilización que se adapten a las características particulares de dicha forma de energía y el propio sistema de generación.

Entre los temas a investigar con relación a la generación eléctrica en el SNI se podrían citar:

- Estudios sobre legislación y/o reglamentaciones para la integración

de Plantas Hidroeléctricas en manos privadas al Sistema Nacional Interconectado,

- Investigaciones tendientes al uso cabal del recurso hidroeléctrico tomando en cuenta las variaciones estacionales del recurso y la utilización de la electricidad generada en horas fuera de pico,
- Influencia de la magnitud de los embalses asociados a plantas en términos de su operatividad dentro del Sistema Nacional Interconectado,

3.3.2. Generación fuera del SNI

En lugares en donde resulta imposible extender la red eléctrica nacional, debida a consideraciones meramente económicas o a que no contemplan en los planes de electrificación rural; es necesario plantear la generación eléctrica por medio de pequeñas plantas hidroeléctricas como una de las opciones más reales para dotar de energía a tales poblados o población dispersa. La posibilidad de desarrollar o adaptar tecnología foránea para el desarrollo de sistemas y/o equipos a utilizar en este tipo de plantas, es una tarea que necesita del apoyo permanente de instituciones como el CONICIT. Este desarrollo en investigación aplicada debería estar ligado de una u otra forma a los programas de investigación en micro centrales que realizan algunas de las universidades del país y aún más, integrar todos los esfuerzos en pequeñas plantas en un solo esfuerzo coordinado; labor en la cual el CONICIT podría tener una participación muy destacada.

No se trata de coartar en modo alguno las iniciativas de los centros de estudios superiores sobre este tema, sino esbozar un plan de coordinación entre instituciones de suerte que los distintos grupos no desperdicien sus esfuerzos duplicando programas o proyectos en este campo o planteándose metas que no les corresponden.

Existe sobre el particular cierto grado de confusión alrededor de las pequeñas plantas hidroeléctricas. Una cosa son programas de investigación y adaptación tecnológica en micro-centrales (labor que realizan las universidades) y otra muy diferente un programa nacional de investigación y desarrollo de pequeñas plantas hidroeléctricas dentro y fuera del SNI. Sobre esto último se requiere de un estudio específico que determine la factibilidad de desarrollar pequeños complejos hidroeléctricos en sitios aislados, que posteriormente podrían incorporarse al SNI. Existen hoy día países con importantes restricciones en los regímenes hidrológicos y una situación económica muy solvente, que aún así han desarrollado legislación específica que permite la incorporación (bajo reglamentaciones especiales) de pequeñas plantas hidro a las sistemas nacionales de generación⁽¹⁸⁾. La obstinación por negarse a investigar estas posibilidades en su verdadera dimensión, contemplando solo el desarrollo de micro-plantas en sitios aislados significa simplemente condenar a muerte a las pequeñas plantas hidroeléctricas. Es necesario reafirmar las limitaciones y metas de un programa de desarrollo y adaptación de tec

(18) El caso de Italia es uno de ellos. Actualmente se permite la incorporación al Sistema Eléctrico Nacional de pequeñas plantas cuya capacidad no sea inferior a 3000KW.

nologías en micro-centrales y las perspectivas de los programas de investigación y desarrollo de tecnología en pequeñas plantas. Mientras que los primeros se refieren a las tecnologías básicas de aprovechamiento (rodetes, tuberías, válvulas, sistemas de control en pequeña escala), los segundos se refieren al desarrollo de obras civiles, sistemas de telecomando electrónico, sistemas de control eléctrico, etc., más que al desarrollo de tecnologías para fabricación de rodetes, controles de flujo, válvulas, etc.

Entre los proyectos de investigación y desarrollo sobre el particular estarían:

- Un estudio para el desarrollo de pequeñas plantas hidroeléctricas en sitios aislados que contemple su futura integración al SNI
- Estructuración de metas y objetivos de un PROGRAMA NACIONAL DE PEQUEÑAS PLANTAS HIDROELECTRICAS que abarque las microcentrales hidroeléctricas en sitios aislados.

3.3.3. Transmisión y distribución de energía eléctrica

Estando prácticamente integradas en un solo sistema nacional la totalidad de las líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica; será sin duda en función de dicho sistema que se llevarán a cabo la totalidad de las labores de investigación tocantes a temas afines a la red eléctrica nacional. Si el Instituto Costarricense de Electricidad ha sido el

creador y responsable directo de dicho sistema, debe pensarse entonces además que dicha investigación estará enmarcada en los planes del Instituto y surgirán como parte de las tareas que realiza a diario dicha institución en pro del mejoramiento y expansión de dicha red eléctrica. Todo proyecto de investigación que tenga como punto de partida la transmisión y distribución eléctrica, debería de contar; como tarjeta de presentación, con el apoyo del Instituto, de suerte que se garantice la aplicabilidad de los estudios al sistema eléctrico nacional. En cuanto al tipo de tareas que puedan catalogarse como de investigación dentro del SNI, simplemente podría afirmarse, que todo proyecto que conlleve a un aumento del conocimiento y desarrollo de la capacidad tecnológica nacional sobre el particular será un proyecto de investigación.

Entre las tareas de investigación a apoyar dentro del desarrollo del SNI podrían incluirse:

- Aplicación de nuevos métodos de análisis de estabilidad en el SNI
- Aplicación de nuevas técnicas para el análisis de flujos de carga.
- Estudios sobre aislamientos.
- Análisis de fallas en el SNI.

Con el listado anterior, lejos de querer abarcar todos los proyectos o líneas de investigación que se presentarán con relación al SNI, se quiere simplemente plantear algunas de ellas a manera de ejemplo.

Como comentario final al sistema de transmisión y distribución nacional;

hace falta decir, que aunque constituye un enlace sumamente eficiente en la cadena de la generación a los puntos de consumo, siempre deja por fuera a sectores de consumidores potenciales que por su dispersión o alejamiento a los ramales de la red eléctrica no cuentan ni podrán contar en los próximos años con los beneficios de la electrificación. Este tipo de población dispersa y sus necesidades de energía, sin duda alguna deberán de contemplarse en los programas de investigación de una institución como el CONICIT, por medio de un apoyo a la investigación sobre la aplicabilidad de energías no tradicionales a estos grupos de población. Estos aspectos no serían abordados aquí, sino que serán debidamente comentados en el análisis de energéticos no tradicionales como la leña, el uso del sol o la energía del viento entre otras o contemplados dentro de los programas de generación hidroeléctrica para plantas a operar fuera del SNI.

3.3.4. Consumidor de energía eléctrica

El usuario o consumidor de la energía eléctrica ha sido hasta el presente quien ha determinado las necesidades de energía y potencia del SNI, a la luz de una estructura de demanda de energía y potencia derivada de los hábitos de la población y sus necesidades de energía cotidianas y de un sector comercial e industrial en cuya orientación y crecimiento no ha tenido nada que ver las empresas encargadas de la generación, transmisión y distribución de dicha energía.

Aunque actualmente suene un poco extraño, el objetivo principal del ICE sigue siendo el brindar al país la energía y potencia que el país demanda para su desarrollo.

El cumplimiento de tal meta evidentemente ha sido alcanzado; salvo algunas fallas atribuibles a fenómenos que no pudieron, con razón, ser tomados en cuenta por el ICE. Esta lucha constante del Instituto por hacer frente, tanto a los niveles de demanda de potencia como al volumen total de energía requerido; llega a tal extremo hoy día, que necesariamente la misma Institución tendrá que buscar en la orientación del consumo, por acción es ante el usuario, la forma de utilizar más eficientemente toda la infraestructura existente, y más que eso propiciar patrones de consumo que lleven implícitos el ahorro y el logro de curvas de carga en el SNI con ondulaciones menos pronunciadas. Por otra parte, se hace imperativo buscar ciertos usuarios estacionales para la energía eléctrica, de manera que se puedan aprovechar al máximo las enormes cantidades de agua propias de la época lluviosa y que hoy día en una buena proporción se vierten por encima de los vertederos de las centrales hidroeléctricas (salvo casos excepcionales).

Ante tal situación, el control y orientación del consumidor para lograr que la operación de un SNI se adapte a las características del recurso y de la infraestructura en generación existentes, representa un terreno sumamente propicio y fértil para desarrollar toda una serie de programas de investigación aplicada al SNI que adapten el consumo a las particula-

ridades de tal sistema. Siendo el fin primordial de los programas al respecto el logro de un SNI adaptado a las particularidades del recurso hídrico nacional y el tipo de plantas instaladas hasta el momento; no podría pensarse en la ejecución de este tipo de proyectos sin relacionarse de alguna manera con el Instituto Eléctrico.

Estos proyectos y programas servirán sin duda para plantear a dicha Institución estudios e ideas que el Instituto no ha tratado de poner en práctica, quizás evitando salirse del marco de sus objetivos.

La ausencia de ideas y planteamientos nuevos a introducir como parte del planteamiento en generación del SNI podría llevar al país no solamente al desperdicio de los recursos en generación actuales, sino a la incapacidad de dicho sistema de hacer frente a demandas estructuradas al capricho del usuario.

La situación económica del país, su nivel de endeudamiento alcanzado y la necesidad de utilizar con eficiencia la infraestructura actual será uno de los pasos fundamentales para el uso racional de los recursos hídricos y una salida económica en un país tan dado al desperdicio.

Entre los temas a desarrollar como parte de la investigación en este eslabón de la cadena recurso-consumo se pueden citar:

- Investigación de técnicas para desplazamiento de picos de la demanda por acciones ante el usuario.

- Proyectos de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en la Industria.
- Investigaciones sobre alternativa para el uso de energía sobrante en época lluviosa o en general energía sobrante fuera de picos que valoricen la calidad de la energía.

4. Importancia del papel del CONICIT en bioenergía

En relación con el desarrollo de políticas de investigación en energía que afecten el recurso biomásico, se requiere de una correcta valoración y equilibrio permanente entre los proyectos puntuales de desarrollo y adaptación tecnológica, como de la investigación interdisciplinaria conducente al análisis y desarrollo de sistemas agroenergéticos. Esta última parte, por su carácter integrador y sus enormes retos, vendría a ser la columna vertebral desde la que se partiría el desarrollo de los proyectos puntuales indicados inicialmente.

Se quiere resaltar la importancia de la institución en la investigación tocante al desarrollo de la biomasa con fines energéticos, dado que es una de las fuentes de energía más importantes y menos valorada y estudiada del país, y que no cuenta con una cadena recurso-consumo tan simple como la comentada para el caso de la electricidad y los hi-

drocarburos.

Las características tan variadas de los recursos biomásicos, sus múltiples canales de comercialización, sus innumerables posibilidades en el uso y sus variados nexos con las actividades agrícolas, forestales y en general del uso de la tierra, hacen que no aparezca conveniente enmarcar las actividades en bio-energía en el marco de una institución especializada tipo ICE o RECOPE.

El CONICIT en este sentido podría contribuir a canalizar las distintas iniciativas en investigación en ciencia y tecnología en bio-energía, hacia estructuras de desarrollo de sistemas agro-energéticos en las que participan varias instituciones, empresas estatales o la empresa privada, tratando en todo momento de que los esfuerzos se complementen y no se repitan o dupliquen innecesariamente.

Su papel como financiador de investigaciones en el campo, tendrá que estar complementado con un papel más activo en la orientación y definición de las políticas de investigación en bio-energía. Es necesario que la institución genere, por algún medio a su alcance, la capacidad interna que le permita asesorar efectivamente el Gobierno de la República en la definición de políticas en investigación sobre el particular.

La institución, además de contar con un documento como el presente, que pretende definir algunas prioridades para investigación en energía y un

procedimiento numérico de valoración de proyectos; debería paralelamente contar con un comité asesor especializado que permita al Consejo:

- 1- Revisar periódicamente los índices de valoración de proyectos energéticos.
- 2- Servir de grupo de apoyo para que la institución se proyecte ante el Gobierno Central como asesora en la definición de líneas de acción en materia de investigación en ciencia y tecnología en energía.

4.1. Análisis suministro-consumo de biomasa

Al intentar penetrar un poco desde el punto de vista energético en el complejo panorama que la naturaleza depara al hombre mediante la bioconversión de la energía solar, se percibe desde el comienzo una gama muy basta de recursos y una cantidad y variedad muy importante de posibilidades y formas de utilización de dichos energéticos.

Muchas veces al hablar de biomasa, no se percibe con claridad el volumen y tipo de recursos que se cubren. Menos se tiene idea de que la estructura del consumo de energía actual se basa en productos biomásicos en una alta proporción que son utilizados en el sector doméstico como elemento indispensable en la cocción de alimentos y en el sector industrial y agrícola.

El análisis de la cadena recurso-consumo resulta en biomasa muchísimo más complejo y diversificado que el caso de la electricidad o el petróleo. Es casi seguro que los intentos a hacer por cubrir tantos recursos y formas de utilización, dejarán por fuera recursos, mecanismos de conversión de energía y estructuras de comercialización que hoy día podrían parecer artificiosos o poco realistas.

No obstante lo anterior, sin perder de vista el objetivo primordial del estudio, tendiente a la definición de las prioridades en la investigación energética, se tratarán de cubrir los recursos, mecanismos de comercialización y transformación más importantes, poniendo de manifiesto las circunstancias que actúan en contra de una utilización más eficiente y masiva de tales energéticos y definiendo los puntos del sistema que requieren un mayor grado de apoyo en labores de investigación.

Se tratará en lo posible de analizar cada uno de los recursos energéticos biomásicos en su connotación renovable, ligados por ello al uso planificado de la tierra como parte de procesos de desarrollo agrícola y/o forestal.

Se descarta el análisis de soluciones biomásicas masivas de sustitución de hidrocarburos en el transporte en boga desde la instalación de las destilerías anexas a la Central Azucarera del Tempisque. Se cita este fallido proyecto como muestra de lo que puede significar para el

país la creencia en soluciones milagrosas al problema del transporte por medio de una sustitución biomásica masiva mal orientada e ilusoria; que fue concebida dentro de una estructura estatizante de todos los servicios en energía, encajonada en modelos y técnicas de explotación típicas de los recursos tradicionales y sostenida por la creencia en la veracidad de teorías apocalípticas con relación al petróleo, tan de moda en la década de los 70,

Con relación específica a la investigación de los recursos biomásicos, esta tiene razón de ser sólo en función de la renovación del recurso.

Sin embargo, hasta el presente el recurso biomásico se ha utilizado sólo en forma parcialmente renovable. De parte del usuario no existe una percepción correcta de la necesidad de la renovación del recurso y menos se cuenta con los mecanismos financieros, tecnológicos o educativos que lo orienten en esa dirección.

En el caso de la leña la renovación del recurso se da simplemente debido a que la misma resulta del crecimiento de postes o cercas vivas, del componente arboreo asociado con cultivo tradicionales o como resultado del crecimiento de la vegetación natural (charral).

En el caso de los residuos agrícolas potencialmente energéticos y los sobrantes del proceso de aserrío de la madera, los mismos no han pasado de ser simplemente residuos altamente desaprovechados.

En general no existe una percepción correcta de la necesidad perentoria del manejo renovable del recurso biomásico, sobre todo en lo tocante al uso de la leña. La reforestación natural no puede competir con el abuso que se da hoy día para con este recurso potencialmente renovable. Es necesario destacar, que por parte de la Dirección Sectorial de Energía se realizan hoy dos proyectos tendientes a evaluar el estado de los recursos biomásicos, y más que eso definir políticas orientadas a la protección, renovación y uso adecuado de tales recursos. Al mismo tiempo los programas en Leña y Fuentes Alternas que realiza la Dirección General Forestal (MAG) en asocio con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) con recursos de la AID, merece el mejor de los apoyos por parte de instituciones como el CONICIT, ya que se constituyen en puntas de lanza en la protección, manejo, y desarrollo de recursos biomásicos agroforestales.

Como parte de las iniciativas de la Dirección Sub-Sectorial de Energía, se cuenta actualmente con un análisis de la posibilidad de utilización de recursos biomásicos en la industria y agricultura en el país, realizado mediante contrato con la firma norteamericana Meta Systems Inc. y que representa un elemento muy valioso para la valoración de los recursos biomásicos, y la detección de oportunidades de sustitución.

El uso de la biomasa como recurso energético puede darse en las siguientes formas:

1. Combustión directa de biomasa para producción de calor.
 - Leña y residuos de aserradero
 - Residuos agrícolas (bagazo de caña, cascarilla o pergamino del café, broza o pulpa del café, cascarilla del arroz, residuos de coco, coquillo de palma africana, olote de maíz, y otros).

2. Combustión de energéticos sólidos, líquidos o gaseosos, derivados de un proceso de transformación o extracción a partir de productos biomásicos.
 - Carbón de leña
 - Gas pobre a partir de gasificadores de madera
 - Etanol
 - Metanol
 - Metano a partir de digestión anaeróbica de biomasa
 - Hidrocarburos a partir de recuperación y refinación de volátiles en la destilación seca de la madera.
 - Aceites vegetales

4.1.1. Análisis del suministro- consumo de leña. Residuos de aserradero y carbón vegetal.

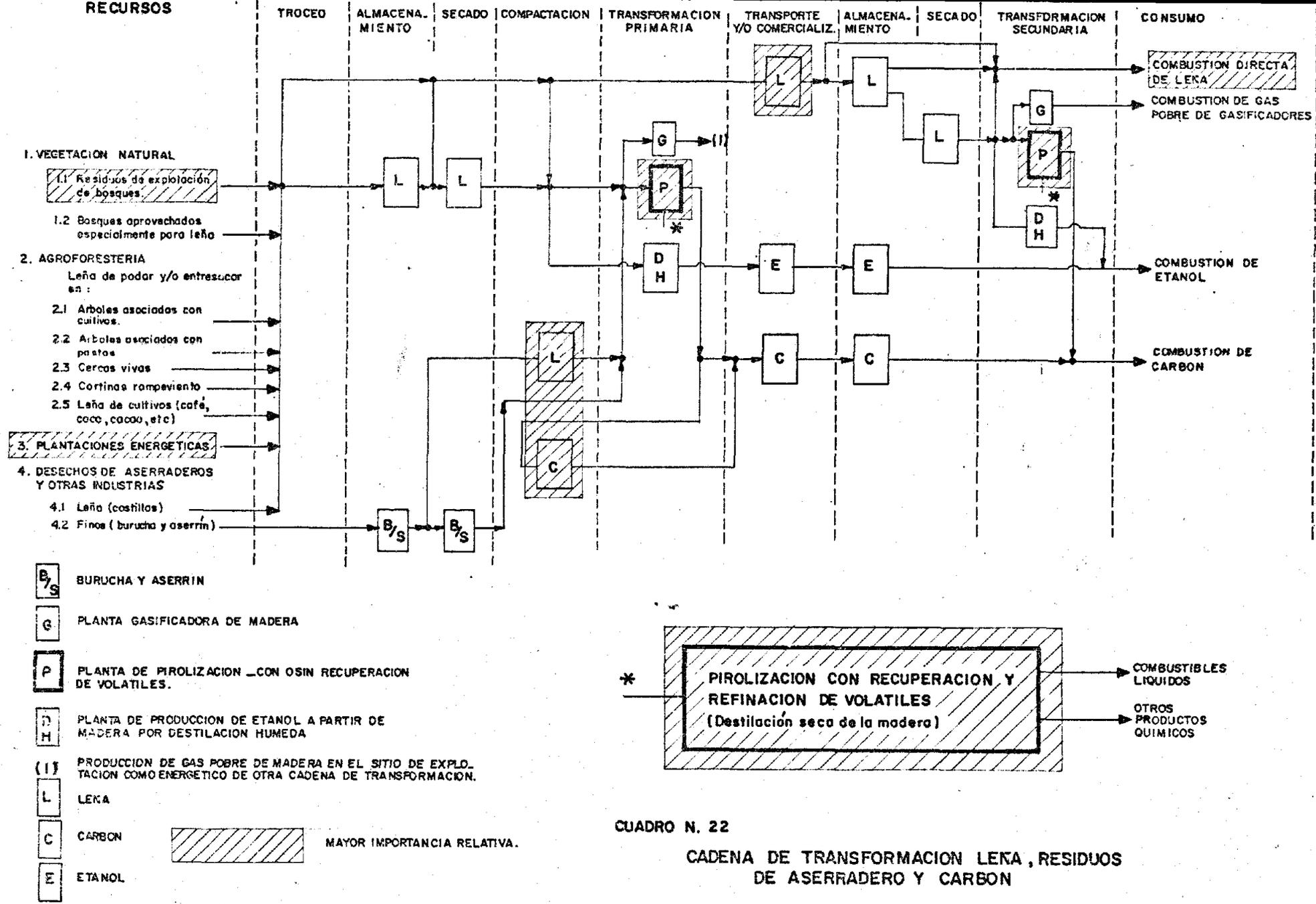
Para identificar, definir y analizar las áreas críticas en las que se deberá investigar en estos campos se hace necesario conocer en forma detallada como ocurre el proceso del suministro de la fuente primaria, la transformación, el transporte, la distribución y el consumo de la leña, el carbón y los residuos de aserradero en el país.

El cuadro No.22 muestra en forma esquemática lo que podría ser la cadena de transformación de la leña, los residuos de aserradero en el país en el futuro.

En Costa Rica, al igual que sucede en todo el istmo centroamericano la principal fuente de leña proviene de los residuos de la explotación del bosque natural que en la mayoría de los casos se realiza sin planes de manejo y sin criterio de producción sostenida. Aún así, el aprovechamiento de estos residuos es poco, comparado en la cantidad de biomasa potencialmente utilizable y que no se aprovecha. Este producto de la tasa de deforestación que según diferentes estudios alcanza cifras entre unas 40.000 a 60.000 ha, por año. (Ver cuadro No.23 sobre Evolución de Cobertura Boscosa Densa, 1983, Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria, Dirección General Forestal, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)).

Los desechos o residuos de aserraderos principalmente, podrían jugar también un papel importante como suministros de biomasa, sin embargo, mucha de esta biomasa no se aprovecha y se quema sin ninguna utilidad.

Según el Censo de Industria del Aserrío en Costa Rica, 1980, reporta que los 200 aserraderos encuestados en el país producen 523.900 m³/año de madera aserrada y un volumen igual de residuos, y únicamente dos de estos aserraderos utilizan los residuos como leña, lo que muestra el potencial de biomasa que podría aprovecharse como leña y/o carbón.



CUADRO N. 22

CADENA DE TRANSFORMACION LEKA, RESIDUOS DE ASERRADERO Y CARBON

Otra fuente de leña importante es la que proviene de lo que se denomina agroforestería, es decir, del componente arbóreo que se encuentra en asocio con cultivos, postes o en barrenas vivas, principalmente, esta es una de las fuentes que abastecen en gran parte el consumo a nivel doméstico en el área rural, tal es el caso en la Península de Nicoya, donde encuestas recientes dan a conocer que el suministro de leña proviene en su mayor parte del cambio de uso de la tierra y el manejo del componente arbóreo de los diversos sistemas agroforestales que se encuentran en las fincas, como son los árboles en los potreros, las cercas vivas y los árboles como sombra de café. Esta técnica de producción viene cobrando mucha atención en los últimos años y hay intereses en impulsar proyectos en esta área.

Las plantaciones energéticas para producción de leña son quizás la alternativa en la que se está poniendo más atención en la actualidad como un medio de cubrir en parte la demanda de leña. Las plantaciones para leña son de interés muy reciente, no es sino hasta en los últimos años que se han iniciado proyectos específicos en este campo. Sin embargo, tanto a nivel de finqueros como de la industria consumidora de leña existe gran preocupación por el abastecimiento de leña y ven de mucha importancia e interés participar en este tipo de proyectos. De hecho esto tendrá mucho más importancia en el futuro en donde eventualmente habrán nuevas alzas de los combustibles, lo que provocará un aumento en la demanda de esta biomasa.

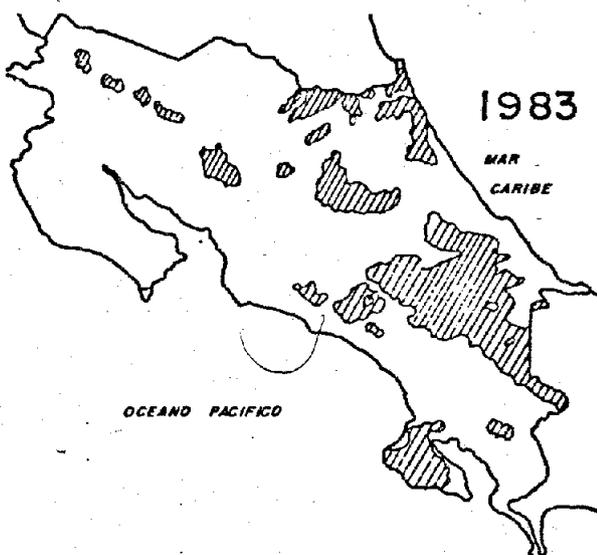
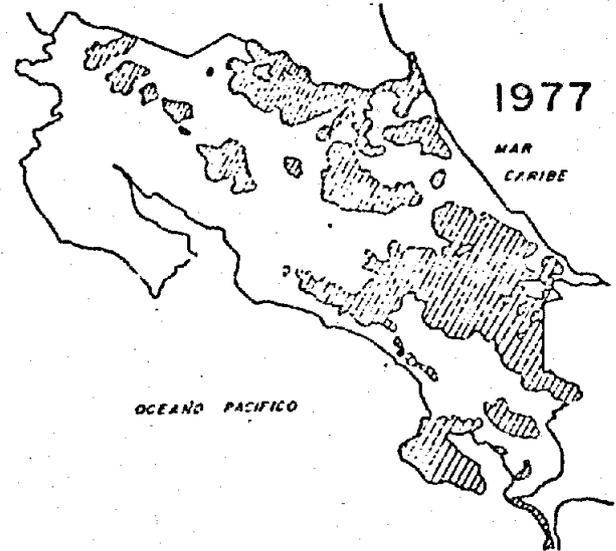
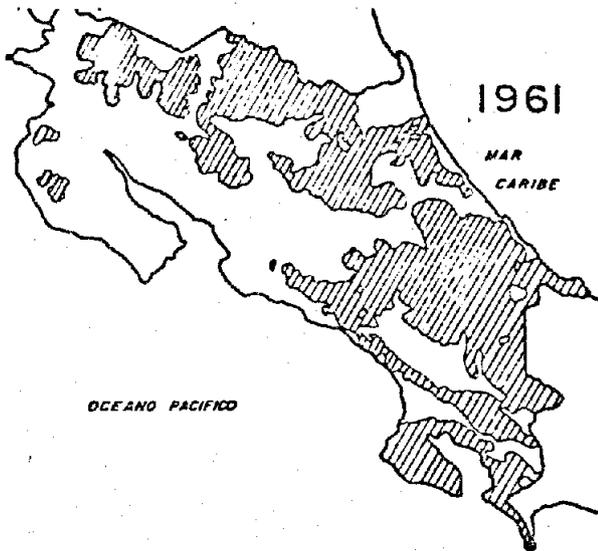
Con relación a este particular, la diversificación y consolidación de

programas de investigación sobre manejo de recursos biomásicos, en especial programas que contribuyan a restaurar el patrimonio nacional forestal que ha sido sistemáticamente destruído (Ver diagrama de Cobertura Boscosa - Dirección General Forestal - MAG. 1983), cobran especial importancia, no solamente en su connotación energética, sino mayormente por el objetivo de desarrollar una industria agroforestal en íntima relación con el uso de la tierra.

4.1.1.1. Análisis del Recurso plantaciones con fines energéticos y otras fuentes de leña.

Como medidas para suplir las necesidades futuras de la demanda de energía biomásica renovable, las plantaciones energéticas presentan quizás la alternativa más prometedora. En el país existe mucho interés por impulsar esta actividad. En la actualidad se está desarrollando un proyecto regional en el Istmo Centroamericano, denominado Producción de Leña y Fuentes Alternas de Energía, que tiene como objetivos generales, mejorar el bienestar y la productividad de grupos de bajos ingresos e incrementar el abastecimiento de energía a bajo costo para la población rural y urbana de escasos recursos.

Los objetivos de los dos subproyectos que forman el Proyecto Leña, son desarrollar, demostrar y hacer posible la transferencia de:



COSTA RICA
Cobertura boscosa densa (más de 80% de cobertura del suelo). 1940 - 1983.
Área boscosa densa
Fuente: OPSA, DGF..

Cuadro N. 23 Cobertura boscosa densa (80-100% de cobertura del suelo) en Costa Rica en los años 1940, 1950, 1961, 1977 y 1983

- a) Tecnologías eficientes para el uso de leña y fuentes alternas de energía a nivel doméstico y comunal, y para la pequeña y mediana industria (subproyecto ejecutado por el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) en Guatemala, y
- b) Prácticas de cultivo mejoradas para incrementar la producción y el abastecimiento de madera para energía (subproyecto del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Turrialba, Costa Rica).

En el caso de Costa Rica el subproyecto que coordina el CATIE se ejecuta en coordinación con la Dirección General Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Se han seleccionado ciertas áreas consideradas críticas en las que se han establecido viveros y plantaciones aunque a pequeña escala, estas áreas han servido para incentivar y promover para que agricultores e industrias participen en este tipo de proyectos.

Las actividades de este proyecto incluyen también estudios con la finalidad de conocer y analizar patrones de consumo de leña y/o carbón, demanda, precios, especies, mercado, factores limitantes y tendencias en el suministro-consumo de leña, con la finalidad de determinar la factibilidad técnica y económica para que las industrias o finqueros establezcan sus propias plantaciones de acuerdo a sus necesidades. De manera que ya se cuenta con cierta experiencia en el país en cuanto a plantaciones energéticas.

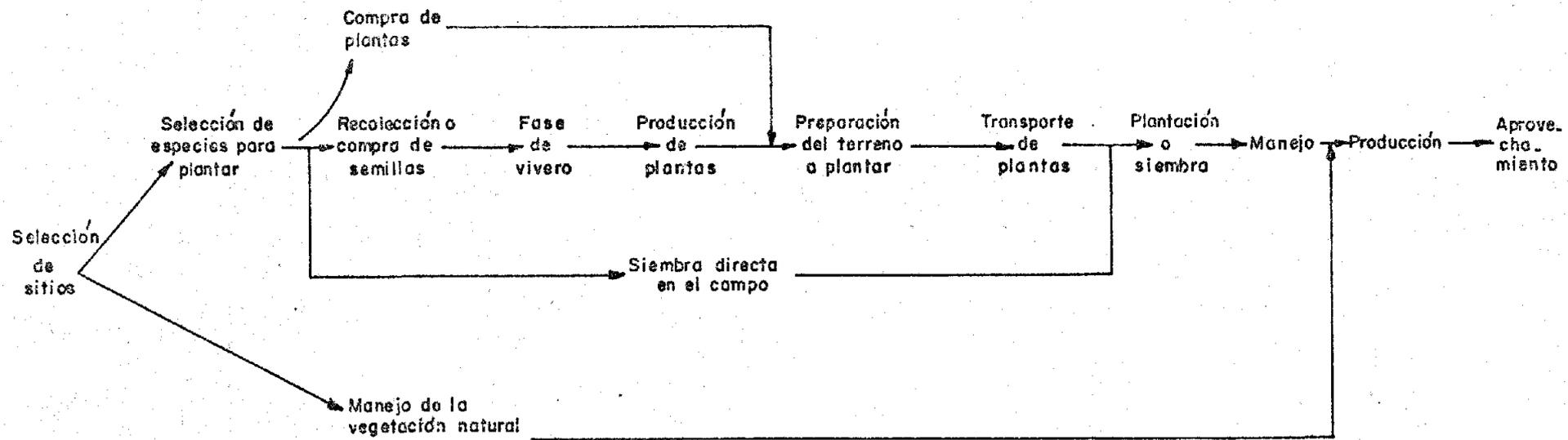
El cuadro No.24 muestra en forma esquemática lo que sería el flujo de producción de leña. El manejo de la vegetación natural aunque presenta el problema señalado anteriormente de la falta de áreas con bosques naturales factibles de manejar cercanos a centros de consumo, sin embargo existe la posibilidad de manejar vegetación natural tipo "charral" en algunas áreas del país, que se encuentran cercanas a centros de consumo, como es el caso en la Provincia de Guanacaste, donde hay posibilidad de que el manejo de este tipo de vegetación pueda suplir la demanda en algunas industrias que ya están iniciando a sustituir combustibles derivados del petróleo por leña,

El manejo de vegetación natural ha sido poco estudiado en el país por lo que se requieren estudios más específicos, enfocados principalmente en la cuantificación y posibilidad de manejo de este tipo de vegetación.

En el caso de las plantaciones energéticas se debe aprovechar la experiencia a pequeña escala que ya existe al menos para algunas especies en algunas zonas del país. Es necesario estudiar la posibilidad y factibilidad de extrapolar a otras zonas del país estas experiencias, con el fin de promover las plantaciones a mayor escala. Esto se hace imprescindible si se piensa que la leña y/o carbón serán una alternativa para sustitución de combustibles derivados del petróleo, especialmente a nivel industrial.

Entre los proyectos y programas de investigación con relación al recurso estaría:

- Análisis de áreas con vegetación natural con posibilidades de ser



Cuadro N. 24 FLUJO PARA LA PRODUCCION RENOVABLE DE LENA

manejadas con fines de producción de leña.

- Selección y delimitación de áreas a nivel nacional, con potencial para ser reforestadas con fines energéticos.
- Aplicación de las experiencias a mayor escala en las diferentes etapas del flujo producción-aprovechamiento en plantaciones forestales.
- Selección de alternativas o modelos de plantaciones energéticas para ciertas industrias previamente seleccionadas.
- Analizar y evaluar las fuentes de suministro de leña y carbón; propietarios y disponibilidad del recurso en terrenos con materia prima factible de comercializar.
- Descripción de las especies en uso y de otras con potencial de usar, tamaño y calidad de la leña, especificando las especies preferidas por tipo de industria.
- Posibilidad de producción y comercialización de la leña y carbón a través de grupos organizados o cooperativas por zonas específicas.

4.1.1.2. Comercialización de la leña y los residuos de aserradero

Siguiendo el flujo de suministro-consumo de leña se aborda uno de los pasos más críticos, como lo es la comercialización. Este es uno de los aspectos que merece más atención debido a la complejidad que presenta. El mismo estudio en la Península de Nicoya para el uso direc-

to de leña refleja que la comercialización no sigue canales económicos estables y definidos, no existiendo actualmente un sistema de medida o unidades estables que facilite y agilice la cuantificación del proceso.

La unidad de medida de mayor utilización en la comercialización de la leña, en esta región, es la "carretada" que no es uniforme y varía de acuerdo a la forma en que la leña es cargada o apilada para su compra o venta. De igual manera sucede en otras partes del país en donde existe una variedad enorme en las unidades utilizadas.

Esto se complica aún más por las mezclas de leña de varias especies con diferente valor calórico que se comercializan a un mismo precio, lo que dificulta la cuantificación de la eficiencia y rendimiento de la misma, principalmente a nivel industrial. La comercialización de la leña se ha incrementado en los últimos años debido a la escasez de la misma provocada por la disminución de la cubierta boscosa y la tendencia a sustituir los derivados del petróleo por fuentes más baratas debido a las alzas que han experimentado. Lo que ha provocado un aumento en la demanda y la presión sobre bosques aún con poco potencial energético y un aumento en el precio de la leña. El precio de la leña se ve influenciado por factores que hacen que este aumente o disminuya, como son la compra a mayor o menor escala de la leña, las formas de obtenerla, la distancia a que debe ser transportada y posesión o no de los medios para su extracción y preparación.

Estos aspectos deben ser considerados con urgencia con el fin de preveer en el futuro que nuevas alzas en los derivados del petróleo acompañados por una mayor escasez de la leña como materia prima provoquen un aumento exagerado en el precio de la leña, además que el problema del transporte será aún más crítico debido a que la materia prima extraída principalmente de las explotaciones del bosque natural cada vez estarán más alejados de los centros de consumo.

Hoy día el precio de los hidrocarburos pesados en la industria (bunker) está actuando como desincentivador directo para una modificación de la tabla de oferta de la leña. Existe una excesiva demanda para la leña producida alrededor de los centros de consumo en la zona central del país y una demanda reducida para la leña producida fuera de la zona central. En estas condiciones la falta de regularidad del suministro debido a demandas insatisfechas actúa a su vez como freno a un mayor uso del recurso.

Entre los temas motivo de investigación a este particular estaría:

- Análisis de técnicas para la explotación, manejo y transporte de leña hacia los centros de consumo.
- Factibilidad técnica-económica del uso de leña en relación con los costos del transporte y los precios de los energéticos que sustituiría.

4.1.1.3. Tecnologías de transformación

4.1.1.3.1. Secado: En lo que respecta a las tecnologías de transformación, el secamiento de la leña en el sitio de producción es uno de los aspectos a tomar en cuenta como paso previo a cualquier proceso de comercialización del producto. En general parece claro que, salvo en el caso en que se tengan residuos útiles de calor de procesos paralelos al secado, el secado al aire (natural) es la opción más económica y viable. Por lo tanto, salvo el caso de productos muy particulares (virutas de aserradero y aserrín, u hojuelas de madera) el secado es un proceso que debería orientarse por el camino del menor esfuerzo y complicación tecnológica utilizando al máximo el secado natural al aire, o a lo sumo el uso de aire forzado para secado de virutas y polvo de madera.

4.1.1.3.2. Compactación: En lo que respecta al uso de residuos de aserradero o mejoramiento de técnicas para comercialización del carbón vegetal, las tecnologías para compactación de madera y carbón representan uno de los aspectos relevantes para el uso futuro de este tipo de residuos. Por lo tanto se requiere de algún trabajo previo en investigación y adaptación de tecnologías para compactación (Briqueteadoras) tanto para aplicación a nivel doméstico como industrial.

En este sentido se requiere de un programa de investigación, adaptación tecnológica y desarrollo de briqueteadoras.

4.1.1.3.3. Pirolización o carbonización de la madera:

La pirolización para la producción de carbón a partir de madera es uno de los aspectos en desarrollo de tecnologías para el uso de la leña y residuos de aserradero que requiere mayor atención por cuanto las tecnologías de carbonización utilizados hoy día son sumamente primitivas e ineficientes, y desperdician sin valorizar todos los productos volátiles de madera.

Se considera que el desarrollo de programas de investigación, desarrollo y demostración de pirolizadores con recuperación de volátiles representan una línea de investigación prioritaria, para el uso, diversificado y adecuado de un recurso tan valioso como la madera con fines energéticos.

4.1.1.3.4. Gasificación de la madera:

Aunque la tecnología para la gasificación de la madera es relativamente simple, los problemas inherentes al manejo del producto, (desmenuzadoras, alimentadoras, etc.) o los residuos del proceso, requieren de programas permanentes de adaptación tecnológica. La posibilidad del uso de gas de madera para sustituciones de petróleo en la industria, o agro-industria no está todavía muy clara.

Se hace necesario realizar una evaluación técnico-económico del uso de gasificadores en vez de hornos de fuego directo o indirecto, como unidad de calor en secadores y generadores de vapor, así como la evaluación

de los inconvenientes de un gasificador ante la imposibilidad práctica de almacenar el gas combustible.

Pareciera oportuno mantener algún programa permanente de desarrollo y adaptación de tecnologías en gasificadores de madera en pequeña escala, con miras a un posible uso futuro como alternativa complementaria a los requerimientos de energía para el transporte en áreas rurales. Sin embargo no parece conveniente orientarse hacia el desarrollo de técnicas de gasificación, en perjuicio del desarrollo masivo de tecnología para pirolización de madera.

4.1.1.3.5. Destilación húmeda de la madera

Entre los procesos de transformación de la madera se cuenta la hidrólisis de la celulosa, fermentación y destilación de alcoholes derivados de la madera. Estos procesos actualmente no tienen ninguna relevancia en el uso de la madera, ya que se requiere el uso previo y masivo de tecnología en fermentación y destilación de etanol a partir de jugos y melazas de caña como punto de partida previo a la producción de alcohol a partir de madera.

Para la puesta en práctica de este tipo de tecnología es conveniente que previamente a tales desarrollos se analice completamente la legislación vigente en materia de destilación de alcohol, de forma que la misma se convierta en mecanismo de orientación e incentivo del buen uso de recursos tan ricos y desaprovechados como la madera y no de

freno al desarrollo de tales procesos como ocurre hoy día.

En general la producción de alcoholes a partir de madera deberá integrarse a una política nacional de incentivo a la fabricación de alcoholes para utilizarse como producto de exportación o como energético en el transporte. (Este aspecto se analiza en el apartado sobre alcohol carburante).

4.1.1.4. Consumo de la leña

Hoy día el uso de la leña se centra masivamente en el sector doméstico para el cocimiento de alimentos. Le sigue en una proporción mucho menos significativa el uso de la leña en la industria y agro-industria para la producción de calor.

Con relación al uso de la leña en forma directa para la producción de calor, resalta en general la falta de tecnologías eficientes para la combustión de la misma.

El uso doméstico eficiente del recurso es una necesidad inmediata dados los volúmenes de desperdicio en que se está incurriendo. En este sentido es necesario complementar y ampliar los programas sobre estufas eficientes que realiza actualmente el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) en Centroamérica con el patrocinio de la AID.

Al mismo tiempo se requiere de programas de investigación sobre combustión eficiente de biomasa en industrias o agro-industrias típicas (ingenios, beneficios de café, salineras, carboneras, ladrillerías, jabonerías, industrias de cerámica, trapiches, caleras, panaderías, etc.)

Aparentemente el aspecto de la tecnología no implica mayores problemas al menos en pequeña escala. Sin embargo es necesario conocer la posibilidad de llevar esta experiencias a mayor escala, e investigar el contexto socioeconómico de las comunidades, familias o industrias y analizar el proceso de adopción de estas tecnologías.

En este sentido los programas de extensión juegan un papel importante que deben ser estudiados y ejecutados a través de diferentes entidades nacionales relacionadas con esta área.

4.1.2. Residuos agrícolas

Los residuos agrícolas de mayor importancia en el país son los siguientes:

- a) Broza o pulpa de café
- b) Cascarilla o pergamino del café
- c) Bagazo de caña de azúcar
- d) Cáscara de arroz
- e) Olote de maíz
- f) Otros (coquillo de palma oleaginosa, residuos del coco, raquis de banano, etc.)

Estos productos no son sino subproductos de algún proceso agro-industrial básico, por lo tanto el volumen del recurso está en función directa del volumen del producto principal.

Este ligamen indisoluble con la producción agrícola, refuerza una vez más la idea de que el uso de la biomasa con fines energéticos no puede analizarse divorciada del proceso agrícola ya que es parte de dicha producción, y los productos energéticos que genera tienen que analizarse a la luz de una complementariedad energética entre cultivos de manera que no se desaprovechen.

El grado de utilización de estos materiales sólidos es variable y obedece a variados factores entre los que se cuentan (entre otros):

- 1) Facilidad de manejo para la combustión (densidad, forma)
- 2) Grado de humedad del producto
- 3) Transportabilidad a un costo razonable hasta el centro de consumo.
- 4) Posibilidad de almacenamiento sin deterioro.

Cada uno de los productos tiene características peculiares, y por lo tanto su grado de utilización varía en extremo. Como ejemplo, la cascarilla o pergamino del café se usa en cerca de un 100% mientras que el olote de maíz se desaprovecha en el mismo porcentaje.

4.1.2.1. Subproductos del café.

Uno de los productos agrícolas que genera varios subproductos potencialmente energéticos es el café. Por la importancia del cultivo para el país y la necesidad de poner en evidencia algunas particularidades y problemas del proceso tecnológico del beneficiado, ha parecido oportuno hacer el análisis del pergamino del café y la broza o pulpa del grano como parte integral de dicho proceso.

En el cuadro No.25 se establece una correlación para un tipo específico de fruta, el peso porcentual de agua, producto final y subproductos.

Dicho cuadro se resume así: (por peso de la fruta)

Agua total	55%
Agua en la Pulpa	35%
Pulpa y miel seca	6%
Mucílago	15%
Cascarilla o pergamino	4%
Café oro	<u>20%</u>
	100%

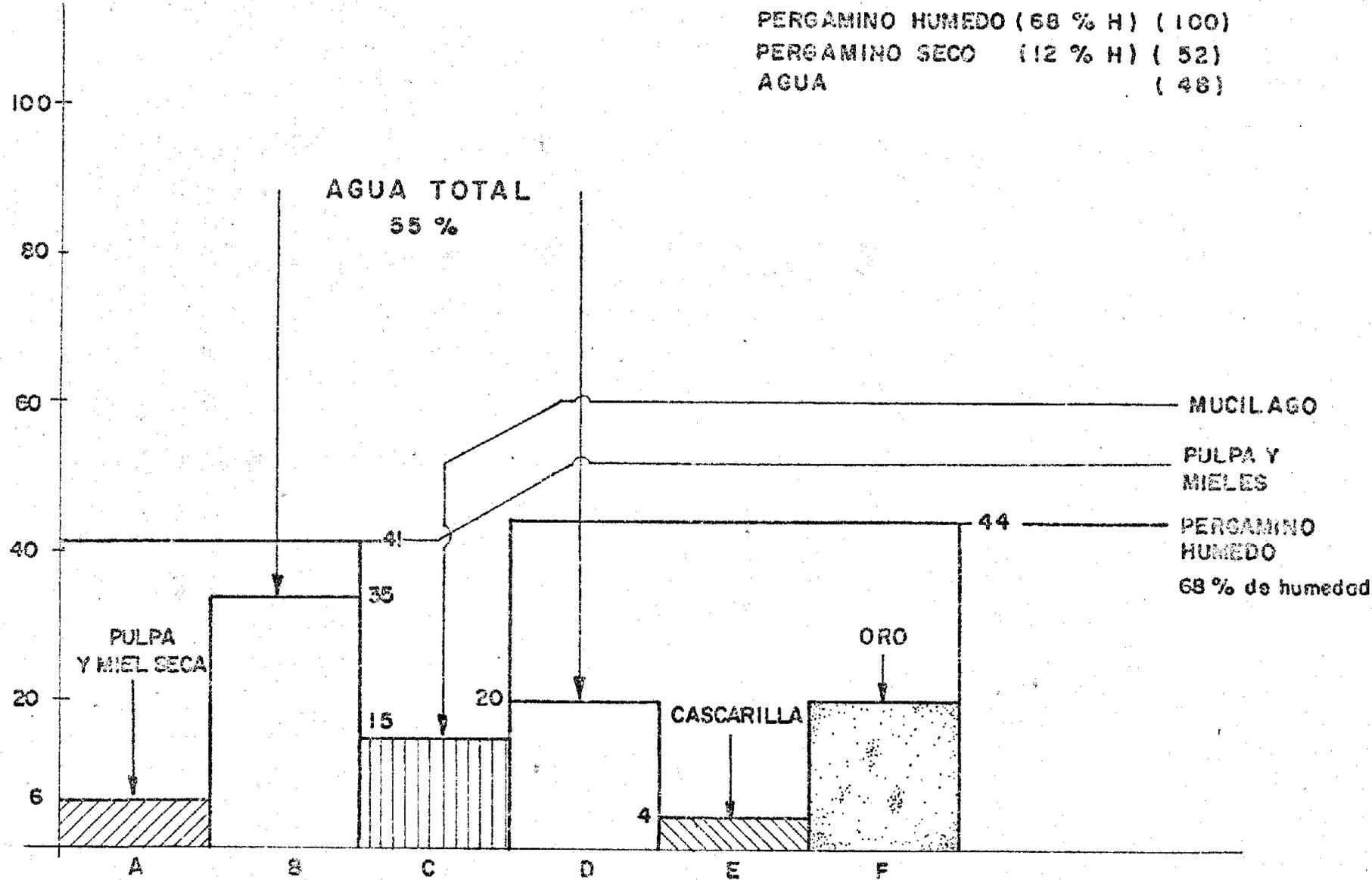
El proceso de beneficiado del café más ampliamente usado en Costa Rica es el que se denomina proceso húmedo (ver cuadro No.26). Los subproductos energéticos directos serían la pulpa y el pergamino, aunque

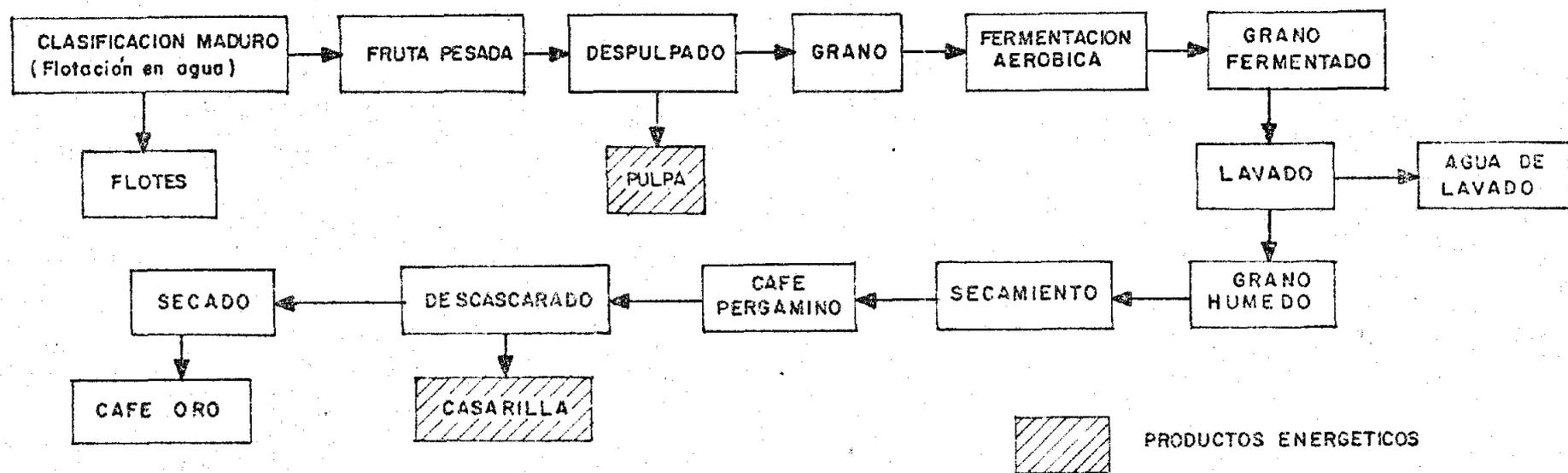
CUADRO N. 25 CAFE FRUTA A ORO
 TIPO GOOD HARD BEAN
 (COMPOSICION PORCENTUAL DEL GRANO,
 AGUA Y SUBPRODUCTOS)

$A + B + C + D + E + F = 100 \%$

PERGAMINO HUMEDO (68 % H) (100)
 PERGAMINO SECO (12 % H) (52)
 AGUA (48)

% por PESO





Cuadro N. 26 PROCESO DE BENEFICIADO HUMEDO DEL CAFE (Diagrama de flujo)

no deben descartarse la posible digestión anaeróbica de la pulpa para la producción de metano, ni menos la fermentación y destilación de mieles de café para la producción de alcohol.

4.1.2.1.1 Pulpa, broza o cubierta exterior de la fruta

Este subproducto del café puede utilizarse en variadas formas entre las cuales se cuentan:

- 1) Compost o abono orgánico
- 2) Ensilaje para alimentación animal
- 3) Deshidratado y como componente de alimentación animal
- 4) Como base para la extracción de cafeína y taninos
- 5) Base para la producción de proteína unicelular
- 6) Base para la producción de alcohol y ácido acético
- 7) Base para la producción de pectina
- 8) Base para la producción de gas combustible (bio-gas)
- 9) Combustible directo una vez seca

Después de observar la lista tan grande de posibilidades de utilización para dicho producto, el alto grado de agua presente en la pulpa (35% peso) y la presencia de mieles fermentables, se hace un poco difícil querer usar dicha pulpa como combustible para combustión directa. Es decir su uso en este sentido resultaría difícil y por lo

tanto limitado. Por otra parte el proceso de prensado previo a que habría que someter la pulpa, no aporta soluciones sino que agrava los problemas de contaminación ambiental por jugos dulces. Además, las otras posibilidades del uso de la pulpa tiene como meta no solamente la producción de sustancias químicas valiosas o energéticos líquidos o gaseosos, sino también y paralelamente el evitar uno de los focos de contaminación ambiental más serios que tiene el país en la época seca.

Con relación al uso de la pulpa para la producción de gas combustible (Bío-gas) existen experiencias a nivel industrial en Guatemala y experiencias en pequeña escala en Costa Rica (Escuela de Ingeniería Química-Universidad de Costa Rica, entre otras) que deben ser correctamente valoradas o incentivadas como focos de desarrollo para el manejo de desechos contaminantes.

4.1.2.1.2. Mucílago

El mucílago o cubierta gelatinosa del grano, aunque no es un producto energético, merece resaltarse por su uso potencial para la extracción de pectina y porque para su utilización se requiere de un cambio radical en el beneficiado sustituyendo la fermentación y el lavado por un despulpado y removido del mucílago sin agua.

4.1.2.1.3. Cascarilla o pergamino

La cascarilla del café es un subproducto abundante (4% peso), con una buena capacidad calórica (9200 KJ/Kg) fácilmente almacenable, y transportable y que se consume en cualquier horno convencional con un residuo de cenizas sumamente bajo.

Aunque puede utilizarse para la obtención de celulosa, su fin parece destinado a seguir siendo la base energética de los procesos de secado del café en los beneficios. Su capacidad calórica puede alcanzar porcentajes muy altos (80%) del consumo calórico del beneficio. La búsqueda de soluciones a tecnologías de combustión de biomasa vendría a aplicarse plenamente al uso energético de este subproducto del café en forma directa. Salvo con un mejoramiento de la eficiencia de combustión, no existen excedentes de este producto; su utilización actual y al futuro se perfila como sumamente amplia y eficiente.

4.1.2.2. Cascarilla de arroz

Es un producto energético disponible y altamente desaprovechado debido a las siguientes razones (entre otras):

- Presenta una combustión difícil con un porcentaje de cenizas de cerca del 17% por peso.
- Su alto contenido de sílice hace que presente problemas de abra-

sión importantes cuando se pretende desmenuzarlo.

- Por su forma y rigidez, cada partícula se asemeja a un pequeño resorte y por tanto es un producto con graves problemas para compactarlo.
- Su densidad es sumamente baja y por lo tanto su traslado hacia otros sitios para ser utilizado resulta sumamente oneroso.
- La oferta nacional de hornos para la combustión de cascarilla es muy reducida aún. (El problema de tecnología de combustión está resuelto existiendo actualmente dos empresas nacionales que fabrican este tipo de equipos).
- Para el secado del arroz en donde se origina se requiere una cantidad muy pequeña de cascarilla (menos del 20%). Por lo tanto los excedentes en el sitio de producción son de una magnitud y dificultad de manejo importantes.

La producción anual de cascarilla de arroz fue en 1982⁽¹⁸⁾ de 48.208 toneladas poniéndose en evidencia con ello la importancia energética de la misma. Con el fin de integrar efectivamente este producto energético en la industria se requiere realizar un programa de investigación en cascarilla de arroz que podría incluir:

(18) Meta Systems Inc. Bio Energy Resources and Options for Sustitution in the industria and agriculture Sector in a Costa Rica. Primer Borrador, Marzo 1984.

- Estudio de mecanismos para compactación y transporte
- Mejoramiento de las tecnologías actuales para la combustión de cascarilla.
- Investigaciones de mercado para este producto mediante un análisis por zonas.

4.1.2.3. Bagazo de la Caña

El proceso de industrialización de la caña de azúcar presenta una variada gama de posibilidades para el desarrollo de proyectos de investigación en energía. Dejando de lado para otra sección todos los aspectos tocantes al logro de una mayor eficiencia en los procesos de transformación típicos de dicha industria, así como la posibilidad del uso del bagazo para la fabricación de etanol como carburante; la búsqueda de aplicaciones al bagazo de caña es un aspecto que merece atención, no solamente por su potencialidad energética sino también como medio para lograr la reducción o eventual eliminación como foco que es de contaminación ambiental en zonas aledañas a los ingenios.

La cantidad de bagazo producida a partir de la caña varía entre un 24% y un 28% del peso de la caña. Aunque se presenta como un producto altamente energético y apto para ser usado en procesos de combustión directa con un buen rendimiento, sus usos pueden ser muy variados, citándose a modo de referencia los siguientes:

- Fabricación de papel
- Fabricación de tableros aglomerados para mampostería en construcción de edificaciones.
- Producción de alfa-celulosa
- Producción de fertilizante orgánico
- Base para la producción de alcoholes
- Combustible.

No obstante esta variedad tan amplia de posibilidades para su uso, este producto no ha podido, fuera de las puertas del ingenio, dejar de ser un desecho problemático.

Su uso como combustible presenta muy buenas expectativas en zonas cercanas a los ingenios, con una capacidad calórica en base seca estimada en unas 19200 Kjoulles/Kg. Con respecto al volumen producido se estima que en 1982 el país tuvo excedentes de bagazo que superaron los 110 millones de kilogramos del producto.

Con el fin de abordar desde el punto de vista de la investigación los principales problemas que impiden el uso del bagazo como combustible se podrían contemplar -entre otros- los siguientes temas de investigación:

- Investigación de tecnologías para la compactación y transporte de bagazo.

- Estudio de mercados potenciales para el bagazo compactado en industrias aledañas a los centros de producción.
- Investigaciones referentes a la producción de combustibles líquidos a partir de bagazo por destilación seca o hidrólisis y destilación húmeda de la fibra.

4.1.3. Aceites vegetales

La opción del aceite vegetal como energético líquido, tiene un buen comienzo en este momento, ya que hay estudios realizados por el grupo Numar y por el MAG.

Estos estudios estimaron que para atender toda la demanda interna de aceite de palma y/o contar con un excedente de unas 20,000 toneladas por año aproximadamente (tesis) para 1982, deberían existir unas 22,000 hectáreas cultivadas.

Se cree que los estudios hechos hasta el momento permiten plantear la necesidad de investigación en términos de elaborar una evaluación integral del aceite de palma con fines carburantes, antes de pensar en proyectos más específicos -que podrían proliferar-, como en otras épocas lo hicieron los estudios sobre alcohol. Concretamente, se recomienda un estudio similar al realizado por el Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas sobre la opción del alcohol sobre:

- 1- La producción de aceite de palma con fines carburantes.

Creemos que este estudio, deberá de considerar el resultado del Diagnóstico del Sector de Aceites y Grasas con el objetivo de detectar en este campo algunos temas de investigación que desarrollen este rubro.

4.1.4.

Alcohol Carburante

Costa Rica ha realizado en este campo una serie de esfuerzos tanto a nivel de investigación básica como aplicada. Son varias las instituciones que se han dedicado a elaborar programas dirigidos a la utilización del alcohol como carburante y estos esfuerzos no han producido hasta el momento, el fruto que se esperaba.

Esto, sin embargo, no puede significar el abandono de toda la actividad relacionada con este combustible, ya que tal cosa sería echar por la borda todo lo elaborado hasta el momento.

Los indicadores económicos, asociados con la producción y utilización del alcohol, no lo favorecen actualmente en términos de una pronta y masiva sustitución por combustibles fósiles. Sin embargo, las perspectivas de una nueva agudización de la crisis energética, merece cierta atención a tal posibilidad.

Hay un "cuello de botella" de orden legal en la problemática del alcohol carburante. Se trata de la legislación existente que prohíbe la destilación de alcohol por parte de organismos privados o de personas. El monopolio sobre el alcohol data de 1851; y un programa de alcohol en el país necesariamente debería enfatizar sobre este aspecto.

Se detecta como importante la realización de una evaluación y alternativas a la legislación vigente sobre el monopolio estatal en la destilación de alcoholes.

Existen además varios aspectos sobre el alcohol que no han sido abordados en nuestro país y que son:

- Utilización de metanol con fines carburantes
- Utilización de alcoholes para la industria de síntesis química (alcoquímica).

Esto último tendrá una importancia directa para un posible uso futuro como carburante; porque podría permitir el desarrollo de toda una infraestructura alcohólica con un destino más noble y rentable actualmente que una ciega sustitución del petróleo.

Finalmente, es necesario destacar la carencia de un programa nacional de alcohol que de pautas para detectar proyectos de investigación acordes con las necesidades reales en el campo.

El análisis de esta alternativa comienza con la evaluación de las materias primas, sigue con la producción del alcohol; continúa con la distribución del producto para concluir con el consumo del mismo.

4.1.4.1. Materias primas:

Por tratarse de materias primas de origen biomásico, los aspectos de cultivo de las especies utilizables, tienen gran importancia.

Sin embargo, desde el punto de vista estrictamente energético, el manejo de las plantaciones destinadas a la producción de combustibles pertenece al sector agrícola y no se analiza aquí. El uso de caña de azúcar para producir alcohol es una opción bastante investigada y que ha sido llevada a la práctica desde hace muchos años en Costa Rica, de tal forma que no hay necesidades fundamentales que investigar en este campo. Se presentan eso sí algunos aspectos que merecen una investigación más profunda y como son los relacionadas con la diversificación de materias primas para la producción de alcohol. En este sentido se enumerarán algunos temas que merecen estudios que conduzcan a la utilización de otras fuentes biomásicas:

- 1- Uso de azúcares fermentables para producir alcohol, (por ejemplo mieles de café y jugos de frutas).
2. Uso de materiales amiláceos para producir alcohol (tales como yu-

ca, papa y otros).

- 3- Uso de materiales celulósicos para producir alcohol (tales como madera, desechos de banano, bagazo y otros).

4.1.4.2. Producción de alcohol

Costa Rica tiene una larga experiencia en todos los aspectos relacionados con la producción industrial de alcohol, desde las etapas de fermentación hasta la destilación de alcohol anhidro y alcohol hidratado. En general, la tecnología empleada en esta etapa de la transformación es bien conocida, pero, hay algunas posibilidades que deben ser exploradas con la perspectiva de mejorar algunos aspectos relacionados con esta fase del proceso. Se trata del mejoramiento en la eficiencia de obtención del alcohol, ya sea mejorando el rendimiento en la fermentación o del proceso en conjunto. Debe también explorarse la producción de alcohol en escalas no industriales. Resumiendo:

- 1- Aumento en la eficiencia de producción de alcohol (por ejemplo usando fermentación continua o recirculando vinazas)
- 2- Uso de minidestilerías en la producción de alcohol (este tema ya tiene algún avance en Costa Rica).

Hay un tema más que tiene que ver con la producción industrial de alcohol a partir de materias primas no tradicionales (almidón, fibra,

jugos de fruta, etc.)

3- Producción de alcohol a partir de sustancias amiláceas y celulósicas

La parte de materias primas amiláceas ya tiene cierto avance en el mundo (Brasil) en cambio el uso de fibra apenas se está en la etapa básica de investigación.

4.1.4.3. Distribución

Los problemas que existen en la distribución del alcohol están asociados con un alto poder corrosivo del alcohol y una mayor capacidad de disolución del alcohol hidratado y del alcohol anhidro, sobre todo de materiales de caucho (empaques y mangueras). A pesar de lo anterior, Brasil eliminó todos los problemas asociados con este rubro de tal manera que se trata de dificultades resolubles con un adecuado control de calidad de los productos además de un mantenimiento permanente de tanques y accesorios.

4.1.4.4. Consumo

El panorama en esta etapa es similar al anterior. Todas las dificultades han sido resueltas de alguna manera. Quedan tres aspectos que para el caso de nuestro país, por no haberse desarrollado experiencia su-

ficiente en el uso del alcohol, son motivo de estudios más detallados:

- 1- El mejoramiento en la tecnología de conversión de vehículos de gasolina y diesel a alcohol.
- 2- La evaluación del uso del gasohol en Costa Rica
- 3- Los problemas ambientales asociados con la combustión del gasohol.

5. Energía Solar

A partir de la segunda mitad de la década de los años setenta se despertó en Costa Rica un interés creciente por el estudio de esta fuente de energía y sus aplicaciones. Desde entonces han sido varios los grupos de personas interesadas, varias las instituciones involucradas en estudios sobre el particular y hoy día algunas empresas privadas que ofrecen equipos para aplicaciones fototérmicas de dicho recurso en aspectos tales como el de calentamiento de agua y/o el secamiento de productos agrícolas.

El recurso solar debe verse siempre como una fuente complementaria de energía a fuentes de energía como el petróleo, la hidroelectricidad o la leña.

5.1. Recurso solar

Desde hace varios años, la preocupación creciente de quienes tuvieron a cargo programas de investigación y desarrollo en energía solar fue precisamente el análisis del recurso. Este aspecto, cubierto en parte por una red solarimétrica con fines meteorológicos existente, dio pie a una serie de evaluaciones preliminares que orientaron el quehacer de la investigación hacia aplicaciones de baja temperatura y tecnología simple.

En este aspecto es necesario destacar el trabajo que ha realizado el Instituto Costarricense de Electricidad mediante la contratación de la firma consultora Electrowatt Engineering Services Ltd. de Zurich, Suiza, con relación a la evaluación del recurso solar en Costa Rica.

Se tienen ahora claros algunos aspectos y datos con relación a la fuente, y existe un primer mapa solar de radiación para el país. Sin embargo, se hace necesario iniciar un programa de adquisición de datos climatológicos y energéticos, mediante la creación de una red solarimétrica para ambos propósitos en la que se superen los grandes errores de calidad de los datos actuales y se mejore la cobertura de medición.

5.2. Transformación

Los mecanismos de conversión masiva de energía solar por otras formas de energía de mayor calidad deben esperar más tiempo, dada la magnitud de los recursos financieros necesarios y la sofisticación de las tecnologías empleadas. A lo anterior se debe sumar, las características de la atmósfera del país que no parecen propicias para este tipo de aplicaciones. Sin embargo, las tecnologías fototérmicas de baja temperatura con colectores planos son técnica y económicamente factibles hoy día a lo largo y ancho del país. Aunque existen varias fábricas nacionales que producen equipo para el calentamiento de agua y de aire

solares, parece oportuno apoyar un programa de información sobre dichas tecnologías. Sobre el particular, merece especial atención el programa que lleva adelante el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) con la participación en Costa Rica del Ministerio de Industrias, Energía y Minas y la Cámara de Industrias, en capacitación para la fabricación de equipos solares de tecnología simple (colectores de placa plana integrados a sistemas de circulación natural) termosifón para uso doméstico y/o industrial.

Debe mencionarse también la necesidad de propiciar cursos universitarios sobre aplicaciones solares para iluminación y ventilación natural en edificaciones como parte importante en el uso del sol.

Con relación a la investigación de tecnologías fotoeléctricas, el desarrollo de tales sistemas debe quedar fuera de las aspiraciones investigativas del país por el momento. Lo anterior por la sofisticación tecnológica y magnitud de los recursos económicos involucrados en cualquier programa de desarrollo de celdas fotovoltaicas. Sin embargo, si parecería importante -de presentarse- propiciar la instalación en el futuro de industrias externas de alta tecnología para el desarrollo de componentes fotovoltaicos, dado que al cabo de algunos años es posible que el costo de producción de energía con dichas celdas empiece a ser competitivo frente a otras formas de producción de energía. Por el momento, las aplicaciones fotovoltaicas se refieren sólo a aspectos muy puntuales y específicos sin ningún valor cuantita-

tivo frente a energéticos convencionales,

5.3. Comercialización

Por las características propias de esta fuente de energía el aspecto relevante en el uso a futuro del recurso, será un sistema de comercialización eficiente de "artefactos" a disposición del usuario para la captación y uso posterior de dicha energía para lo cual sería oportuno lograr una adecuada comercialización de tecnologías solares, el planeamiento de sistemas piloto de demostración a instalar en sitios previamente seleccionados en el país; sobre todo en lo tocante a tecnologías para la producción de aire caliente para secado de productos agrícolas en zona rural y tecnologías para la producción de agua caliente a nivel doméstico y/o industrial,

5.4. Consumo

Sobre este particular es importante estudiar la influencia de las tarifas subsidiadas para la electricidad como desincentivo claro al uso del recurso solar en el hogar y la industria. Es necesario brindar al usuario potencial del recurso una panorámica real sobre las ventajas y desventajas que del uso de tal fuente se derivan, la posibilidad de utilización de sistemas híbridos (solar-eléctricos) y su grado de competitividad con los combustibles o formas de energía que eventualmente sustituiría. Se hace necesario además, indicar al usuario

las características mínimas de construcción de equipos solares, tal que le garanticen un período mínimo de duración del equipo mediante el control adecuado de la corrosión interna y externa en los equipos, e información sobre el deterioro de productos plásticos por la radiación solar. El control de calidad en la fabricación es uno de los aspectos a considerar como parte de un programa de incentivo al uso del recurso solar en Costa Rica. Sobre este aspecto y la evaluación de la eficiencia de los equipos ya se trabaja en Costa Rica desde hace algún tiempo. (Dr. Samder Nandwani-Departamento de Física/Universidad Nacional, Heredia).

6. Energía eólica

El uso del viento como forma de energía útil está en una fase de redescubrimiento en Costa Rica, aunque los programas de electrificación rural desarrollados en el país en las últimas dos décadas y la comodidad de generación de potencia mecánica y/o eléctrica con grupos electrógenos a diesel y gasolina, han pesado demasiado en detrimento del desarrollo de tecnologías que utilicen dicha forma de energía.

Al igual que la fuente solar; a partir de la segunda mitad de la década de los años setentas, se empezó a utilizar nuevamente el viento en el país, (aunque todavía hay gente que no lo sabe) con el desarrollo de pequeños proyectos de investigación tecnológica y que se referían sobre todo al uso y diseño de rodets para la generación de pequeñas cantidades de potencia mecánica en máquinas eólicas de eje vertical y/o horizontal, para utilizar en el bombeo de agua o para satisfacer las necesidades de iluminación y/o comunicación en las zonas rurales. Sin embargo, lo exiguo de los recursos económicos destinados a este tipo de experiencias, y la carencia de estudios básicos sobre la potencialidad de la fuente para distintas zonas del territorio, impidió de hecho una mayor profundización en el estudio de tal recurso hasta 1980.

6.1. Análisis del Recurso

Aunque se tenían algunos datos básicos sobre el viento del país gra-

cias a la información recopilada por la Red Hidrometereológica del Instituto Meteorológico Nacional; la distribución geográfica de las estaciones no estaba ni está concebida para el análisis del viento en su connotación energética, limitándose la información a la medición del viento con fines meteorológicos.

En el año 1980, el Instituto Costarricense de Electricidad -resaltando la importancia de la investigación y análisis de la información existente- publica el trabajo denominado "ANALISIS PRELIMINAR DEL VIENTO EN COSTA RICA", trabajo que serviría de base precisamente para la realización de un estudio posterior más profundo y que se encuentra en su fase final actualmente por parte del mismo Instituto. Este trabajo está siendo realizado para el ICE por la consultora internacional Suiza, Electrowatt Engineering Services Ltd.; y representa el trabajo más reciente y completo de investigaciones sobre el recurso eólico.

Con base en dicho estudio y en análisis precedentes realizados por personas de la Universidad de Costa Rica y el Instituto Tecnológico de Costa Rica; aunque se tienen claros ahora algunos aspectos y datos con relación a la fuente, se hace necesario redoblar esfuerzos para el establecimiento de una red de recopilación de datos básicos para ciertos parámetros meteorológicos, climatológicos y energéticos como base estimativa para el uso del viento en Costa Rica,

Entre los datos a medir, con fines energéticos podrían citarse -entre otros- las curvas de duración de potencia, evaluación de ráfagas, y estudio de perfiles de viento para la componente horizontal en función de la altura sobre el suelo.

6.2. Transformación

Aunque existe la propuesta a nivel del Instituto Costarricense de Electricidad de llevar adelante un proyecto piloto para la generación de energía eléctrica a partir del viento en una zona específica de la Provincia de Guanacaste identificada como de alto potencial eólico; dadas las difíciles condiciones económicas actuales y a futuro de la institución y del país en general, parecería más lógico y coherente dejar este tipo de proyectos para tiempos mejores, y buscar otras fuentes de energía de características más previsibles y menos aleatorias con las cuales generar energía eléctrica para la red del SNI. Por otra parte sería oportuno esperar a contar con una mayor experiencia tecnológica mundial sobre el particular, antes de destinar recursos a un proyecto piloto como el mencionado. No obstante lo anterior, sería conveniente despertar paso a paso la capacidad tecnológica para el diseño y fabricación de artefactos que utilicen dicha fuente de energía en pequeña escala, para resolver problemas energéticos puntuales en zonas preestablecidas por medio del incentivo institucional a la fabricación comercial de pequeñas unidades eólicas para la generación

de potencia mecánica para el bombeo de agua en zonas ventosas; o aún la generación de electricidad en lugares aislados para llenar las necesidades energéticas más apremiantes para los habitantes de las zonas no electrificadas. Sobre el particular se tienen algunos trabajos al respecto realizados por la Universidad de Costa Rica y el Instituto Tecnológico de Costa Rica, que podrían amalgamarse con el patrocinio del CONICIT- y la participación del Instituto Costarricense de Electricidad, en un programa modesto pero planificado de investigación, desarrollo de tecnologías simples y uso del viento en algunas zonas prefijadas de la geografía del país. Al igual que como el caso del desarrollo de pequeñas plantas hidroeléctricas, resultaría muy oportuno evitar el desperdicio de recursos económicos y/o humanos en estudios puntuales sobre el viento sin el marco de un programa nacional al respecto que sea modesto en los recursos pero claro y firme en las metas.

6.3. Comercialización

El conocimiento de las características puntuales del viento en cada lugar específico es una labor harto difícil debido a la gran cantidad de microclimas existentes.

Esta circunstancia hace difícil lograr algún grado de comercialización a corto plazo de este tipo de equipos. Si a lo anterior se suma la presión que ejercen tecnologías conocidas basadas en la generación de energía mecánica y/o eléctrica a base de hidrocarburos, el panorama

de la comercialización se complica aún más.

Como uno de los fines de la institución es ir logrando un mayor y mejor conocimiento científico y tecnológico de las fuentes y mecanismos de conversión de energía que contribuyan en algo al uso de energéticos nacionales; parece oportuno que la institución brinde algún tipo de incentivo a empresas metal-mecánicas nacionales para la elaboración de prototipos de baja capacidad energética y tecnología simple para el bombeo de agua o la generación de energía eléctrica (alumbrado y/o comunicaciones) para zonas escogidas de antemano con base en la información básica existente. Estas instalaciones piloto podrían ponerse en manos para su evaluación y control periódico de las instituciones de educación superior que aún muestran interés por el trabajo de investigación y desarrollo de este tipo de tecnologías.

6.4. Consumo

Se prevee desde ahora que por las características de la fuente y la infraestructura energética existente, el consumo de energía eólica será a futuro absolutamente marginal. No obstante lo anterior, la valoración de la fuente tomando en cuenta sus características y potencialidades a futuro dentro del mercado energético nacional permitirá a la institución asignar los recursos que se requieren, enten-

diendo de antemano que las oportunidades del recurso eólico en el país serán sin duda alguna de carácter puntual y complementario a otras formas de energía más confiables, accesibles y menos aleatorias.

7. Desechos municipales (Basura)

Desde hace algún tiempo se habla en Costa Rica de la posibilidad de utilizar los desechos municipales combustibles para la producción de energía mediante el análisis de distintas alternativas, algunas de las cuales se citan a continuación:

- Incineración como fuente de energía para una planta termoeléctrica.
- Pirolización de materiales carbonizables con o sin recuperación de elementos volátiles de valor comercial.
- Fermentación anaeróbica para la producción de gases combustibles.

Al igual que con la pulpa del café, no debe perderse de vista que el análisis de la basura debe dirigirse primordialmente a la búsqueda de mecanismos eficientes y seguros para evitar o disminuir al menos la contaminación ambiental que tales desechos producen si se manipulan en forma inapropiada. Es decir, el análisis energético es marginal y subsidiario.

Para el caso de nuestro país se tiene que, la falta de selectividad del material de desecho y la excesiva cantidad de materiales putrescibles excesivamente húmedos, hacen difícil un aprovechamiento energético que rinda beneficios en este aspecto por encima de los ya mencionados como efecto descontaminante del ambiente.

Entre los aspectos no energéticos importantes en el análisis de la

de la basura, está el que la misma puede convertirse en suplidora de materia prima para procesos de recirculación, cual es el caso del vidrio o papel o materiales celulósicos en general, plástico y metales (aluminio cobre, cromo, acero, plomo, estaño... entre otros). Sobre el particular, se especula todavía acerca del método de escogencia de tales desechos reciclables y sobre una preselección de materiales a nivel del punto de generación de desechos (hogar, comercio o industria).

Recurso

Sólo para el Relleno Sanitario de Río Azul en San José, se tuvieron flujos de basura de cerca de 400 toneladas por día para el año 1982. Este dato cuantifica el volumen de desechos en juego y el enorme foco de contaminación que representan aún hoy, con las técnicas de relleno utilizadas (no existe un control óptimo de dicho sistema descontaminante derivado de las limitaciones en equipo y personal que enfrentan las municipalidades que participan del Convenio Cooperativo Intermunicipal y que engloba a 11 cantones cercanos a la Capital. Asimismo, dicha cifra permite evaluar la inmensa cantidad de materiales potencialmente reciclables que se pierden hoy día debido a la ausencia de métodos y recursos económicos, para buscarle un destino más racional a tal cantidad de materiales.

Entre los trabajos que han pretendido evaluar el tipo de recursos disponibles, se cuentan varias tesis de grado sobre el particular realizadas por la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica; y los análisis que ha llevado a cabo el Instituto Costarricense

de Electricidad estudiando la viabilidad técnico-económica de generar electricidad a partir de la incineración de la basura producida en la ciudad de San José y Cantones circunvecinos.

Debe decirse claramente que los distintos informes encontrados sobre evaluación de la fuente como energético concuerdan en que las características de la basura actualmente no permiten una utilización económicamente viable como energético.

8. Hidrógeno

En los últimos años se habla insistentemente de la producción de este elemento como resultado del uso de la hidroelectricidad sobrante de la operación del SNI, mediante la electrolización del agua. Desde esta perspectiva, el desarrollo y/o adaptación de tecnología para el uso y producción del hidrógeno con base en los recursos energéticos sobrantes de la operación del SNI será sin duda alguna un campo sumamente propicio para la investigación y desarrollo tecnológico. Por otra parte, la posibilidad futura de que el uso del hidrógeno en el hogar permita una salida viable para la disminución de los picos de la demanda del SNI, es un aspecto digno de considerarse desde el punto de vista de las aplicaciones de dicho energético. No debe descartarse además, que posiblemente el desarrollo y adaptación de tecnologías para producción y uso del hidrógeno en el hogar y la industria nacional, abrirían el camino hacia la posible utilización de tal elemento como energético para el transporte. Sobre este último, existen indicios a nivel mundial que hacen preveer que el uso del hidrógeno en el transporte, en condiciones económicas y tecnológicamente factibles, será una realidad antes de que finalice el siglo.

8.1 Uso en la Industria

Existe actualmente en desarrollo un estudio de factibilidad técnico-económico para la generación de hidrógeno como base para la producción de amoniaco a partir de la hidroelectricidad sobrante de la operación de un sistema convencional de generación y transmisión eléctrica. Este pro-

yecto se lleva a cabo por medio de la Cooperativa de Electrificación Rural de San Carlos y el Centro de Electroquímica de la Universidad de Costa Rica, con el patrocinio del CONICIT. La realización de este proyecto no es sino una prueba del creciente interés por conocer y desarrollar alternativas al uso de los recursos hidroeléctricos sin afectar la operación del SNI.

8.2. Uso en el hogar

Uno de los problemas más serios que afecta la operación del SNI, estriba en el hecho de que el sector doméstico pesa demasiado en el comportamiento actual de la curva de carga diaria volviendo altamente onerosa la operación de dicho sistemas. Por lo tanto el Instituto Eléctrico y las demás empresas generadoras, tienen por obligación que tener la capacidad instalada suficiente para salir adelante con los picos diarios de la demanda que el sector doméstico ayuda en buena medida a estructurar. En este sentido, el hidrógeno podría utilizarse en el hogar por medio de la operación de pequeños electrolizadores y almacenadores de hidrógeno operando fuera de las horas pico, para luego utilizar dicho elemento para la cocción de alimentos en dichas horas. Esta posibilidad, que quizás suene hoy un tanto descabellada, permitiría el desarrollo paulatino de mecanismos tecnológicos para la generación del hidrógeno, y contribuiría a aliviar en algún grado en el futuro los graves problemas que ya enfrenta el ICE debido a las características operativas del SNI y ante la falta de mercados confiables para los excedentes de energía eléctrica. Sobre el particular vale la pena resaltar la importancia que tendrá para

el país la búsqueda inmediata de opciones viables para colocar la energía sobrante del SNI; y que a todas luces no será la exportación de electricidad, ni menos el "quemar" la electricidad en un horno a baja temperatura; sino desarrollos como estos que valoren un poco mejor la calidad del recurso y permitan el almacenamiento de la energía.

Tales posibilidades serán una realidad, si el proceso de adaptación y desarrollo de tecnología sobre el particular se complementa con medidas oportunas que desincentiven el uso del sistema eléctrico en las horas pico.

9.. Energía humana y animal

Aunque el hombre ha hecho y hace uso constante de su capacidad para realizar trabajo mecánico en sus actividades diarias; el interés por estudiar dicha energía como sustituto a otras formas de energía no se le ha brindado el interés que tal posibilidad demanda; y más bien existen quienes ven en tal posibilidad o el uso de animales un signo de retroceso tecnológico. Sin embargo, el encarecimiento de los precios del petróleo a partir de la primera mitad de la década pasada, contribuyó a que exista hoy día una actitud diferente frente a estas formas de energía. Conforme pasa el tiempo mucha gente del área rural se pregunta las ventajas y desventajas que presenta una bestia de carga o de tiro frente a una máquina agrícola o un pequeño camión a diesel dentro de radios de acción suficientemente pequeños. Es decir, sin negar las enormes ventajas de la maquinaria agrícola y los vehículos de carga livianos como apoyo a las labores de una pequeña finca, existe ahora la preocupación por redescubrir al animal de tiro o de carga como el caballo en labores específicas en la pequeña explotación rural, dejando de lado el chapulín mecánico o el pequeño camión de carga por su alta inversión inicial y sus altos costos de operación. Dentro de esta perspectiva la energía humana debe también jugar su papel, sobre todo en lo que toca al transporte personal en pequeñas distancias o aún el uso de dicha energía para llenar pequeñas necesidades energéticas en zonas rurales carentes de electrificación en las que los recursos energéticos como la hidroelectricidad o el viento no se prestan para un aprovechamiento puntual y/o donde las tecnologías

solares fotoeléctricas resulten muy alta prohibitivas para un conglomerado humano que no cuenta con los recursos económicos para hacer frente a tales inversiones.

Uno de los aspectos que merece mayor atención en Costa Rica para la utilización de la energía humana, es el uso y desarrollo de vehículos como la bicicleta. El desarrollo de dicho medio de locomoción no significa solamente estudios tecnológicos sobre el vehículo, sino también esquemas de transporte que faciliten la proliferación y el uso seguro de tales aparatos, frente a otros tipos de vehículos. No se descarta además el surgimiento de vehículos livianos híbridos de alta eficiencia como el uso de bicicletas de tracción eléctrico-humana.

10. Aspectos económicos

10.1. Estudio del mercado nacional de la energía

Según el balance energético de 1982, del consumo neto de energía a nivel nacional durante ese año, la electricidad aportó aproximadamente el 13.6%, los derivados del petróleo el 43.1%, la leña -incluyendo el carbón- el 33.8%, los residuos vegetales el 9.5% y el resto (carbón mineral y coke, no energéticos y alcohol), menos del 1.0%. Si bien estas cifras no están corregidas por el factor calidad, es evidente que las energías no comerciales (leña y residuos vegetales), continúan aportando una parte sustancial de la oferta energética, pero significativamente menor a su contribución de hace diez o más años. Como contraparte, las energías comerciales y principalmente los hidrocarburos han aumentado sustancialmente su participación, a pesar de que las variaciones de precios en los mercados mundiales de petróleo, probablemente han tenido algún efecto en la modificación de la tendencia del consumo de este tipo de energía. Sin embargo llama la atención el hecho de que a pesar de las fuertes variaciones de precios, la demanda de hidrocarburos en nuestro país ha continuado creciendo a tasas proporcionalmente elevadas. Es cierto que en los patrones de demanda influye también el comportamiento del ingreso nacional, y que este, al menos en el período anterior a 1979, mantuvo una sostenida tasa de crecimiento cercana al 6% anual. Según estudios realizados por el Banco Mundial, en los países en desarrollo la elasticidad ingreso del consumo de energía es ma-

yor a la de los países industrializados, como reflejo de los efectos del proceso de crecimiento sobre la urbanización y la creación de nuevas instalaciones industriales. La elasticidad ingreso, en promedio en los países industriales es de 1.0%, mientras que en los países en desarrollo, esta es de alrededor de 1.3%. Probablemente la elasticidad ingreso del consumo de petróleo es mayor al promedio de la energía total. Por otra parte con relación a la elasticidad precio, sucede lo contrario. La elasticidad precio es mayor en los países desarrollados que en los países en desarrollo, calculada en 0,4 para los países industriales y en 0,3 para los países en desarrollo. Y probablemente, en lo que al petróleo se refiere, la elasticidad precio debe ser considerablemente más baja. Sin embargo, en el caso de Costa Rica, la evidencia empírica parece mostrar, o bien un comportamiento muy inelástico de la demanda de hidrocarburos a cambios en los precios, o un comportamiento muy elástico de esta demanda con relación a la producción. Según estimaciones realizadas en 1980, la elasticidad del consumo de petróleo con respecto al PIB (elasticidad ingreso) para el período 1966-73 era de 2,4%, mientras que la demanda presentaba una elasticidad precio de solamente 0,37 (por cada 1% de aumento en el precio la cantidad demandada se reducía en solamente 0,37%). Según estas estimaciones, la respuesta de la cantidad demandada de petróleo a cambios en los precios es relativamente normal, y más bien, si nos referimos exclusivamente al

pétroleo, muy similar a la de los países industriales, Pero la elasticidad ingreso, sería definitivamente anormal. Esto significa que el proceso de crecimiento está conduciendo al país a una exagerada demanda de hidrocarburos, muy superior a la del resto de los países con un similar grado de avance, lo cual constituye un elemento sumamente peligroso, puesto que podría significar que toda la infraestructura de producción que se ha venido desarrollando en los últimos veinte o treinta años, se fundamenta en los hidrocarburos como fuente energética básica, lo cual condicionaría sensiblemente el proceso de crecimiento de los próximos 15 a 20 años, no sólo por las condiciones externas del mercado petrolero sino por la difícil situación de las finanzas internacionales del país para los próximos años.

Si bien no puede afirmarse que en el país no se han hecho esfuerzos para analizar las características del mercado energético, la mayor parte de ellos han sido dispersos y en muchos casos solo se refieren a aspectos particulares del mercado (lo cual es comprensible pues casi siempre forman parte de estudios más globales con fines diferentes) y ninguno profundiza en la determinación exacta de la relación de causalidad

del comportamiento, aspecto fundamental en que debe sustentarse la definición de la estrategia política para reorientar el sector.

La mayor parte de los estudios se ubican en el lado de la oferta, sus características, existencias de recursos, aspectos referentes a las posibilidades de sustituibilidad tecnológica y temas similares. Con relación a la demanda, su tratamiento generalmente es marginal, limitándose en la mayor parte de los casos a hacer algunas estimaciones, generalmente de carácter global y muchas veces con serias deficiencias metodológicas, de algunas elasticidades, estimaciones de la distribución sectorial del consumo, y casi siempre, de las proyecciones del comportamiento futuro de la cantidad demandada de diferentes tipos de energía, que generalmente adolecen de limitaciones tan importantes que invalidan su capacidad predictiva.

Aún en los estudios que tienen que ver con la oferta energética, hay aspectos muy importantes que han sido dejados fuera de consideración. La mayor parte de las grandes decisiones políticas respecto al desarrollo del sector se han realizado por intuición o evidencia, y no necesariamente han respondido a estrategias preconcebidas de largo plazo. Por ejemplo, es evidente que Costa Rica tiene un potencial hidroeléctrico muy considerable, y que por lo tanto la hidroelectricidad constituye quizás la fuente energética más promisoría para el país. Con acierto se creó el Instituto Costarricense de Electricidad, que se convirtió en la Institución rectora de la política de electrificación nacional.

Probablemente por lo evidente de la necesidad, no se requería de profundos estudios técnicos para justificar su creación, y aún las inversiones más inmediatas no requirieron un detallado análisis de sus implicaciones económicas y sociales, puesto que no solo era evidente su beneficio, sino que la coyuntura económica nacional e internacional era muy diferente a la actual. Actualmente cualquier nuevo proyecto que demande financiamiento externo puede tener un costo de oportunidad muy elevado, puesto que por una parte, el acceso al financiamiento externo es muy limitado, lo que hace que las inversiones alternativas (no solo las de campo energético), compitan entre sí por las limitadas fuentes de financiamiento, sino que además el embargo que significa sobre las exportaciones del país la pesada carga del servicio de la deuda externa, impone un cuello de botella muy estrecho a la inversión para los próximos años. Esto significa dos cosas. Primero que cualquier nueva inversión de capital en el campo energético o en cualquier otro tendrá que ser finamente evaluada en el contexto nacional, y además, en segundo término, deberá responder a la estructura de capital existente. No es de gran ayuda pretender desarrollar al máximo el potencial hidroeléctrico si ello significa que una parte importante del parque industrial queda obsoleto y debe ser sustituido, o si las industrias ya instaladas con escalas de planta tradicionalmente muy subutilizadas, altamente dependientes de los hidrocarburos, en el mejor de los casos no lograrán un uso más intensivo de su escala, en condiciones en que la limitación existente a las importaciones de capital, puede impedir el desarrollo del proceso de in-

dustrialización, quedándose única y exclusivamente a expensas de la inversión extranjera directa. Se corre el riesgo de sobredesarrollar un sector, en condiciones en que el resto tiene limitaciones estructurales a su crecimiento. Además el ICE debe revisar muy bien su política en cuanto al uso o instalación de plantas térmicas, puesto que si bien es cierto las condiciones del mercado petrolero mundial establecen de modo aparentemente inconvencible, la premisa de que debe en lo posible prescindirse de la dependencia energética de los hidrocarburos, esta debe aplicarse sin llegar a los extremos (posibilidad del uso de hidrocarburos residuales en algunas plantas termoeléctricas o la utilización de carbón mineral nacional en dichas instalaciones). Si el país continúa con su política de refinación interna de combustibles, y en el tanto en que el mercado interno demanda principalmente subproductos livianos, pueden generarse importantes excedentes de bunker, cuyo costo de oportunidad para el país puede ser bajo (en términos del supuesto señalado, ya que probablemente los productos livianos cargarían con el diferencial). Por lo tanto, en tal caso el ICE, o en general el país deben buscar el uso más eficiente posible para los excedentes de subproductos pesados. Debe tenerse en cuenta que una política simplemente de subsidios indiscriminados al uso del bunker para ocupar los excedentes puede ser muy peligroso, puesto que pueden distorsionar seriamente las relaciones de producción, (se continúa sobrecapitalizando la economía, además de que las distorsiones de precios relativos de los energéticos incentivan el uso de hidrocarburos en plantas industriales de difícil conversión y de larga vida útil)

Por otra parte, puede convertirse simplemente en un proceso de donación de recursos al sector privado que puede tener importantes connotaciones sobre la distribución del ingreso, o lo que es peor, convertirse en un subsidio al sector externo del país. El ejemplo clásico de esta distorsión se menciona en términos de las exportaciones de cemento. Si más del 60% del costo del cemento es bunker y una proporción considerable de electricidad, una exagerada reducción en los precios de estos tipos de energía, por debajo de sus costos de producción, puede hacer competitivo el cemento nacional en el mercado internacional en forma artificial, pues podría el país no tener ventaja comparativa en este producto, pero su precio puede reducirse considerablemente en el tanto en que el bunker sea altamente subsidiado. Esto sería simplemente regalar el excedente a los países importadores de cemento. Esta es una situación hipotética, pues hasta el momento no existe un estudio pormenorizado que demuestre que tal cosa ocurre, aunque hay indicios para pensar de que al menos en ciertas épocas en que el bunker además de tener un precio subsidiado con relación a otros hidrocarburos, recibió conjuntamente con estos, elevados subsidios cambiarios. Sin embargo es de la máxima prioridad para la definición de la política de precios, saber al menos cuál es el punto de equilibrio, de modo que se exporte el bunker en forma incorporada a productos como el cemento, sin que ello signifique donaciones al exterior (en condiciones en que el país no está en posibilidad de hacerlas), y aunque en la venta del bunker no se obtenga ganancia alguna. Sin embargo, el costo relevante puede no ser el de la refinadora, pues puede ser proporcionalmente elevado por razones de eficiencia. Por lo tanto, debe tenerse en cuenta

el precio internacional, sobre todo considerando que a nivel mundial existen importantes excedentes de bunker, que pueden adquirir dimensiones insospechadas en el tanto en que se tenga que recurrir con mayor intensidad a la refinación de crudos pesados.

Todavía falta mucho por hacer con relación a los estudios de eficiencia en la producción, transmisión, suministro, consumo y administración de energéticos. No basta con tomar decisiones intuitivas para tratar de reducir la demanda de energía comercial, si no se tiene perfectamente claro las motivaciones del comportamiento de los distintos tipos de consumidores. No basta tampoco con proponer medidas de orden administrativo o técnico para mejorar la eficiencia en los procesos de producción de energéticos, mientras no se tengan parámetros de referencia para medir los niveles de eficiencia.

Probablemente el caso más crítico con relación a los problemas de eficiencia lo representa RECOPE. Insistentemente se acusa a esta institución de ser altamente ineficiente, principalmente por el hecho de que al ser un monopolio estatal, y por lo tanto no enfrentarse a ningún tipo de competencia ni control exógeno, impone sobre los consumidores sacrificios desmedidos, en términos de que suministra productos supuestamente de baja calidad e incurre en costos de operación comparativamente elevados con relación a los niveles internacionales. Sin embargo estas acusaciones no se han sustentado en análisis científicos o técnicos y al no permitirse ningún tipo de opción alternativa a los consumidores, tampoco se cuenta con evidencia empírica que lo corrobore.

Sin embargo, es posible que muchas de las acusaciones no carezcan de fundamento, dadas las características de la refinadora con que se cuenta, la cual aún operando a sus niveles más eficientes en los aspectos administrativos y técnicos, el nivel de operación de su escala la hace poco competitiva con las grandes refinerías, como las de Venezuela, y el Caribe, e incluso con la de Panamá, a pesar de que esta de por sí opera a niveles ineficientes, con todo y que su volumen de operación es casi tres veces mayor que el de la refinería de Moín. Y es que este es un problema común a las refinerías existentes en la mayor parte de los países subdesarrollados no productores de petróleo, pues generalmente son construídas para abastecer mercados muy limitados. Además en los países no desarrollados las refinerías tienen dificultades para alcanzar un uso razonable de su capacidad instalada debido a problemas de diseño, fallas en los equipos (que muchas veces son obsoletos), o incluso por falta de experiencia o capacitación del personal que la maneja. Frecuentemente se ha acusado a RECOPE de todas estas fallas, sin que tampoco hasta el momento se haya corroborado o rechazado científicamente ninguna de estas acusaciones. De ser ciertas, esto significa que el costo de refinación doméstica de los productos es innecesariamente alto y la factura petrolera es sustancialmente mayor a lo que debería ser. Pero probablemente uno de los problemas más serios que deben enfrentar RECOPE, al igual que lo enfrentan todas las refinerías pequeñas, consiste en el desbalance en la producción de los diferentes tipos de subproductos con relación a la estructura

del mercado, ya que la mayor proporción de la demanda se concentra en los destilados ligeros. La combinación de productos requerida incluye una alta proporción de gasolina, diesel y en alguna medida, kerosene. La demanda por fuel oil (bunker). En nuestro país está limitada por la inexistencia de requerimientos de calefacción, una estructura industrial aún incipiente cuyas necesidades energéticas se satisfacen de muy diversas formas, incluso con derivados livianos. Resalta el hecho de que aún el mismo ICE posee plantas de generación eléctrica que operan con diesel o gas, y prácticamente toda la electricidad que actualmente se produce proviene de plantas hidroeléctricas, con lo cual las posibilidades de usar todo el bunker que se produciría en caso de pretender destilar la totalidad del requerimiento nacional de productos livianos, prácticamente estaría fuera del alcance. Esto ha obligado a la refinadora a importar proporciones muy importantes de productos terminados para balancear la estructura de la oferta, incluyendo en el último año casi tres cuartas partes de los requerimientos de diesel y casi el 50% de la gasolina. Sin embargo esto ha sido relativamente favorable para el país, pues a raíz de la crisis en el cartel petrolero, los precios de estos combustibles disminuyeron sustancialmente en los mercados mundiales, incluso hasta el punto que el país obtiene una sustancial economía con la importación del producto terminado en vez de importar el crudo para refinar, con todo y tener que soportar todo el costo fijo de mantener a un nivel mínimo de operación la refinadora, incluso sin despedir un solo trabajador. Cálculos de organismos internacionales han señalado que incluso el país

saldría ganando, cerrando al menos temporalmente la refinería, aunque tenga que seguir pagando los salarios y gastos administrativos de la planta, e importando la totalidad de los combustibles. Sin embargo por diversas razones esta posibilidad se ha desechado, dentro de las cuales cabe mencionar el hecho de que al estar recibiendo Costa Rica un trato preferencial por parte de Venezuela y México a la luz del Pacto de San José, no se considera prudente utilizar este elemento coyuntural (que podría ser pasajero) para romper con dicho pacto. Además esto significaría que la totalidad de la factura petrolera tendría que ser cancelada al contando, y no como sucede en los términos del pacto, en el cual un porcentaje de las importaciones de crudo se financia por los proveedores en condiciones muy favorables. Pero aún así subsiste la duda de si efectivamente la ganancia que representa la importación de productos terminados es solamente coyuntural, o aún en condiciones normales del mercado internacional, podría subsistir la ventaja, en cuyo caso no se justificaría continuar con el procesamiento interno de los productos, y valdría más la pena cerrar definitivamente la refinería. Este es un estudio al cual el país debe abocarse a la mayor brevedad, pues podría significar cada día que pasa, pérdidas muy importantes de divisas para el país.

Adicionalmente, otro problema que enfrenta RECOPE, común a la mayor parte de las refinerías de la mayoría de los países en desarrollo, es que al operar una planta tan pequeña (con una capacidad de destilación máxima de unos 12,000 barriles diarios en condiciones óptimas), la torre

de destilación de crudos pesados es prácticamente nula. Ello significa que para poder balancear la estructura de la producción, debe usarse como materia prima solamente crudos livianos de alta calidad, que cada vez son más escasos y costosos, o bien utilizar un "coctel" de productos semiprosesados, el cual cuesta apreciablemente más que el crudo original, mientras que el "bunker" que se produce a nivel de subproducto industrial, sobrepasa considerablemente las necesidades internas conforme se ha mencionado antes. Dada la disponibilidad mundial de crudos, todo parece indicar que a corto plazo la oferta mundial se va a concentrar en los crudos pesados, más que en los livianos. Los precios actuales ya justifican la explotación de un considerable número de depósitos de petróleo pesado. Las reservas de este energético se han estimado en alrededor de tres trillones de barriles en plaza, contra menos de un trillón de barriles de crudo convencional. Además de esto, se considera que hay muy importantes yacimientos de crudo pesado que aún no han sido evaluados. Esto justifica las tendencias que ya se están observando por parte de algunos países productores, que exigen a sus compradores, adquirir junto con el crudo liviano, una cierta proporción de crudo pesado.

Para poder refinar crudos pesados se necesitan refinerías grandes, de alrededor de 120.000 barriles diarios o más, cuya construcción escapa de las posibilidades financieras, técnicas y de mercado de los países subdesarrollados y aún más de Costa Rica. Una refinería de este tipo

demanda inversiones del orden de los 3.600 millones de dólares a los precios actuales, equivalente a la magnitud de la deuda pública actual del país. Pero sus costos de operación son menos de la mitad de una refinería de 20.000 barriles diarios, por barril procesado, lo cual convierte en rentables la explotación de estos crudos. Aparentemente, ni aún la posibilidad de instalar unidades de "cracking" permite procesar competitivamente crudos pesados y es dudosa la ventaja de utilizar este método para reprocesar el "bunker" residual para convertirlo en productos livianos, pues ni aún así se logra eliminar totalmente el problema del desbalance, y significa un incremento sustancial en los costos de operación, tanto que incluso se ha pensado en la posibilidad de construir una refinería regional para los países de Centroamérica, o alternativamente llegar a algún acuerdo con Venezuela para que este país procese el bunker excedente de los países del Area, y lo devuelva en productos terminados. Parece que incluso a pesar de los costos que implica todo este trasiego de ida y vuelta hasta Venezuela, puede ser menos oneroso que la operación individual por cada uno de los países de unidades de "cracking" adscritas a las refinerías.

Finalmente, como comentario adicional al funcionamiento del mercado energético del país cabe señalar, que el sistema de fijación de precios, tanto para la electricidad como para los hidrocarburos, adolece de fallas metodológicas importantes que merecen una evaluación exhaustiva. Al estar ambos mercados dominados por estructuras monopólicas

estatales, en donde no impera el principio de la maximización de beneficios y mucho menos el de minimización de costos, es muy dudoso que la estructura tarifaria se sustente en la medición de los costos de operación o de producción, puesto que estos son anormalmente altos por la falta de competencia, por razones estructurales como las señaladas, por razones de ineficiencia técnica o por muchas más. Por lo tanto este sistema requiere urgentemente de un replantamiento total.

10.2. Importaciones y exportaciones de energía

Una parte importante de la energía, total generada en el país proviene del uso de combustibles y electricidad.

Del total de energía consumida, una proporción cuantiosa proviene de importaciones realizadas. Al analizar la década 1970-1980 se observa como las importaciones abastecieron en un 50% al consumo nacional. Esta proporción ha tenido una tendencia al alza y se ha incrementado paulativamente a lo largo del período. Así mientras en 1970 las importaciones suplieron un 43% del consumo total, para 1980 este monto sobrepasa el 54%.

Esta cifras pueden en realidad ser mayores, ya que las estadísticas disponibles adolecen de fallas metodológicas que subestiman el valor real del componente importado. Los datos registrados en los Balances Energéticos toman en cuenta solamente la importación directa que

realiza el país por la compra de petróleo crudo y productos derivados (gasolina, kerosene, y jet fuel, diesel oil y fuel oil).

Los registros de importaciones directas de combustibles muestran un comportamiento muy dinámico. Así, en 1970 se importaron 18,058 TJ; incrementándose este monto sostenidamente hasta alcanzar la cifra de 33,156 TJ en 1980. Esto representa una tasa global de crecimiento de 84% en 11 años, o una tasa de variación promedio de 7.6% por año.

El análisis de la producción de electricidad es relevante. La generación eléctrica se logra a través de plantas hidroeléctricas y una pequeña proporción en plantas térmicas en sitios aislados. Las necesidades de financiamiento para este tipo de instalación son cuantiosas, y usualmente el ahorro interno no es suficiente para cubrir las en su totalidad. Por lo tanto, una gran parte de este tipo de infraestructura se financia con ahorro externo, y consecuentemente una porción sustancial de la energía eléctrica se produce gracias a los recursos externos de que dispone el país.

En este sentido, aún cuando no es posible hablar de importaciones directas de electricidad, o de energía eléctrica deben tomarse en cuenta las importaciones indirectas que se realizan a través de la contratación de empréstitos. En conclusión debe señalarse que existe un gran componente importado en la generación de electricidad. La cuantificación precisa de este monto no ha sido realizada aún de tal manera que existe un vacío de investigación que debe ser cubierto en el futuro

en ese sentido.

De todos modos es posible señalar que la deuda externa del país ha crecido de manera muy vigorosa en los años recientes. Así en el lapso de 6 años comprendidos entre 1977 y 1982 la deuda pública externa se ha multiplicado más de 4 veces, pasando de \$833,3 millones en 1977 a \$3,466.2 millones en 1983.

No se dispone de cifras exactas, del monto de la deuda, que corresponde a proyectos energéticos, pero es posible pensar que la tendencia histórica guarda cierto paralelismo con el comportamiento de la deuda global. Si tal fuera el caso, cabría esperar que haya existido una aceleración en la contratación de empréstitos para infraestructura eléctrica. Esto a su vez significa montos crecientes del servicio de la deuda por concepto de pago del "componente importado" para la generación, transmisión y/o distribución de la electricidad.

Si a los desembolsos por préstamos se agregan las erogaciones por importaciones de combustibles, (aunque últimamente son marginales), la conclusión general es que el país ha tenido que dedicar progresivamente montos crecientes de divisas para poder montar la infraestructura básica que se emplea en el sector eléctrico.

Para completar el panorama de comercio en materias relacionadas a la energía, debe analizarse el comportamiento registrado en las exporta-

ciones o ventas externas de electricidad de Costa Rica hacia países vecinos.

Salvo algunas ventas pequeñas de fuel oil realizadas al inicio de la década de 1970⁽¹⁹⁾, la exportación de energía era inexistente hasta 1982. Es en este año cuando de una manera más sistemática se empiezan a realizar exportaciones. Estas se refieren a electricidad y están destinadas fundamentalmente hacia el mercado centroamericano (Nicaragua y Honduras).

En julio de 1982 se inician las ventas de electricidad hacia Nicaragua como destino único. La exportación en medio año fue de 388,8 TJ (aproximadamente el 4.5% de la generación bruta del año). Para el año siguiente, las ventas se multiplican y son casi 5 veces mayores a las registradas en 1982. La exportación total en 1983 alcanzó la cifra de 1.810.8 TJ, de lo cual la mayor proporción correspondió a ventas a Nicaragua, y el resto se destinó a Honduras.

De lo anterior queda claro que aún cuando las exportaciones de energía se han estado incrementando de una manera muy dinámica en años recientes, aún representan montos relativamente pequeños y por lo tanto los ingresos por concepto de divisas son muy moderados

(19) Los montos de las ventas fueron 2089 TJ en 1970, 1319 TJ en 1971, 331 TJ en 1972 y 1683 TJ en 1980

Ante un monto elevado de importaciones y una pequeña cantidad de exportaciones, es evidente que el país tiene un elevado déficit comercial externo en su balanza comercial de energía. Estudios futuros deberán investigar acerca de las necesidades financieras del país para poder adquirir la totalidad de insumos energéticos necesarios para satisfacer el consumo nacional.

Los aspectos que merecen una mayor atención por parte del CONICIT son los siguientes:

Análisis de la influencia de las políticas de precios y tarifas y variación de los precios relativos para los energéticos en los distintos grupos sociales.

El sector fiscal y la energía, Impuestos y Subsidios y su impacto sobre la distribución del ingreso, la asignación de recursos, la tecnología, etc.

Efectos del sector energético sobre el equilibrio interno del país (inflaciones devaluaciones desempleo, desbalance comercial, etc.)

Importancia relativa del sector energético para los diferentes sectores productivos.

Efectos del sector energético sobre la balanza de pagos y el endeudamiento externo, análisis histórico y proyecciones.

Cálculo y actualización de elasticidad precio, ingreso, producción etc.

Caracterización de los mercados energéticos.

Reactivación económica y su relación con el sector energía.

Importancia del sector energía en la formación bruta de capital

Los subsidios a las tarifas eléctricas y su influencia negativa para el desarrollo de tecnologías de sustitución que utilicen energéticos nacionales.