

PROYECTO PROSPECTIVA TECNOLÓGICA PARA AMÉRICA LATINA

EL POTENCIAL CIENTIFICO-TECNICO
VENEZOLANO EN MATERIA DE FUENTES
ALTERNAS DE ENERGIA.

Rafael Balderrama

TEXTOS PARA DISCUSION

CENDES/UCV /04

Enero, 1985

Biblioteca
Instituto de Geología
UNICAM

Los datos en este documento no representan
la opinión de las instituciones patrocinantes.

Proyecto patrocinado por la UNIVERSIDAD DE LAS NACIONES UNIDAS (UNU) y el CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO (CIID).

INSTITUTO	CHAMADA
TOMO	
PRECIO	
DATA	
COD. TIT.	
PROT.	

AREA: POTENCIAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

EN

AMERICA LATINA

Coordinador: Hebe Vesauri

EL POTENCIAL CIENTIFICO-TECNICO
VENEZOLANO EN MATERIA DE FUENTES
ALTERNAS DE ENERGIA.

Rafael Balderrama

El potencial científico-técnico
venezolano en materia de fuentes
alternas de energía.

TEXTOS PARA DISCUSION

CENDES/UCV /04

Enero, 1985



Los puntos de vista expresados en este documento no representan necesariamente la opinión de las instituciones patrocinantes.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
 N. CHAMADA 301.248
 B.1924
 V. _____ EX. _____
 TOMBO 1124118
 PROC. 16P-00063/2022
 C D
 PREÇO R\$ 28,00
 DATA 08/06/2022
 CÓD. TIT. 1242899
 PROT. 113770

AREA: POTENCIAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

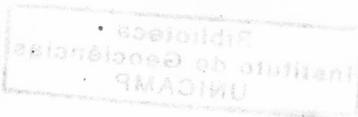
EN

AMERICA LATINA

Coordinador: Hebe Vessuri

El Potencial Científico-Técnico
 venezolano en materia de fuentes
 alternas de energía.

Rafael Balderrama



El Proyecto Prospectiva Tecnológica en América Latina parte del supuesto que una precondition necesaria para la construcción de una estrategia de desarrollo científico y tecnológico para la región es una visión prospectiva de los elementos del proceso de cambio social, económico y político que serán cruciales en las próximas décadas. Esta visión debe ser elaborada por los países de América Latina desde el punto de vista de sus propias características y aspiraciones, contrastando con los estudios que consideran a la situación de la región como una variable dependiente de lo que sucede en el Norte. El Proyecto se centra en las dimensiones tecnológica y científica del cambio. Procura identificar las principales tendencias del cambio tecnológico y su impacto social, económico, cultural y ambiental sobre los países latinoamericanos. El objetivo central es contribuir a la construcción de una estrategia de ciencia y tecnología para el desarrollo de una sociedad autónoma, igualitaria, participativa y compatible con el medio ambiente.

- Coordinador del Proyecto : AMILCAR O. HERRERA. Núcleo de Política Científica e Tecnológica. UNICAMP. Campinas. 13.100 Brasil.
- Responsables de Areas
- Tendencias de Desarrollo de Ciencia y Tecnología : RENATO DAGNINO. Núcleo de Política Científica e Tecnológica. UNICAMP. Campinas. 13.100 Brasil.
- Dinámica Socioeconómica : PAUL SINGER Y ANDRE FURTADO. CEBRAP, rua Morgado de Mateus 615, 04015 Sao Paulo, S.P. Brasil.
- Potencial de Investigación y Desarrollo en América Latina : HEBE VESSURI. CENDES. Apartado 6622 Caracas 1041-A. Venezuela.
- Economía Política de la Ciencia y la Tecnología : LEONEL CORONA. DEFFE. UNAM. Apartado Postal 22016. México. D.F., 14000, México; THEOTONIO DOS SANTOS. FESP. Av. Carlos Peixoto 54, Botafogo. Rio de Janeiro. Brasil.
- Medio Ambiente y Desarrollo : GILBERTO GALLOPIN. Fundación Bariloche. Casilla de Correo 138. S.C. Bariloche 8400. Rio Negro. Argentina.
- Comité Consultivo : FERNANDO HENRIQUE CARDOSO; LEONEL CORONA; CELSO FURTADO; GILBERTO CARLOS GALLOPIN; AMILCAR O. HERRERA; JOSE AGUSTIN SILVA MICHELENA.

I.- INTRODUCCION

El presente estudio constituye un informe preliminar sobre el potencial científico-técnico que se ha ido desarrollando en el país en años recientes en materia de las fuentes alternas de energía. El trabajo se inscribe dentro del proyecto de "Prospectiva Tecnológica para América Latina" y, por consiguiente, asume sus lineamientos de orden schumpeteriano relativos al carácter emergente de nuevos grupos de tecnologías tales como la informática, la biotecnología y el desarrollo de materiales nuevos, y su peso creciente dentro del escenario económico internacional. Se estima, sin embargo, que entre las particularidades de la estructura industrial de cada país existen factores de orden económico y político que pueden modificar las formas, plazos y niveles de desarrollo de un grupo dado de tecnologías y afectar sus posibilidades de adopción en la industria.

En este particular, el desarrollo de fuentes alternas de energía en un país con abundantes recursos energéticos convencionales representa una paradoja cuya solución depende en gran medida de la voluntad política para asumir el carácter no renovable de una parte considerable de esos recursos. En el contexto de las actuales dificultades económicas del país, la formulación de una política destinada al ahorro de energía exportable adquiere dimensiones dilemáticas para una estructura del consumo residencial e industrial caracterizada por el uso dispendioso de energía de alta calidad. Es indudable que el desarrollo de incentivos adecuados para un uso menos dispendioso de los recursos energéticos convencionales supone altos costos de inversión, adaptación y modificación de equipos, maquinaria e instalaciones que, a su vez, pueden hacer menos atractivo el uso de las fuentes alternas de energía.

Las posibilidades de desarrollo de por lo menos algunas de estas fuentes están, pues, estrechamente asociadas a la existencia de una política efectiva de ahorro y conservación de energía exportable. La implementación de una política de este corte puede, sin embargo, tener consecuencias indeseables desde el punto de vista tecnológico y ambiental en caso de adoptar un mero esquema sustitutivo que comprenda la utilización de fuentes altamente centralizadas con el fin de producir electricidad como son, por ejemplo, el empleo de plantas nucleares o carboeléctricas. La construcción de esta clase de instalaciones supone, de hecho, la presencia de un marcado deterioro del medio ambiente como resultado de efectos contaminantes de difícil manejo, o bien el uso forzoso de paquetes tecnológicos y la adquisición de instalaciones "llave en mano", pero sujetas a formas directas y encubiertas de control y supervisión foráneas.

De otra parte, el aprovechamiento de las fuentes de energía nuevas y renovables de acuerdo a un programa de progresiva racionalización del consumo nacional constituye una alternativa cuya viabilidad merece un análisis más detenido, pero que desafortunadamente va más allá de los límites del presente estudio. La efectividad de un programa de estas características implica por lo menos un conocimiento confiable, exhaustivo y detallado del verdadero potencial de cada una de estas fuentes en Venezuela y su probable contribución a la modificación de los balances de producción y consumo de energía en el país, una vez que sea superada la fase actual de excesiva dependencia de éste en los hidrocarburos. Si bien en años recientes se ha avanzado con rapidez en el registro de las reservas de carbón y uranio con que cuenta el país, así como en la evaluación cuantitativa del potencial de fuentes como la energía eólica, solar, geotermia, bioenergía y mini hidroelectricidad, la presencia de frecuentes deficiencias metodológicas y el uso de procedimientos de discutible utilidad y confiabilidad han restado importancia a una porción considerable de los resultados difundidos.

II.- CONTENIDO DEL INFORME

	Pags.	
I.-	Introducción	1
II.-	Contenido	4
III.-	Papel e importancia de la I & D en el sector energético nacional.	5
	3.1. Intevep: I & D en la industria petrolera nacionalizada.	7
	3.2. Desagregación tecnológica: Los límites de la imitación.	15
	3.3. En las fronteras del Sistema Eléctrico Interconectado.	20
IV.-	Algunas particularidades del mercado de proyectos de I & D. en fuentes alternas de energía en Venezuela.	28
V.-	Conclusiones	34
VI.-	Notas de referencia	37
VII.-	Bibliografía	44
VIII.-	Anexos	
	Anexo 1.- Lista de abreviaciones	48
	Anexo 2.- Personas entrevistadas	49

En la sección III se examinan algunos de los problemas relativos a la necesidad de diversificación de nuestra base energética y el tipo de impedimentos "externos" que han desincentivado la creación de una capacidad nacional de I&D que permita dar cuenta de esa necesidad. En la sección IV se analizan las perspectivas de crecimiento del mercado interno para las fuentes alternas de energía y se exploran las posibilidades del país para desarrollar algunos insumos y equipos propios destinados al aprovechamiento de esas fuentes. En la sección V están formuladas las conclusiones del estudio.

Caracas, 12 de octubre de 1984.

III.- PAPEL E IMPORTANCIA DE LA I&D EN EL SECTOR ENERGETICO NACIONAL

La expresión "I&D" supone la existencia de un conjunto de actividades in dustriales en cuyo seno puedan aplicarse los resultados de esfuerzos investiga- tivos generalmente iniciados en el ámbito académico. Pese a su vasto potencial de posibles aplicaciones, la investigación académica representa costos que tien- den a ser, de hecho, relativamente modestos respecto de aquellos necesarios pa- ra el desarrollo experimental de proyectos a escala industrial, donde los desem- bolsos requeridos únicamente pueden encontrar justificación en tanto su carácter de "gastos de inversión". Esta dinámica de interrelación entre investigación aca démica y desarrollo industrial tiene lugar dentro de lapsos generalmente dilata- dos, por lo cual los gastos en I&D tienden a ser vistos como una inversión a me diano o largo plazo. (1)

De lo expuesto anteriormente se desprende que la inexistencia de un par- que industrial aunado a las capacidades técnicas y organizativas implícitas en éste, y que correspondan al nivel de las exigencias técnico-científicas de la investigación académica de avanzada, constituye un obstáculo formidable en el - logro de una dinámica de I&D que de lugar a la generación de nueva tecnología en la industria. En otras palabras, las actividades de I&D suponen un desarrollo in dustrial a niveles técnicos y organizativos tales como para estar en condiciones de producir y mejorar productos y procesos vinculados a ese esfuerzo investiga- tivo. (2) Sin un potencial de producción industrial desarrollado históricamente hasta un estado acorde con las exigencias actuales del cambio tecnológico, las cifras relativas a gastos en I&D carecen de fundamento y/o significado, y el es- fuerzo tecnológico del país en cuestión tendría que medirse a través de otros in dicadores más apropiados a su situación.

En el caso del sector energético venezolano nos encontramos, sin embargo, ante un conjunto de industrias que ofrecen grandes semejanzas en cuanto a la presencia de bajos costos unitarios del producto y una alta intensidad de capital respecto a los cánones prevaletentes en otros sectores industriales del país. Baste decir que la inversión bruta en capital fijo de la industria petrolera y la industria eléctrica representaron en 1982 un 22% y un 17% del total nacional, respectivamente (Informe BCV-1982, 130-1 y 149). En contraste con estos elevados montos de inversión en capital fijo, las estadísticas señalan que el nivel de ocupación para ambas industrias tomadas en su conjunto no alcanzó, en ese mismo año, al 2,5% del total de la fuerza de trabajo (Informe BCV-1982, Anexo Estadístico, tabla VI-122).

Cabé destacar aquí el papel de indiscutible importancia que ocupa Venezuela en el contexto de la división internacional del trabajo en tanto país exportador de energía. Sin embargo, estas exportaciones se realizan todavía a niveles relativamente bajos respecto del valor agregado de los productos de exportación; lo cual supone que el grueso de las divisas adquiridas por concepto de exportaciones se basen (en más de un 90%) en crudos y derivados de petróleo a ser utilizados meramente como fuel oil (combustible residual) o procesados para el uso del parque automotor de los países importadores. En otras palabras, las formas más elevadas del procesamiento de crudos (ie, industria petroquímica) o aún el desarrollo relativamente reciente de nuestro potencial hidroeléctrico han ido modificando en forma relativamente lenta nuestra condición de país productor de energía en sus formas más primarias.

De hecho, los esfuerzos realizados en el país a fin de desarrollar fuentes energéticas alternas al petróleo siguen enmarcados dentro de un modelo de

crecimiento económico basado en niveles intensivos de consumo interno de energía, modelo que por lo demás está en vías de superación en el ámbito del mundo industrializado. Es sabido que en la década pasada el alza de los precios del petróleo a nivel internacional estableció límites obvios a la viabilidad de este modelo de crecimiento, cuyo colapso dió lugar a la búsqueda de formas alternativas de crecimiento económico asociadas a un uso menos intensivo de las fuentes convencionales de energía. Es indudable que el incremento de los costos de la energía ha contribuido a acelerar la crisis de crecimiento experimentada por el otrora más dinámico grupo de industrias asociadas a un elevado consumo energético (ie, la industria automotriz, del acero, la aviación comercial, etc), las cuales empero ya veían factores limitantes en sus perspectivas de expansión desde la segunda mitad de la década de los años sesenta, factores a menudo caracterizados como un fenómeno de "saturación de mercados".

En tal sentido, podríamos referirnos a la década de 1973-1982 como un período en el cual ocurrió un desfasaje en el crecimiento de la economía nacional respecto de la aguda crisis económica por la que atravesaron los países industrializados. Esto obligaría a pensar en un país que prosiguió con niveles relativamente altos de expansión económica asociados a un elevado consumo energético, (3) precisamente cuando las bases de tal tipo de expansión eran factor coadyuvante en el desarrollo de una crisis de crecimiento a nivel internacional. De acuerdo a lo expuesto, los beneficios transitorios de la crisis permitieron alimentar un crecimiento desfasado, aunque no por ello menos dinámico del sistema productivo venezolano hasta que, por último, sus exigencias en materia de insumos, financiamiento y mercados han desbordado las posibilidades generadas por una estructura de exportación basada en suministros relativamente abundantes de formas convencio

nales de energía. (4)

Estos factores que han gravitado sobre las industrias nacionales de energía y su importancia tanto en el contexto de la economía interna como internacional no han logrado restringir su papel como sector más dinámico del aparato productivo venezolano. La viabilidad futura de esta condición, sin embargo, no sólo podrá atribuirse a la existencia de grandes recursos energéticos y la experiencia acumulada por el personal que trabaja en estas industrias, sino también a un constante proceso de mejoramiento tecnológico. Es en este contexto que los datos e información relativos al esfuerzo de I&D pueden tener alguna significación como indicador de productividad en el sector energético venezolano.

Por razones de espacio y de tiempo, se intenta hacer únicamente una breve caracterización sobre algunos de los rasgos estructurales que han distinguido las actividades de I&D en las industrias petrolera y eléctrica en el país en años recientes. Se considera que, antes de abordar los problemas relativos al esfuerzo científico-técnico en materia de fuentes no convencionales de energía, es necesario disponer de una visión general sobre algunos aspectos técnicos y operativos del sector petrolero y la industria eléctrica nacional. Se hace énfasis sobre los aspectos que se perfilan como de creciente importancia en el futuro desarrollo del sector.

3.1.- Intevep: I&D en la industria petrolera nacionalizada

Al considerar las perspectivas de desarrollo tecnológico de la industria petrolera nacionalizada, se hace menester incluir por lo menos dos factores de gran importancia para el desarrollo de las capacidades nacionales en esta área. El primero de ellos se refiere al carácter desagregado de la tecnología petrolera, que al estar estructurada alrededor del desarrollo fluctuante de un número

de proyectos individuales, con niveles diversos de complejidad y con características particulares de discontinuidad, de acuerdo a planes específicos de exploración, perforación, producción y refinación de crudos llevados a cabo por las empresas operadoras, es condición propicia para la incorporación de empresas nacionales de insumos y servicios para la industria petrolera, siempre que las exigencias en materia de escala de producción no sean muy elevadas (C Añez, 1978, 14ss). Como segundo aspecto han de analizarse la dimensión internacional de la industria petrolera y sus requerimientos en lo relativo al desarrollo de un estilo gerencial agresivo y cosmopolita, bajo el cual se hace necesario definir una estrategia tecnológica donde consideraciones del mediano y largo plazo tengan prioridad respecto de la ejecución rutinaria de actividades y programas.

El segundo aspecto será abordado en esta sección, mientras que el primero será considerado por separado en la sección 3.2. Cabe señalar, sin embargo, que si bien la nacionalización supone el desarrollo de nuevas posibilidades respecto a una mayor participación de las capacidades nacionales de I&D, el aprovechamiento de éstas ha sido un proceso más bien lento y complicado. De hecho, la transición de la industria petrolera hacia la constitución de una empresa única, con unidad de intereses y objetivos, ha estado lejos de ocurrir en forma fácil y fluida, y como todo proceso de cambio institucional, se ha visto sometida a incongruencias y contradicciones de lenta y difícil superación, dadas las dimensiones y complejidad interna de la industria nacionalizada. (5)

El propio contexto de racionalidad técnica inherente a la planificación corporativa de las empresas multinacionales constituyó una herencia cuyas virtudes y limitaciones debían ser puestas a prueba al calor de las nuevas prioridades y objetivos de la nacionalización. En este respecto, sin embargo, la notoria ausencia

cia de definiciones obligó a la gerencia de la empresa recién constituida a la reformulación de programas y a plantearse la organización de la industria de acuerdo a las prioridades impuestas por el mercado petrolero internacional, que debió verse bajo una nueva perspectiva, distinta de aquella en que empresas verticalmente integradas podían establecer contacto directo con los consumidores finales del producto. Por consiguiente, la elaboración de una política de mercadeo a mediano y largo plazo pasó a ser desarrollada por los directivos de la industria, no a pesar de los lineamientos del MEM, sino en estrecha colaboración con éste, y en el marco de un creciente nivel de autonomía respecto de las antiguas casas matrices, ante las cuales debió ser creado un incipiente poder de negociación. (6)

La firma de los Convenios de Asistencia Técnica (CATs), sin embargo, evidenció la existencia de marcadas insuficiencias relativas al mencionado poder de negociación, (7) y la necesidad de trabajar en función de lograr una mayor autonomía de la industria a nivel de sus requerimientos tecnológicos. Esto debía hacerse sin menoscabar su competitividad a nivel internacional, lo que de hecho implicó la reformulación de objetivos y prioridades sobre la base de un horizonte tecnológico temporal del mediano y largo plazo, acorde a los cánones prevaletes en la industria petrolera internacional. Tal estrategia, de carácter más bien "defensivo", (8) debía, a su vez, estar acompañada de la creación de una instancia para la recepción de información tecnológica pertinente y la adaptación y generación de los conocimientos tecnológicos apropiados para la expansión futura de la industria nacionalizada, especialmente con respecto a procesos todavía insuficientemente desarrollados, tales como aquellos necesarios para la explotación comercial de los crudos pesados y extrapesados de la Faja Petrolífera del Orinoco (FPO).

Un desarrollo pleno de la industria nacionalizada también implicaba la necesidad de homogeneizar la diversidad de modus operandi heredados de las empresas concesionarias, ahora convertidas en filiales de PdVSA, pero que al preservar sus respectivas estructuras administrativas, gerenciales, de reclutamiento y promoción de personal, no lograron articular una perspectiva afín respecto de las funciones de adaptación y generación de la tecnología necesaria para la eventual explotación de la FPO. En consecuencia, la existencia de una amplia experiencia en el país en materia de la recuperación de crudos pesados por medio de métodos térmicos (9) requería de un centro único que permitiese decantar esa experiencia, sistematizándola en sus aspectos económicos y operacionales, contrastarla con la información tecnológica pertinente en otras partes del mundo y formular alternativas viables para la producción y mejoramiento en escala comercial de los crudos de la FPO. Si bien en 1970 se había iniciado un extenso programa de investigación de la FPO a cargo de una Oficina del MEM bajo la dirección de Francisco Gutiérrez, la transferencia de este proyecto a PdVSA en 1978 en forma prematura, cuando todavía el mismo se encontraba a nivel de planta piloto (con una planta experimental de inyección de vapor en Cerro Negro), obligó a la industria petrolera a dividir la zona bajo estudio entre sus filiales, dando lugar a cuatro esfuerzos repartidos entre Lagoven, Meneven, Maraven y Corpoven. (10)

En estas circunstancias, la incorporación del Intevep como filial de PdVSA en 1979 representó un paso de importancia decisiva en la definición de una estrategia tecnológica por parte de la industria nacionalizada, al asumir este instituto en forma centralizada y en el interés común de la industria las funciones anteriormente ejercidas por los centros de I&D de las respectivas empresas concesionarias. De hecho, el Intevep fué creado en 1974, pero sin ninguna relación con la Comisión de Reversión Petrolera, y funcionó con carácter de fundación hasta

mediados de 1979, cuando fué transformada en filial de PdVSA. Al momento de su plena incorporación a la industria petrolera, el Intevep ya había desplegado una amplia y fructífera labor no solamente respecto a la evaluación y seguimiento de los CATs vigentes en la industria nacionalizada para el período 1976-1980 (logrando contribuir a una negociación más favorable en la segunda generación de los CATs: 1978-1980), sino también a la evaluación de información suministrada por el MEM acerca de la FPO, el desarrollo de experimentos relativos a los procesos de recuperación mejorada de los pozos en decadencia, los estudios necesarios para los programas de exploración de costafuera, la creación de un Centro de Procesamiento de Datos Geofísicos (CPDG) en 1977, y la formación de un Centro de Información Técnica en hidrocarburos y petroquímica (CIT), siendo éste un servicio de información actualizada y de fuentes bibliográficas conectado a centros informativos del exterior (El Nacional, 19 FEB 84, C-11).

En materia de recursos humanos, el Intevep ha logrado en estos últimos años estabilizar un personal de 1.115 trabajadores, entre ellos la mitad son técnicos e investigadores, incluyendo alrededor de 80 con nivel de PhD y casi 150 con nivel de maestría. (11) El instituto dedica actualmente un 50 por ciento de su tiempo y recursos a los crudos pesados y extrapesados, contando para ello en su sede de Los Teques con un total de 48.000 m² de construcción, incluyendo oficinas, laboratorios, talleres y plantas piloto. De acuerdo al Presidente de Intevep, Dr. Armando Segnini, somos el único país de la OPEP que tiene un instituto de este tipo. (12)

Ahora bien, es importante tener presente que la mera existencia de un centro de I&D como Intevep no garantiza el éxito de la estrategia tecnológica trazada por los directivos de PdVSA, destinada a resolver en términos comerciales la transición de una industria exportadora de derivados y productos livianos y medianos hacia la producción en gran escala de crudos pesados y extrapesados, así como

su tratamiento y refinación a niveles competitivos respecto de la industria petrolera internacional. Luis Giusti, Coordinador de la FPO en PdVSA, señaló que se espera que para fines de siglo la contribución de la FPO al potencial de producción de la industria será del orden de los 400.000 barriles diarios de petróleo, o sea un 27% del potencial actual de producción. Sin embargo, el logro de este objetivo implica resolver un conjunto de problemas técnicos relativos al control de las emisiones de H_2S al utilizar métodos térmicos de recuperación, las que dadas su toxicidad y efectos corrosivos presentan grandes riesgos e impiden el desarrollo normal de esta actividad; la optimización de métodos y equipos para la generación de vapor, a fin de lograr un manejo más eficiente de este recurso y mayor economía en las operaciones; el transporte de crudos pesados y extrapesados a larga distancia por oleoductos; y, lo más importante, el mejoramiento y refinación de estos crudos por los medios más eficientes.

Los crudos de la FPO presentan un contenido de azufre del 2 al 5% en peso y metales como vanadio y níquel entre 200 y 500 ppm, lo que hace necesario un proceso de mejoramiento que permita obtener un crudo sintético de menor viscosidad y un contenido menor de contaminantes que los del crudo original (F Gutiérrez, 1978a, 29). Pese a haberse desarrollado métodos efectivos para el mejoramiento y refinación de crudos cada vez más pesados, el empleo de estos métodos supone problemas aún no del todo resueltos, tales como un aprovechamiento parcial de los crudos originales, (13) un bajo rendimiento comercial para las fracciones pesadas de los productos finales (lo que se ha dado por denominar el fondo del barril), y costos relativamente elevados en su hidrotreatmento/hidrocraqueo debidos al deterioro progresivo de los catalizadores utilizados en el proceso, deterioro que ocurre bajo la acción de los metales que se desprenden del crudo procesado

(Schuetze y Hofmann, 1984, 76-77). Para lograr un mayor aprovechamiento comercial de los crudos más pesados de la FPO, su mejoramiento probablemente tendría que hacerse por etapas que a grosso modo podrían incluir un proceso inicial de hidrometalización (HDM), seguido por uno de hidrosulfuración (HDS) y, por último, de alguna forma de hidropocesamiento, o bien de coquificación, permitiendo esto último la obtención, entre otros productos, de un coque de alta calidad (libre de metales y azufre) y apto para ser utilizado, de acuerdo a Morris Matza, gerente de planificación del Intevep, en la fabricación de ánodos para la industria del aluminio en Guayana. (14)

A raíz de la modificación de los patrones de refinación en la industria petrolera venezolana en los años 1979-83, se instaló en la refinería de Amuay una unidad de coquificación flexible, "flexicoquer", con capacidad para procesar 52.000 barriles diarios, utilizando tecnología desarrollada por la Exxon Corp. El flexicoquer entró en el mercado por primera vez a escala comercial en la refinería japonesa de Kawasaki en 1976 y, "... pese a algunos problemas que se presentaron durante el período inicial de operaciones, éstos fueron resueltos mediante modificaciones menores al equipo y procedimiento de operación. ..." (Allen y otros, 1982, 94). La unidad flexicoquer de Amuay inició sus operaciones a fines de 1982 y, después de más de un año de funcionamiento ininterrumpido, estuvo apenas 3 meses fuera de servicio por mantenimiento y a fin de introducir modificaciones menores, reiniciando operaciones a fines de abril de este año y demostrando, de acuerdo al criterio generalizado de personas en la industria petrolera o vinculadas a ella, que cada año de operaciones paga con creces la inversión realizada.

En el mejor de los casos, sin embargo, el flexicoquer sólo permite aprove-

char un 80% de los crudos originales, pudiéndose inferir que con una dieta de peor calidad ese nivel de rendimiento ha de verse adversamente afectado. Por ello, tanto el flexicoquer como la planta experimental de HDM con capacidad para 2.500 barriles diarios de crudos pesados que está siendo instalada en la refinería de Cardón con tecnología de la Shell, (15) son considerados por la gerencia de la industria como un primer paso en el mejoramiento de los crudos de la FPO, en un mercado cada vez más exigente y donde nuestros crudos son cada vez de peor calidad. La calidad y flexibilidad de nuestros paquetes de exportación son factores de excepcional importancia en su comercialización y precios de realización de los productos y, por consiguiente, es de esperar que procesos más flexibles y eficientes de tratamiento y refinación de los crudos pesados les confieran a sus productos y derivados un mayor valor agregado en los mercados internacionales.

La importancia creciente de mayor flexibilidad para el manejo eficiente de las plantas de refinación, incluyendo procesos de mejoramiento de crudos pesados y residuales de bajo precio, se refleja en las cuantiosas pérdidas de aquellas refinerías que, al funcionar con procesos de destilación primaria, producen gran cantidad de residuales de precios cada vez más bajos a partir de crudos livianos y medianos de alto valor. En Estados Unidos, en particular, las refinerías independientes de las empresas multinacionales se han visto abatidas en los últimos 3 años por márgenes decrecientes en la producción de gasolina y otros destilados medios, mientras que las empresas multinacionales han recurrido a sus ganancias en boca de pozo para financiar ambiciosos programas de modernización de sus refinerías a fin de obtener una proporción creciente de productos y derivados de alto valor a partir de crudos y residuales más baratos (El Diario de Caracas, 25 NOV

83, 14; Business Week, 23 Abril 84, 79-80). De ahí que el mayor valor agregado de los productos finales obtenidos mediante el uso de tecnología no convencional para el tratamiento de crudos más baratos, sea motivo de un gran esfuerzo de los consorcios petroleros multinacionales para desarrollar procesos suficientemente eficientes que permitan justificar el considerable monto de inversión requerido para hacerlos rentables.

De hecho, si bien los costos operacionales del petróleo venezolano en boca de pozo se sitúan en el orden de los US\$ 2,50, lo cual se compara favorablemente con los costos de Estados Unidos (8 dólares) y del Mar del Norte (11 dólares), el rendimiento de nuestros yacimientos ha disminuido en forma pronunciada: de un promedio de 127 barriles diarios por pozo en 1975 a 98 barriles por pozo en 1983 (El Diario de Caracas, 17 Mayo 84). Esta disminución es el resultado de la explotación de yacimientos viejos, donde la utilización de métodos de recuperación mejorada ha estado acompañada de costos crecientes y rendimientos decrecientes, al estar esos yacimientos en vías de un eventual agotamiento tras 40 a 60 años de explotación. Por consiguiente, las prioridades de la estrategia tecnológica trazada por los ejecutivos de la industria petrolera nacional difícilmente podrían obviar la necesidad de realizar grandes programas de inversión destinados a la explotación, transporte, mejoramiento y refinación de los crudos de la FPO.

3.2.- Desagregación tecnológica: Los límites de la imitación

El hecho de que estas inversiones se traduzcan en una mayor adquisición de equipos y servicios por parte de la industria petrolera adjudica gran importancia al desarrollo de una estrategia destinada a la promoción de proveedores locales. En efecto, la compra de equipos y servicios producidos localmente es factor decisivo en el logro de la autonomía estratégica de la industria petrolera nacional,

y también permite aliviar los problemas de salida de divisas por concepto de importaciones, especialmente cuando se inicia un período de grandes inversiones. (16) Por otro lado, la preferencia por los proveedores locales constituye una continuación de la política de industrialización por sustitución de importaciones iniciadas en décadas pasadas.

La industria metalmecánica nacional, en particular, ha estado llamada a ser la gran beneficiaria de la sustitución de equipos y materiales importados por bienes de fabricación nacional para la industria petrolera. Dado el carácter desagregado de la tecnología petrolera, la que se desarrolla sobre la base de proyectos individuales de inversión, con requerimientos y especificaciones particulares; la nacionalización petrolera es condición propicia para un proceso sustitutivo de este tipo, siempre que la industria petrolera asuma una actitud más favorable hacia los suplidores nacionales. Existen, sin embargo, factores limitantes en el nivel y tipo de participación de la industria metalmecánica nacional en este proceso.

Es importante señalar que esta industria nunca ha contado con mercados de importancia en el exterior, y que en muchos casos se utilizan insumos y partes importadas para cubrir un mercado nacional reducido (M Barquín, 1981). El crecimiento de la industria metalmecánica venezolana ha dependido de la existencia de elevados aranceles y restricciones a las importaciones, que han propiciado la progresiva expansión de múltiples plantas que normalmente compran en el exterior insumos y tecnología (Bitar y Troncoso, 1983, 165ss). La necesidad de insumos y partes importadas se debe, entre otros factores, a la diversidad de sus requerimientos y al hecho de que nuestras industrias básicas (Sidor y Alcasa) producen bienes todavía poco diversificados (M I Purroy, 1982, 247 ss).

Otros factores también han dado lugar a "cuellos de botella" difíciles de

superar. Uno de ellos ha sido el déficit de técnicos calificados para desempeñar un trabajo especializado y con niveles de calidad comparables a los bienes importados. No menos importante ha sido la falta de credibilidad en la calidad del producto de numerosas plantas nacionales fabricantes de partes, (17) que amparadas por aranceles y licencias de importación, han obligado a las empresas productoras de bienes finales a instalar plantas propias a fin de abastecerse de partes e insumos que no pueden adquirir en el exterior.

Este proceso de excesiva integración vertical de actividades ha dado lugar al sobredimensionamiento de algunos sectores de la industria metalmeccánica, lo cual conduce a bajos rendimientos y dificulta la difusión del aprendizaje local y la transferencia tecnológica del exterior. De otra parte, ese sobredimensionamiento es contrario al desarrollo de economías de escala, lo que a contribuido a la presencia de altos costos unitarios que son transferidos a los usuarios finales. La calidad de los bienes finales es entonces imitación, y a más altos precios. (18)

En un reciente simposio organizado por Intevep sobre el "Control de calidad de la industria petrolera y empresas nacionales de fabricación" se hizo particular énfasis en la necesidad de mejorar la calidad de los productos nacionales a niveles internacionalmente competitivos. El Intevep ha llevado a cabo una labor meritoria en la inspección, asesoramiento y calificación de los fabricantes nacionales de piezas y partes para la industria petrolera. En el simposio, sin embargo, se señaló que los problemas estructurales de la industria metalmeccánica, descritos como de una excesiva integración vertical y una escasa "integración horizontal" del sector, conllevan a una "... merma (de) la productividad, dificulta(n) la especialización, eleva(n) sustancialmente los costos y baja(n) la calidad" (A Gómez, 1984, 1-3).

Si bien el proceso de nacionalización petrolera no se tradujo en un vuelco inmediato hacia los proveedores de materiales y equipos producidos localmente, en años recientes la contribución de la producción nacional ha crecido en forma sostenida hasta alcanzar el año pasado un 48% del valor total de las adquisiciones de PdVSA (The Daily Journal, 21 JUN 84, 3). Esos insumos de origen local, de acuerdo a Carlos Añez, quien se desempeña dentro de la industria de suplidores de bienes y servicios a PdVSA, se han limitado a materiales y equipos estáticos, en tanto que los sistemas de control electrónico y los equipos rotatorios, con excepción de bombas pequeñas, sigue siendo importado a través de Bariven, una de las filiales de PdVSA. De otra parte, las especificaciones de los bienes y equipos producidos localmente atienden a los cánones y requerimientos establecidos en revistas internacionales, con frecuencia a un nivel rebuscado, dado el hecho, según el Ing. Añez, de que se trata de fabricar equipos relativamente sencillos.

En el área de servicios de ingeniería también ha sido posible una mayor participación nacional en el diseño de los proyectos de inversión desarrollados por la industria petrolera. Dada la presión ejercida por las firmas de ingeniería nacional, se han logrado mayores niveles de participación, particularmente en la ingeniería de detalle a partir de diseños elaborados por empresas extranjeras. De acuerdo a información suministrada por Carlos Añez, el año pasado la industria petrolera contrató a 230 grupos nacionales distintos para el desarrollo de sus proyectos de inversión.

En estos proyectos se destaca el de la modificación de los patrones de refinación de Amuay, bajo la responsabilidad de Lagoven, que se efectuó a fin de modernizar uno de los mejores complejos refineros del mundo. En la contratación

de este proyecto, por ejemplo, Lagoven dió prioridad a la gerencia y capacidad internacionalmente reconocidas de empresas extranjeras con experiencia en proyectos de esta magnitud, y con disposición a maximizar el uso de "... recursos venezolanos de ingeniería, materiales y mano de obra que fueran cónsonos con los requisitos de seguridad, calidad, tiempos de entrega y precio razonable" (Urdaneta y Urdaneta, 1981, 40). En la práctica, según el Ing Añez, un 90% de las obras de construcción fueron realizadas por la propia contratista, la empresa norteamericana Fluor, la cual, de acuerdo a Humberto Vidal, coordinador de refinación de PdVSA, "... impuso una presión muy grande sobre las fábricas nacionales que no estaban bien equipadas", y que dado el hecho de "la competencia nacional existente en esos momentos", fué un factor en "la entrega tardía de las empresas nacionales" (El Diario de Caracas, 2 ABRIL 84, 10).

De ahí que el problema relativo a una creciente participación de las firmas nacionales en los proyectos de PdVSA adquiere carácter dilemático para una gerencia adiestrada en el arte de obtener los mayores niveles posibles de rentabilidad dentro de la empresa en el largo período, pero con poca preparación para aceptar productos nacionales de dudosa reputación y con posibles demoras en sus tiempos de entrega. En este caso, el contrato suscrito entre la empresa norteamericana Fluor y Lagoven daba cuantiosos incentivos al logro de una terminación temprana del proyecto, por lo cual no se hizo difícil descalificar numerosas firmas locales con poca preparación para asumir tiempos de entrega muy ajustados. Por ello, es probablemente este tipo de requerimientos de índole organizativa el mayor obstáculo que han de encontrar las firmas nacionales de servicios, construcción y fabricación para un mayor aprovechamiento de las ventajas presentes en el carácter desagregado de la tecnología petrolera, por cuanto es

tas firmas difícilmente puedan dar respuesta eficiente a sus problemas por medio de esquemas meramente imitativos respecto de patrones organizativos foráneos.

En el marco de las presentes dificultades económicas y de grandes limitaciones en el uso de las divisas disponibles, sin embargo, se hace forzoso un cambio de prioridades en la gerencia de la industria petrolera hacia una utilización más concienzuda de las capacidades nacionales existentes en materia de suministro de servicios, partes, piezas y equipos producidos localmente. Es altamente recomendable, en este particular, que la labor desarrollada por el Intevep a fin de promover, evaluar y calificar los suplidores nacionales, encuentre mecanismos complementarios de apoyo en una modificación correspondiente en la política de licitaciones de PdVSA. Se haría para ello imprescindible un activo seguimiento del proceso de transferencia internacional de tecnología a través de la subcontratación de firmas nacionales en los proyectos licitados a empresas extranjeras, y una política de activa promoción al agrupamiento e integración de consorcios nacionales, a fin de que estén en mejores condiciones de participar en estos proyectos, sea como subcontratistas o, donde sea posible, directamente como contratistas.

3.3.- En las fronteras del Sistema Eléctrico Interconectado

En el contexto de las industrias de la energía, el Sistema Eléctrico Interconectado (SEI) ha constituido uno de los grandes logros de la ingeniería venezolana, permitiendo la dotación de servicio eléctrico mediante redes integradas a un sistema único que cubre casi un tercio del territorio nacional. De hecho, el SEI no solamente ha permitido mejorar el servicio, hacerlo más confiable y adecuado a las necesidades actuales y potenciales de los usuarios, sino que también implica ahorros considerables en la generación, transmisión y distribución de electricidad en el país. Estos ahorros se obtienen al aprovechar al máximo posible

las economías de escala provenientes de un uso más eficiente de las plantas, instalaciones y redes de distribución de la industria eléctrica nacional.

Creado en 1969 mediante la interconexión de los aprovechamientos hidroeléctricos de Guri y Macagua con el centro del país, el SEI fué ampliado posteriormente con la instalación gradual de una vasta red de líneas de alta tensión subestaciones de interconexión hasta empalmar los más importantes sistemas de generación y distribución tanto del sector público como del sector privado existentes en el país. De hecho, ya en 1970 habían casi 7.000 Km. de líneas de transmisión y subtransmisión con más de 300 subestaciones construídas con el fin de dotar de flexibilidad y confiabilidad al servicio eléctrico suministrado a las zonas industriales, petroleras y los mayores centros poblados del país. Si bien durante la década de los años sesenta la inversión bruta fija en el sector representó un mero 4% del total de las inversiones realizadas en el país, para 1972 la población servida alcanzó a los 1,4 millones de suscritores, con un consumo promedio del orden de los . 610 kWh mensuales por suscriptor. (19)

En 1983 el consumo promedio de electricidad se elevó a 936 kWh mensuales por suscriptor, para una población servida de 2,7 millones de suscriptor, para una población servida de 2,7 millones de suscritores y un consumo total nacional de 31.160 gWh (Número, 5 FEB 84, 36). Según datos suministrados por Wladislaw Kryzanowsky, quien se desempeña en las oficinas de Edelca en Caracas, los aprovechamientos del Rio Caroní (Guri y Macagua) permitieron generar durante ese año 17.051 gWh, de los cuales 5.055 fueron entregados al SEI, en tanto que las industrias básicas de la región (Sidor, Alcasa y Venalum) consumieron 9.266 gWh. (20) Por consiguiente, el componente termoeléctrico de la electrificación nacional fué en ese año del orden del 45% , aunque se espera que en los próximos dos años, con

la incorporación de las nuevas unidades de la segunda casa de máquinas de la represa de Guri y en menor medida con la finalización de la primera etapa del aprovechamiento Uribante-Caparo, las plantas de generación termoeléctrica vean reducida su participación hasta un 35% de la energía eléctrica producida en el país.

Cabe señalar que la total sustitución de ese componente técnico de la electrificación nacional, si bien técnicamente factible, supone un elevado costo de inversión que, dada la experiencia acumulada en los aprovechamientos realizados en los Ríos Caroní y Santo Domingo, podría ser equiparado, por ejemplo, a por lo menos de 9 a 10 meses el valor equivalente de nuestras exportaciones petroleras al presente nivel de 1,5 millones de barriles diarios. De hecho, según información dada a conocer por la Contraloría General de la República, el costo total de las obras necesarias para completar el proyecto Guri-Etapa final, destinado a aumentar su potencial de generación de 2.500 MW a unos 8.850 MW y que en 1978 se estimó "... en Bs. 16.045 millones, hoy se proyecta a un costo final de aproximadamente unos Bs 25.000 millones. "... (El Universal, 20 MAR 84, 2-9). Por ello, el aprovechamiento hidroeléctrico de la cuenca del Río Caroní, la cual cubre una superficie superior al 10% del territorio nacional, está concebido como una sucesión de proyectos cuya culminación permitirá disponer de una capacidad instalada de unos 20.750 MW, lo que es igual a una energía de sustitución del orden de los 900.000 barriles equivalentes de petróleo por día, y representaría el doble de la capacidad máxima de generación instalada en el país (H Roo, 1983).

Si bien la construcción de la represa de Guri no ha presentado problemas técnicos de particular complejidad, el desarrollo del proyecto ha implicado un esfuerzo de magnitud considerable por parte de la ingeniería nacional, sobre todo

desde el punto de vista organizativo. El proyecto, inicialmente licitado al consorcio binacional BRASVEN, sufrió considerable retraso debido al marcado deterioro de las relaciones entre la empresa y sus trabajadores, al punto de sentirse éstos "extranjeros en su propia patria" (SIC, Dic 1978, 472), lo cual dió lugar a que el contrato fuese rescindido por incumplimiento en 1981. (21) En virtud de la experiencia acumulada, según el Ing Kryzanowsky, Edelca decidió destinar Bs. 1.000 millones al mejoramiento de los campamentos, y dividir la obra civil según responsabilidades específicas, adjudicando contratos para movimiento de tierra en la margen derecha a 3 empresas venezolanas y a otras tres para la margen izquierda, mientras que un consorcio está encargado de la construcción de la presa y la casa de máquinas y otro del canal de descarga y la planta de concreto.

En el marco de la industria eléctrica nacional, el subsector térmico comprende un conjunto diverso de plantas de generación tanto en el sector privado como el sector público. El sector privado, el cual dispone únicamente de plantas térmicas convencionales, ha venido produciendo en los últimos 3 años un 18% de la electricidad generada en el país (Informe BCV-1982, 149), el grueso de ésta siendo suministrada por las plantas de Tacoa y Arrecifes de La Electricidad de Caracas. En efecto, dada la lentitud de los trabajos de la etapa final de Guri, la Electricidad de Caracas había desarrollado en los años setenta un ambicioso plan de inversiones a fin de evitar deficiencias que podrían suceder a partir de 1977, previsión que dió lugar a la incorporación de 3 nuevas unidades de 427 MW en la planta de Tacoa, la última de estas unidades puesta en funcionamiento a finales de 1981, lo que permitió llevar la capacidad máxima de generación de la empresa al orden de los 2.024 MW (Número, 6 SEP 81, 41-42; El Nacional, 25 SEP 81, D-9).

Dentro del sector público, CADAFE ocupa un lugar prominente en tanto empresa del Estado responsable de dotar de energía eléctrica a las poblaciones no cubiertas por las empresas privadas, por Edelca, ni otras empresas públicas (Enelven, Energía Eléctrica de Barquisimeto y Planta Eléctrica de Carora), éstas últimas con una capacidad térmica instalada del orden de los 1.123 MW. CADAFE contaba en 1982 con 43 plantas propias generadoras de energía eléctrica distribuidas hasta en los más apartados rincones del país y una capacidad instalada de 3.746 MW (Informe BCV-1982), Anexo Estadístico, 354). Parte considerable de esa capacidad, sin embargo, está localizada en Planta Centro, la que ha sido objeto de ampliaciones sucesivas hasta alcanzar una capacidad nominal de 2.000 MW a fin de dar cuenta de un rápido crecimiento de la demanda nacional de energía eléctrica y en virtud del mencionado retraso en la finalización de la presa de Guri.

Es de esperar que una vez concluidos los trabajos de Guri, la represa Uribante-Caparo y la conversión a gas de las plantas de Enelven en el Zulia, el SEI permita garantizar en forma holgada la cobertura de los requerimientos de energía eléctrica que han de presentarse en los próximos 5 a 10 años. De hecho, la necesidad de recurrir a una alta tasa de disponibilidad de las plantas térmicas existentes había planteado dificultades para un adecuado mantenimiento de los equipos y unidades que sufren acentuado deterioro al emplear combustibles líquidos, en razón de las restricciones actuales en el uso del gas natural. Dada la abundancia de este recurso en la región oriental del país, la conversión parcial de algunas de estas unidades a fin de emplear gas natural en la generación termoeléctrica es una de las prioridades de la industria petrolera, que a tal efecto tiene a su cargo el Proyecto Nueva Red Nacional de Gas (Nurgás), el cual contempla la construcción de un gasducto de unos 800 km desde Anaco a Río Seco (Estado Falcón), atravesando el

centro del país y haciendo posible la sustitución de un volumen considerable de combustibles líquidos exportables hoy utilizados, a precios subsidiados en la producción de electricidad para el mercado interno (El Nacional 13 Mayo 1984, D-7)

Ahora bien, estos esfuerzos dirigidos tanto a la ampliación de la capacidad de generación existente como a una racionalización del uso de la capacidad instalada se han limitado, en lo fundamental, al manejo del problema cuantitativo presente en un rápido aumento de la demanda de energía eléctrica en el país. Más aún, podría afirmarse que lo expuesto en páginas anteriores permite refrendar la hipótesis de que tanto el incremento de la oferta como de la demanda energética en el país han obedecido a lo que Purroy denomina el principio de la subsidiariedad en la gestión del Estado venezolano con respecto a la economía nacional (M I Purroy, 1982). En este particular, es interesante observar que la opinión de numerosos ingenieros y profesionales vinculados a la industria eléctrica coincide en señalar que el ritmo galopante de incremento interanual en el consumo eléctrico nacional no se atenuó antes de 1981, cuando disminuyó del 11% a un mero 6%, disminución atribuible no solamente a la desaceleración de la actividad económica del país, sino también al alza de los precios nominales de la energía eléctrica, que empezaron a aumentar en forma significativa ese año por primera vez desde 1968 (Informe BCV-1982, Anexo Estadístico, 424). (22)

De otra parte, tanto el incremento de la oferta como de la demanda de energía eléctrica también han ocurrido de un modo extremadamente centralizado. Este fenómeno está asociado, sin ser para ello necesario ahondar en cifras, a un patrón centralista de crecimiento económico y demográfico en el país que ha sido posible, entre otros factores, dada la disponibilidad de tecnología convencional para hacer frente en forma oportuna a las exigencias de este tipo de expansión. Tratándose,

como se dijo antes, de un crecimiento desfasado respecto de la realidad económica internacional, el extraordinario dinamismo de la economía nacional durante esos años estuvo asociado a la capacidad local, si bien transitoria, de resolver de modo eficiente las exigencias planteadas por ese modelo de crecimiento económico.

Si bien el consumo intensivo y desfasado de fuentes convencionales de energía en el país representó uno de los pilares del crecimiento económico en los años setenta, ello fué posible mediante una amplia utilización de tecnología establecida y sin recurrir todavía a procesos y productos cercanos a la frontera tecnológica. Según datos del Banco Central de Venezuela, por ejemplo, el PTB correspondiente a los años 1973 y 1982 aumentó de Bs. 56,7 a 77 mil millones a precios de 1968, mientras el consumo de gasolina en el mercado interno se duplicó, alcanzando 61 millones de barriles en 1982 respecto de un consumo de 31,8 millones en 1973 (El Nacional, 20 FEB 84, D-5). Este ritmo de crecimiento se compara favorablemente con el de la economía norteamericana en el período comprendido entre 1950 y 1973, cuando ésta experimentó un ritmo real de crecimiento de 3% anual, en tanto que el consumo total de energía alcanzó una tasa física de incremento interanual de 3,4% durante el mismo período (C Starr, 1983).

El centralismo inherente a ese modelo de crecimiento, sin embargo, ha dado lugar a que en el caso de Venezuela los problemas relativos al desarrollo socioeconómico en comunidades remotas y a las dificultades de integrar social y económicamente el territorio nacional fuesen adquiriendo mayor relevancia. Es indudable que en años recientes se han venido acentuando las disparidades en las condiciones de vida entre los grandes centros urbanos y la provincia, agravadas por el deterioro relativo de la calidad de vida en el campo y la migración hacia las grandes ciudades. Tales disparidades también se han visto reflejadas en el plano de la

limitada capacidad de producción y consumo energético en comunidades aisladas y con una economía de semisubsistencia, en contraste con el consumo dispendioso de energía en los centros urbanos del país.

Estas comunidades, generalmente demasiado pequeñas y distantes de las redes integradas al SEI, o aún a las redes locales no interconectadas, han representado complejos problemas de logística para la Gerencia de Planificación de Energías de CADAPE. De hecho, estas poblaciones y caseríos carecen en muchos casos de carreteras u otras vías de acceso, por lo cual el suministro eléctrico mediante la instalación de pequeñas plantas locales a diesel conlleva elevados costos de operación en materia de aprovisionamiento de combustible, repuestos y mantenimiento de equipos por personal de CADAPE. Cuanto más remotas y aisladas se encuentran estas comunidades, se hace tanto más costoso y difícil que el suministro eléctrico por métodos convencionales permita garantizar calidad y confiabilidad al servicio y, paralelamente, es tanto más improbable que los pobladores puedan pagar los altos costos unitarios del servicio, por tratarse de comunidades que transitan los límites de la autosubsistencia y con niveles precarios de ingreso. (23)

No debe, pues, sorprender que en el marco de nuestras actuales dificultades económicas, el principio de la subsidiariedad antes mencionado esté sucumbiendo frente a otro tipo de criterios con respecto a la ampliación de la frontera eléctrica nacional. Todavía más de un millón de venezolanos carecen de servicio de electricidad y, dados los costos crecientes del servicio, difícilmente podría lograrse la ampliación de la frontera eléctrica recurriendo para ello a la inversión en grandes proyectos, con economías de escala más útiles a los fines cuantitativos inherentes al modelo centralista antes descrito, que para resolver

los problemas cualitativos del suministro de electricidad a todo el país. Este aspecto cualitativo ha de tratarse como objeto central del análisis en páginas subsiguientes.

IV.- ALGUNAS PARTICULARIDADES DEL MERCADO DE PROYECTOS DE I&D EN FUENTES ALTERNAS DE ENERGIA EN VENEZUELA

Dado el desarrollo de las fuentes alternas de energía a escala comercial tiende a estar asociado a un proceso de paulatina "maduración" tecnológica de los insumos y equipos empleados en su aprovechamiento, tal proceso, a su vez, ha ce previsible la existencia de niveles crecientes de estandarización, acompañados de la formación de paquetes tecnológicos destinados a la fabricación y uso de esos insumos. Es evidente que las posibilidades de inserción de la capacidad nacional de I&D dentro de la constitución de estos paquetes, de su adaptación a las circunstancias locales y de la introducción de mejoras pertinentes dependen, en gran medida, tanto del nivel de calificación y experiencia de los recursos humanos con que cuenta el país como de su efectiva incorporación a las tareas de utilización, mejoramiento y desarrollo de la tecnología existente. En la sección anterior fueron analizadas algunas de las dificultades y limitantes "externas" que han restringido el desarrollo comercial de estas fuentes en Venezuela, de modo que en el presente capítulo se abordarán algunos problemas relativos a la caracterización del proceso de I&D destinado a un mayor uso de estas fuentes en el país.

Uno de los mayores obstáculos para la evaluación y seguimiento del esfuerzo científico-técnico realizado en el país para el aprovechamiento de estas fuentes es la dispersión y discontinuidad de los proyectos en curso. En una encuesta

llevada a cabo recientemente por el Instituto de Energía de la USB, se evidenció el carácter fundamentalmente académico de los 113 proyectos registrados por el grupo encuestador, con casi 4/5 de los mismos localizados en instituciones de tipo docente-universitario. Si bien en la encuesta se concluye que el grueso de los proyectos no confronta problemas graves de financiamiento (A Lagreca y otros, 1983), el carácter académico de la mayoría de los trabajos y su amplia diversidad temática reducen considerablemente la probabilidad de un desarrollo ulterior, excepto en áreas muy específicas.

Es particularmente notorio, por ejemplo, el ímpetu con que se ha asumido la investigación del aprovechamiento térmico de la energía solar, sobre la cual fueron registrados 38 proyectos en la encuesta antes mencionada. Si bien 14 de estos proyectos están dirigidos al mero desarrollo de procesos de calentamiento con fines diversos, el desarrollo de sistemas de enfriamiento, su evaluación económica y viabilidad han sido objeto de especial atención por parte de instituciones académicas que registraron 8 proyectos encabezados por investigadores con formación de postgrado. De otra parte, fueron registrados 10 proyectos desarrollados en instituciones académicas y destinados específicamente al mejoramiento de colectores y sistemas de concentración y aprovechamiento del calor obtenido.

En otras áreas, la encuesta contempla 12 proyectos dirigidos al estudio y mejoramiento de la eficiencia del sistema fotovoltaico, así como 6 proyectos sobre la generación y aprovechamiento del biogás, 5 proyectos sobre la utilización del carbón del Guasare en el Estado Zulia y, quizá lo más sorprendente, apenas 6 proyectos relativos a pequeñas centrales hidroeléctricas. El aprovechamiento de pequeñas caídas de agua con fines diversos cuenta, en efecto, con una larga tradición en varias regiones del país y, en particular, en los Andes vene

zolanos. El carácter más bien "fotográfico" de toda encuesta y sus limitaciones en lo relativo al logro de una visión retrospectiva de las actividades registradas podrían explicar la presencia de sesgos de este tipo en la encuesta mencionada. (24)

Las evidencias presentes en ésta respecto a la existencia no ya de una demanda meramente incidental, sino de un mercado en proceso de formación para proyectos de I&D en fuentes alternas de energía, constituyen probablemente el aporte más significativo de esta encuesta. Este mercado, sin embargo, dado su carácter aún incipiente y altamente especializado, presenta algunas singularidades en relación tanto a los requerimientos de los usuarios de esa tecnología como a las posibilidades de los institutos nacionales de investigación que han manifestado un interés más prolongado y algún nivel de especialización en el desarrollo de estas fuentes. Es indudable que, desde el punto de vista de la demanda, instituciones del Estado tales como el MEM, las empresas públicas de electricidad y algunas entidades regionales como Corpozulia tienen una posición de virtual monopsonio dentro del mercado para el desarrollo de estas fuentes en el país.

Entre las actividades impulsadas o desarrolladas directamente por personal del MEM cabe destacar la solicitud que se hiciese conjuntamente con el CONICIT para la realización de la encuesta arriba mencionada, un número de proyectos de demostración para el aprovechamiento de la energía eólica, solar térmica y del biogás y, probablemente lo más importante, un estudio de factibilidad realizado conjuntamente con personal de CADAFE y el MARN, sobre una planta geotérmica de 30 MW en la región oriental del país. (25) Las empresas eléctricas del Estado, en particular CADAFE y Edelca, también han dado financiamiento a un

creciente número de proyectos destinados tanto a dotar de servicio eléctrico a caseríos y pequeñas comunidades remotas como atender sus propios requerimientos relativos al funcionamiento de sus estaciones meteorológicas hidrológicas situadas en zonas de costoso y difícil acceso. De otra parte, Corpozulia y Enelven han manifestado gran interés por la explotación de los yacimientos carboníferos del Guasare en zona limítrofe con Colombia, existiendo a tal fin un proyecto en estado de factibilidad para la generación termoeléctrica en el Zulia. (26)

Otros clientes potenciales en materia de proyectos de I&D en fuentes alternativas de energía tales como la industria de la construcción y la agroindustria, han asumido una actitud poco menos que letárgica al respecto. El interés por el estudio de la viabilidad y factibilidad de los sistemas agroenergéticos en Venezuela han recaído más bien en organismos oficiales como el MAC y el MARN y otras instituciones de tipo académico, mientras institutos especializados de investigación agroindustrial como el CIEPE o el FONAIAP, por ejemplo, apenas han desarrollado una actividad incipiente en el área (F J Gil, 1983). De otra parte, si bien el aprovechamiento térmico de la energía solar ha suscitado interés en la industria de la construcción, de acuerdo a lo expresado por el profesor Eric Mayer del Instituto de Energía de la USB, tal interés se ha centrado en proyectos de enfriamiento de viviendas y calentamiento de agua, además del mejoramiento del diseño arquitectónico según las exigencias del clima.

Es de esperar que un eventual abaratamiento de estas fuentes energéticas permita reducir costos y, por consiguiente, ampliar los mercados no solamente de las empresas eléctricas, sino también de la industria de la construcción y del sector agropecuario. Dado el previsible aumento de los precios reales de la energía en el país en años venideros como consecuencia del agotamiento del modelo cen

tralista y dispendioso de consumo energético antes descrito, tanto las actividades productivas realizadas en el medio rural como la construcción y mejoramiento del habitat urbano podrían beneficiarse en alto grado de una mayor descentralización de la oferta energética y de la posibilidad de reducir los costos reales de la vivienda, respectivamente. (27) El aprovechamiento creciente de las fuentes nuevas y renovables de energía en pequeños predios agrícolas y urbanos, al reducir sus costos operacionales, podría contribuir, a su vez, a preservar y mejorar la calidad de vida del venezolano mediante el uso de instalaciones y equipo destinados a tal efecto.

Desde el punto de vista de la oferta, sin embargo, se observa que la presencia de un nivel precario de especialización en los institutos tecnológicos y de investigación, así como una marcada preferencia por las formas "blandas", más simples, de desarrollo tecnológico, (28) limitan de modo considerable las posibilidades de un rápido mejoramiento de la capacidad nacional de I&D en esta área. El CIDIAT, por ejemplo, que cuenta con una planta de 15 profesores, tiene solamente 3 personas dedicadas de un modo permanente al desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas. Otro instituto, el CICASI, que actualmente cuenta con un personal de 35 investigadores, se encuentra en estado de reorganización a fin de fusionarse con el INVIT, lo cual implica un nuevo énfasis en las investigaciones metalúrgicas en desmedro de los proyectos relativos al carbón.

En materia de insumos y equipos, puede afirmarse que el carácter más bien "blando" de un numeroso grupo de tecnologías todavía permiten la presencia de una alta proporción de componentes de fabricación nacional, tal como en el caso, por ejemplo, de la fabricación de los calentadores planos utilizados en un sistema solar de calentamiento de agua para la Maternidad Concepción Palacios (Chambouleyron

y Huepe, 1983, 35). El rápido desarrollo de la tecnología empleada en la fabricación de celdas fotovoltaicas puede, por el contrario, conllevar a una utilización de escalas de producción no compatibles con las necesidades del país, o bien a que el producto nacional resulte inconvenientemente costoso y de calidad inferior con respecto a los estándares prevalecientes en el mercado internacional. En tal contexto, el esfuerzo realizado por la Fundación Instituto de Ingeniería para desarrollar celdas de fabricación local, si bien encomiable, ha de ser analizado ante la perspectiva doblemente dificultosa de un país con abundancia de recursos energéticos convencionales y que carece de una base industrial suficientemente vigorosa como para enfrentar el desafío propuesto por una rápida "maduración" tecnológica del producto en los mercados internacionales (Business Week, 6 AGO 84, 38-40).

De ahí que si bien es previsible una mayor incorporación de la industria nacional al diseño y fabricación de equipos, sistemas y componentes destinados al aprovechamiento de las fuentes alternas de energía, la efectividad de esa incorporación ha de depender, en medida considerable, de la relativa simplicidad de los insumos requeridos. Sin embargo, aún la factibilidad y futura competitividad de sistemas y equipos sencillos de procedencia nacional, tales como el desarrollo de métodos y sistemas de enfriamiento pasivo y semipasivo de viviendas y oficinas, o bien la fabricación de turbinas para el aprovechamiento de pequeñas caídas de agua, o de biodigestores con niveles mínimos de estabilidad y eficiencia, hacen necesaria la existencia previa de programas específicos para proyectos de desarrollo experimental con adecuado respaldo y financiamiento del Estado, cuyo virtual monopsonio le confiere un papel de insustituible importancia en esta materia. Difícilmente podría esperarse que esfuerzos de índole semiarte

sanal como los realizados hasta la fecha puedan garantizar la continuidad y futuro desarrollo de la incipiente capacidad nacional de I&D en esta área y, mucho menos, la adquisición de los conocimientos relativos a una creciente capacidad de adaptación, diseño y aprendizaje local que, lejos de pertenecer al ámbito académico del "know-why", se inscribe en el contexto industrial del "know-how" y "learning-by-doing".

V.- CONCLUSIONES

La ausencia tanto de incentivos económicos como de programas oficiales para el desarrollo de las fuentes alternas de energía se han erigido, desde distintos ángulos, en los mayores obstáculos en el desarrollo de una mayor capacidad nacional para el aprovechamiento de estas fuentes a escala comercial. Entre estos factores, el aún vigente principio de la subsidiariedad del componente energético de las actividades económicas realizadas en territorio nacional ha restringido las opciones energéticas del país de un modo que, en perspectiva, puede adquirir dimensiones preocupantes. La mera persistencia de un modelo de crecimiento "desfasado" respecto de los patrones del consumo energético mundial puede acarrear efectos de obsolescencia en la estructura industrial de un país con un nivel de desarrollo económico aún lejos de haber alcanzado lo que se ha dado por denominar la fase de "desarrollo autosostenido".

De otra parte, la política de sustitución de energía exportable mediante el suministro de volúmenes crecientes de gas natural e hidroelectricidad reforzado, de hecho, ese modelo de crecimiento económico, cuyo excesivo centralismo y el despilfarro energético a que da lugar han desincentivado la actividad de I&D en materia de fuentes alternas de energía. Si bien se ha desarrollado mayor

interés en años recientes por el uso de fuentes no convencionales, tanto el carácter tardío del esfuerzo como la renuencia y lentitud con que el Estado ha asumido la inviabilidad de este modelo de crecimiento han restado ímpetu a las actividades de I&D en fuentes alternas de energía, excepto en áreas muy específicas. En particular, en áreas como el biogás, la energía solar, eólica y las pequeñas centrales hidroeléctricas el acento ha sido colocado en el desarrollo de una oferta descentralizada que atienda los requerimientos de una demanda de carácter descentralizado.

En este contexto, es posible contraponer el carácter "blando", de pequeña escala, de los desarrollos realizados en materia de fuentes alternas de energía, en agudo contraste con la "dureza" característica de nuestras fuentes convencionales. Tales desequilibrios, propios de países que no han logrado aún un pleno desarrollo económico e industrial, ameritan un mayor esfuerzo de análisis y estudio que atienda no solamente los aspectos cuantitativos sino cualitativos del suministro energético. La acción del Estado, insustituible en este particular, exige claridad y precisión.

Una de las razones que justifican el otorgamiento de mayor respaldo oficial al desarrollo autóctono de las fuentes alternas de energía, es la promesa de resultados tangibles en atenuar los efectos inflacionarios derivados del previsible deterioro de la política aún vigente de subsidios al componente energético de las actividades económicas realizadas en el país. Una reducción significativa de los costos de aprovisionamiento energético para la vivienda urbana, así como el desarrollo de un patrón agrícola asociado a niveles menos intensivos de consumo de energía, constituyen alternativas cuya factibilidad acreditaría más investigación. De otra parte, las dificultades relativas a una mayor integración territorial del

país y la estabilización de las fronteras nacionales hacen indispensable, entre otros requerimientos, el suministro de niveles mínimos de energía aprovechable que, dado el carácter disperso y en pequeña escala de las necesidades locales, también hace aconsejable recurrir a formas "blandas" y descentralizadas de oferta energética.

VI.- NOTAS DE REFERENCIA

- (1) ..."Una de las razones por las que los costos de desarrollo tienden a ser seriamente subestimados es la tendencia a minimizar los problemas de confiabilidad a ser confrontados... Estos problemas son superados... mediante un proceso empírico: el equipo se pone en marcha hasta que deje de funcionar (lo cual en las fases iniciales del programa no toma mucho tiempo); se acometen modificaciones para corregir las causas principales del desperfecto, y una vez que el equipo puede desempeñarse de modo confiable bajo condiciones holgadas, se lo somete a condiciones más rigurosas. En unos casos el resultado es una multitud de modificaciones menores; en otros, se trata de cambios sustanciales en el diseño del equipo". B.H. Klein, 1975, p. 482 (trad. del autor).
- (2) Para una exposición más amplia sobre la tecnología de productos y procesos en la estrategia de I&D de las firmas industriales en un país desarrollado, véase J.M. Utterback, 1979.
- (3) En 1945 "... se procedió a reducir el impuesto sobre el consumo de los productos derivados del petróleo a niveles mínimos... al grado que, en el caso de la gasolina, el precio de venta se situó en el más bajo del mundo". Recursos combustibles de hidrocarburos, 1973, p. 46. Cabe agregar que los precios de estos productos no fueron modificados hasta 1982, cuando los precios de los diferentes tipos de gasolina aumentaron de un 130% a un 230%, según su respectivo octanaje.
- (4) "El programa automotriz ilustra... la falta de previsión respecto de los factores tecnológicos en la planificación industrial venezolana. (por cuanto) el énfasis sobre un producto "maduro" como el automóvil como eje de la estrategia de industrialización, implica desconocer los factores tecnológicos inherentes a ésta... (De otra parte) hay una contradicción entre el ingreso nacional estimado y el programa automotriz. El 5to Plan estimaba que el ingreso nacional aumentaría en forma continua como consecuencia del alza de los precios internacionales del petróleo, lo cual significa que los precios de la gasolina se elevarían aún más. Teniendo esto en cuenta, los planificadores debían haber previsto un cambio en las preferencias del consumidor hacia carros de menor consumo de gasolina. Pese a ello, en el 5to Plan el programa automotriz se centraba en la incrementación de la producción de vehículos de tamaño mediano y grande y en la reducción de vehículos pequeños". A. Pirela, 1981, pp. 79-80 (traduc. del autor).
- (5) Al momento de la nacionalización fueron creadas 14 filiales de Petróleos de Venezuela (DPVSA), formadas a partir de las empresas concesionarias que operaban antes en el país. La mayoría de éstas (Mobil, Texaco, Phillips, Chevron, Amoco, etc) fueron posteriormente fusionadas bajo la administración directa de la CVP (Corpoven) a fin de integrar sus operaciones a una escala acorde con los cánones prevaletientes en la industria petrolera internacional, y para simplificar las tareas de supervisión y administración. Por consiguie-

te, hoy existen 4 grandes empresas operadoras en PDVSA: Lagoven (formada por la ex-concesionaria Exxon Corp.), Maraven (Cía. Shell de Venezuela), Meneven (Mene Grande Oil Co.) y Corpoven, además de otras filiales incorporadas posteriormente para atender responsabilidades específicas dentro de la industria: Bariven, Pequiven y el Intevep.

- (6) La reciente polémica a propósito de los vicios legales y complejidades técnicas y administrativas del convenio entre PDVSA y la empresa alemana Veba Oel, ilustra el tipo de vicisitudes presentes en la definición conjunta de una política de mercadeo por el MEM y PDVSA. Dada la existencia de amplias indefiniciones en el proceso de nacionalización, la estrategia de mercadeo de PDVSA-MEM ha estado sujeta, de hecho, a los altibajos de la situación intermitente de crisis de otras regiones petroleras del mundo y en especial del Golfo Pérsico. Más aún, ante la incertidumbre tecnológica creada por la ausencia de procesos internacionalmente competitivos para mejorar y refinar crudos nacionales de cada vez más pesados se decidió "internacionalizar" las actividades de la industria nacionalizada, recurriendo a convenios de asociación y/o adquisición de refinerías y redes de comercialización en los países consumidores, a fin de minimizar los riesgos inherentes a la transición de un país productor de crudos livianos y medianos hacia uno productor de crudos pesados y extrapesados (Cf H. Calderón Berti, 1983, 16-18; El Universal, 5 ABRIL 1984, 2-17). En este contexto, el convenio PDVSA-Veba Oel fue elaborado como el primer paso en una estrategia tecnológica y de mercadeo a mediano y largo plazo, que tuvo que ser cancelada en virtud de los "riesgos políticos" implícitos en ésta (El Universal, 3 MAYO 84; El Diario de Caracas, 7 MAYO 84, 12).
- (7) A juicio del entonces Ministro de Energía y Minas, Valentín Hernández, esos convenios fueron necesarios, por cuanto "... lo más importante era darle un apoyo adecuado a las nuevas directivas de las operadoras. De esta manera, no habrían excusas por el fracaso en la administración de la industria, ya que contarían con el mismo apoyo que tenían antes de la nacionalización". Número, 29 de Agosto 1982, p. 15.
- (8) ... "La I&D de carácter defensivo es más bien típica de los mercados oligopólicos y está vinculada a la diferenciación de productos. Para el oligopolista, la I&D de carácter defensivo es una forma de prepararse y adaptarse a los cambios técnicos introducidos por sus competidores. Si el innovador 'a la defensiva' se propone no ser dejado atrás, debe actuar con rapidez cuando decide que ha llegado el momento. Para ganar o mantener una porción significativa del mercado, debe diseñar modelos al menos tan buenos como aquellos de los primeros innovadores, y preferiblemente incorporando avances técnicos propios que permitan diferenciar sus productos, pero a más bajo costo. En consecuencia, el desarrollo experimental y el diseño son de igual importancia tanto para el innovador 'a la defensiva' como para el innovador 'de ofensiva'. (...) El innovador 'a la defensiva' debe al menos ponerse a la altura del juego, o bien dar 'saltos de rana'." C. Freeman, 1974, p. 267 (trad. del autor).

- (9) El uso de métodos térmicos para recuperar crudos pesados (con una gravedad de 11 a 15°API) fué iniciado en los años sesenta a orillas del Lago de Maracaibo, a fin de explotar yacimientos que de otro modo resultaba imposible seguir aprovechando, lo que hubiese ocasionado el cierre prematuro de pozos con cuantiosas reservas de crudos pesados. De los campos de Lagunillas, Tía Juana y Bachaquero, la utilización de estos métodos se trasladó a otros campos con petróleo aún más viscoso, tales como Boscán (10,4° API) y Jobo (9°API), situado este último en el límite norte de la FPO. Cf Petróleo Internacional, Sep. 1976, pp. 13ss.
- (10) La decisión de "postergar" la realización del proyecto de Desarrollo del Sur de Monagas y Anzoátegui (DSMA) a cargo de Lagoven, y que comprendía la creación de un vasto complejo de recuperación y mejoramiento de crudos de la FPO, evidencia las limitaciones de las operadoras en proyectos todavía insuficientemente estudiados a nivel de planta piloto. El proyecto DSMA fué concebido cuando los precios internacionales del petróleo parecían no moverse en otra dirección que la de continuos aumentos. Por consiguiente, el proyecto DSMA utilizaría tecnología de la Lummus Co., que permitiría un proceso de coquificación retardada con niveles relativamente bajos de rendimiento en la obtención de crudos sintéticos exportables, o bien un nivel bajo de conversión, lográndose una mayor proporción de productos derivados de menor calidad. Cf. Fornoff y Van Driesen, 1982. Suponiendo que continuase el movimiento ascendente de los precios, el proyecto DSMA sería altamente rentable pese al bajo grado de eficiencia del proceso seleccionado. Número, 26 oct. 80, pp. 14-16, y también 28 mar. 83, pp. 10-11.
- (11) Según Morris Matza, gerente de planificación de INIEVEP, 22 profesionales del Instituto reciben formación de postgrado en Venezuela o en el exterior, entre los cuales 14 están incluidos en el Programa de Postgrado y los demás han solicitado permiso no remunerado a tal efecto. Sin embargo, las credenciales académicas tienen un mero valor de referencia, pues el reclutamiento de personal se hace atendiendo a una meticulosa descripción de cada puesto de acuerdo a las necesidades explícitas del Instituto, que son modificadas según los programas en curso. El énfasis en la promoción del personal se hace, pues, a través del seguimiento de la adaptación de cada individuo a los cambios acaecidos en la descripción de cada puesto, adaptación que se logra mediante pasantías, seminarios y cursos breves en la industria y en el exterior.
- (12) Estos datos fueron suministrados por Armando Segnini en un programa de televisión transmitido por el Canal 5, el 1° de marzo de 1984, a las 7 pm.
- (13) La tecnología disponible para el mejoramiento de crudos pesados todavía implica costos prohibitivos de conversión cuando se trata de un elevado nivel de aprovechamiento de los crudos originales. El costo del proceso Veba-Combi-Cracking, por ejemplo, "en las últimas pruebas en (la refinería alemana de) Gelsenkirchen resultaba de 13,5 dólares por barril". El Diario de Caracas, 29 mayo 84, p. 12. La tecnología DSV (Donor-Solvent-Visbreaking) de la Lurgi también ha sido objeto de pruebas a nivel experimental con crudos de la FPO mediante una planta en Jobo de 200 barriles por día, a fin de estu-

diar el comportamiento de las variables intervinientes, especialmente las referentes a rendimiento y costos. De otra parte, la minirefinería francesa de Solaize inició sus operaciones en 1983, incluyendo entre otros procesos de demostración el mejoramiento de los crudos de la FPO mediante la utilización de hidrógeno a alta presión y bajas temperaturas (hydrovis-breaking). Chemical Engineering, 9 Ene. 94, pp 20-D y 20-E.

- (14) A tal efecto, el Centro de Investigaciones Carbo-Siderúrgicas (CICASI) en el Estado Zulia emprendió un estudio en 1982, por Convenio con el INTEVEP, sobre la factibilidad de utilizar el coque del petróleo en los ánodos de las plantas de fabricación de aluminio primario en el país. El proyecto - se encuentra en vías de pronta terminación y con resultados muy prometedores, de acuerdo a Richard Reiznik, responsable del mismo en el CICASI.
- (15) En 1973 se dió inicio en el Instituto de Tecnología de la Escuela de Química de la UCV al desarrollo de un método experimental para la desvanadización de los crudos de la FPO, utilizando arcillas naturales como catalizadores. Dada la negativa del CONICIT a dar financiamiento al proyecto, éste no pudo ser objeto de pruebas a una escala deseable, por lo que sufrió cierto retraso. Finalmente, mediante convenio con el INTEVEP en 1981, se dió curso al desarrollo del proyecto. Cabe señalar, sin embargo, que el período 1977-1981 el grupo de investigadores de la Escuela de Química produjo el mayor número de publicaciones al respecto. Cf M. Rivera, 1983, 24-34. La tecnología ofrecida por la Shell para la hidrodeshmetalización (HDM) de estos crudos constituye un desarrollo ulterior, al permitir la regeneración del catalizador (dada su progresiva desactivación a consecuencia del efecto de "taponamiento" ejercido por los metales que se desprenden en el proceso) sin tener que interrumpir el funcionamiento de la planta, lo que supone elevados costos de operación, por cuanto ésta funciona a altas presiones y temperaturas. Petróleo Internacional, Julio-Agosto 1983, p. 48.
- (16) Es interesante observar que, en este particular, la capacidad técnica y gerencial de la industria petrolera venezolana rebasa ampliamente las capacidades de los suplidores y proveedores locales. De acuerdo a Jesús Sanabria, Gerente General del CEPET (Centro de Formación y Adiestramiento de la Industria Petrolera y Petroquímica), el eventual desarrollo comercial de la FPO no planteará problemas particularmente difíciles a la industria desde el punto de vista de sus requerimientos en materia de recursos humanos, excepto en áreas muy específicas tales como el tratamiento del vanadio. En tal sentido, el carácter desagregado de la tecnología petrolera ha contribuido a la formulación de una política de licitaciones cuyas ventajas y limitaciones son analizadas en el texto.
- (17) Para un examen más detenido sobre el tipo de dificultades que presentan las firmas metalmeccánicas pequeñas y medianas en la promoción del desarrollo tecnológico, véase H. Schwartz, 1983.

- (18) Para que los conocimientos tecnológicos adquiridos mediante bienes producidos en el exterior operen como canal de transferencia internacional de tecnología debe haber "... un desarrollo científico y tecnológico bastante importante en el país 'receptor', que involucra en primer lugar, una capacidad de diseño e ingeniería capaz de absorber y adaptar por sí mismas las tecnologías involucradas en el proceso de producción; luego la capacidad de producir o adaptar los bienes de capital necesarios para fabricar los productos copiados, y finalmente la capacidad de elaboración o adaptación de las materias primas, piezas y partes disponibles, para la fabricación de un bien de similar o superior calidad". C. Contreras, 1979, p. 49.
- (19) Los datos de este párrafo fueron extraídos del informe La Energía Eléctrica en Venezuela, 1974, pp. 3-9, excepto el referente al consumo promedio por suscriptor, que fue calculado a partir de la tabla N° 5 del mismo trabajo. La población de suscriptores abarca los sectores de consumo final (residencial, comercial, industrial, oficial y otros), pero no incluye al sector autoabastecido, o sea las empresas petroleras concesionarias con plantas propias de generación.
- (20) La producción de aluminio exige un elevado consumo de electricidad, pero el grueso de la producción venezolana de aluminio es destinado a la exportación (Venezuela es el sexto productor del mundo y el cuarto exportador). Más del 55% del aluminio producido en las plantas de Alcasa fue exportado en 1983 y Venalum produce únicamente para mercados en el exterior, habiendo consumido ambas empresas en ese año 1.853 gWh y 3.900 gWh, respectivamente. Cf. Número, 29 ENE 84, pp. 34,41. De ahí que sea posible afirmar que un 30% de la hidroelectricidad generada en Guri y Macagua fue exportada mediante la colocación en el exterior de un producto con un elevado contenido energético como es el aluminio primario. Pese a que en años venideros se proyecta ampliar la capacidad de generación de Guri, paralelamente también existen planes de ampliación de Alcasa a fin de aumentar en unas 84 mil toneladas su actual capacidad de producción de 122.000 TM anuales. Véase El Universal, 27 Mayo 84, 1-19.
- (21) Dado que el incumplimiento de las metas en el tiempo previsto acarrea grandes perjuicios a quien contrata un proyecto de estas dimensiones, la finalización temprana del proyecto es, en muchos casos, retribuida con cuantiosos incentivos. La transferencia de una parte de estos incentivos a los trabajadores en una vía probada con éxito en obras de similar magnitud en otras latitudes, a fin de obtener de éstos una mayor cooperación en la rápida ejecución del proyecto. Cf. G. Marinier, 1983. Otra alternativa es el uso de métodos coercitivos, la que puede, sin embargo, tener efectos contraproducentes en el caso de un país como Venezuela, donde hay instancias y mecanismos de litigio laboral que pueden entorpecer el ritmo de actividades establecido en el proyecto. El consorcio Brasvén fue licitado probablemente sobre la base de costos estimados según la experiencia brasileña en proyectos similares, pero donde las relaciones obrero-patronales se desarrollan en condiciones muy distintas a las de nuestro país.

- (22) Cuando los precios nominales de la energía permanecen estables a lo largo de décadas, independientemente de las alteraciones en su estructura de - costos, en la práctica se otorga un subsidio creciente al componente energético de las actividades económicas realizadas en el país. En otras palabras, la existencia de precios nominales estables en un contexto inflacionario conduce a la disminución de los precios reales de la energía, o sea lo que el personal técnico del MEM denomina la formación de "precios políticos" de la energía.
- (23) Según el Ing^o Jaime Márquez, de la Gerencia de Planificación de Energías de CADAPE, en 1974 habían 30 plantas a diesel instaladas en diversas zonas rurales del país, de las cuales hoy funcionan solamente 5, dados los altos costos y dificultades logísticas para su adecuado mantenimiento. Por consiguiente, el interés de CADAPE por las fuentes alternas de energía tiene su origen en la dispersión de los poblados y comunidades rurales, que constituye la mayor dificultad en el desarrollo de un plan de - electrificación rural que sea suficientemente económico y garantice un servicio con niveles razonables de confiabilidad.
- (24) Ciertas definiciones de carácter previo, tales como la presencia institucional o personalidad jurídica de los encuestados, también pueden ser factores de distorsión. Como resultado de este tipo de definiciones puede ocurrir la inclusión de proyectos de demostración "llave en mano" con equipos íntegramente diseñados y fabricados en el exterior, tal como es el caso, por ejemplo, de un proyecto para el aprovechamiento de la energía solar en Cacuri en el sur de Venezuela. Por el contrario, otros proyectos - desarrollados en el país, tales como aquellos a cargo de Luis Zambrano en relación al aprovechamiento energético de pequeñas caídas de agua en los Andes Venezolanos, pueden ser "obviados", dada la ausencia de una instancia que permita darles "adecuada" representación en la encuesta.
- (25) Pese a haber registrado temperaturas de hasta 210°C, el proyecto El Pillar-Casanay avanza con lentitud, dado el hecho, según informó el Ing^oVirgilio González del MEM (asistente a la Conferencia Internacional sobre Fuentes Alternas para la Generación de Electricidad, realizada en Caracas en Diciembre, 1983), que solamente se cuenta con 2 profesionales que trabajan a tiempo completo en el proyecto. Los problemas de financiamiento del proyecto difícilmente podrían justificarse desde un punto de vista técnico, dado que de lograrse la instalación de una planta de 30 MW, ello significaría, según el Ing^o González, un ahorro anual de divisas - del orden de los US \$ 3.5 millones.
- (26) Es indudable que el regionalismo zuliano, a través de Corpozulia, ha jugado un papel de gran importancia en los estudios efectuados, en primera instancia; para el desarrollo en la región de un complejo carbo-siderúr-

gico y , luego, una vez que este proyecto fue virtualmente descartado, para la exportación del carbón de Guasare, así como su aprovechamiento termoeléctrico en la región.

- (27) La construcción de viviendas y oficinas mediante diseños, técnicas y materiales que hacen caso omiso de las exigencias del clima puede implicar que su funcionamiento resulte extremadamente costoso, al punto de no ser económicamente viables, a menos que parte considerable de esos gastos sea cubierta por subsidios directos o indirectos. El consumo masivo de agua en Caracas a que da lugar la construcción de innumerables unidades multifamiliares y unifamiliares que esperan garantía de suministro por el INOS, hacen necesario el bombeo de agua hasta por alturas de 1.000 mts., con niveles considerables de consumo energético que hasta la fecha no han sido sufragados por el consumidor. De modo similar, el uso masivo del aire acondicionado en numerosas ciudades del interior del país como Maracaibo, Valencia, Puerto La Cruz, etc., solamente es posible dada la existencia de tarifas eléctricas fuertemente subsidiadas por el Estado.
- (28) El carácter "blando" de la utilización de una fuente energética supone de una parte, un alto nivel de descentralización y, de otra, la presencia de métodos relativamente simples de aprovechamiento y conversión de la energía, inicialmente con un bajo grado de confiabilidad, pero que pueden ser objeto de mejoras sucesivas hasta optimizarlos a un nivel razonable de confiabilidad. Cf, por ejm. A. McDonald, 1981, pp. 25-27. La existencia de institutos especializados permite que la comunidad científica nacional participe de un modo activo en la optimización de estos procesos. En vez de los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos llevados a cabo sin estudios previos, en el CIDIAT, por ejemplo de acuerdo a lo señalado por Herve Hegat, se ha llegado a estipular que estos aprovechamientos deben estar basados en la estimación del caudal mínimo y que éste permita atender cuando menos el 90% de los requerimientos habituales de la localidad.

VII.- BIBLIOGRAFIA

- ALLAN, D.E.; D.E. BLASER y M.M. LAMBERT. "Dual -gasification coking process offers option for synthetic- gas production from heavy feed" en Oil & Gas Journal, 17 May. 82; pp. 93-102.
- AÑEZ, C. "Viabilidad del desarrollo tecnológico nacional en el área de los servicios petroleros", en Petróleo y Tecnología. Mayo-Junio, 1978; pp. 9-18.
- ARAQUE, V. Y A.D. DE LEON. "Duri y Gavidia: Un estudio de casos de microcentrales a nivel de comunidades rurales" en el Primer Seminario de Agroenergía en Venezuela. Maracay, Noviembre, 1983.
- BARQUIN, M. "La industria metalmeccánica frente al reto de los bienes de capital" en El Nacional. 3 Agosto, 81; pp. C-6 ; C-10. (Edición Aniversaria).
- BITAR, S. y E. Troncoso. El desafío industrial de Venezuela. Editorial Pomaire. Buenos Aires, 1983.
- CALDERON, H. "La industria petrolera nacional: Elementos para una estrategia a largo plazo" en Cuadernos del CEPET, N° 3. Caracas, 1983.
- CHAMBOULEYRON, I. y C. HUEPE. Bases para el desarrollo de las fuentes de energía nuevas y renovables en Venezuela. CONICIT. Caracas. Diciembre, 1983.
- CONTRERAS, C. Transferencia de tecnología a países en desarrollo. ILDIS. Caracas 1979.
- Documento base para la política energética integral de Venezuela. Ministerio de Energía y Minas. Caracas, Agosto, 1983.
- FERBER, R.R. "Photovoltaic power -an important new energy option", en Mechanical Engineering. Diciembre, 1983; pp. 16-23.
- FORNOFF, L.L. y R.P. VAN DRIESEN. "Heavy oil upgrading via hidrocracking economics" en Chemical Economy & Engineering Review. Diciembre, 1982; pp. 13-19.
- FREEMAN, C. The economics of industrial innovation. Penguin, 1974.
- GARCIA, A. y J. Caballero. "Perspectivas de las fuentes renovables de energía como recurso agroenergético con énfasis en la pequeña escala de generación", en el Primer Seminario de Agroenergía en Venezuela. Maracay. Noviembre, 1983.
- GIL, F.J. "Situación de la investigación y desarrollo técnico nacional en agroenergía" en el Primer Seminario de Agroenergía en Venezuela. Maracay. Noviembre, 1983.
- KATZ, J.M. Domestic technology generation in LDCs: A review of research findings, Papel de Trabajo N° 35. (Programa de investigación sobre el desarrollo científico y tecnológico en América Latina). Noviembre, 1980.
- GOMEZ, A. "La buena calidad del producto venezolano: Un reto nacional". Ponencia presentada en el I Simposio de Control de Calidad de la Industria Petrolera y Empresas Nacionales de Fabricación. Los Teques. Abril, 1984.

- GUTIERREZ, F.J. Síntesis de lo realizado en materia de estudios e investigación por la Oficina de la Faja Petrolífera del Orinoco hasta Diciembre de 1977. MEM. Caracas, Junio, 1978 (a).
- Proyecto Experimental de Inyección de Vapor en Cerro Negro. MEM Caracas, Junio, 1978 (b).
- KLEIN, B.H. "The decision making problem in development", en The rate and direction of innovative activity. Arno Press, 1975; pp. 477-497.
- La Energía Eléctrica en Venezuela. Comisión del Plan Nacional de Energía Eléctrica (COPLANEL). Caracas, Enero, 1974.
- LAGRECA, A.; E. MAYER; C. OCHOA y J. RODRIGUEZ. Primer Diagnóstico sobre los Proyectos de Investigación y Desarrollo en el Area de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía. Instituto de Energía de la USB. Julio, 1983.
- MARINIER, G. "James Bay Project". Trabajo presentado ante la Conferencia Internacional de Fuentes Alternas para la Generación de Electricidad, realizada en Caracas. Diciembre, 1983.
- MAYER, E. y N. GRILLET. The solar village of Cacuri, Venezuela. 1981. (Mimeo).
- MCDONALD, A. Energy in a finite world. Informe del International Institute for Applied Systems Analysis. N° 4. Laxenburg, Austria. Mayo, 1981.
- McHENRY, K. Processing heavy petroleum. The Charles D Hurd Lectures, Northwestern University, 1981.
- MATE, M. Minicentrales hidroeléctricas: Una nueva óptica energética. Editorial CVG/EDELCA, 1981.
- PIRELA, A. Recent developments in the economics of technological change: A case study of Venezuela. Tesis de Maestría. Universidad de Manchester, 1981.
- PURROY, M.I. Estado e industrialización en Venezuela. Ed. Vadell Hermanos. Valencia, 1982.
- REBANE, K. "Energy, entropy and the environment" en Science, Technology and global problems. por J. Gvishiani (Editor). Pergamon Press, 1979; pp. 103-105.
- Recursos combustibles de hidrocarburos. Comisión del Plan Nacional de Energía Eléctrica (COPLANEL). Caracas. Julio, 1983.
- RIVERA, M. El desarrollo de una actividad científica en Venezuela: El caso de la catálisis. Tesis de Maestría. CENDES/UUCV, 1983.
- ROLZ, C.; F. CALZADA y R. DE LEON. "Biogás: Principios básicos y aplicaciones para Latinoamérica", en Interciencia. Enero-Febrero, 1984; pp. 8-20.
- ROO, H. "Proyecto 'Desarrollo del Río Caroní' ". Ponencia presentada ante la Conferencia Internacional de Fuentes Alternas para la Generación de Electricidad, realizada en Caracas, Diciembre, 1983.
- SCHUETZE, B. y H. HOFMANN. "How to upgrade heavy feeds", en Hydricarbon Processing. Febrero, 1984; pp. 75-81.
- SCHWARTZ, H. "El papel de los cuellos de botella de la industrialización en la formulación de las políticas nacionales de desarrollo tecnológico", en

Política Tecnológica y Países en Desarrollo, por M. Mora y Araujo (Comp.)
Editorial del Instituto. Buenos Aires, 1983; pp. 165-200.

STARR, C. "La compatibilidad del crecimiento económico y de la conservación de la energía", en Conservación de la Energía y Crecimiento Económico, por C.H. Hitch (Comp.). Ediciones Tres Tiempos. Buenos Aires, 1983; pp. 41-71.

STYRIKOVICH, M.A. y J. V. SINYAK. "Posibilidades y limitaciones en la utilización de fuentes renovables de energía", en Comercio Exterior. Mayo, 1984 pp. 371-385.

URDANETA, L. y M.A. URDANETA. "Proyecto de modificación del patrón de refinación en la refinería de Amuay", en Espacios. N° 2. 1981; pp. 37-52.

UTTERBACK, J.M. "The dynamics of product and process innovation in industry", en Technological innovation for a dynamic economy, por C.T. Hill y J.M. Utterback (Eds.). Pergamon Press, 1979; pp. 40-65.

PUBLICACIONES PERIODICAS:

Business Week
Chemical Engineering
El Diario de Caracas
El Nacional
El Universal
Informe BCV
Newsweek
Número
Petróleo Internacional
SIC
The Daily Journal

A N E X O S

ANEXO 1.-

Lista de abreviaciones.

ALCASA	Aluminio del Caroní S.A.
BCV	Banco Central de Venezuela
CADAFE	Compañía Anónima de Administración y Fomento Eléctrico
CATs	Convenios de Asistencia Técnica
CEPET	Centro de Formación y Adiestramiento de la Industria Petrolera y Petroquímica
CICASI	Centro de Investigaciones Carbosiderúrgicas
CIDIAT	Centro Interamericano para el Desarrollo Integral de Aguas y Tierras
CIEPE	Centro de Investigaciones del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial
CIT	Centro de Información Técnica en hidrocarburos y petroquímica
CONICIT	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas
CPDG	Centro de procesamiento de datos geofísicos
EDELCA	Electrificación del Caroní C.A.
ENELVEN	Energía Eléctrica de Venezuela
FONAIAP	Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias
HDM	Hidrodeshmetalización
HDS	Hidrodeshsulfuración
I&D	Investigación y Desarrollo Tecnológico
INOS	Instituto Nacional de Obras Sanitarias
INTEVEP	Instituto Tecnológico Venezolano del Petróleo
INVIT	Instituto Venezolano de Investigaciones Tecnológicas
MAC	Ministerio de Agricultura y Cría
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
OPEP	Organización de Países Exportadores de Petróleo
PdVSA	Petróleos de Venezuela S.A.
SEI	Sistema Eléctrico Interconectado
UCV	Universidad Central de Venezuela
ULA	Universidad de Los Andes
USB	Universidad Simón Bolívar
Venalum	Industria Venezolana del Aluminio C.A.

ANEXO 2.-

Personas entrevistadas.

Carlos Añez	PhD en la Universidad de Sussex, con tesis sobre la transferencia internacional de tecnología en la industria petrolera; actualmente se desempeña en la industria privada como suplidor de bienes y servicios para la industria petrolera nacional.
Freddy Gil	Departamento de Ingeniería, Facultad de Agronomía. UCV, Maracay.
Luis Giusti	Coordinador de la FPO, PdVSA.
Francisco Gutiérrez.	Coordinador del Proyecto de la FPO en el MEM hasta 1978; actualmente Director de la Escuela de Ingeniería de Petróleo, UCV.
Herve Jegat	Investigador en el área de pequeñas centrales hidroeléctricas en el CIDIAT, Mérida.
Wladislaw Krizanowsky	Funcionario de Edelca en sus Oficinas en Caracas.
Jaime Márquez	Gerencia de Planificación de Energías de CADAFE.
Morris Matza	Gerente de Planificación del INTEVEP.
Eric Mayer	Coordinador de la Sección de fuentes alternas y conservación de energía del Instituto de Energía de la USB.
Eduardo Prato	División de Carbón y otras energías de la Dirección de Política Sectorial del MEM.
Richard Reiznik	Investigador del CICASI, Estado Zulia.
Jesús Sanabria	Gerente General del CEPET, PdVSA.
Gonzalo Sepúlveda	Investigador del Instituto Tecnológico de la Escuela de Química, UCV.
Luis Zambrano	Práctico de la ingeniería hidráulica o "pequeño inventor", actualmente candidato a ingeniero (honoris causa), ULA, Mérida.

ENTIDADES PARTICIPANTES

NPCT - Universidade Estadual de Campinas

CENDES - Universidad Central de Venezuela

DEPFE - Universidad Nacional Autónoma de México

CEBRAP - Centro Brasileiro de Análise e Planejamento

GASE - Fundación Bariloche

FESP - Fundação Escola do Serviço Público

PATROCÍNIO

UNU - Universidad de las Naciones Unidas

IDRC - Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo