
REVISTA ENERGETICA



23

OLADE
Organización Latinoamericana de Energía
CENTRO DE INFORMACION

olade

Organización Latinoamericana
de Energía

ENERO/FEBRERO 1982

EDITORIAL **olade** PERSPECTIVAS DEL PLACE **olade**
EL PLACE Y LA COOPERACION LATINOAMERICANA **olade**
ENERGIA Y DESARROLLO **olade** TIPOLOGIA PARA EL
ANALISIS DE LA SITUACION ENERGETICA DE AMERICA
LATINA **olade** DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ENER-
GETICA DE AMERICA LATINA: TECNOLOGIAS ENERGETI-
CAS DISPONIBLES Y REQUERIMIENTOS.

DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ENERGETICA DE AMERICA LATINA:

TECNOLOGIAS ENERGETICAS DISPONIBLES Y REQUERIMIENTOS

Jean-Pierre Angelier
Quito,
Octubre de 1981

INTRODUCCION

El propósito de este documento es describir y analizar la situación de América Latina en lo que se refiere a las tecnologías energéticas, identificar los problemas existentes, y proponer soluciones que se puedan llevar a cabo dentro del marco del Programa Latinoamericano de Cooperación Energética -PLACE-, puesto en obra por la organización Latinoamericana de Energía -OLADE-, tal como fue decidido en la XII Reunión de Ministros de OLADE, en Bogotá, en noviembre de 1981.

El análisis de las tecnologías energéticas utilizadas es una parte muy importante del diagnóstico del sector energético, puesto que las características del funcionamiento de éste descansan en gran medida sobre las tecnologías disponibles, y sobre su grado de dominio. Así, las **reservas** de energéticos se miden conforme con el rendimiento técnico-económico de las tecnologías conocidas para la producción; por ejemplo, un yacimiento petrolero ingresa a las reservas de un país solo si su profundidad, su tamaño, su localización, las características geológicas del subsuelo en el cual se ubica, la calidad del aceite que contiene, permiten técnicamente explotarlo a un costo económico permisible. Por eso, un cambio en las tecnologías puede modificar el volumen de las reservas de un país. De otra parte, los **balances** de energía se basan en coeficientes de conversión y de equivalencia entre energéticos, coeficientes que corresponden a la utilización de ciertas tecnologías, de ciertos procesos de producción, transformación y consumo de esa energía; así, la generación de electricidad a base de un

combustible, mediante un sistema de turbina - alternador, tiene un rendimiento efectivo de conversión que depende de las tecnologías empleadas, y de las condiciones en las cuales se utilizan estas tecnologías; por eso los factores de conversión varían según los países, según las regiones: por ejemplo, el factor de conversión es de 0.086 TEP/MWh en los países de América Latina, en promedio, cuando en Europa es de 0.082 TEP/MWh^{1/}.

Más generalmente, la estimación de la **eficiencia** en la producción y el consumo de energía de un país o una región se hace conforme a relaciones entre energía primaria y energía secundaria, de acuerdo a relaciones entre la energía disponible y la energía finalmente usada, dependiendo estas relaciones de las tecnologías más comúnmente utilizadas: una ilustración de ello se encuentra en el cuadro "Eficiencia Energética Regional"^{2/} en donde se puede ver, por ejemplo, que la eficiencia de la función "cocción" varía del 5% al 60% según la tecnología y energéticos utilizados.

Estos ejemplos buscan demostrar que las tecnologías energéticas disponibles y utilizadas en un país, o una región, determinan, en un alto grado, el conjunto del sector, y que son **constricciones** inmutables a **corto plazo**, pero no lo son a **mediano y largo plazo**, transformándose en **variables** sobre las cuales pueden actuar los responsables de las decisiones referentes al sector energético de un país o una región. Entonces, una reflexión crítica sobre las tec-

^{1/} Véase OLADE: Metodología OLADE para la Elaboración de Balances Energéticos Documentos OLADE N° 8, Quito, 1980 - y CPDP: Statistiques Pétrolières et Energétiques, Paris, 1980.

nologías energéticas disponibles en América Latina es uno de los pasos necesarios para conocer mejor la situación energética de la región, para ubicar los problemas existentes, y para encontrar salidas a estos problemas.

Pero antes de empezar esta reflexión, cabe dar **una definición** de lo que se entiende bajo el vocablo "tecnología". Tecnología es un conjunto de conocimientos que se necesitan para producir un bien o un servicio; estos conocimientos se materializan a través de los bienes de capital requeridos para la producción de tales bienes o servicios. **Dos características de las tecnologías deben de subrayarse;** la primera es que si una tecnología corresponde al conocimiento de un proceso físico o químico, a una manera conocida y puesta en obra de materializar tal proceso, **esa tecnología será óptima en lo absoluto,** además, lo puede ser a una cierta fecha, en un ambiente económico dado. Tomemos un ejemplo para ilustrar esto: la calefacción de agua por electricidad puede considerarse como la tecnología más eficiente para satisfacer tal uso, puesto que la energía útil es el 90% de la energía en tal proceso; sin embargo, esta eficiencia sólo consta de la tecnología de calefacción del agua, sino también de las condiciones de generación, transporte, distribución de la electricidad, y de las condiciones del uso del agua caliente, de las calidades térmicas requeridas para dotar el agua caliente; o sea, en otras palabras, la eficiencia global de una tecnología energética no sólo depende de sus características propias, sino también y esencialmente, del sistema energético en el cual se materializa esta tecnología; entonces, la tecnología de calefacción de agua por medio de la leña pudiera ser más eficaz que la mencionada, si es que esto fuera es que se adapta mejor al sistema energético referido. Este **carácter relativo de la eficiencia de una tecnología** no debe perderse de vista, sobre todo cuando se trata de tomar una decisión de política energética.

La segunda característica importante de las tecnologías se refiere a su **dominio:** el dominio de una tecnología no sólo corresponde al conocimiento del

proceso físico - químico que permite producir un bien o un servicio más que también **corresponde a la capacidad de construcción de los bienes de capital,** y a la capacidad de producción de esos bienes para que permitan pasar del proceso científico del conocimiento hasta el proceso industrial. Estos tres niveles, conocimiento científico, construcción y explotación de los bienes de capital son indisolubles en el dominio de las tecnologías.

Después de haber definido la tecnología, e insistido sobre el carácter relativo de su eficiencia y sobre la multiplicidad de los niveles de su maestría, cabe desarrollar **el diagnóstico de la situación de las tecnologías energéticas** en Latinoamérica, para reflexionar sobre las razones de esta situación, y entonces **identificar las necesidades específicas** de la Región y el papel de la OLADE para contribuir a satisfacerlas.

I. EL DIAGNOSTICO DE LA SITUACION DE LAS TECNOLOGIAS ENERGETICAS EN LATINOAMERICA

Un diagnóstico es un proceso que consta de tres etapas: la primera es la descripción del objeto estudiado; la segunda es el juicio que se hace sobre la situación descrita; y la tercera es la explicación de los fenómenos que rigen esta situación. Así se desarrollará a continuación nuestros diagnósticos de la situación de las tecnologías energéticas, diferenciando en la primera etapa, es decir la de la descripción, dos enfoques: el de la procedencia de las tecnologías, y el del nivel de maestría sobre ellas de los países que las generan o las adquieren.

1.1 La procedencia de las tecnologías energéticas disponibles en Latinoamérica.

El sector industrial y comercial de la energía nació en América Latina con el siglo, con los capitales y compañías norteamericanas y europeas, que impusieron sus tecnologías desarrollando así indus-

22 PLACE, Capítulo III-3, "Eficiencia Energética Regional".

trias petroleras (básicamente para la exportación) y eléctricas (para los mercados concentrados de las grandes ciudades). La dependencia tecnológica total del principio del siglo se redujo poco a poco, básicamente a través de las leyes de nacionalización de las compañías petroleras extranjeras (en 1938 en México y Brasil, en 1960 en Cuba, en 1968 en Perú, en 1974 en Ecuador y Argentina, en 1975 en Venezuela), y a través de la compra de las empresas eléctricas extranjeras y la formación de empresas públicas nacionales. Así empezó el proceso de dominio de los países latinoamericanos sobre la explotación de bienes de capital importados.

En algunos de los países de la Región, se inició un proceso de investigación y desarrollo sobre algunos puntos específicos, por medio de las empresas energéticas estatales, o por medio de institutos de investigación. Se prosiguió este proceso a través de la conformación de organismos regionales, tal como ARPEL (Asistencia Recíproca Petrolera Estatal Latinoamericana), CIER (Comisión de Integración Eléctrica Regional), y también a través de la conformación de centros de capacitación. Progresos muy importantes fueron y son realizados en lo que se refiere a la promoción de actividades de investigación y desarrollo en el campo de energía, y a la formación del personal capaz de dominar las tecnologías utilizadas.

Muchas de éstas son bien conocidas en la Región, algunas son adaptadas; pero queda un punto débil que es la producción nacional o regional de los bienes de capital del sector de la energía. Con excepción de algunos países (México, Brasil, Argentina), la Región importa la casi totalidad de los equipos energéticos que necesita para desarrollar su sector energético. Los proveedores de estos equipos, de estas tecnologías, son muy concentrados: un pequeño número de países, un pequeño número de empresas transnacionales. Y a través de esta importación de bienes de capital, se importan las tecnologías energéticas.

En conclusión, **en casi la totalidad, las tecnologías energéticas disponibles en Latinoamérica**

son importadas de los países desarrollados (México, Brasil y Argentina siendo las excepciones, Brasil incluso exportando equipo energético a los demás países de la Región, en cantidades no considerables); pocas son las que se generaron en la Región; pocas se adaptaron a la situación técnico - económica de la Región.

1.2 La Maestría de las tecnologías energéticas en Latinoamérica

La procedencia de las tecnologías energéticas utilizadas en Latinoamérica explica en gran medida el grado de maestría de estos países sobre las tecnologías; éstas se pueden diferenciar entre los tres niveles de exploración, producción y conversión de energéticos^{1/}.

Las tecnologías de exploración de los energéticos generalmente tienen un bajo nivel de complejidad. Así el de la geología y de la sismología, que permiten conocer la composición del subsuelo y su formación, que permiten localizar los minerales, los combustibles y los yacimientos geotérmicos. Así es de las tecnologías que permiten medir la insolación de una región, o su potencial hidrológico. Las perforaciones y sondeos necesarios para la exploración de los hidrocarburos y del carbón ya tienen un grado de complejidad más alto sobre todo cuando se trata de perforaciones submarinas. Sin embargo, se puede decir que, en su conjunto, los países latinoamericanos conocen las tecnologías de exploración, las tecnologías que permiten estimar los recursos energéticos de la región. Pero a pesar de ello, pocos son los países que a la fecha conocen su subsuelo, que conocen sus reservas energéticas (o sea, esta parte de los recursos energéticos económicamente explotables). Generalmente, se deja la exploración a empresas extranjeras, que aceptan los contratos que les convienen: así se explica la importancia del petróleo en Latinoamérica, no por ser un re-

^{1/} Véase CNUCED = **Suministro de energía a los Países en Desarrollo**, Naciones Unidas, Nueva York, 1980.

CUADRO 1.— IMPORTACIONES DE ALGUNOS EQUIPOS ENERGETICOS POR AMERICA LATINA EN 1977 (10⁶ US\$ FOB)

TIPOS DE EQUIPOS	PAIS PROVEEDOR							TOTAL
	EE.UU.	JAPON	ALEM FED. R.	UNIDO	FRANCIA	ITALIA	SUIZA	
Máquinas de vapor	68.	161.	47.8	10.7	7.0	9.9	1.9	343.6
Motores de combustión interna otros que motores de avión	281.4	65.8	63.6	96.6	14.2	30.4	16.9	657.8
Turbinas de gas	27.1	29.9	17.4	13.3	2.0	—	—	91.5
Reactores nucleares	5.3	—	12.4	—	—	—	—	21.1
Reactores nucleares	5.3	—	12.4	—	—	—	—	21.1
Máquinas eléctricas generadores	515.9	211.1	121.7	53.1	95.7	45.4	44.1	1.301.5
Equipo para distribución de electricidad	56.7	34.9	11.5	15.1	15.4	2.7	0.7	160.7
								2.576.2

Fuente: Naciones Unidas: *Bulletin de Statistiques du Commerce Mondial des Produits des Industries Mecaniques et Electriques*, 1977, Nueva York, 1979.

CUADRO 2.— LAS PRINCIPALES EMPRESAS ENERGETICAS EN EL MUNDO

EQUIPOS Y SERVICIOS TECNICOS PETROLEROS 1976	EMPRESAS DE SERVICIO TECNICO DEL SECTOR ENERGETICO 1976*	PRINCIPALES EMPRESAS DE EQUIPO ELECTRICO 1976
EMPRESAS	TOTAL VAL.	
	(10⁶ US\$)	
Baker International	553	General Electric EU.
Lausser Industries	2.232	ITT EU.
Halliburton	4.866	Siemens RFA
Hugues Tools	383	Hitachi Japón
Schlumberger	1.810	Westinghouse EU.
Smith International	308	AEG RFA
		Shibaura Japón
		General Electric Reino Unido
		Thompson - Brandt FR
		Brown Boveri Suiza
		CGE FR
		Schneider FR
		Mitsubishi Electric Japón

* P = Petróleo q = Química
G = Gas natural C = Carbón
N = Nuclear

Fuente: CEPAL: *Suministro de Energía a los Países en Desarrollo*, Nueva York, 1980.

curso más abundante que los demás en la región, sino por haber sido buscado por las grandes compañías petroleras internacionales.

Esta falta de maestría sobre el nivel de la exploración se suele explicar, o se suele tratar de justificar, por ser esta operación costosa y aleatoria: no sería conveniente para un país en desarrollo gastar una parte importante de los pocos capitales que tiene en tales operaciones; sería más razonable dejarlo a grandes empresas petroleras que suelen tomar este riesgo. Este razonamiento puede ser justo cuando se trata de un pequeño país, no lo es cuando se trata de un gran país o de un conjunto de países, que pueden compartir el riesgo y el costo de la exploración y llevarla a cabo según los intereses de la nación o de la región, y no según los intereses de las grandes compañías transnacionales. Esta afirmación la ilustra bien la experiencia de México por ejemplo: entre 1938 y 1966, PEMEX gastó en la exploración 600 millones de dólares lo que le permitió descubrir cerca de 1.000 de crudo; si hubiera dejado el trabajo de exploración a compañías petroleras extranjeras, hubiera pagado 10.000 millones de dólares o sea, 17 veces más^{1/}. Otro ejemplo del carácter razonable de llevar a cabo trabajos de exploración aparece en uno de los estudios de OLADE sobre el carbón mineral^{2/}: para un área de 50 Km² el reconocimiento geológico preliminar y el levantamiento geológico detallado en áreas de interés sólo cuesta un promedio de 61.500 dólares; después, si se encuentran indicios serios de carbón, el programa de perforación para evaluar las reservas mineras sólo asciende a 1'864.000 dólares en promedio para un área de 50 Km², para un trabajo a 500 metros de profundidad.

En conclusión si no se dominan las tecnologías de exploración de energéticos en América Latina (con excepciones con algunos países), no es por tener un alto grado de complejidad estas tecnologías, sino parte por el carácter costoso y aleatorio de estas operaciones, y por no haber tratado de llevarlas a cabo a nivel nacional, dejándolas a empresas extranjeras especializadas.

A nivel de la **producción** de energéticos, el grado de complejidad de las tecnologías varía según los energéticos y según las operaciones. Es bajo para las perforaciones terrestres de pozos, alto para las submarinas. Es alto para la terminación de los pozos, lo que concierne tanto al petróleo y el gas como la geotermia. Por lo que se refiere a hidrocarburos también es de alta complejidad la tecnología de explotación de yacimientos. De muy alta complejidad es el enriquecimiento y la fabricación del combustible nuclear, pero en los demás casos, es bajo el grado de complejidad de las tecnologías: ingeniería civil y fabricación de tuberías, válvulas y turbinas para la hidroelectricidad. Sin embargo, con excepción de ciertos países tales como México, Brasil y Argentina, la mayor parte de las tecnologías energéticas utilizadas son importantes, y la elección de los energéticos producidos, la conducta de la producción, quedan bajo el dominio de algunas compañías extranjeras: una vez más los planes de producción corresponden en parte a los intereses de éstas, intereses que raras veces corresponden a los intereses de los países a quien pertenecen los energéticos. La mayoría de los países de la región tienen empresas públicas petroleras y de electricidad, a veces carboneras; muy a menudo, estas empresas controlan la explotación de los bienes de capital importados. Pero faltan los constructores de bienes de producción a nivel nacional, y por esta razón, es bajo el grado de maestría sobre las tecnologías de la producción de energía. Esta situación se explica por el poder de un pequeño número de empresas transnacionales que tiene una gran parte de su potencia tras el dominio sobre las tecnologías que venden o arriendan oponiéndose así a una verdadera transferencia de tecnología.

^{1/} Véase M. Tanzer. *The Political Economy of International Oil and the Underdeveloped Countries*. London, Temple Smith, 1970, pp. 292-298.

^{2/} OLADE: *Metodología propuesta a OLADE para la exploración y uso Térmico del carbón*. Río Turbio, 1980, pp. 39-41.

CUADRO 3.—PRINCIPALES EMPRESAS PUBLICAS DEL SECTOR DE LA ENERGIA EN AMERICA LATINA

PAISES	PETROLEO/GAS	ELECTRICIDAD	CARBON
México	Petróleo Mexicanos	Comisión de Electricidad	
Costa Rica	Refinadora Costarricense de Petróleo	Instituto Costarricense de Electricidad	
El Salvador		Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa	
Guatemala	Comisión de Petróleo	Empresa Eléctrica de Guatemala Instituto Nacional de Electricidad	
Honduras		Empresa Nacional de Energía Eléctrica	
Nicaragua		Empresa Nacional de Luz y Fuerza	
Panamá		Instituto de Recursos Hidráulicos y Eléctricos	
Cuba	Instituto Cubano del Petróleo	Ministerio de Electricidad	
Bahamas	Oil Refining and Transshipment	Bahamas Electricity Corporation	
Jamaica	Petroleum Corp of Jamaica	Jamaica Public Service Corp.	
Bolivia	Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos	Comp. Boliviana de Energía Eléctrica	Anelec
Colombia	Empresa Colombiana de Petróleo	Instituto Colombiano de Energía Eléctrica	Carbones de Colombia
Chile	Empresa Nacional del Petróleo	Empresa Nacional de Electricidad	Empresa Nacional del Carbón
Ecuador	Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana —CEPE—	Instituto Ecuatoriano de Electrificación —INECEL—	
Perú	Petróleos del Perú	El. del Perú/Electrolima	Minero Perú
Venezuela	Petróleos de Venezuela	Cadafé/Edelca/Enelven	
Argentina	YPF/Gas del Estado	Segba/Agua y En. Hidronorte	Y. Carboníferos Fiscales
Uruguay	Adm. Nac. de Comb. Alcohol y Portland	Usinas de Transmisión Eléctrica	
Brasil	Petróleos del Brasil	Electricidad del Brasil	

A nivel de la **conversión de energía**, generalmente, el grado de complejidad de las tecnologías es bajo; tal es el caso de la destilación del crudo, de la fabricación de turbinas, alternadores, transformadores para plantas eléctricas, de la fabricación de colectores calentadores de agua, bombas solares, celdas fotovoltaicas, instalaciones de biogas, y de carboneras para la leña. Las excepciones son la fabricación de lubricantes, los procesos de reformación y craqueo del crudo, la liquefacción del gas, la fabricación de turbinas de gas y de centrales nucleares. Pero por lo general, aun cuando está bien conocido el procedimiento técnico, los países latinoamericanos importan una gran parte de los aparatos necesarios a la conversión de la energía. Eso se debe a varias razones, entre las cuales la disponibili-

dad casi inmediata de las máquinas energéticas en el mercado internacional, la dificultad de desarrollar una industria de bienes de capital destinados al sector energético cuando el mercado nacional es bastante estrecho. Sin embargo, ciertos países latinoamericanos han desarrollado tales industrias y, a pesar de que todavía importan una gran parte de los bienes de capital destinados a su sector energético, ya están exportando cierto tipo de maquinaria generadora de fuerza; tal es el caso de México, Brasil, Argentina y en menor medida, de Venezuela.

Así, para los tres niveles de la tecnología energética, los países de América Latina dependen en gran medida de los países desarrollados o, más precisamente de un pequeño grupo de empresas trans-

nacionales que controlan las tecnologías energéticas. El poder de estas empresas descansa sobre varios factores: su dominio de la tecnología (es decir, no sólo el conocimiento de las técnicas sino también la fabricación de la maquinaria), su disponibilidad de capitales importantes, su reputación. Frente a estas empresas, los países latinoamericanos se caracterizan por un conocimiento que es bastante bueno de las técnicas, pero con un sector de bienes de capital destinados a la energía muy poco desarrollado en comparación con las necesidades; se caracterizan por la escasez relativa de capitales que se pueden invertir en el sector energético; por la urgencia de realización de cualquier proyecto que puede producir energía, o sea, más generalmente, por la falta de planificación energética a largo plazo. Así, en su conjunto no obstante las diferencias y excepciones importantes según los países, América Latina se coloca en el grupo de los países que compran las tecnologías energéticas; pocos son los casos de reproducción, copia o adaptación de las tecnologías importadas, y muy raros son los casos de creación de tecnologías energéticas.

1.3 La inadaptación entre los recursos y las necesidades

Además de la cuestión de la procedencia, maestría y transferencia de tecnologías energéticas, se plantea el problema de la adecuación entre las tecnologías adquiridas y el ambiente físico - económico de América Latina. Anteriormente se notó el carácter relativo de las tecnologías que permiten resolver industrialmente un problema técnico siendo dado un cierto enfoque económico. Así las tecnologías energéticas que compran los países latinoamericanos fueron elaboradas respecto a las economías desarrolladas, y son parte de lo que se puede llamar sus sistemas energéticos.

Un sistema energético se puede definir como el conjunto racional de fuentes energéticas disponibles en un marco geográfico dado, en un cierto momento, de empresas energéticas e industriales que producen transforman y distribuyen estos energéticos, de

las tecnologías y máquinas que permiten llevar a cabo estas operaciones, de las necesidades que tienen que satisfacerse. Los sistemas energéticos de los países desarrollados se caracterizan por la disponibilidad de ciertos energéticos más que otros (el petróleo comprado en el mercado internacional en grandes caudales), por la relación de precios entre estos energéticos (bajo precio relativo de los hidrocarburos), por la relación de precios entre energía, capital, trabajo, espacio (bajo precio relativo del capital), por el nivel y el ritmo de crecimiento de la demanda (alto nivel de consumo per cápita y en absoluto, tasa elevada de crecimiento) por la calidad de esta demanda (seguridad de aprovechamiento, uniformización de las condiciones de suministro a nivel nacional, de localización espacial de la adecuación oferta-demanda, nivel termodinámico de la demanda).

Se puede tomar un ejemplo para ilustrar esto. Las centrales térmicas clásicas de combustóleo de gran tamaño (600 MW) pueden representar la manera más eficiente de generar electricidad de origen térmico, en países desarrollados en donde la demanda de electricidad es importante: en efecto, el rendimiento térmico en estas plantas es lo más alto nunca encontrado. Pero esto no es una proeza técnica en sí, sino el actual punto de llegada de un proceso de desarrollo en el cual se destacan los elementos siguientes: la competencia entre hidroelectricidad y termoelectricidad llegó a cambio técnicos importantes en las plantas termoeléctricas: alza de temperatura y elevación de la velocidad de las turbinas, aumentando así el rendimiento térmico eso se debe en gran parte al hecho de que la producción de carbón, de acero, de material electromecánico se encontraba concentrado en manos de un pequeño número de grupos financieros e industriales, lo que no era el caso para la hidroelectricidad; el crecimiento continuo de la demanda y su nivel cada vez más alto permitió aprovechar rendimientos de escala, la red interconectada permitiendo una seguridad muy buena en el suministro: todo esto alentando el consumo de electricidad tanto a nivel doméstico como industrial o de transporte (ferrocarril), lo que permite a su vez aprovechar rendimientos de escala, lo que

permite una cierta nivelación de la curva de carga y una mejor amortización de los costos de inversión, lo que resulta en una baja de precios y un incentivo a un mayor consumo de electricidad; con el bajo costo del petróleo a partir de los años sesenta, nuevos cambios técnicos se desarrollan para aprovechar el poder calorífico más alto del combustóleo en comparación con el carbón. Además, el alto nivel de concentración de los constructores llevó éstos a privilegiar el gran tamaño en oposición a tamaños más pequeños, alejando así de la competencia los pequeños constructores. Y cabe notar también que el aumento de tamaño corresponde al fenómeno de sustitución del capital al trabajo que se desarrolla como necesidad en los países capitalistas desarrollados, siendo el trabajo de más en más costoso en comparación con el capital; el gran tamaño también es una manera de economizar el espacio que se vuelve escaso en varios países industrializados. Así se puede decir que en una economía tal como las de Estados Unidos, Europa o Japón, una planta termoeléctrica de 600 MW quemando combustóleo es muy eficaz, siendo dadas las características de estas economías: en particular, interconexión de la red, alto nivel del consumo de electricidad, alta tasa de crecimiento de la demanda, alto grado de concentración de los constructores de material electromecánico. De la misma manera, se podría mostrar que las grandes refinerías de 300.000 barriles por día a 500.000 barriles por día de capacidad no son la concretización de las tecnologías óptimas de refinación, sino que corresponden a las características técnico - económicas de la oferta de petróleo (concentración de los productores de petróleo y de los constructores de material), y a las características de la estructura de la demanda de productos refinados, en los países desarrollados.

Pero en general, para los países de América Latina, tal planta de generación eléctrica, tal refinería, no es eficaz. Si la potencia de tal planta eléctrica representa una proporción alta de la potencia total llamada, el suministro de electricidad no es confiable; si la demanda eléctrica de base es poco importante en comparación con el tamaño de la planta,

ésta no podrá alcanzar su eficiencia teórica. Además, si el país tiene recursos energéticos distintos al petróleo (lo que es el caso de casi todos los países latinoamericanos que tienen poco petróleo, pero bastante de otros energéticos), tal como hidroelectricidad, no se podrán desarrollar estos recursos sino que convendrá además de importar la planta, importar el combustóleo. En cierta manera, **no sólo se importa una planta, sino también se importa un sistema energético**, es decir una tecnología, los insumos de esta tecnología (máquinas y energéticos), y los productos de esta tecnología (máquinas y energéticos), y los productos de esta tecnología (patrón de trabajo en la planta, y sobre todo patrones de consumo de energía). Si el sistema energético importado cabe en el marco económico del país, la elección es eficaz; pero generalmente, no es lo que ocurre: es decir que la importación de maquinaria determina a la vez los flujos de energéticos necesarios para manejar la maquinaria, y los patrones de consumo de energía, independientemente de los recursos y de las necesidades del país importador (a pesar de que son las necesidades aparentes que determinan la decisión de importación). Por eso no cabe sorprenderse ver que, en 1979, el porcentaje de aprovechamiento del potencial hidroeléctrico es sólo del 7% para los países de América Latina^{1/}.

Cuando al mismo tiempo son agudos los problemas planteados por las importaciones petroleras de la Región (en 1979, la República Dominicana subrayaba en un documento oficial que América Latina importa tanto petróleo como lo exporta, lo que pone de evidencia la dependencia del sub-continente con el mercado internacional, y la inadecuación entre los recursos y las necesidades petroleras de la Región). Tampoco cabe sorprenderse el notar que por lo general la eficiencia en el consumo de energía es más baja en latinoamérica que en Europa ^{2/} y

^{1/} OLADE: **El Potencial Hidroeléctrico, Alternativa Energética y desafío industrial y financiero para América Latina**, CEPAL, 1981, 40p, p.7.

^{2/} Véase PLACE, Capítulo III.3 "Eficiencia Energética Regional".

tampoco cabe sorprenderse notar que en la región, casi la mitad de la población queda afuera de los circuitos de producción y consumo de energía comercial, que a nivel oficial, representa la parte del sector energético que conviene desarrollar; mientras que el consumo de energía en los transportes representa una parte considerable del consumo de energía.

Así se ve que las tecnologías energéticas disponibles en América Latina no solo son un medio de proporcionar energía a la economía, sino que también determinan en gran medida tanto los recursos energéticos disponibles (por falta de tecnologías adecuadas, no se trata de desarrollar los demás energéticos) como los patrones de consumo de energía (siendo **comerciales**, estos corresponden a las necesidades expresadas por las capas de la población que tienen los mayores ingresos, y no corresponden a las necesidades, a veces vitales, del conjunto de la población); y que tecnologías inadaptadas llevan con ellas una baja eficiencia en el aprovechamiento de los energéticos disponibles y en el consumo de estos energéticos: lo que tendría que ir en contra de las razones sobre las cuales descansan las elecciones de importación con los recursos y las necesidades de los países, de los pueblos de la Región latinoamericana.

II. ALGUNAS RAZONES QUE EXPLICAN LA SITUACION DE LAS TECNOLOGIAS ENERGETICAS EN LATINOAMERICA.

Si la situación de las tecnologías energéticas en latinoamérica se caracteriza por sus resultados que son la inadaptación entre los recursos energéticos de la región y las necesidades, cabe preguntarse cuáles son las razones que llevaron a esta situación. Dentro de éstas, tres se suelen destacar como principales explicaciones a los hechos mencionados: el nivel comparativo de los costos de importación y génesis de tecnologías energéticas; la falta de constructores de bienes de capital para el sector de la energía en latinoamérica; la falta de planificación energética en la región a nivel del subcontinente o a nivel de cada país.

2.1 El nivel comparativo de los costos de la tecnología.

El nivel comparativo de los costos de importación y los de génesis de tecnologías energéticas suele explicar o justificar las importaciones de tecnologías energéticas en la región: la elección de las tecnologías importadas se hace en base de un cálculo de costo: a primera vista, el costo de las tecnologías importables parece inigualablemente bajo. En razón de que los mercados de los países desarrollados son los más largos del mundo, los constructores de bienes de capital energéticos pueden aprovechar economías de producción en gran número de cualquier tipo de maquinaria correspondiente a las características de los sistemas energéticos de los países desarrollados. Además, una vez amortizados los principales costos de inversión de la construcción de estos bienes, a través de la venta de estos en los mercados de los países desarrollados, se pueden vender a un precio aún más bajo en los mercados de los países del Tercer Mundo, como lo enseña la teoría del ciclo de vida del producto de Raymon Vernon. Entonces, otro tipo de tecnología, de maquinaria, generada en los países de latinoamérica, tendría algo del prototipo y por eso, tendría un costo unitario mucho más alto. Y el costo de producción de tal maquinaria sería mucho más alto siendo construida en los países de latinoamérica. Sin embargo, esta visión del concepto de costo pertenece a la teoría económica de la **especialización internacional**, de la división internacional del trabajo: es decir, la especialización de los países desarrollados en las producciones que tienen mucho valor agregado, y la de los países en vías de desarrollo en las producciones con poco valor agregado; o, según las palabras de Eduardo Galeano: "unos se especializan en ganar, otros en perder" ^{1/}. Es esta división internacional del trabajo que impuso las producciones "competitivas" de los países desarrollados a los países de latinoamérica, destruyendo así las industrias de estos países, imponiéndolos la producción de materias primas, ge-

^{1/} Eduardo Galeano: *Las Venas Abiertas de América Latina*, México, Siglo XXI Ed., 1971.



nerando desempleo, generando una dependencia total hacia los países compradores. Con esta división internacional del trabajo, solo puede ensancharse el abismo que separa los dos grupos de países. Por eso tienen los países latinoamericanos que desarrollar tecnologías energéticas propias.

La producción de tecnologías energéticas propias a América Latina es costosa, es cierto, pero permite abastecer las economías de la Región, mediante sistemas energéticos adaptados a las características económicas existentes. Tales tecnologías propias pueden permitir el desarrollo de la exploración y explotación de los recursos energéticos locales en lugar de importarlos en caudales siempre más importantes; y tienen que corresponder a un nivel de consumo de energía mucho más bajo que en los países desarrollados, para que las máquinas se utilicen a un grado eficaz sin alentar inútilmente el consumo de energía. Y cuando se compara el costo de desarrollo de puesta en obra de tales tecnologías propias con la adquisición de tecnologías importadas, uno llega a la conclusión que en fin de cuentas, **este criterio de costo no puede ser determinante en la decisión.** La compra de tecnologías extranjeras corresponde a una salida de divisas, a una salida del valor producido en el país; y tiene como contraparte un funcionamiento de estas tecnologías caracterizado por su baja eficiencia, lo que muy raras veces se toma en cuenta en el cálculo económico.

Por otra parte, la creación de tecnologías energéticas propias permite valorizar esta parte del patrimonio representado por los recursos naturales, permite crear un mercado interno para una industria nacional de bienes de capital del sector energético; y tiene como contraparte la constitución de sistemas energéticos que corresponden a las características económicas del país o de la región. Y si el costo es más alto en este segundo caso que en el primero, hay que poner de relieve una característica fundamental de este segundo caso: el costo de valorización de los recursos energéticos nacionales o regionales y el de construcción de maquinaria consta en parte de suelos, que permiten, tras el consumo, el

ensanchamiento del mercado nacional, y el aumento del ahorro voluntario y compulsivo: en conclusión este costo corresponde en gran parte a un enriquecimiento del acervo nacional o regional, cuando el costo de importación principalmente corresponde a un empobrecimiento de este acervo; o también, tal obra constituye un elemento motriz en las economías concernidas, cuando la importación es un freno.

Además, cabe ver que si es indispensable la energía en el funcionamiento de una economía, su bajo costo no lo es, y una alza de este de poca amplitud, no puede tener consecuencias graves cuando la producción es nacional (se notará que con excepción con los países del cono sur y de Brasil, el nivel de precio de la energía en latinoamérica es, actualmente, mucho más bajo que en los demás países del orbe). En la industria en general, la parte de la energía en el costo total de producción es aproximadamente del 5%; este promedio cubre diferencias que van de menos del 2% del costo para la gran mayoría de las industrias, hasta el 20% del costo para la industria cementera o papelera, y el 40% para la industria siderúrgica. Así, un costo de suministro de la energía más alto debido a la implementación de tecnologías energéticas propias, casi no tendría repercusión en los precios del mercado interno o externo, salvo por lo que trata de las industrias intensivas en energía para las cuales se pueden tomar medidas adecuadas.

Por otra parte, un costo más alto de la energía tendría un efecto redistributivo sobre los ingresos: el consumo de energía crece más rápido que el nivel de ingresos, por lo que los alto ingresos serían más afectados que los bajos. También, se puede pensar que un costo más alto de la energía puede permitir desarrollar más fácilmente las fuentes locales o nacionales de energía, convencionales o no convencionales, cuando el nivel actual de los precios no lo permite. Por fin, conviene decir que tecnologías propias, al tener una eficiencia más alta que las importadas, podrían reducir el consumo de energía, resultando de eso que si es más alto unitario de la

energía, no lo es el costo global del abastecimiento energético nacional o regional. Para terminar, conviene recordar aquí que a fines de siglo pasado, Alemania desarrolló sistemas energéticos propios basados en gran medida sobre el uso del lignito nacional y sobre el equipo de pequeñas caídas de agua para la generación eléctrica, cuando ya estaban de suma eficiencia las plantas eléctricas de carbón, de mediano tamaño; parece que no salió en mala salud la economía alemana por eso. Así, el criterio del costo comparativo de importación o generación nacional o regional de tecnologías energéticas, a pesar de ser una justificación muy frecuente de las elecciones de importaciones de tecnologías, no parece ser un criterio no solo determinante, sino válido de tales elecciones.

2.2. La Ausencia de constructores locales de bienes de capital.

La segunda razón que explica la situación de las tecnologías energéticas en latinoamérica es la falta de constructores locales de bienes de capital para el sector energético. Con excepción de México, Brasil y Argentina, los países latino americanos importan las maquinarias necesarias para el sector energético, y por eso no pueden desarrollar tecnologías propias; por esta falta, aun cuando se desarrollan investigaciones tecnológicas, no llegan estas hasta el nivel industrial. Este estado de hecho se suele explicar por tres razones: la competencia internacional impide una producción nacional, el mercado nacional es demasiado estrecho, la industria de bienes de capital. Los constructores de bienes de capital para el sector energético son un pequeño número (véase cuadro 2); esta concentración alta les permite dominar el mercado, y son muy altas las barreras para entrar en estas industrias o 1/ las razones de diferencia de costo directo del equipo enseñaron que era muy baja la elasticidad de la demanda en comparación con el precio 2/; sin embargo son determinantes los factores como la marca y la confianza que la está atada, las condiciones de financiamiento, la disponibilidad de respuestos. En realidad, esta cuestión de costo diferencial de construcción de bienes

de capital entre los países de latinoamérica y los países desarrollados no es una explicación a la ausencia de esta industria en los países de América Latina, por las razones que se expusieron en el párrafo precedente. Lo estrecho del mercado, a nivel nacional parece ya una mejor razón para explicar esta ausencia de industrias de bienes de capital en la región: esta característica no justifica que se instalen fábricas de máquinas energéticas, no pudiendo funcionar estas fábricas con una tasa de utilización bastante alta. Además, como se importan grandes números de máquinas, el mercado interno esta aun más estrecho. También cabe anotar que en casi todos los países de la región, las especificaciones de los varios productores de energía son tan diferentes por razones históricas, que sería muy difícil para un constructor local abarcarlas y respetarlas todas. Sin embargo, se puede levantar estos obstáculos a través de una cooperación regional, tal como se hace en el Mercado Andino, cada país especializándose en ciertas producciones, lo que permitió entonces invertir en tales instalaciones que se pueden volver rentables.

Otra explicación a la ausencia de industrias de bienes de capital para el sector energético en la región, es una característica técnica-económica de estas industrias: ser intensivas en capital. La escasez de capital le confiere un costo alto en comparación con el trabajo; por eso, el largo plazo de recuperación de las inversiones en las industrias intensivas en capital desalienta a los empresarios potenciales, cuando más que no es asegurada la rentabilidad a largo plazo de tales inversiones, puesto que parece que no existe todavía un mercado bien definido. Las elecciones de los detentores de capital, de los empresarios del sector privado, van hacia las industrias de bienes de consumo, para las cuales existen mercados bien definidos, con un ritmo de crecimiento bien conocido, y además, mercados muy a menudo prote-

1/ Véase CNUCED: **Suministro de energía a los países en desarrollo.**

2/ Véase A.J. Surrey E Chesshire: **The World Market for Electric Power Equipment**, Bridgton, 1972, 194p.

gidos de la competencia exterior por barreras arancelarias. Cuando por lo que se refiere a los bienes de capital, que constituyen una parte consistente del costo de las demás industrias, los mercados de la región son largamente abiertos a las importaciones para que sea lo más bajo posible sus costos.

En resumen, lo que sobresale de estas reflexiones, es que la falta de industrias de bienes de capital en la mayoría de los países de la región no es tanto el resultado de algunas constricciones económicas, sino más bien el resultado de políticas económicas, que se suelen caracterizar como políticas de sustitución a las importaciones. Para desarrollar las inversiones privadas, el Estado trata de minimizar los costos de producción, los costos de los bienes de capital en particular; también, trata de asegurar ganancias suficientes, limitando la competencia en los mercados existentes, es decir, los mercados de bienes de consumo. Así resulta que la gran mayoría de los países latinoamericanos no tienen industrias de bienes de capital para el sector de la energía, por eso importan las máquinas que necesita el sector, importan los sistemas energéticos de los países desarrollados, que son ineficientes cuando transplantados en los países de la región.

En este dominio, la experiencia de los países desarrollados puede ayudar las reflexiones sobre las elecciones de políticas energéticas e industriales: el conjunto que se formó en la mayoría de estos países entre una empresa pública o privada, de construcción de material necesario para el desarrollo industrial de la primera empresa, tuvo como resultado el nacimiento y refuerzo de sectores nacionales de construcción de bienes de capital para el sector energético, competitivos a nivel internacional. Así, las grandes empresas energéticas a nivel mundial no son el resultado del libre juego de las leyes del mercado, sino que son el resultado de políticas industriales nacionalistas resueltas.

Y cuando los países de Latinoamérica deciden implementar políticas industriales para desarrollar el

sector de los bienes de capital para el sector de la energía, se nota que, por lo menos en ciertos dominios de este sector, las barreras a la entrada no son tan altas. Dos ejemplos se pueden tomar para ilustrar esto. Para desarrollar su industria petrolera, México tenía que importar torres de perforación. Cuando se decidió la empresa Industria del Hierro a fabricar estas torres, con el apoyo del Estado, consiguió cubrir una parte apreciable del mercado nacional, y ahora está exportando sus productos en otros países de la Región como Ecuador. Otro ejemplo más reciente se encuentra en el Instituto de Investigaciones Eléctricas de México, que invirtió 300.000 dólares en la adquisición de cuatro máquinas que tienen la capacidad de producir, al año, 10.000 transformadores para el transporte-distribución de la electricidad; al manejar la tecnología, uno se da cuenta que no es compleja; se adapta a las condiciones locales del mercado (características técnicas, especificaciones de los compradores); uno se da cuenta que la fiabilidad no es necesariamente ligada con el nombre de una gran empresa norteamericana, europea o japonesa; y uno se da cuenta que el costo de producción es aceptable. Sin embargo, en este caso, el tamaño del mercado mexicano solo es de 5.000 transformadores, lo que pone de relieve la necesidad de una cooperación regional para desarrollar en mejores condiciones económicas tales experiencias. A estos dos ejemplos se podrían añadir decenas de otros, demostrando que cuando existe la voluntad política de desarrollar una industria de bienes de capital para el sector de la energía, en un país, ya no parecen tan altas las barreras a la entrada en estas actividades; sin embargo, también aparece que la cooperación regional es una necesidad para desarrollar estas actividades en condiciones de producción competitivas.

2.3 La falta de planificación energética

La falta de planificación energética a nivel de cada país también parece explicar la dependencia de la región en lo referente a la tecnología energética. Así, por ejemplo, esta falta de planificación energética fue mencionada por casi todos los veinte

directores de institutos de investigación energética que se reunieron en Cuernavaca a principios de Octubre de 1981, bajo los auspicios de OLADE, para intercambiar informaciones sobre sus trabajos, sus requerimientos, y para decidir proyectos comunes, cuando se debatió los principales problemas que limitan el desarrollo de la investigación energética en las instituciones de la Región.

De manera más precisa, se identificaron como falta de planificación los siguientes problemas:

- Ausencia o deficiencia en la adopción de políticas energéticas, tecnológicas e industriales; insuficiente coherencia interinstitucional general.
- Deficientes esquemas de planificación.
- Deficiencias institucionales y organizativas a nivel de los sectores que tienen relación con el desarrollo o utilización de los resultados de la investigación tecnológica energética.
- Falta de coherencia entre las acciones de investigación en procesos energéticos con respecto a aquellos requeridos para el desarrollo de equipos y su producción.
- Deficientes esquemas en el establecimiento de prioridades para la realización de proyectos considerando la escasez de recursos disponibles; para esto es necesario que los gobiernos e instituciones realicen mayores esfuerzos en la definición y establecimiento de prioridades en los problemas a resolver.
- Falta de continuidad y proyección a largo plazo en los esfuerzos de desarrollo tecnológico.
- Falta de enlace con el sector productivo, lo cual limita la aplicación de los resultados de las investigaciones.
- "La falta de un análisis equilibrado de las necesidades de desarrollo con las áreas de fuentes convencionales y no convencionales de energía determina que importantes esfuerzos queden desarticulados y que se tomen decisiones deficientemente ponderadas" ^{1/}.

A primera vista, puede parecer extraño que en la Región, en que la mayoría de los países tienen economías de mercado y no economías planificadas, el principal problema que se refiere a las tecnologías energéticas se identifique a la falta de planificación. Esta contradicción sólo es aparente: En efecto, siendo muy largo el plazo de la investigación, sobre todo cuando se refiere a la energía, no puede ser sometida a las leyes del mercado que expresan las necesidades a corto plazo; el equilibrio futuro del mercado se determina a través de una planificación necesariamente centralizada, lo que se ve tanto en los países con economía de mercado como en los países de economía planificada.

Entonces, parece que la falta de planificación realmente es un problema en el sentido de que no permite un desarrollo suficiente de las investigaciones en materia de tecnología energética o, cuando existen estas investigaciones, se desarrollan independientemente de las necesidades expresadas por los países de la Región, o no llegan hasta el nivel industrial; en realidad, poco numerosos son los países que llegaron a desarrollar una investigación tecnológica en el dominio de energía, que llegó hasta el nivel industrial. Muy generalmente, esta falta de planificación se puede explicar por la imposibilidad de los gobiernos de ejercer un dominio sobre las variables fundamentales que es necesario manejar para alcanzar los objetivos escogidos en una política energética. Por falta de voluntad política, o de poder político, las variables de acción que permiten llevar a cabo una planificación tecnológica energética a largo plazo, se vuelven en constricciones características de la dependencia de los países de la Región hacia el exterior.

En resumen, el resultado de un análisis, superficial es cierto de las razones que pueden explicar la situación de dependencia de los países Latinoamericanos por lo que se refiere a las tecnologías energéticas, es lo siguiente: los obstáculos a un desarrollo propio y autodeterminado de las tecnologías energéticas en la Región no parecen tener una naturaleza

^{1/} OLADE.— Informe final del Primer Seminario de Directores de Institutos de Investigación Energética, Cuernavaca, 7 de octubre de 1981.

técnica o económica, sino más bien tener **una naturaleza política**; es decir que se encuentran en la falta de voluntad política, o la falta de poder político, que sería necesaria para desarrollar investigaciones en tecnologías energéticas, e industrias de construcción de bienes de capital para el sector de la energía, basadas en tecnologías adaptadas a los requerimientos y a los recursos de la Región.

3. LOS REQUERIMIENTOS ESPECIFICOS DE LA REGION Y EL PAPEL DE OLADE

En julio de 1979, en la "Declaración de San José", los Ministros de OLADE, reunidos en la Primera Junta Extraordinaria de la Organización plantearon el problema de la tecnología energética en la Región, y la importancia de encontrar soluciones para modificar la situación actual.

"Conviene seguir propiciando en forma continua y sostenida la cooperación y la transferencia de tecnología entre los países de la Región en cuestiones de energía. Sin embargo, como buena parte de los avances en esta materia no se originan en dichos países, es necesario plantear en los foros internacionales adecuados, la formulación de reglas nuevas y específicas para la transferencia de tecnología energética procedente de las naciones industriales, menos restrictivas que las que actualmente se tienen concertadas. Dada la importancia central que para el mundo en conjunto reviste el incremento de la oferta de energía, está en el interés colectivo conceder un tratamiento preferencial en este campo a los países en desarrollo".

"Debido a que los patrones de consumo de energía de los países de la Región están determinados en buena medida por la maquinaria y el equipo provenientes de las naciones industrializadas, la racionalización de dichos patrones dependerá del grado en que la Región eleve su capacidad de autodeterminación tecnológica en el ámbito de la economía en su conjunto. Este objetivo, que sin duda es de largo plazo, debe tenerse presente en todo momento en el diseño de las políticas económicas globales y secto-

riales, por sus implicaciones en materia de energía".
1/

Así se destaca la importancia de la inadaptación entre los recursos y las necesidades energéticas de la Región, debido al hecho de que las tecnologías energéticas disponibles son importadas de los países desarrollados, y son inadecuadas; así se destaca la necesidad de modificar esta situación presente, a través de la generación local de tecnologías adaptadas al marco físico-económico de la Región.

A continuación se analizará la posibilidad de modificar esta situación, y el papel que puede desempeñar OLADE en este sentido.

3.1. La situación no es específica del sector energético, sino es característica de la economía en su conjunto.

Una constatación sencilla es que la situación del sector energético y de sus tecnologías en latinoamérica tal como fue descrita en los párrafos precedentes no es una característica particular de este sector, sino que caracteriza el conjunto de las economías de latinoamérica. Esta situación es uno de los resultados de la política económica que más frecuentemente se encuentra en la Región, y que se puede describir esquemáticamente de la manera siguiente.

Para desarrollar la inversión privada, los gobiernos tratan de disminuir los costos de producción, para aumentar las ganancias; por eso se importan las máquinas y tecnologías de los países desarrollados, que se caractericen por su bajo costo comparativo; por otra parte, las empresas públicas existentes funcionan con un déficit financiero, lo que corresponde a una subvención al sector privado que utiliza los servicios de las empresas públicas; además, la producción nacional de bienes de consumo está protegida por barreras arancelarias de tal modo que se reduce la competencia internacional, y que se ase-

1/ OLADE: *La Coyuntura Energética Latinoamericana y la Cooperación Regional*, Quito, 1979, 90p. pp 70-71.

guren tasas de ganancia atractivas para los empresarios nacionales. En este esquema, los productos del sector de la energía son considerados como un costo, y es necesario reducirlo; lo que se hace, en particular, a través de la importación de máquinas, de tecnologías. Estas observaciones, que pueden parecer fuera del objeto del estudio, tienen un objetivo: es el de enseñar que la situación del sector de la energía no es aislada, y por eso, no se puede cambiarla sin cambiar todo lo demás. Esta complejidad no significa que es imposible modificar la dependencia, la inadecuación de las tecnologías energéticas en la Región, sino que este propósito es muy ambicioso y de largo plazo. Además, significa que una acción en este dominio se caracteriza por su carácter político, o sea, que requiere una voluntad política. Para ser realista, la acción de OLADE tiene que tomar en cuenta estos elementos.

3.2. La investigación en tecnologías energéticas en Latinoamérica ya está bien desarrollada.

No obstante lo antes mencionado, Latinoamérica tiene un potencial científico, técnico e industrial bastante desarrollado, por lo que se refiere a las tecnologías energéticas.

Por lo que se refiere a la **capacitación** del personal técnico y científico, existen en Latinoamérica centros de información de muy alto nivel, en universidades, en institutos públicos de formación, en centros creados por empresas públicas o privadas. Además existen sistemas de becas que permiten completar formaciones en otros países.

Por lo que se refiere a la **investigación tecnológica** energética, Latinoamericana tiene un gran número de institutos, que desarrollan proyectos específicos en varios dominios de la energía. Sería fastidioso enumerar estos proyectos, o estos institutos. Sin embargo, se presenta a continuación un censo de las principales áreas de investigación energética de Latinoamérica; por lo que se refiere a investigaciones técnicas, los campos de estudio son: hidro-

carburos, carbón mineral, energía nuclear, electricidad, fuentes nuevas y renovables de energía, hidroenergía, pequeñas centrales hidroeléctricas, geotermia, energía solar, bioenergía, energía eólica, esquistos bituminosos, conservación y uso racional de energía; por lo que se refiere a investigaciones de naturaleza económica, cabe mencionar: transferencia y desarrollo de tecnología, planificación energética global, análisis financiero de la energía, información y documentación energética, energía y medio ambiente, bienes de capital para el sector de la energía ^{1/}. Esta lista enseña que los principales problemas del sector energético en Latinoamérica son el objeto de investigaciones serias (quizás fallaría en esta lista el tema de la energía en el sector transporte), y que la Región trata de encontrar soluciones locales, adecuadas, a estos problemas. Y tiene la capacidad científica para encontrar las soluciones a estos problemas.

Por lo que se refiere a la **construcción de materiales** para el equipo del sector de la energía, cabe señalar que existe una capacidad de producción bastante importante. Por una parte, se encuentran las grandes empresas, a menudo públicas, de los países tal como México, Brasil o Argentina, del sector de la mecánica pesada o de la electromecánica que abastece en cierta medida al sector de la energía del país; así en Brasil, esta clase de empresa llega hasta abarcar el sector de la construcción nuclear con la empresa Nuclebras Equipamientos Pesados (las acti-

^{1/} Aquí, cabe mencionar cuatro estudios de OLADE, sobre este tema:

- OLADE, PNUD, PNUMA: **Alternativas Energéticas en América Latina; Estudio de Capacidades para el Uso de Fuentes No Convencionales de Energía**, México y Quito, 1979.
- OLADE: **I Reunión Interagencial sobre Cooperación Energética en América Latina; Cuadro resumen de los programas de energía**. Quito, mayo de 1981.
- OLADE: **Sistema Interagencial de Información Energética; Resumen de los Perfiles Institucionales**. Quito, septiembre de 1981.
- OLADE: **Panorama de la Investigación Tecnológica en el Marco del Programa Latinoamericano de Cooperación Energética**. Cuernavaca, octubre de 1981.

vidades de esta naturaleza se suelen llevar a cabo en los países desarrollados; Brasil e India son las dos únicas excepciones). Por otra parte, se encuentra en toda la Región un gran número de pequeñas empresas del sector privado que muy a menudo empezaron con la importación de maquinarias y equipos para el sector de la energía, que después desarrollaron sus actividades con la importación de repuestos para estas máquinas y equipos, con la fabricación de estos repuestos, y que ahora son capaces de construir varias de estas máquinas que equipan el sector de la energía de la región ^{1/}.

En la medida que existen estas capacidades, de capacitación, de investigación, de construcción de material para el sector de la energía en la Región, parece posible desarrollar e implementar tecnologías energéticas adaptadas al marco físico-económico de latinoamérica, a pesar de los problemas políticos que puedan oponerse a tal acción. En este marco OLADE puede desempeñar un papel como lo subrayaron los Ministros de la Organización en la "Declaración de San José" en julio de 1979, como lo reafirmaron los que tomaron parte en la Reunión del Comité de Ministros de OLADE en septiembre de 1981 en Acapulco.

3.3. El posible papel de OLADE en el desarrollo de tecnologías energéticas propias a la Región.

Uno de los principales objetivos de la Organización Latinoamericana de Energía es promover la solidaridad de acciones entre los países miembros, en materia de energía. Algunos de los resultados recientes alcanzados por la Organización enseñan que los países que lo conforman van más allá de las buenas intenciones y aspiraciones que representan los objetivos de OLADE. Esto se puede ilustrar por

^{1/} En uno de los estudios de OLADE, se presentan algunas de estas empresas; véase:

OLADE: Programa Regional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas de OLADE; situación y perspectivas de la tecnología y equipamiento para P.C.H. en latinoamérica. Quito, septiembre de 1980.

dos ejemplos trascendentales, en el dominio de las fuentes convencionales de energía; uno es el "Programa de Cooperación Energética para países de Centroamérica y del Caribe", programa puesto en marcha en agosto de 1980; en este programa, México y Venezuela se comprometen a atender el consumo petrolero de los países de Centroamérica y el Caribe; el otro ejemplo del éxito de OLADE en materia de promoción de solidaridad de acciones entre los países de la Región es el protocolo de la multinacional petrolera firmado el 16 de octubre de 1981 por PEMEX, PETROBRAS y PDVSA, por el cual estas tres empresas petroleras latinoamericanas se proponen objetivos conjuntos en materia de exploración petrolera. Estos dos ejemplos demuestran que los países miembros de OLADE pueden superar los problemas políticos que se oponen a un desarrollo más autónomo del sector energético de los países de la región, y que la cooperación entre ellos es la principal salida a la situación de dependencia actual. Por eso, se puede pensar que OLADE es capaz de promover acciones para un desarrollo autodeterminado de las tecnologías energéticas en la región, siendo tan importante el desafío energético actual. Es cierto que tecnologías autodeterminadas no van a modificar radicalmente el patrón económico de los países de la región; sin embargo, la necesidad reconocida de cambiar los sistemas energéticos actuales necesita estas tecnologías diferentes. Es en este sentido que OLADE puede actuar, a cinco niveles diferentes: a nivel macroeconómico, a nivel microeconómico, a nivel de la industria de bienes de capital, a nivel de la producción de energéticos, y a nivel de la reflexión prospectiva.

A nivel macroeconómico, el papel de OLADE es demostrar la importancia de la planificación energética para racionalizar las decisiones en este sector básico de la economía. La planificación, compatible con la economía de mercado, es la única manera de no despilfarrar los recursos de la región, de conocer los requerimientos energéticos, y la manera de satisfacerlos, por la toma de decisiones de largo plazo. Siendo la falta de planificación el principal problema que enfrentan los sectores energéticos nacionales

para basarse en tecnologías eficaces autodeterminadas, este objetivo es el principal de los de OLADE. La Organización tiene que sensibilizar los gobiernos de los países miembros en esta cuestión. Los demás niveles de actuación de OLADE son sometidos a este primer principal objetivo.

A nivel microeconómico, la organización debe facilitar el intercambio de informaciones sobre la gestión de las empresas del sector de la energía, siendo en particular de suma importancia el ejemplo de las empresas públicas: en efecto, estas son los principales actores del sector de la energía, y un buen conocimiento de su comportamiento, a través del intercambio regional de las experiencias, es una necesidad para dominar las principales variables de acción de lo que puede ser una planificación energética.

A nivel de la industria de bienes de capital, OLADE puede contribuir eficazmente a alejar los problemas causados por la estrechez de cada uno de los mercados nacionales, promoviendo la cooperación a este nivel. El mejor conocimiento de las empresas energéticas de la Región, permite conocer de manera precisa los requerimientos del mercado regional de bienes de capital para el sector energético, y así, a largo plazo; desde luego, se pueden prever las necesidades de inversión: las capacidades de producción, los tipos de equipos, el importe de la financiación de estos gastos. Una vez más, la cooperación entre los países de la Región, es una necesidad para basar esta industria sobre tecnologías propias adaptadas a los requerimientos regionales, y para dar un carácter competitivo a esta industria.

A nivel de la producción de la energía, el papel de OLADE es de subrayar las características de la demanda de energía para satisfacerlas de la manera más apropiada a partir de los recursos energéticos disponibles. En otras palabras, el papel de OLADE es de contribuir a dotar a los países de la Región de sistemas energéticos adaptados a los requerimientos y a las necesidades energéticas que la caracterizan. Para alcanzar tal objetivo, es de suma importancia el desarrollo de programas específicos

correspondientes a una necesidad precisa: materiales de construcción, azúcar, transportes urbanos, siderurgia, ... Cabe insistir otra vez sobre la importancia de la cooperación regional, del intercambio de informaciones sobre las técnicas de producción y utilización de energía, para llegar a construir nuevos sistemas energéticos característicos de la Región, autodeterminados, adaptados a los recursos y a las necesidades.

Por fin, **a nivel de la reflexión prospectiva**, el papel de OLADE es de suscitar la imaginación, para encontrar, a largo plazo, soluciones a los problemas energéticos actuales. Este nivel de actuación es muy importante, puesto que es indispensable imaginar el futuro energético de la Región, para abandonar esta actitud que consiste en esperar los cambios tecnológicos, que toman lugar en los países industrializados para luego importar las tecnologías nuevas, tratando a su vez de adaptarlas. Este nivel de reflexión prospectiva es imprescindible para alcanzar un patrón de desarrollo autodeterminado de las tecnologías energéticas, para implementar sistemas energéticos independientes, a largo plazo, de los países industrializados.

Así se puede describir el papel de OLADE para desarrollar e implementar tecnologías energéticas propias de la Región, autodeterminadas: subrayar la importancia de la planificación energética, promover su puesta en obra en los países de la Región, y alentar todos los proyectos cooperativos que van en la dirección. El desafío es tanto más importante cuanto que el papel de la energía está cambiando con la llamada crisis energética, y la industrialización de latinoamérica debe basarse desde luego sobre tecnologías energéticas adaptadas a sus características socioeconómicas, sobre sistemas económicos autodeterminados. El tiempo es una variable fundamental en este reto en la medida de que las grandes empresas que suministran a latinoamérica los sistemas energéticos inadaptados que muy a menudo tiene, están desarrollando tecnologías energéticas nuevas: es preciso ganar el desafío antes que se impongan otra vez tales tecnologías inadaptadas.

**Typology Based on the Availability of
Energy Resources**

- Group I OIL PRODUCERS AND EXPORTERS
Sub-group 1 - Mexico
Venezuela
Trinidad and Tobago
Sub-group 2 - Bolivia
Ecuador
Peru
- Group II COUNTRIES HAVING REASONABLY
WELL-BALANCED ALTERNATIVE
ENERGY SOURCES (P/G/C/H/N)
* Argentina
* Chile
* Colombia
- Group III PREDOMINANCE OF
HYDROELECTRICITY
* Brazil
* Paraguay
* Uruguay
- Group IV PREDOMINANCE OF FIREWOOD
AND OTHER PLANT AND
ANIMAL FUELS
Sub-group 1 - Guatemala
Costa Rica
El Salvador
Sub-group 2 - Nicaragua
Honduras
Panama
Sub-group 3 - Caribbean Countries

REVISTA ENERGETICA



Latin American Energy Organization

JANUARY - FEBRUARY 1982

PERSPECTIVES OF THE PLACE **olade** THE PLACE AND LATIN
AMERICAN COOPERATION **olade** ENERGY AND DEVELOP-
MENT **olade** THE LATIN AMERICAN ENERGY PROBLEM: A
TYPOLOGICAL STUDY **olade** AN ANALYSIS OF THE ENERGY
SITUATION IN LATIN AMERICA: THE AVAILABILITY OF
REQUIRED ENERGY TECHNOLOGIES

AN ANALYSIS OF THE ENERGY SITUATION IN LATIN AMERICA:

THE AVAILABILITY OF REQUIRED ENERGY TECHNOLOGIES

Jean-Pierre Angelier

INTRODUCTION

The purpose of this paper is to describe and analyze the situation of energy technologies in Latin America, to identify the existing problems, and to propose solutions that could be carried out within the framework of the Latin American Energy Cooperation Program (PLACE), which will be implemented by the Latin American Energy Organization (OLADE), in compliance with a decision by the Twelfth Meeting of Ministers of OLADE held in the Dominican Republic in November 1981.

An analysis of the technologies used in the energy sector is a very important part of the present undertaking, since the characteristics of the sectorial operations primarily rest on the availability of, and expertise in, appropriate technologies. Thus, energy reserves are measured according to the technical and economic feasibility of the known production technologies. For example, an oil field only becomes part of a country's reserves if its depth, size, location, sub-surface geological characteristics, and the quality of its product will allow it to be exploited at an acceptable cost. Therefore, a technological innovation can modify the volume of a country's reserves. Energy balances are based on conversion coefficients and equivalencies among forms of energy; these correspond to the use of certain technologies and certain energy production, transformation, and consumption processes. Thus, the generation of electricity on the basis of a fuel used in a turbine-alternator system can have an effective conversion performance, depending on the technologies employed and the conditions under which they are used. For this reason, conversion factors vary from country to country and from region

to region. The conversion factor for Latin American countries is 0.086 TOE/MWh, while the average in Europe is 0.082 TOE/MWh.^{1/}

Broadly speaking, the efficiency of a country or region's energy production and consumption is estimated in accordance with: 1) the relationship between available energy and final energy. These two factors, in turn, depend on the most commonly used technologies. One illustration of this can be appreciated in a chart on regional energy efficiency^{2/}, where it can be seen, for example, that efficiency in cooking varies between 5% and 60%, according to the technology and type of energy used.

These examples seek to demonstrate that the energy technologies available for use in a given country or region determine in large part the structure of the energy sector as a whole. While they represent short-term restrictions, they are not medium- and long-term ones; and thus they become variables on the basis of which decision-makers can act with respect to a country or region's energy sector. As a result, a critical review of the energy technologies available in Latin America is a necessary step in acquiring a better knowledge of the regional energy situation, in order to define and resolve existing problems.

Before embarking on such a review, however, it is useful to define the term "technology". Technology

^{1/} See OLADE, **OLADE Methodology for the Elaboration of Energy Balances**, OLADE Document Series: N° 8, Quito, 1980; and CPDP, **Statistiques Pétrolières et Energétiques**, Paris, 1980.

^{2/} PLACE, Chart III-3, "Regional Energy Efficiency."

is a set of knowledge needed to produce goods or services. This knowledge materializes in the form of the capital goods required for such production. Two technological characteristics should be underscored: first, the fact that if a technology corresponds to the knowledge of a well-known physical or chemical process, then this technology will never be globally optimal, but rather only at a certain point in time, within a given economic setting. This is illustrated in the following example: electricity is thought to be the most efficient way to heat water, since the useful energy in that process is equal to 90% of the available energy. Nevertheless, this efficiency does not only exist in the technology of water heating but also in the conditions for generating, transporting, and distributing electricity and for using hot water, as well as in the thermal qualities required to supply this element. In other words, the global efficiency of an energy technology does not only depend on its own characteristics but, essentially, on the energy system within which it is used.

Thus, the technology of heating water on the basis of firewood could be more effective than the method described previously, whenever it were better adapted to the energy system in question. This relative nature of technological efficiency should be kept in mind, especially by energy policy-makers.

The second important feature of energy technologies refers to the degree of expertise in the field. This not only refers to the knowledge of a physical-chemical process permitting goods or services to be produced; it also includes the capacity to manufacture capital goods and the capacity to make use of these. Scientific knowledge on, and the manufacture and utilization of, capital goods are all vital elements in technological expertise.

Now that technology has been defined, stressing the relative nature of its efficiency and the elements involved in mastering it, it remains to analyze the situation of energy technologies in Latin America; to reflect on the reason for this situation; and, finally,

to identify the region's specific needs and OLADE's possible contribution in that regard.

1. Analysis of the Situation of Energy Technologies in Latin America.

An analysis consists of three stages: first, a description of the subject to be studied; second, an assessment of the situation; and third, an explanation of the phenomena involved. This analytical formula has been applied to the subject of this paper, with the first stage broken down into two focuses: the origin of the technologies and the level of expertise both in the countries that generate them and in those that acquire them.

1.1 Origin of the energy technologies available in Latin America.

The industrial and commercial energy sector was born in Latin America at the turn of the century, with capital and companies from North America and Europe which imposed their technologies when developing oil industries (basically for exportation purposes) and power plants (for the concentrated markets of the large cities). The total technological dependency that had existed at the beginning of the century was gradually reduced, primarily through laws nationalizing the foreign oil companies (in Mexico and Brazil in 1938, in Cuba in 1960, in Peru in 1968, in Ecuador and Argentina in 1974, and in Venezuela in 1975) and through the purchase of foreign power companies and the formation of national ones. Thus began the process of Latin American control over the exploitation of its imported capital goods.

In some countries of the region, a process of research and development was begun on certain specific points, by state energy enterprises or research institutes. This process was extended by the creation of regional organizations such as the ARPEL (Latin American Association for State Oil Reciprocal Assistance), CIER (Commission for Regional Electrical Integration) and by the establishment of research centers. Important advances have been made in:

**CHART 1 - EXAMPLES OF ENERGY EQUIPMENT
IMPORTED BY LATIN AMERICA
IN 1977 (10⁶ US\$ FOB)**

TYPE OF EQUIPMENT	SUPPLIER							TOTAL
	U.S.A.	JAPAN	W. GERMANY	U.K.	FRANCE	ITALY	SWITZ	
Steam engines	68.	161.	47.9	10.7	7.0	9.9	1.9	343.6
Internal combustion engines other than airplane motors	281.4	65.8	63.6	96.6	14.2	30.4	16.9	657.8
Gas turbines	27.1	29.9	17.4	13.3	2.0	—	—	91.5
Nuclear Reactors	5.3	—	12.4	—	—	—	—	21.1
Electric generators	515.9	211.1	121.7	53.1	95.7	45.4	44.1	1 301.5
Electric distribution equipment	56.7	34.9	11.5	15.1	15.4	2.7	0.7	160.7
								2 576.2

Source: United Nations. *Bulletin de Statistiques du Commerce Electriques*, 1977. New York, 1979.

CHART 2 - PRINCIPAL WORLD ENERGY ENTERPRISES

OIL EQUIPMENT AND TECHNICAL SERVICES (1976)		TECHNICAL SERVICE FIRMS IN THE ENERGY SECTOR (1976)		PRINCIPAL ELECTRIC EQUIPMENT COMPANIES (1976)	
COMPANIES	TOTAL VAL. (10 ⁶ US\$)				
Baker International	553	Kellog EU	PGNQC	General Electric	USA
Lausser Industries	2 232	Lummus EU	PGNQC	ITT	USA
Halliburton	4 866	Stone & Webster EU	PGNQC	Siemens	FRG
Hugues Tools	383	Lurgi AL	PGNQC	Hitachi	Japan
Schlumberger	1 810	Fluor EU	PGQ	Westinghouse	USA
Smith International	308	Foster Wheeler EU	PGNQC	AEG	FRG
		Creusot Loire FR	PGNC	Shibaura	Japan
		Badger EU	PGQ	General Electric	UK
		Snam Progetti IT	PGNQC	Thompson-Brandt	FR
		Technip FR	PG	Brown Boveri	Switz.
				CGE	FR
				Schneider	FR
				Mitsubishi Electric	Japan

SOURCE: ECLA. *Energy Supply to the Developing Countries*.
New York, 1980.

1) the promotion of research and development activities in the energy sector and 2) the training of personnel capable of mastering the technologies used.

Many of these technologies are well-known in the region, some have been adapted; but, nevertheless, a weak point arises in terms of the national or regional production of capital goods for the energy sector. With the exception of a few countries (Mexico, Brazil, and Argentina), the region imports almost all of the equipment required for the development of its energy sector. The suppliers of such equipment and technology are concentrated in a few countries and transnational companies, and energy technologies are imported along with the imported capital goods.

In conclusion, almost all of the energy technologies available in Latin America are imported from the developed countries (with the exception of Mexico, Brazil, and Argentina; Brazil even exports negligible amounts of energy equipment to other countries in the region). Thus, little equipment is generated within the region, and little is adapted to the technical and economic reality of Latin America.

1.2 Regional expertise in energy technologies

The origin of the energy technologies used in Latin America explains in large part the degree of regional expertise in the areas of energy exploration, production, and conversion.^{3/}

The energy exploration technologies are generally not very complex, as in the cases of geology and seismology, which reveal the composition and formation of the sub-surface and which aid in locating minerals, fuels, and geothermal fields; and drilling and soundings

necessary for hydrocarbon and coal exploration already have a higher degree of complexity, especially off-shore drilling. While, it can be said that the Latin American countries as a whole are familiar with the exploration technologies, which permit the regional energy resources to be estimated, to date, few of the countries have a sound knowledge of their sub-surface and energy reserves (i.e., the portion of the energy resources that it is economically feasible to exploit). Exploration is usually left to foreign companies, which accept the contracts that they think most convenient. This explains the importance of the oil in Latin America, which lies not in the fact that it is the region's most abundant resource (because it is not) but rather in the fact that it has been pursued by the large international oil companies.

This lack of exploration expertise can be explained—or at least is usually justified—by the fact that these operations are costly and risk-laden. Thus, it would not be wise for a developing country to spend an important part of its small capital on these operations; it would be more reasonable to leave them to the large oil companies which are accustomed to taking such risks. This line of reasoning makes sense for a small country, but not for a large country or for a group of countries which could share the risk and costs involved in exploration, while favoring national or regional interests rather than the interests of the large transnational companies. This affirmation can be illustrated well by the Mexican experience, where between 1938 and 1966 PEMEX spent 600 million dollars on exploration and discovered nearly 1 billion tons of crude oil. If they had left the oil exploration work to foreign oil companies, they would have paid out 10 billion dollars, i.e., 17 times more.^{4/} Another example of the logic of carrying out the exploration work appears in one of OLADE's studies on coal^{5/}: for an area of 50 Km²., the preliminary geological reconnaissance and detailed geological survey in the areas of interests only costs an average of 615,000 dollars. Later, if there is strong evidence of coal deposits, the drilling program to evaluate the mineral reserves would only ascend to an average of 1,864,000 dollars for an area of 50 Km²., with work as far as 500 meters deep.

^{3/} See UNCTAD **Energy Supply to the Developing Countries**. United Nations, New York, 1980.

In conclusion, if all but a few Latin American countries have not mastered the energy exploration technologies, it is not because these operations are very complex but rather because they are expensive and risky; and consequently, the countries have not made an attempt to undertake them at the national level but have left them to specialized foreign firms.

At the level of energy production, the degree of technological complexity varies according to the type of energy and the type of operation. On-shore well drilling is relatively simple, off-shore drilling is more complex. Well completion is complicated in the areas of oil, gas, and geothermal energy. The hydrocarbon exploitation technologies and the enrichment and manufacture of nuclear fuels are also highly complex. In other cases, technology is not very complicated, e.g., the civil engineering and construction of piping, valves and turbines for hydro power plants. Nevertheless with the exception of certain countries such as Mexico, Brazil, and Argentina, most of the energy technologies used are imported; and the decision of which energy to produce, and how, is left up to foreign companies. Once again, the production plans correspond in part to the latter's interests, which seldom correspond to the interests of the countries to which the energy source belongs. Most of the countries of the region have state oil, power and, sometimes, coal companies; and these often control the exploitation of imported capital goods. However, national manufacturers of production goods are lacking; and therefore, there is still little expertise in the energy production technologies. This situation can be explained by the amount of power that a handful of transnational companies have by virtue of their dominion over the technologies that they prefer to sell or rent rather than transfer.

At the level of energy conversion, the degree of technological complexity is usually low; such is the case of crude oil distillation, and the manufacturing of turbines, alternators, and transformers for power

plants or of water heaters, solar pumps, photovoltaic are the manufacture of lubricants, the processes of cells, biogas plants and charcoal plants. The exceptions reformation and cracking of crude oil, the liquefaction of gas, the manufacture of gas turbines and nuclear power plants. Nonetheless, in general, even when a technical procedure is well-known, the Latin American countries import a good deal of the energy conversion devices they require. This is due to several reasons, including the almost immediate availability of energy machines on the international market and the difficulty of developing a market for capital goods in the energy sector when the national market is relatively closed. Nevertheless, certain Latin American countries have developed such industry; and despite the fact that they still import many of the capital goods required by their energy sector, they are already exporting certain types of generators; this is the case of Mexico, Brazil, Argentina, and to a lesser extent, Venezuela.

Thus, for the three levels of energy technology, the Latin American countries depend to a great extent on the developed countries, or more precisely, on a small group of transnational companies which control the energy technologies. The power of these firms rests on several factors: their mastery of the technology (i.e., not only expertise in the techniques but also their capacity to manufacture the machinery), the large amounts of their available capital, and their reputation. Compared to these companies, the Latin American countries are characterized by a fairly good knowledge of the techniques; but given their needs, they have only slightly developed their capital goods sector. They are also characterized by a relative lack of capital which could be invested in the energy sector and by the urgency in undertaking any energy production project, i.e. by a lack of longterm energy planning. Thus, as a whole, despite the important differences and exceptions, Latin America finds itself in the group of countries which must purchase energy technology. Few are the cases of reproduction, imitation, or adaptation of imported technologies, and rarer still the cases of the creation of one's own energy technologies.

CHART 3 - PRINCIPAL PUBLIC ENTERPRISES IN THE LATIN AMERICAN ENERGY SECTOR

COUNTRY	OIL/GAS	ELECTRICITY	COAL
Mexico	Petróleos Mexicanos	Comisión Federal de Electricidad	
Costa Rica	Refinadora Costarricense de Petróleo	Instituto Costarricense de Electricidad	
El Salvador		Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa	
Guatemala	Comisión de Petróleo	Empresa Eléctrica de Guatemala	
Honduras		Instituto Nacional de Electricidad	
		Empresa Nacional de Energía Eléctrica	
Nicaragua		Empresa Nacional de Luz y Fuerza	
Panama		Instituto de Recursos Hidráulicos y Eléctricos	
Cuba	Instituto Cubano del Petróleo	Ministerio de Electricidad	
Bahamas	Oil Refining and Transshipment	Bahamas Electricity Corporation	
Jamaica	Petroleum Corp. of Jamaica	Jamaica Public Service Corp.	
Bolivia	Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos	Comp. Boliviana de Energía Eléc. Anelectrica	Anelec
Colombia	Empresa Colombiana de Petróleo	Instituto Colombiano de Energía Eléctrica	Carbones de Colombia
Chile	Empresa Nacional del Petróleo	Empresa Nacional de Electricidad	Empresa Nacional del Carbón
Ecuador	Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana —CEPE—	Instituto Ecuatoriano de Electrificación —INECEL—	
Peru	Petróleos del Perú	El. del Perú/Electrolima	Minero Perú
Venezuela	Petróleos de Venezuela	Cadafé/Edelca/Enelven	
Argentina	YPF/Gas del Estado	Segba/Agua y En. Hidronorte	Y. Carboníferos Fiscales
Uruguay	Adm. Nac. de Comb. Alcohol y Portland	Usinas de Transmisión Eléctrica	
Brazil	Petróleos del Brasil	Electricidad del Brasil	

1.3 Disparities between resources and needs

In addition to the questions of origin, mastery, and transfer of energy technologies, the problem of appropriateness presents itself, in terms of the technologies acquired and the physical and economic reality of Latin America. Previously, it was noted that the relative nature of the technologies aided in resolving a technical problem: industrially, within the context of a specific economic focus. The energy technologies purchased by the Latin American countries were elaborated for the developed economies and form part of what could be termed their energy systems.

An energy system can be defined as the rational group of energy sources available in a given geographical framework, at a given moment, together with the energy and industrial enterprises that produce, transform and distribute this energy; the technologies and machinery that permit these operations to be carried out; and the needs to be satisfied. The energy systems of the developed countries are characterized by the greater availability of certain forms of energy (e.g., the oil bought on the international market in large amounts); by the price relationships among the different forms of energy (relatively low price of hydrocarbons); by the price relationships among energy, capital, labor and space (relatively low price of capital); by the level and rate of growth of demand (high level of total and per capita consumption and high growth rate); and by the quality of this demand (assured utilization, uniform conditions of supply at the national level, spatial de-concentration of the supply and demand, thermodynamic level of demand).

An example will be useful to illustrate this. The classic, large-capacity (600 MW) thermoelectric plants based on fuel oil represent the most efficient way to generate electricity thermally, in developed countries where there is an important demand for electricity. Indeed, the yield of these plants is the highest ever found. This is not due, however, to technical prowess but rather to the point reached in a

development process where the following elements are notable:

- competition between hydroelectricity and thermoelectricity brought about important technical changes in the thermoelectric plants (higher temperatures and greater turbine speeds), thus increasing the thermal yield—in large part due to the fact that the production of coal, steel, and electromechanical equipment was concentrated in the hands of a small number of industrial and financial groups, unlike the case of hydroelectricity; and
- the continuous growth of demand and its increasingly higher levels permitted scaled utilization, and interconnected networks permitted an assured supply.

All of this encouraged the consumption of electricity at the domestic, industrial, and transportation levels (railroad), in turn permitting scaled uses, a certain levelling out of the load curve, and a better amortization of the investment costs, which resulted in lower prices and greater incentives for an expanded electricity consumption. With the low oil costs as of the 1960's, new technological changes were developed in order to take advantage of the calorific value of fuel oil, which is higher than that of coal. Moreover, the high level of concentration of builders led to preferences for larger rather than smaller constructions, and thus eliminated small builders from the competition. It should also be noted that the increase in size corresponded to the phenomenon of the substitution of capital for labor, which grew out of the needs of the developed capitalist countries, where labor was more and more costly as compared to capital. The larger size was also a way to economize space, which was beginning to be scarcer in the industrialized countries. Thus, it can be said that in an economy such as that of the United States, Europe, or Japan, a 600 - MW thermoelectric plant burning fuel oil is very efficient, given the characteristics of these economies: particularly, electrical interconnections, high levels of electricity consumption, high growth rates for demand and high degrees of concentration among electromechanical

builders. Likewise, it can be shown that the large refineries, with a capacity of 300,000—500,000 barrels per day, do not really constitute optimal refining technologies, but rather correspond to the technical and economic features of the oil supply (concentration of the oil producers and builders) and to the structural characteristics of the demand for refined products in the developed countries.

In general, however, for the Latin American countries, such a power plant or such a refinery is not efficient. If the power capacity of an electric plant represents a high proportion of the so-called total power, the electricity supply is not reliable; if the base electricity demand is not very important in comparison to the size of the plant, then the latter will not be able to achieve its theoretical efficiency. Moreover, if the country has energy resources other than oil (the case of almost all the Latin American countries, which have little oil but a good deal of other energy sources, such as hydroelectricity), these resources cannot be developed because the country will prefer to import fuel oil to supply the plant. In a way, not only is a plant being imported but also an energy system, that is, a technology, its inputs (machines and energy), and its products (plant work patterns and energy consumption trends).

If the imported energy system falls within the country's economic framework, the choice is effective; but, generally, this does not happen. Instead, the imported machinery determines both the energy flows required to run the equipment and the energy consumption patterns, independently of the resources and needs of the importing country, and despite the fact that these apparent needs determine the decision to import in the first place. Thus, it should not be surprising that in 1979 the percentage of the hydroelectric potential developed in the Latin American countries was only 7%⁶¹, when at the same time the regional oil imports were creating acute problems (in 1979, the Dominican Republic stressed in an official document that Latin America imports as much oil as it exports, a fact which makes manifest both the region's dependency on the international market and

the disparity between its oil resources and requirements). Neither should it be surprising to learn that in general the efficiency of energy consumption is lower in Latin America than in Europe⁷¹, nor that almost half of the regional population is marginal to the production and consumption of commercial energy, which at an official level represents the part of the energy sector which it is useful to develop; while the energy consumed by the transportation sector accounts for a substantial part of energy consumption.

Thus, it can be seen that the energy technologies available in Latin America are not only a means of providing energy to the economy but they also constitute a factor in determining, to a great extent, 1) the availability of energy resources (due to a lack of appropriate technologies, no attempt is made to develop the other forms of energy) and 2) the energy consumption patterns (since they are commercial, these patterns correspond to the needs expressed by the sectors of the population with the highest incomes and do not correspond to the needs, sometimes even the basic ones, of the majority of the population). The inappropriate technologies also bring with them low levels of efficiency in the utilization of the available energy. This would seem to contradict the reasons for importing these energy systems which are characterized by their inappropriateness for the Latin American energy resources and needs.

II. SOME EXPLANATIONS FOR THE SITUATION OF ENERGY TECHNOLOGIES IN LATIN AMERICA

If the situation of energy technologies in Latin America is viewed from the perspective of their results, i.e., the disparity between the region's energy resources and requirements, it should be asked what the reasons for this situation are. Within these, three are usually pointed out as the main explanations: 1) the comparative level of importation costs and the origin of energy technologies; 2) the lack of capital goods manufacturers for the Latin American energy sector; and 3) the lack of energy planning at the national or regional level.

2.1 Comparative level of technological costs

The comparative level of the costs of importing or generating energy technologies usually explains or justifies the energy technologies imported in the region. The decision to import technologies is based on calculated costs. At first, the costs of importable technologies seem incomparably low. In light of the fact that the markets of the developed countries are the largest in the world, the producers of capital goods for the energy sector can take advantage of the large - scale production of any type of machinery corresponding to the characteristics of the developed countries' energy systems. Once the main investment costs of the manufacture of these goods have been amortized by sales in the markets of the developed countries themselves, they can be sold at an even lower cost in the markets of Third World countries, as shown by the product life cycle theory of Raymon Vernon. However, another type of equipment technology, generated in Latin America, would be something of a prototype and would thus have a much higher cost per unit. The costs of producing such equipment would also be much higher when undertaken in the Latin American countries.

This view of costs belongs to the economic theory of international specialization, and the international division of labor, i.e., the specialization of the developed countries in those forms of production having large aggregate values and of the developing countries in those forms of production having low aggregate values - or in the words of Eduardo Galeano, "some specialize in earning, others in losing."^{8/} It is this international division of labor that imposed "competitive" production from the developed countries on the Latin American nations, thus destroying the latter's industry, relegating to them the production of raw materials, and generating unemployment and a total dependency on the countries that purchased their products. In the context of this international division of labor, the gap between the two groups of countries can only widen. For this reason, the Latin American countries have to develop their own energy technologies.

The production of energy technologies proper to Latin America would most certainly be expensive, but it would supply the regional economies through energy systems adapted to the prevailing economic characteristics. Such technologies could permit the development of the exploration and exploitation of the local energy resources instead of increasing the volume of imports. These technologies would have to correspond to an energy consumption level much lower than that of the developed countries, so that the machines could be used efficiently without encouraging useless energy consumption. When the costs of developing and implementing these technologies are compared to the costs of acquiring imported technologies, it can be concluded that when all is said and done, this criterion of costs should not be a determining factor in decision-making. The purchase of foreign technologies corresponds to a drain of the currency and values produced in a country; and it has as a counterpart the low-efficiency operation of these technologies, a fact which is seldom taken into account in the economic calculations.

In addition, the creation of energy technologies proper to the region would permit 1) the part of the patrimony constituted by natural resources to be given its proper value, 2) a domestic market for a national capital goods industry to be created for the energy sector, and 3) energy systems to be established to correspond to the economic characteristics of a given country or region. Although the costs are higher in this last case, one of its fundamental features should be stressed: the costs of assessing the national or regional energy resources and of manufacturing the necessary equipment in part consists of wages which permit, through consumption, the broadening of the national market and an increased voluntary and compulsory savings. In conclusion, these costs correspond in large part to an enriched national or regional reserve, while the importation costs mainly correspond to a decrease in the same. Moreover, such efforts can constitute a prime mover in the economies concerned, whereas importation is a hindrance.

It should also be noted that while energy is indispensable to the workings of an economy, its low cost is not; and any small cost increase cannot have grave consequences when there is national production. (With the exception of Brazil and the southern tip of South America, the price levels for energy in Latin America are currently much lower than those in the rest of the world). In industry in general, the part that energy plays in the total production costs is approximately 5%. This average covers the differences between the 2% figure for most industries, the 20% for the cement or paper industry, and the 40% for the iron and steel industry. Therefore, a higher energy supply cost, due to the implementation of energy technologies proper to the region, would have almost no repercussions for prices on the internal or external market, except for the energy-intensive industries, for which suitable measures could be taken.

A higher energy cost would have an income re-distribution effect. Energy consumption would grow more rapidly than the level of income, so that high levels of income would be more affected than low ones. It can also be considered that a higher energy cost could facilitate the development of local or national sources of energy, conventional or not, whereas the current level of prices would not permit this. Finally, it should be noted that by virtue of the fact that technologies proper to the region would be more efficient than imported ones, energy consumption could be reduced; and although costs could prove to be higher per unit of energy, the global cost of the national or regional energy supply would not be higher.

In conclusion, it is useful to recall that at the end of the last century, Germany developed its own energy systems, based in large part on the use of national lignite reserves and on the hydroelectric equipment for small water falls, and at a time when the medium-sized power plants based on coal were already quite efficient. Nonetheless, the German economy did not suffer from this decision. Despite its being a frequent justification for choosing imported technologies, the

criterion of comparative costs (imported vs. national or regional energy technologies) should not be considered a determining - nor even valid - factor in such decisions.

2.2 Lack of local capital goods manufacturers

The second reason which explains the situation of the energy technologies in Latin America is the lack of local manufacturers of capital goods for the energy sector. With the exception of Mexico, Brazil, and Argentina, the Latin American countries import the machinery required by their energy sector, and for that reason, they have not developed their own technologies. Thus, even when technological research has been undertaken, it has not been at the industrial level. This is usually explained by three factors: international competition hinders national production; the national market is too closed; and the capital goods industry is capital-intensive. The manufacturers of capital goods for the energy sector are few (see Chart 2); this high degree of concentration makes it possible for them to dominate the market, creating many barriers to entering these industries^{9/}, due to the difference in direct equipment costs which have demonstrated that the demand elasticity is quite low in comparison to the prices^{10/}. Nevertheless, factors such as brand name and supposed reliability are determining factors, along with the conditions for financing and the availability of replacement parts.

In reality, this question of differential costs for the manufacturing of capital goods in the countries of Latin America and the developed countries is not an explanation for the lack of this industry in the regional countries, for the reasons set forth above.

The relatively closed national market seems to be a better reason to explain the lack of a capital goods industry in the region. This characteristic does not justify the installation of factories for energy equipment, since they could not operate with a high utilization rate. Moreover, since many machines are imported, the internal market is even smaller. It should also be pointed out that in almost all the countries of the region, the specifications of the various energy products are

quite different for historical reasons; thus, it would be difficult for a local manufacturer to embrace them all. Nevertheless, these obstacles can be overcome through regional cooperation, as in the case of the Andean market where each country is specialized in certain kinds of production, permitting investments to be made in facilities that would be economically profitable.

Another explanation for the lack of a capital goods industry for the regional energy sector is a technical-economic feature of these industries: the fact that they are capital-intensive. The lack of capital gives them a high cost in comparison with labor costs; therefore, the long-term investment recovery in capital-intensive industries discourages potential businessmen, and even more so when long-term profit-making is not assured for their investments, since it seems that a well-defined market does not yet exist. Private sector businessmen prefer to invest in the consumer goods industry, where well-defined markets with a well-known growth rate do exist, where the markets are often protected from external competition by tariff barriers. Insofar as capital goods, which constitute a part of the cost of other industries, the regional markets are largely open to imports so that their prices will be as low as possible.

In sum, it should be specially noted that the lack of capital goods industries in the majority of the countries of the region is not so much the result of economic restrictions as the result of economic policies. In order to develop private investments, the State attempts to minimize production costs, particularly the costs of capital goods; it also tries to assure sufficient profits by limiting the existing markets, i.e., the markets for consumer goods. Thus, most of the Latin American countries do not have capital goods industries for the energy sector and they therefore import the machinery which is required. They import energy systems from the developed countries and these are inefficient when transplanted to the countries of the region.

In this context, the experience of the developed countries can aid in determining energy and industrial policies: the arrangements that arose in most of these countries between a public or private enterprise for the construction of the material necessary for the industrial development of the public firms gave rise to and strengthened national manufacturing of capital goods for the energy sector, competitive at the international level. Thus, the world's large energy companies are not the result of the free market play but rather the result of nationalistic industrial policies.

When the Latin American countries decide to implement industrial policies to develop the capital goods industry for the energy sector, it can be seen that, at least in some areas of this sector, there are few barriers to entry. Two examples can illustrate this.

In order to develop its petroleum industry, Mexico had to import drilling rigs. When the iron and steel industry decided to manufacture such towers, with aid from the State, they were able to cover an appreciable part of the national market and are now even exporting their products to other countries of the region, such as Ecuador. Another more recent example can be found in the Institute of Electrical Research of Mexico, which invested 300,000 dollars in the acquisition of four machines with an annual production capacity of 10,000 transformers, for the transportation and distribution of electricity. On working with the technology, one realizes that it is not so very complex and that it adapts easily to local market conditions (technical characteristics, buyer specifications). One also realizes that reliability is not necessarily linked to the name of a large North American, European, or Japanese company; and it can be seen that production costs are acceptable. Nevertheless, in this case, the size of the Mexican market was only 5000 transformers, and this makes manifest the need for regional cooperation in order to develop such efforts under better economic conditions. To these two examples many more could be added, demonstrating that when there

exists a political will to develop a capital goods industry for the energy sector of a given country, the barriers do not seem as great. However, it would also appear that regional cooperation is required to develop these activities under competitive production conditions.

2.3. Lack of energy planning

The lack of energy planning at the national level also seems to explain regional dependency in terms of energy technology. Thus, for example, this lack of energy planning was mentioned by almost all of the twenty directors of energy research institutes who met in Cuernavaca at the beginning of October 1981, under the auspices of OLADE, to exchange information on their work and requirements, to decide on joint projects, and to debate the principal problems that limit the development of energy research in the institutions of the region.

More precisely, the following problems were identified.

- Lack of, or deficiency in, the adoption of energy, technological, and industrial policies; insufficient general inter-institutional coherence.
- Deficient planning schemes.
- Institutional and organizational deficiencies at the sectorial level, related to the development or utilization of the results of research on energy technologies.
- Lack of coherence among research activities in terms of energy processes related to those required for the development and production of equipment.
- Deficient schemes for establishing priorities for the execution of projects, considering the scarcity of available resources. Thus, it is necessary for the governments and institutions to make greater efforts to define and establish priorities for the problems to be resolved.

- Lack of continuity and long-term projections for technological development activities.
- Lack of ties with the production sector, a fact which limits the application of research results.
- Lack of a balanced analysis of the development needs in the areas of conventional and non-conventional energy sources, which means that important efforts are left inarticulated and decisions are made with insufficient consideration.^{11/}

At first glance, it may seem strange that in most of the countries of the region there are market economies rather than planned economies. The main problem in terms of energy technologies is identified with the lack of planning. This contradiction is only apparent; since research time is long, especially in the energy sector, it cannot be subject to the short-term needs of the market. The future market equilibrium is determined through necessarily centralized planning, which is seen in both countries with a market economy as well as in those with planned economies.

Then, it would seem that the lack of planning becomes a problem when it does not permit sufficient development of research in the field of energy technology, when such research exists but is undertaken independently of the needs expressed by the region or when it does not take place at the industrial level. In reality, few are the countries which have developed technological research in the energy sector, including industrial possibilities. In general, this lack of planning can be explained by the fact that it is impossible for the governments to control basic variables in order to accomplish the objectives of an energy policy. Due to a lack of political decision or political power, the variables of action that permit the long-term planning of energy technology become restrictions characteristic to the external dependency of the regional countries.

In conclusion, this rather superficial analysis of the explanations for the dependent situation of the Latin American countries in terms of energy technology demonstrates that the obstacles to an autonomous

development of energy technologies proper to the region does not seem to be of either a technical or economic nature but rather a political one; in other words, they lie in the lack of political decision or power which would be necessary for 1) the development of research on energy technology and 2) manufacturers of capital goods for the energy sector, based on technologies adapted to the region's resources and needs.

3. SPECIFIC REGIONAL REQUIREMENTS AND THE ROLE OF OLADE

In July 1979, in the Pronouncement of San Jose, the Ministers of OLADE, assembled for the First Extraordinary Meeting of the organization, set forth the problem of energy technology in the region and the importance of finding solutions to modify the current situation.

"It is useful to continue fostering cooperation and the transfer of technology among the countries of the region in a continuous and sustained way for energy matters. Nevertheless, since a good deal of the advances in this area do not originate in these countries, it is necessary to propose, in the appropriate international forums, the formulation of new and specific regulations—less restrictive than the prevailing ones—for the transfer of energy technology coming from the industrialized nations. Given the central importance that the increase in energy supply holds for the entire world, it is in the collective interest to give preferential treatment in this field to the developing countries.

"Because the energy consumption patterns of the countries of the region are determined to a large extent by the machinery and equipment originating in industrialized countries, the rationalization of such patterns depends on the degree to which the region heightens its capacity for technological self-determination within the scope of the economy as a whole. This objective, undoubtedly a long-range one, should always be kept in mind in designing global and

sectorial policies, due to its implications for the field of energy."^{12/}

Thus, the disparities between the region's energy resources and needs are notable, due to the fact that the available energy technologies are imported from the developed countries and are therefore inappropriate. It should also be noted that it is necessary to modify the present situation through the local generation of technologies adapted to the physical and economic framework of the region.

The possibilities for modifying this situation are presented below, along with the role that OLADE could play in this regard.

3.1 Situation not exclusive to the energy sector.

A simple observation which can be made is that the situation of the energy sector and technologies in Latin America, as described in the foregoing paragraphs, is not a characteristic particular to this sector, but characterizes the Latin American economies as a whole. This situation is one of the results of the economic policies that are most commonly found in the region, and these can be described schematically as follows.

In order to develop private investment, the governments try to reduce production costs in order to increase profits. Therefore, the machines and technologies are imported from the developed countries and they are characterized by their comparatively low costs. In addition, the existing public enterprises function with a financial deficit, equivalent to a subsidy for the private sector, which uses the services of the public enterprises. Moreover, the national production of consumer goods is protected by tariffs so as to reduce international competition and to assure attractive rates of profit for national businessmen. Within this scheme, the products of the energy sector are considered to be a cost which it is necessary to reduce, specifically through the importation of machinery and technology. These observations, which

can seem to be outside the scope the present paper, have an important objective: to demonstrate that the situation of the energy sector is not an isolated factor and thus cannot change if everything else is not changed as well. This complexity does not mean that it is impossible to modify the dependency and inappropriateness of the regional energy technologies; however, these goals are ambitious, long-term ones. Action in this field is characterized by its political nature, i.e., it requires political decision. To be realistic, the activities of OLADE will have to bear all these elements in mind.

3.2 Highly developed research on energy technologies in Latin America

Despite the aforesaid, Latin America has a scientific, technical, and industrial potential that is quite developed in the field of energy technologies.

As for the training of technical and scientific personnel, there are high-level information centers in Latin America, in the universities, in public training institutes, and in centers created by public and private enterprise. There are also systems of scholarships and grants which aid in completing professional or technical training abroad.

In terms of technological research in the energy sector, Latin America has a large number of institutes which undertake specific projects in various areas of energy. It would be too much to list these projects or these institutes. Nevertheless, the main areas of energy research in Latin America, can be broken down as follows; technical research takes place in the following fields: hydrocarbons, coal, nuclear energy, electricity, new and renewable sources of energy, hydro power, small hydro power stations, geothermal energy, solar energy, bioenergy, wind energy, bituminous sands, and the conservation and rational use of energy. In terms of research of an economic nature, the following should be noted: development and transfer of technology, global energy planning, financial energy analysis, energy information and documentation, energy and environment, and capital

goods for the energy sector.^{13/} This list reflects the fact that the main problems of the Latin American energy sector are already the object of serious investigation (perhaps with the exception of energy in the transportation sector, which was not included); it also demonstrates that the region is attempting to find appropriate local solutions to these problems and that the region has the scientific capacity to do so.

In terms of the manufacture of equipment and materials for the energy sector, it should be noted that there is a quite important production capacity. On the one hand, in countries such as Mexico, Brazil, or Argentina, there are large companies, often public, in the heavy equipment or electromechanical sectors which to a certain extent supply the country's energy sector. In Brazil, this type of enterprise even includes nuclear power plant construction (activities of this kind are usually carried on in the developed countries; Brazil and India are the only exceptions). In addition, throughout the region there are many small private enterprises which often began with the importation of machinery and equipment for the energy sector, which later developed their activities with imported parts and then with the manufacture of such parts, and which are now capable of building several of these machines required by the regional energy sector.^{14/}

To the extent that this capacity exists in the fields of training, research, and materials manufacturing for the regional sector, it would seem possible to develop and implement energy technologies adapted to the physical and economic framework of Latin America, despite the political problems that would oppose such activity. Within this context, OLADE can play a role such as that pointed out by the Ministers of the organization in the Pronouncement of San Jose in July 1979 and reaffirmed by those who took part in the Meeting of the Committee of Ministers of OLADE in September 1981, in Acapulco.

3.3 OLADE's possible role in the development of energy technologies proper to the region.

One of the main objectives of the Latin American Energy Organization is to promote the solidarity of

action among the member countries, in the energy sector. Some of the recent results demonstrate that the countries which compose the organization go beyond the good intentions and aspirations represented by the objectives of OLADE. This can be illustrated by two transcendental examples in the area of conventional energy sources. One is the Energy Cooperation Program for Central American and Caribbean Countries, a program which was implemented in August 1980 and in which Mexico and Venezuela have committed themselves to attend the oil consumption of the Central American and Caribbean countries. The other example of OLADE's success in terms of promoting regional solidarity is the multi-national oil protocol signed on October 16, 1981, by PEMEX, PETROBRAS, and PDVSA, wherein these three Latin American state oil companies propose joint objectives in the field of oil exploration.

These two examples demonstrate 1) that the OLADE member countries can overcome political problems opposed to a more autonomous development of the energy sector in the countries of the region and 2) that cooperation among them is the principal way to respond to the current situation of dependency. Thus, it can be affirmed that OLADE is capable of promoting actions for an autonomous development of the regional energy technologies, given the importance of the current energy challenge. It is certain that self-determined technologies are not going to radically modify the economic patterns of the countries of the region; nevertheless, the recognized need to change the current energy systems requires different technologies. Thus OLADE can act on five different levels: macroeconomics, microeconomics, the capital goods industry, energy production, and energy forecasting.

At the macroeconomic level, the role of OLADE is to demonstrate the importance of energy planning to rationalize decisions in this basic economic sector. Planning compatible with market economies is the only way not to waste the regional resources and to learn what the energy requirements are and how to satisfy them through long-term decision-making.

Since the lack of planning is the main problem confronting the national energy sectors, so that they can be based on self-determination, to remedy this situation is OLADE's main objective. The organization has to sensitize the governments of the member countries in this regard, and the other levels of OLADE's activities are subject to this primary objective.

At the microeconomic level, the organization should facilitate the exchange of information on the workings of the energy sector firms, with particular stress on the example of the public enterprises. The latter are actually the principal actors in the energy sector; and a good knowledge of their behavior, through the regional exchange of experiences, is imperative in order to be able to control the principal variables for action in the field of energy planning.

At the level of capital goods industry, OLADE can contribute effectively to reducing the problems caused by the closed nature of the individual national markets by promoting cooperation at this level. A better knowledge of the regional energy enterprises will reflect the long-range requirements of the regional market for capital goods in the energy sector. Investment needs can be forecast in terms of production capacity, type of equipment, and financing. Once again, cooperation among the countries of the region is a necessity, in order to base this industry on technologies appropriate for, and proper to, the regional requirements and in order to make it competitive.

At the level of energy production, the role of OLADE is to underscore the characteristics of the energy demand, in order to best satisfy it on the basis of the available energy resources. In other words, the role of OLADE is to contribute to providing the countries of the region with energy systems adapted to the regional energy requirements. In order to achieve this objective, it is extremely important to develop specific programs, corresponding to concrete needs: construction materials, urban transportation, the iron and steel industry, etc. It should be reiterated

that regional cooperation is extremely important, as is the exchange of information on production techniques and the use of energy, in order to be able to construct new energy systems characteristic to the region and based on self-determination and the adaptation of these systems to regional resources and requirements.

Finally, at the level of energy forecasting, the role of OLADE is to foster imagination in order to find long-term solutions to the current energy problems. This level of action is very important, because it is imperative to project the region's energy future, in order to be able to abandon this attitude where it is expected that technological changes will take place in the industrialized countries and that later new technologies will be imported and adapted. This level of projection is imperative in order to achieve an autonomous pattern of development for the energy technologies and to implement in the long run energy systems independent from those of the industrialized countries.

In this way, the role of OLADE can be stated as follows: 1) to develop and implement energy technologies proper to the region, 2) to underscore the importance of energy planning, 3) to promote the implementation of the same in the countries of the region, and 4) to encourage cooperation projects. The challenge is even more important since the role of energy is changing with the so-called "energy crisis"; Latin American industrialization should be based on energy technologies adapted to the region's socio-economic characteristics, as well as on self-determined economic systems. Time is a fundamental variable in this challenge, since the large companies that supply Latin America with inappropriate energy systems are now developing new energy technologies. Thus, it is imperative to meet this challenge before such inappropriate technologies can again be imposed.

4/ See Tanzer, M. **The Political Economy of International Oil and the Underdeveloped Countries**. London, Temple Smith, 1970, pp. 292-298.

5/ OLADE. **Methodology for the Exploration and Thermal Use of Coal**. Quito, 1981.

6/ OLADE. **The Hydroelectric Potential: Energy Alternative and Industrial and Financial Challenge for Latin America**. ECLA, 1981.

7/ OLADE. **Latin American Energy Cooperation Program**. Chapter III.3.

8/ Galeano, Eduardo. **Las venas abiertas de América Latina**. México, Siglo XXI (publishers), 1971.

9/ See UNCTAD, op. cit.

10/ See Surrey and Chesshire. **The World Market for Electric Power Equipment**. Bridgton, 1972, 194 pp.

11/ OLADE. **Final Report of the First Seminar for Directors of Energy Research Institutes**. Cuernavaca, October 7, 1981.

12/ OLADE. **The Latin American Energy Juncture and Regional Cooperation**. Quito, 1979.

13/ See, for example, four OLADE studies on this subject:

OLADE/UNDP/UNEP. **Energy Alternatives for Latin America: A Study of the Capacities for Using Non-conventional Sources of Energy**. Mexico and Quito, 1979.

OLADE. **First Inter-agency Meeting on Energy Cooperation in Latin America: Summary Chart of Energy Programs**. Quito, May 1981.

OLADE. **System of Inter-agency Information on Energy: A Summary of the Institutional Profiles**. Quito, September 1981.

OLADE. **Panorama de la Investigación Tecnológica en el Marco del Programa Latinoamericano de Cooperación Energética**. Cuernavaca, October 1981.

14/ Some of these firms are listed in OLADE studies; see, for example: OLADE. **Regional Program of Small Hydro Power Stations. Situation and Perspectives of the Technology and Equipment for Small Hydro Power Stations in Latin America**. Quito, September 1980.