

REVISTA ENERGETICA ENERGY MAGAZINE



ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA - LATIN AMERICAN ENERGY ORGANIZATION

ANALISIS DE LA SITUACION QUE GUARDA EL DESARROLLO PETROQUIMICO EN LOS DIVERSOS PAISES DE LA REGION

ANALYSIS OF THE OUTLOOK FOR PETROCHEMICAL DEVELOPMENT
IN THE DIFFERENT COUNTRIES OF THE REGION

Secretaria Permanente

PRIMERA REUNION DE LA RED DE CENTROS DE INVESTIGACION Y ENTRENAMIENTO EN ECONOMIA Y PLANIFICACION EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

FIRST MEETING OF THE NETWORK OF RESEARCH AND TRAINING
CENTERS FOR ENERGY ECONOMICS AND PLANNING IN LATIN
AMERICA AND THE CARIBBEAN

Secretaria Permanente

RECIENTES PROGRESOS DE LA VULCANOLOGIA APLICADA A LA EXPLOTACION GEOTERMICA

RECENT PROGRESS IN VOLCANOLOGY APPLIED TO GEOTHERMAL
EXPLORATION

F. Barberi, G. Marinelli

EXPERIENCIAS APLICABLES AL ECUADOR SOBRE LOS PROBLEMAS Y CONTROL DE CONTAMINACION POR ACTIVIDADES HIDROCARBURIFERAS

EXPERIENCES WITH PETROLEUM-RELATED POLLUTION PROBLEMS
AND CONTROLS APPLICABLE TO ECUADOR

Secretaria Permanente

AÑO 11 No. 2 AGOSTO 1987

YEAR 11 No. 2 AUGUST 1987

La Revista Energética es publicada cuatrimestralmente por la Secretaría Permanente de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

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

Artículos, contribuciones y correspondencia relativa a la Revista Energética deben ser enviados al Departamento de Informática y Comunicación, Casilla 6413 CCI, Quito, Ecuador.

ORGANIZACION
LATINOAMERICANA DE ENERGIA

AUGUSTO TANDAZO BORRERO
SECRETARIO EJECUTIVO A.I.

ROBERTO FABREGA P.
JEFE DE PROGRAMA, ENCARGADO DEL
DEPARTAMENTO DE INFORMATICA Y
COMUNICACION

REVISTA ENERGETICA ENERGY MAGAZINE

Año 11, Número 2 Agosto, 1987
Mayo - Junio - Julio - Agosto
1987

NOTA DEL EDITOR5

LICITACIONES7

✓238 ANALISIS DE LA SITUACION QUE GUARDA EL DESARROLLO
PETROQUIMICO EN LOS DIVERSOS PAISES DE LA REGION11
tbls

✓239 PRIMERA REUNION DE LA RED DE CENTROS DE
INVESTIGACION Y ENTRENAMIENTO EN ECONOMIA Y PLA-
NIFICACION EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE75

✓240 RECIENTES PROGRESOS DE LA VULCANOLOGIA APLICADA A
LA EXPLORACION GEOTERMICA91

✓241 EXPERIENCIAS APLICABLES AL ECUADOR SOBRE LOS PRO-
BLEMAS Y CONTROL DE CONTAMINACION POR ACTIVIDADES
HIDROCARBURIFERAS117
grafs. tbls. diagrs.

NOTA DEL EDITOR

La integración y la independencia del Sector Energético en América Latina, problemas pendientes aún por solucionar, son dos factores importantes para alcanzar un crecimiento armonioso y sostenido del conjunto de la Región.

Un aporte importante para ayudar a lograr la integración y la independencia energética regional, en procura del objetivo planteado, representan la decisión de constituir una Red de Centros de Investigación y Entrenamiento en Economía y Planificación Energética, aprobada en la I Reunión de Trabajo que para estos efectos se desarrolló en Quito, Ecuador en julio de este año, con la participación de expertos de 9 Países Miembros de OLADE y la Reunión de Trabajo efectuada en agosto, sobre el Análisis de la Situación que guarda el Desarrollo de la Industria Petroquímica en América Latina y el Caribe, con importantes conclusiones y recomendaciones para el impulso y fortalecimiento de esta industria regional, que ha perdido relevancia en el concierto mundial.

Dada la trascendencia de estos dos acontecimientos, la presente edición de la Revista Energética reproduce casi en su totalidad los textos aprobados en ambas Reuniones.

Asimismo, en este número se publica un artículo que recoge las experiencias aplicables al Ecuador sobre el control de la contaminación derivada del desarrollo de las actividades hidrocarburíferas, presentado por el Departamento Técnico de OLADE al I Congreso Ecuatoriano del Medio Ambiente, realizado este año, en Quito, tema de enorme importancia por las consecuencias que este tipo de polución trae para la vida del hombre fundamentalmente en las ciudades, y a la flora y fauna marina y terrestre.

Finalmente se reproduce una ponencia sobre los recientes progresos de la vulcanología aplicada a la exploración geotérmica, preparada por dos destacados especialistas. Este tema resalta en la Región por las cuantiosas manifestaciones geotérmicas existentes, cuya energía puede significar un importante aporte para los programas de generación eléctrica de algunos países de la Región.

LICITACION INTERNACIONAL

Licitación Pública Internacional para contratar la construcción del Gasoducto Campo Durán-Cornejo (Pcia. de Salta, República Argentina).

Dicha licitación será financiada en parte con préstamo del Banco Mundial, cuya fecha de emisión será el 10 de septiembre próximo con fecha de apertura aproximadamente de 90 días.

Las bases de dicha licitación podrán adquirirse en:

Yacimientos Petrolíferos Fiscales
Sarmiento 778 - PB (1041)
Buenos Aires - República Argentina.

Technical and Commercial Office Argentine Government
Oil Fields
5 Greenway Plaza - Suite 210
Houston - Texas U.S.A. 77046
77046 Telex 0762441
Telex 0762441, Tel 621.4850 Area Code 713

La presente obra estará integrada por los siguientes rubros:

- 1) A. Montaje de 47.000 mts. de cañería API 5LX grado X-60 de 762 mm. de diámetro exterior (0/ 30") de 10,31 y 12,7 mm. de espesor.
B. Montaje de 10.425 m. de cañería API 5LX grado X-60 de 609,6 mm. de diámetro exterior (0/24") y 10,31 mm. de espesor
C. Provisión y montaje de 8.127 m. de cañería API 5LX grado X-51 de 508 mm. de diámetro exterior (0/20") de 7,92 mm. y 8,74 mm. de espesor.
- 2) Provisión y montaje de dos trampas de esfera para tramo de 762 mm. (Ø 30")
- 3) Provisión y montaje de cruces aéreos sobre Río Tartagal, de 250 mts. de luz, como así de los arroyos Zanja Honda y Tres Quebradas.
- 4) Obras civiles.

FORMA DE ADJUDICACION:

La venta de los pliegos correspondientes, indivisible y por ajuste alzado, se iniciará el día 10. de octubre de 1987. Se ha fijado el valor de US\$ 1.000. - o su valor equivalente en australes, según la cotización: Banco Nación Argentina, tipo vendedor, establecido al cierre del día anterior.

La presente comunicación tiene como finalidad interesar a las firmas comerciales de su país, especializadas en la materia de que se trata.

AVISO DE LICITACION INTERNACIONAL DT.BIP.I.005/87
Fecha de publicación: 28, 29 y 30 septiembre 87

AVISO LICITACION INTERNACIONAL
MATERIALES PARA LINEAS DE TRANSMISION
PRESTAMO BID 194/IC/-BR

Centrales Eléctricas del Norte del Brasil S.A. (ELETRONORTE) obtuvo a través de Centrales Eléctricas del Brasil S.A. (ELETROBRAS) un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo (IDB), en varias monedas, equivalente en valor a US\$ 31.100 millones de dólares, para financiar parte de los costos de implementación de su sistema de transmisión (230 KV) en el período de 1987/89.

Con los recursos del préstamo 194/IC-BR, ELETRONORTE procederá, entre otras, a la siguiente licitación internacional:

<u>LICITACION</u>	<u>OBJETO</u>	<u>FECHA DE APERTURA</u>
DT-BIP-I-005/87	Cables conductores (AC5R 636 mcm-grosbeak) para la lt rondonopolis-coxipo.	17.11.87

Los documentos de licitación, en los idiomas portugués o inglés, estarán disponibles previo el pago no reembolsable de CZ\$10.000,00 (diez mil cruzados) por juego de documentos en la versión escogida por el proponente, a partir del 30.09.87, en la sala 806- C de la dirección abajo indicada, desde las 08:30 hasta las 12:00 horas y desde las 14:00 hasta las 17:00 horas.

Esta licitación está abierta solamente a proveedores domiciliados en el Brasil o en cualquier otro País Miembro del Banco. No es permitido el uso de materias primas y productos semielaborados que no sean originarios de estos países.

Las empresas precalificadas en la licitación internacional DT-BID-I-01/85 están automáticamente calificadas para esta licitación.

Las propuestas deben ser presentadas, conjuntamente con los documentos de calificación y garantía de propuesta, hasta las 15:00 horas de la fecha arriba mencionada y abiertas inmediatamente en sesión pública, en la siguiente dirección:

ELETRONORTE-CENTRAIS ELETRICAS DO NORTE DO BRASIL S/A.
Departamento de Adquisición
Supercentro Venancio 3000
SCN - Quadra 06 - Conj. A
Bloco "C" - 8º Andar - Sala 816
BRASILIA D.F.

AVISO DE LICITACION INTERNACIONAL DF. MAO.W.022/87
Fecha de publicación: 24 septiembre 87

AVISO DE LICITACION INTERNACIONAL
ELETROBRAS II - PROYECTO DE DISTRIBUCION

- 1) Centrales Eléctricas del Norte del Brasil S.A. (ELETRONORTE) obtuvo a través de Centrales Eléctricas Brasileñas S.A. (ELETROBRAS) un préstamo de US\$ 28.32 millones de dólares, del Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (IBRD) para cubrir parte del financiamiento del proyecto de expansión de los sistemas de distribución y subtransmisión (69 KV) y rehabilitación del parque generador de MANAUS - AM.

- 2) Eletronorte recibirá propuestas para la licitación:

<u>NUMERO</u>	<u>OBJETO</u>	<u>FECHA DE APERTURA</u>
DT-MAO-W-022/87	Cable de conducción CAA-447 mcm	24.11.87

- 3) Los documentos de la licitación, en los idiomas portugués o inglés, estarán disponibles previo el pago no reembolsable de CZ\$2.000,00 (dos mil cruzados), por juego de documentos en la versión escogida por el proponente, a partir de 24.09.87, en la sala C de la dirección abajo indicada, desde las 08:30 hasta las 12:00 horas y desde las 14:00 hasta las 17:00 horas.
- 4) Serán aceptadas propuestas de todos los fabricantes y proveedores de Países Miembros del Banco Mundial, Suiza y Taiwán (China).
- 5) Las propuestas serán recibidas conjuntamente con los documentos de calificación y la garantía de la propuesta, hasta las 15:00 horas del día 24.11.87 y abiertas inmediatamente en sesión pública, en la siguiente dirección:

CENTRAIS ELETRICAS DO NORTE DO BRASIL S/A - ELETRONORTE
Departamento de Adquisiciones
Supercentro Venancio 3.000
SCN - Cuadra 06 - Conj. A
Bloco "C" - 8vo ANDAR - SALA 816
BRASILIA - D.F.

BRASILIA - D.F., 24 de septiembre de 1987

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN QUE GUARDA EL DESARROLLO PETROQUÍMICO EN LOS DIVERSOS PAÍSES DE LA REGIÓN

INTRODUCCIÓN

La capacidad instalada de la industria petroquímica de América Latina y el Caribe, su participación en la economía regional y, sobre todo, su potencialidad para convertirse en un sector de primer orden a nivel mundial, ha motivado la realización de discusiones a distintos niveles sobre la situación actual y perspectivas de desarrollo de esta importante rama industrial.

Bajo esta óptica, OLADE organizó en Quito, Ecuador, en agosto pasado, una reunión de expertos petroquímicos de la Región, cita a la que concurrieron delegados de Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, México y Venezuela, quienes intercambiaron opiniones sobre esa industria latinoamericana y aprobaron un estudio efectuado por la Secretaría Permanente de la Organización, con el decidido apoyo de la Comisión Petroquímica Mexicana. Este tema será abordado por la XVIII Reunión de Ministros de OLADE, a efectuarse en La Habana, Cuba, en noviembre de este año.

El encuentro dejó sentado que esta industria constituye una posibilidad real de desarrollo, pero a la vez permitió visualizar las deficiencias y dificultades que tiene.

La reestructuración de la industria petroquímica en los países desarrollados, iniciada en la década de los 70, permitió racionalizar y redistribuir la oferta de algunos productos, integrar las compañías petroleras y petroquímicas en la producción de artículos intermedios y finales y lograr la fusión de estas, entre otras modificaciones. En tal virtud, el impulso que se desea dar a la industria petroquímica regional busca retomar un espacio en el concierto petroquímico mundial.

- Los expertos destacaron la necesidad de integrar cadenas productivas y estudiar el problema de los costos de fletes y trabas arancelarias en la Región, con el propósito de aumentar el comercio intrarregional entre los países de América Latina y el Caribe y disminuir la dependencia histórica de estos frente a las naciones desarrolladas, tanto en productos petroquímicos como en el aspecto tecnológico.

Se pretende el crecimiento armónico, sistematizado y planificado de esta industria, con el apoyo decidido de los gobiernos de cada uno de los Países Miembros de OLADE, constituyéndose así en una herramienta importante en la integración y autodeterminación.

Precisamente por la trascendencia que reviste la actual coyuntura petroquímica y por el peso que tiene en la economía regional, en este número de la Revista Energética se estimó oportuno incluir casi en su totalidad el estudio considerado por la Reunión de Expertos.

ANTECEDENTES

En la XVII Reunión de Ministros de la Organización Latinoamericana de Energía, celebrada en Buenos Aires, Argentina, en noviembre del pasado año, se consideró que ante la necesidad impostergable de promover esquemas de desarrollo que tomen en cuenta la integración de la industria petroquímica de América Latina, era necesario evaluar las condiciones y obstáculos que la misma enfrenta, a fin de alcanzar las metas de complementación regional como factor de desarrollo económico. En tal consecuencia, se instruyó a la Secretaría Permanente de OLADE realizar un Análisis sobre la Situación que Guarda el Desarrollo Petroquímico en los diversos países de la Región.

OBJETIVOS

La evaluación busca los siguientes objetivos:

- . Analizar la situación actual de la industria petroquímica en América Latina.
- . Evaluar la perspectiva de dicha industria en la Región, haciendo énfasis en sus posibilidades, en el corto y mediano plazo, dentro del actual entorno internacional.
- . Recomendar las medidas y acciones que apoyen el desarrollo integral del sector petroquímico de la región, en un marco de competitividad y complementariedad, que le permitan hacer frente a los cambios que esta industria esta registrando a nivel mundial.

MARCO DE REFERENCIA

La industria petroquímica se ha convertido en un sector de primera magnitud en la economía mundial, ya que sin los productos derivados de la misma, no sería posible concebir la "vida moderna" en la que los productos naturales han sido desplazados por aquellos derivados del gas y/o petróleo.

La industria petroquímica mundial, especialmente la localizada en los países industrializados, observó un crecimiento acelerado hasta principios de la década de los 70, en la que el incremento en el precio de los insumos, sumado a la baja de los precios de los productos naturales, hizo perder a los productos sintéticos la ventaja relativa que tenían sobre los naturales. Adicionalmente, se hizo evidente la saturación de los mercados de los países industrializados, que en ese entonces, representaba más de las dos terceras partes del mercado mundial de estos productos, lo que ha derivado en una contracción efectiva de la demanda mundial.

No obstante lo anterior, muchos de los productores en los países industrializados fueron incapaces de evaluar el impacto de la crisis del mercado petroquímico y, en el segundo lustro de la década de los 70 continuaron instalando plantas que generaron, en conjunto, una situación de sobrecapacidad mundial, agravada por la entrada al mercado de oferentes de países con abundancia en materia prima tales como Canadá, México y los Países Árabes.

En tal virtud, desde finales de la década pasada se inicia el proceso de reestructuración de la industria petroquímica mundial, auspiciada primordialmente por los países industrializados, cuyos objetivos básicos pueden sintetizarse en la siguiente forma:

1. Racionalizar la oferta en los países industrializados, preferentemente en plantas viejas de productos de poco valor agregado y productos no estratégicos en función de su disponibilidad a bajo costo, como pueden ser las olefinas y algunos de sus derivados.
2. Redistribución de la oferta de productos de bajo valor agregado y, en general, de aquellos intermedios y finales de propósito general, hacia los países en vías de desarrollo con disponibilidades de materias primas.
3. Integración de las compañías petroleras en los países industrializados hacia la producción de productos intermedios y finales de propósito general.
4. Orientación plena de los países industrializados, principalmente de sus compañías químicas, al desarrollo y comercialización en productos de alto contenido tecnológico.
5. Fusiones e integraciones de las empresas químicas y petroquímicas, especialmente las de los países industrializados.

El primer objetivo se ha venido cumpliendo principalmente en Estados Unidos y Japón y, en menor grado, en la Comunidad Económica Europea, en la que los intereses a conciliar son mayores. (Cuadro 3.1).

CUADRO 3.1

CIERRE DE PLANTAS PETROQUIMICAS
EN EUA, EUROPA Y JAPON EUROPE Y JAPON
ENTRE 1980 Y 1983

(miles de TM)

	ETILENO	POLIVINILO	CLORURO DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD
U.S.A.	1700	200	830
EUROPA OCCIDENTAL	3750	860	1820
JAPON (1)	2250	490	270
TOTAL	7520	1550	2920

(1) En el caso de Japón, se incluyen los cierres programados hasta mediados de 1985.

FUENTE: World Changes in the Structure of the Petrochemical Industry, ONUDI 1985

CUADRO 3.2

CAPACIDAD INSTALADA PREVISTA PARA ALGUNOS PETROQUIMICOS
EN ARABIA SAUDITA EN 1990

(Miles de TM)

PRODUCTO	CAPACIDAD
AMONIACO'UREA	652
METANOL	1250
CLORURO DE VINILO	450
CLORURO DE POLIVINILO	225
ESTIRENO	295
POLIETILENO	80
POLIETILENO B.D.	590
POLIETILENO A.D.	90
ETILENGLICOL	520
BUTADIENO	124
ETANOL SINTETICO	281
METIL TERBUTIL ETER	500

FUENTE: European Chemical News

En relación al segundo punto, los países industrializados favorecieron el desarrollo de los centros petroquímicos del Medio Oriente y Canadá, en los que una parte importante de su producción se vende en mercados cautivos de los países industrializados (Cuadro 3.2).

El tercer objetivo se ha puesto de manifiesto con las fusiones, adquisiciones y absorciones que grandes compañías petroleras han efectuado en años recientes.

Con relación al cuarto objetivo, se encuentra que los países industrializados han intensificado sus actividades de desarrollo tecnológico tanto en nuevos productos como en acortamiento de cadenas productivas, propiciando una competencia de productos de alto contenido tecnológico o tradicionales, por nuevas rutas, a los fabricados desde hace varios años en el mercado petroquímico.

Finalmente, con respecto al quinto objetivo se observa que este proceso ha alcanzado proporciones importantes en compañías norteamericanas, en las que el monto global de las operaciones alcanzan el 25% de la inversión bruta norteamericana.

En síntesis, las medidas adoptadas por los países industrializados han empezado a mostrar sus logros, al disminuir la sobrecapacidad existente, principalmente en los casos de olefinas y aromáticos, previéndose que la misma desaparezca para 1990 a nivel mundial, de no implementarse nuevos proyectos. Asimismo, otra consecuencia que ya se vislumbra es la redefinición del perfil de las grandes empresas químicas y petroquímicas de los países desarrollados, que actualmente se encuentran orientadas a la fabricación de productos de alto valor agregado y en mercados de mayor diversificación.

En este contexto, resulta indispensable examinar el desarrollo de la industria petroquímica en América Latina, con objeto de maximizar su competitividad ante las medidas adoptadas por los países industrializados y propiciar su desarrollo armónico, habida cuenta que esta industria representa para la Región:

- . Una opción viable de desarrollo industrial en virtud del efecto multiplicador que ofrece sobre otras actividades económicas, especialmente si se considera que varios de los países del área cuentan con materias primas en cantidad suficiente y a precios competitivos.
- . Lograr la integración de cadenas productivas que generen un mayor valor agregado de los recursos hidrocarbúricos con los que cuenta la Región y,
- . Poder reducir en el campo petroquímico, la dependencia que los países de América Latina han tenido histórica-

mente de los países industrializados, no sólo en el suministro de productos petroquímicos sino también en el campo tecnológico, con lo cual se propicia la autodeterminación que en este sentido tienen por derecho los países latinoamericanos.

POSICION DE LA INDUSTRIA EN EL CONTEXTO MUNDIAL

En el marco internacional, América Latina es, desde el punto de vista petroquímico, una de las áreas más avanzadas de las regiones en desarrollo, no obstante que en la misma existen países con diferente grado de disponibilidad de recursos energéticos, así como de integración de cadenas de transformación petroquímica.

En 1975, la industria petroquímica latinoamericana representaba en términos de capacidad instalada y consumo aparente el 4% y 5%, respectivamente, del total mundial; mientras que en 1985, dicha contribución se incrementó al 5% en la capacidad instalada y, se mantuvo constante en términos del consumo aparente.

Por subgrupo de productos, la Región ha incrementado en forma significativa su contribución, en términos de capacidad instalada, como se indica en el cuadro 4.1.

CUADRO 4.1

CONTRIBUCION DE LA CAPACIDAD INSTALADA DE PETROQUIMICOS EN AMERICA LATINA AL TOTAL MUNDIAL (%)

PRODUCTO	1975	1985
P.Q. BASICOS	2	5
P.Q. INTERMEDIOS	2	4
FIBRAS SINTETICAS	5	7
RESINAS SINTETICAS	3	5
HULES SINTETICOS	3	6
	-----	-----
TOTAL PROMEDIO	3	5

FUENTE: Comisión Petroquímica Mexicana y diversas publicaciones de S.R.I. y Países Miembros.

De esta forma, en los últimos 10 años, los mayores desarrollos de la Región se han dado en petroquímicos básicos,

intermedios y hules sintéticos.

En relación con el comercio internacional, América Latina participaba a mediados de los 60, con aproximadamente el 1% en valor de las exportaciones mundiales de químicos y petroquímicos, en tanto que sus importaciones eran equivalentes al 11% de las efectuadas en el contexto internacional.

Para 1972 la participación de la Región en las importaciones mundiales se incrementó al 15% y las exportaciones al 3%, en tanto que para 1982 la contribución de las importaciones regionales disminuyó al 11%, y las exportaciones continuaron con una tendencia estable, alcanzando el 4% (3.630 millones de dólares) en 1982.

Pese a lo anterior, América Latina ha perdido posición en las exportaciones de productos químicos y petroquímicos realizadas por los países en desarrollo, ya que de representar el 33% en 1972, para 1982 alcanzaron el 28%, en virtud de la acelerada penetración que los países asiáticos han sostenido en los mercados internacionales de estos productos, pasando del 3% en 1972 al 7% en 1982 del total de las exportaciones mundiales, como se observa en el cuadro 4.2.

CUADRO 4.2

CONTRIBUCION AL COMERCIO INTERNACIONAL DE PRODUCTOS
QUIMICOS Y PETROQUIMICOS EN LAS NACIONES EN DESARROLLO
(%)

REGION	1972		1982	
	IMP.	EXP.	IMP.	EXP.
AMERICA LATINA	34	33	24	28
ASIA*	29	26	37	42
AFRICA	19	11	17	8
MEDIO ORIENTE	10	11	16	9
OCEANIA	8	19	6	13
TOTAL	100	100	100	100

FUENTE: Comisión Petroquímica Mexicana con Datos Estadísticos ONUDI, ADL y Países Miembros.

* No incluye China.

DIAGNOSTICO DE LA INDUSTRIA

EVOLUCION HISTORICA

La industria petroquímica en América Latina inicia su desarrollo real en la década de los 60, con unidades de procesamiento para la producción de olefinas y, en menor grado, de aromáticos provenientes de corrientes y cortes de las plantas de craqueo y reformado.

Los 54 productos de mayor importancia relativa, por sus niveles de producción y comercialización incrementaron su capacidad instalada entre 1975 y 1985 de 6,2 millones de toneladas a 20,4 millones de toneladas (cuadro 5.1) registrando así un aumento de 229% en el período. Asimismo, el consumo aparente de los productos antes mencionados pasó de 5,1 millones de toneladas a 15,4 millones de toneladas, mostrando una tasa de crecimiento anual de 11,7%, superior al crecimiento económico promedio de latinoamérica para el mismo período, del orden del 3,9%.

Cabe resaltar que a pesar de que el crecimiento de la industria petroquímica en América Latina ha mostrado un comportamiento dinámico, éste se ha visto frenado en los últimos años, al igual que el de otras actividades económicas, encontrándose que mientras de 1975 a 1980 la tasa anual de incremento del consumo fue del 16.1%, de 1980 a 1985 la misma cayó a 7,4%. Lo anterior se explica por las condiciones económicas prevalecientes en la Región como son: un fuerte servicio de la deuda externa, altos índices de inflación, baja o nula disponibilidad de recursos financieros, drástica caída en los precios de los principales productos de exportación de la Región, contracción de mercados internos, prácticas proteccionistas adoptadas por los países industrializados y dificultad al acceso a tecnologías adecuadas, factores estos que han ocasionado la disminución del proceso de inversiones, el que permitió que de 1975 a 1980 la capacidad instalada se incrementara en 117,6%, mientras que de 1980 a 1985 sólo alcanzó un incremento de 52,2%, situación que ha obligado a postergar y cancelar proyectos que hubieran permitido un mayor equilibrio de la balanza comercial e incrementar la presencia en los mercados de otras regiones.

El volumen de las importaciones en general, si bien se han incrementado en el período 1975-1985, en términos relativos, ha mantenido su participación con relación al consumo de la Región. Así, se observa que el grupo de productos analizados en el presente documento incrementa su volumen de importaciones de 810 mil toneladas aproximadamente en 1975 a 2,4 millones de toneladas en 1985.

CUADRO 5.1
EVOLUCION HISTORICA DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA EN AMERICA LATINA
(Miles de tons)

	CAPACIDAD INSTALADA					CONSUMO APARENTE				
	1975	1980	1985	INCREMENTO 75-80 (%)	INCREMENTO 80-85 (%)	1975	1980	1985	TASA MEDIA (1975-1980) (%)	TASA MEDIA (1980-1985) (%)
PETROQUIMICOS BASICOS	2271	5237	7602	130.6	45.2	1938	3843	5638	14.7	8.0
PETROQUIMICOS INTERMEDIOS	2150	4672	7411	117.3	58.7	1260	3665	5630	23.0	9.0
FIBRAS SINTETICAS	461	779	976	69.0	25.3	500	604	651	1.9	1.5
RESINAS SINTETICAS	991	2728	3017	124.8	71.3	1120	2126	2972	13.7	6.9
PAPELES SINTETICOS	277	169	562	69.3	19.8	262	490	462	13.3	(1.2)
TOTAL	6150	13385	20372	117.6	52.2	5080	10728	15353	16.1	7.4

FUENTE: Comisión Petroquímica Mexicana con datos de OMID y APLA.

Plásticos y hules no convencionales, así como productos intermedios para la elaboración de productos finales de uso general, han representado los petroquímicos de mayor volumen de importación, aunque las especialidades y productos de alto contenido tecnológico contribuyen no tanto en volumen pero sí en valor a las importaciones de la Región.

En relación con las exportaciones de la Región, éstas se han incrementado en forma sustancial en los últimos 10 años, ya que mientras en 1975 eran inferiores al 5% de la producción de la Región, para 1985 las mismas tienen un carácter permanente y representan entre el 10 y el 20% de la producción en promedio, destacándose como los mayores exportadores Brasil y México. En este sentido, los grupos de productos de mayor exportación son algunos petroquímicos intermedios, así como hules y plásticos de uso general, de los que en 1985 se exportó el 16%, 22% y 21%, respectivamente, del total bruto (Anexo 1).

En virtud de lo expuesto, el nivel de autosuficiencia de la Región ha mejorado en forma sustancial pasando de aproximadamente 75% en 1975 a 78% en 1985, observándose que la producción se ha incrementado en el período antes mencionado en una tasa aproximada del 12,6% anual.

CUADRO 5.2

NIVEL DE AUTOSUFICIENCIA DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA EN AMERICA LATINA (Miles de TM) (1)		
	1975	1985
PRODUCCION TOTAL	4727	16062
EXPORTACIONES	925	3813
PRODUCCION PARA		
CONSUMO INTERNO	3802	12249
CONSUMO APARENTE	5080	15792
NIVEL DE AUTOSU- FICIENCIA %	75	78

(1) Muestra de 54 productos.

FUENTE: Estadísticas de la ONUDI, Banco de Datos de SRI y Países Miembros.

En el anexo 2 se observa que los 54 productos analizados en el presente documento arrojaron un saldo positivo en su balance oferta-demanda de 270 mil toneladas métricas en 1985.

Asimismo, de dicho balance se observa que los subgrupos de productos que muestran un saldo positivo son petroquímicos básicos, resinas sintéticas y fibras sintéticas con 302, 131 y 37 miles de toneladas, respectivamente; en tanto que los déficits se aprecian en un gran número de petroquímicos intermedios y hules sintéticos.

Como se mencionó previamente, la participación de la industria petroquímica de la Región en las importaciones mundiales de estos productos se ha incrementado a lo largo de su historia; sin embargo el comercio interregional se ha deteriorado, pues mientras de 1975 a 1979 el comercio interregional creció a un tasa promedio del 14%, de 1979 a 1982 decreció a una tasa del 8%, fenómeno que en parte se puede explicar por la dificultades evidenciadas en el seno de ALADI para seguir otorgando preferencias arancelarias a los productos de la Región y fomentar un mayor intercambio. En este sentido, sobrecapacidades y barreras no arancelarias, han sido factores claves de este deterioro.

En general, la balanza comercial petroquímica de la Región ha sido tradicionalmente deficitaria, encontrándose que de 1972 a 1982 el déficit comercial de productos químicos y petroquímicos pasó de 2.040 millones de dólares a 5.890 millones de dólares. Cabe señalarse que la tasa de crecimiento del déficit comercial se ha venido reduciendo en los últimos años a raíz de la crisis financiera que enfrentan los países del área.

MATERIAS PRIMAS

Las materias que fundamentalmente se han empleado en el mundo para la producción de productos petroquímicos han sido el gas natural, sus líquidos, las naftas y los gasóleos, siendo estos dos últimos derivados del petróleo crudo. El empleo de cualesquiera de ellas, depende de dos factores claves: disponibilidad y precios.

En América Latina el desarrollo de su industria petroquímica, al igual que en muchos otros países en vías de desarrollo, con recursos hidrocarburiíferos, se ha basado en el gas natural, particularmente en el caso de México y Venezuela. Lo anterior se explica en parte, por el hecho de que en la época en que se registró el mayor crecimiento de esta industria en la Región, 1970-1981, el gas natural tenía una ventaja comparativa con relación a las fracciones derivadas del petróleo, observándose incluso a nivel mundial y especialmente por

la entrada en el escenario petroquímico de los países del Medio Oriente, que las naftas y los gasóleos registraron un desplazamiento como insumos para la producción de productos petroquímicos. No obstante, con la drástica caída que han sufrido los precios del petróleo, algunos de sus derivados han recuperado gran parte del terreno perdido con relación al gas natural para la elaboración de petroquímicos, situación que provocó para estos últimos productos un desplome en su nivel de precios durante 1986.

Con relación a lo anterior, se puede comentar que aunque el gas natural representa un insumo barato para la elaboración de petroquímicos, presenta el inconveniente que solamente da altos rendimientos en derivados ligeros, como en el etileno y el propileno, por lo que los cortes de C4 y aromáticos dependen fundamentalmente de la transformación de naftas, campo en el que la industria petroquímica en América Latina no se encuentra desarrollada, con la excepción de Argentina, Brasil y Colombia.

En general, se puede establecer que del consumo total de petróleo y gas natural en la Región, menos del 2% y 5%, respectivamente, se destina a la producción de petroquímicos.

NIVEL DE INTEGRACION

Como se ha venido planteando, el nivel de integración de la industria petroquímica en América Latina ha mejorado en forma sustancial, especialmente en años recientes. No obstante, la situación varía de país a país en forma considerable, al igual que en los subgrupos de productos que conforman esta industria.

En cuanto a las materias primas básicas, petróleo y gas natural, se observan dos casos:

- Un grupo de países que cuentan con recursos hidrocarburiíferos en cantidad suficiente para sustentar el desarrollo en su industria petroquímica, tales como: Argentina, Colombia, Ecuador, México y Venezuela.
- El resto de los países latinoamericanos, que no poseen los recursos antes mencionados o que los tienen pero en cantidad insuficiente para destinarlos a su industria petroquímica.

En relación al nivel de articulación que presenta la industria petroquímica en los distintos países del área, se pueden agrupar estos como se indica.

- Países con una articulación media o superior en el proceso petroquímico de transformación, como son:

Argentina, Brasil, México y Venezuela.

- Los demás, que presentan un bajo o nulo nivel de articulación y, en tal virtud, dependen altamente de importaciones de productos petroquímicos.

En lo que toca a los subgrupos de productos se puede establecer lo siguiente:

- En petroquímicos básicos, a pesar de que el balance oferta-demanda resultó favorable en 1985, (302 mil toneladas) se encuentran déficits de consideración para los casos de paraxileno y metanol.
- En petroquímicos intermedios, la situación es aún más crítica ya que sólo en los casos de glicoles etilénicos, alcoholes oxo, ácido tereftálico, dimetil tereftalato y anhídrido ftálico se puede hablar de saldos favorables apreciables, mientras que en todos los demás productos existe una condición de desbalance en la que sobresalen algunos productos importantes como son acetaldehído, óxido de etileno, cloruro de vinilo, estireno, acrilonitrilo e isopropanol, entre otros, con lo que el balance arrojó un saldo negativo de aproximadamente 178 mil toneladas anuales en 1985.
- Para fibras sintéticas, el panorama es totalmente distinto, ya que la Región es prácticamente autosuficiente, con excepción de fibras poliolefinicas, de tal manera que el saldo del balance muestra un superávit de 37 mil toneladas.
- En resinas sintéticas se observa una condición heterogénea, pues aunque el saldo del balance en 1985 resultó positivo (131 mil toneladas), se refleja desbalance importante en polipropileno con saldo negativo de 95 mil toneladas.
- Para hules sintéticos, la situación resulta desfavorable ya que con excepción del hule estireno butadieno y el hule nitrilo, los demás observan un balance negativo, de tal forma que el resultado global indica un déficit de 22 mil toneladas.

En resumen, puede establecerse que, a pesar de que el grado de integración general de la Región es aceptable, este muestra puntos vulnerables de importancia, principalmente en cuanto a materias primas básicas y grado de integración en las cadenas productivas.

SITUACION POR PAIS

Un breve análisis de la situación que observa la industria petroquímica en algunos países de la Región

muestra el siguiente perfil:

ARGENTINA

El desarrollo de la industria petroquímica se inicia a mediados de la década de los cuarenta con la instalación de plantas de isopropanol, tolueno y metanol. En los primeros años la actividad petroquímica se caracterizó por su integración a la industria química nacional. En la primera mitad de los 60 se concretaron importantes proyectos, especialmente de inversiones a la sombra de la protección arancelaria y la promoción de precios en los insumos.

A principios de la década de los 70 y ya demostrada la ausencia de capitales privados, el Estado toma a su cargo el desarrollo de centrales de materias primas de escala internacional, dando origen a los polos petroquímicos de Ensenada y Bahía Blanca.

En la actualidad la capacidad instalada total asciende a 3 millones de toneladas anuales, con un esquema productivo excedentario en básicos y poliolefinas pero con brechas en intermedios y especialmente en finales.

El consumo aparente de 1986 asciende a 650.000 t/a de básicos; 720.000 t/a de intermedios y 740.000 t/a de finales, totalizando así 2.110.000 toneladas anuales de consumo de productos petroquímicos, cifras que equivalen a un crecimiento desde 1970 del 6,1% anual acumulativo.

La evolución reciente del intercambio comercial muestra el paso de un déficit de 100 millones de dólares en 1980 a una situación de equilibrio en la actualidad y, con una proyección de superávit de 100 millones de dólares hacia 1990.

El actual abastecimiento de materias primas es enteramente local, observándose un adecuado equilibrio entre cargas líquidas y gas natural, aun cuando en el futuro ese último recurso adquirirá mayor relevancia.

Con relación a los regímenes de promoción aplicados pueden observarse tres sistemas con finalidades diferenciadas:

- a) Régimen de promoción sectorial, destinado a facilitar la ejecución de nuevos proyectos por medio de diferimientos impositivos tanto para los inversionistas como para el proyecto y exención de recargos a la importación de bienes de capital no producidos localmente.

- b) Régimen de precios de las materias primas petroquímicas, destinado a compensar los mayores costos de inversión y facilitar la competitividad de la producción local, y
- c) Régimen de reembolso de impuestos para las exportaciones, destinado a posibilitar las mismas.

Si bien la legislación promocional parece relativamente satisfactoria, en la práctica la aplicación de la promoción sectorial (a) se encuentra muy restringida por la escasez de fondos fiscales.

En el marco enunciado, la política de desarrollo tenderá al completamiento de los huecos existentes en el esquema productivo de intermedios y finales, sobre la base de proyectos con capacidad de exportación de excedentes que justifique una adecuada economía de escala. Asimismo se prevé una mayor atención a los proyectos basados en gas natural y sus derivados, recursos de los que se disponen con mayor abundancia relativa.

En lo referente al proceso de integración comercial se destacan los acuerdos políticos alcanzados con Brasil, los que permitirán en los próximos años el logro de un mayor y más equilibrado intercambio de productos químicos y petroquímicos entre ambos países.

Por último el análisis de los proyectos que actualmente se encuentran en construcción (Ver Anexo No. 3), permite definir que para 1990 la capacidad total instalada alcanzará un total de 3,4 millones de toneladas anuales, estimándose para ese año un consumo aparente total de 2,6 millones de toneladas anuales, con un superávit comercial superior a los 100 millones de dólares.

BRASIL

El desarrollo de la industria petroquímica se inicia en la década de los 50 con la construcción de la mayor refinería del país (Cubatao), abastecedora de materias primas. Se instalaron plantas para la producción de estireno, polietileno B.D., negro de humo, metanol y fertilizantes nitrogenados, siendo sólo la última de capital estatal.

Entre 1958 y 1962, PETROBRAS construyó una fábrica de hule sintético en Río de Janeiro, mientras en Sao Paulo se construyeron plantas de polietileno A.D. y fibras sintéticas.

En 1967, por decreto, el Gobierno crea una empresa, la Petrobras Química S.A. - PETROQUISA, con el objetivo de desarrollar y consolidar continuamente la industria petroquímica en el país.

A partir de esta presencia y mediante el aprovechamiento de corrientes de refinería -principalmente naftas- se desarrollan los complejos petroquímicos de escala internacional en Sao Paulo, Bahía y Río Grande do Sul.

De esta forma, en el período 1976-1985 la producción de los petroquímicos considerados, se incrementa a un ritmo anual de 13,5%, pasando de 3,9 millones de toneladas a 12 millones de toneladas. El consumo aparente aumenta en los años antes mencionados a una tasa anual de 8,7%, situación que refleja el hecho de que la industria petroquímica brasileña está orientada no sólo a satisfacer su mercado interno, sino que participa en los mercados internacionales. En la actualidad el país cuenta con una capacidad de 1,4 millones de toneladas de etileno, que lo ubican como el décimo productor mundial de este insumo petroquímico.

Para 1985, la capacidad instalada y el consumo aparente se elevan a 17,2 y 10,6 millones de toneladas, respectivamente, cifra que representa el 37% del mercado latinoamericano de productos petroquímicos. Asimismo, las exportaciones netas de petroquímicos, 1,5 millones de toneladas anuales, representan el mayor volumen de exportaciones de la Región al mercado exterior.

Conforme a la información suministrada, se estima que el desarrollo de la industria petroquímica brasileña se orientará a solucionar cuellos de botella en el área operacional, aumento de eficiencia, así como a la realización de algunas expansiones en los polos petroquímicos ya establecidos, generándose adicionalmente un nuevo polo de desarrollo en Río de Janeiro, el que tendrá como unidad base una planta de etileno de 485 mil toneladas anuales a partir de una carga mixta de nafta, gas natural y LPG. Para la realización de dichos proyectos, se tiene programada una inversión en el período 1987-1995 del orden de los 4800 millones de dólares, previéndose que en el primer lustro de la próxima década la capacidad instalada de etileno se incrementa a 2,3 millones de toneladas. Para el logro de lo anterior, el Gobierno ha externado su propósito de desarrollar y consolidar la petroquímica en el Brasil. Asimismo, Petroquisa fortalecerá la posición de sus empresas más rentables y reestructurará las menos eficientes a fin de optimizar sus resultados y mejorar la competitividad en los mercados internacionales.

COLOMBIA

En general, la política de hidrocarburos ha estado orientada a satisfacer las necesidades de mercado nacional. En este sentido, en la actualidad se vienen impulsando, dentro del sector petroquímico, planes para una mayor diversificación en el renglón de poliolefinas y para la maximización de la producción de bases lubricantes y ceras. En el primer caso, ECOPETROL ha concluido el estudio de factibilidad para la construcción de una nueva planta de polietileno y otra de polipropileno cada una con una capacidad de 60 mil toneladas anuales, las cuales entrarán en servicio en 1991; en el segundo caso, en 1989 se completará el proyecto de expansión de la planta de lubricantes; adicionalmente ECOPETROL se encuentra empeñado en la búsqueda de crudos parafínicos a fin de atenuar el déficit en la producción de bases lubricantes y ceras.

La industria petroquímica en Colombia es de constitución mixta, gas natural y petróleo. Con los nuevos proyectos de polietileno (Fuente: Gas Natural) y polipropileno (Fuente: Petróleo) la distribución se establece en un 35% para gas y 65% para derivados petrolíferos. En síntesis, el desarrollo petroquímico colombiano tiene como objetivo primordial el cubrir sus necesidades internas, atendiendo los desbalances ya sea mediante el impulso de nuevos planes de desarrollo (poliolefinas) o a través del intercambio comercial interregional.

Los primeros pasos se dieron en 1954 cuando se creó la Compañía Nacional de Fertilizantes en Barrancabermeja, para facilitar el aprovechamiento del gas natural suministrado por Empresa Colombiana de Petróleos - ECOPE-TROL.

El desarrollo del bloque petroquímico tuvo su fase inicial en la pasada década, al cristalizarse la operación de proyectos tan importantes como las plantas de parafinas (bases lubricantes y ceras), aromáticos (BTX), polietileno BD, alquilos (dodecil benceno) y turboexpander (plan quinquenal). Simultáneamente se ejecutó, en asociación, la puesta en servicio de Monómeros Colombo Venezolanos. En la presente década, ECOPETROL ha puesto en servicio su planta de etileno II y una planta adicional de polietileno de baja densidad.

La industria en el sector petroquímico se considera semi-integrada salvo en el caso de polietileno de baja densidad, caprolactama (Monómeros Colombo-Venezolanos) y algunos derivados de aromáticos básicos. En su mayor parte la producción se destina al mercado interno; en el caso del benceno, alrededor de 300 barriles días calendario (BDC) se destinan a la exportación. Cabe

anotar que las materias primas involucradas en los procesos petroquímicos de ECOPETROL son de origen nacional, encontrándose disponibles en el área de ubicación de las plantas de refinación.

En materia tecnológica, se ha creado recientemente el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP), entre cuyos objetivos se destaca el desarrollo de investigaciones dirigidas a los sectores de refinación petroquímica y exploración.

ECUADOR

El Gobierno ecuatoriano mostró mucho interés en propiciar el desarrollo de su industria petroquímica, para lo cual preparó y finalizó en 1982 los estudios de factibilidad de la gama de productos que le fueron asignados en el Acuerdo de Cartagena. Por múltiples razones de orden interno y externo, no se ha podido hacer realidad ninguno de los proyectos analizados, por lo que su industria petroquímica actual se limita a la producción de algunos petroquímicos finales que emplean materias primas importadas.

Dentro de los productos que actualmente elabora este país, se encuentran las resinas alquídicas, poliésteres no saturados, acetato de polivinilo, resinas uréicas, fibras poliéster y plastificantes.

Cabe mencionar que, en fecha reciente, la Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana puso en operación la Refinería Amazonas con una capacidad de 10.000 barriles por día y amplió la capacidad operativa de la Refinería Estatal de Esmeraldas a 90.000 barriles por día, por lo que el Ecuador inicia una etapa de autoabastecimiento de combustibles.

Asimismo, y con objeto de integrar corrientes sobrantes o no valoradas de sus unidades de procesamiento de crudo, se han planteado proyectos viables de n-hexano y BTX destinados al mercado nacional y a la exportación, los mismos que constan en el plan de industrialización de CEPE vigente al año 1987 y que se enmarcan en un esquema de empresa de economía mixta en el cual el estado ecuatoriano participará a través de CEPE en un valor porcentual que oscila entre el 20 y 40%, dando de esta manera apertura al socio privado nacional o extranjero.

MEXICO

En este país la industria petroquímica denota una historia de 27 años, habiéndose convertido en una de las ramas industriales más importantes del país. En 1985, contribuyó con aproximadamente el 2,5% del Producto

Interno Bruto.

En los últimos 15 años, el mercado interno ha evolucionado a una tasa media del 11% anual.

La capacidad instalada de los productos analizados en este documento se eleva a 18 millones de toneladas en 1985, 42% de la instalada en la Región, en tanto que el consumo aparente ascendió en el año antes mencionado a 13,1 millones de toneladas.

Para 1986 la capacidad instalada se elevó a 19 millones de toneladas, observándose que la balanza comercial de la industria, la que tradicionalmente ha sido deficitaria, mostró un repunte significativo en este año, ya que sólo alcanzó un déficit de 39 millones de dólares, contra 725 en 1980, y 329 en 1985.

En la actualidad, la industria petroquímica en México genera 85.000 empleos directos, destacándose el hecho de que en las empresas del sector secundario la participación del capital extranjero representa el 25% del capital total, denotándose un alto nivel de participación del inversionista nacional en esta rama.

En materia tecnológica, el país cuenta con importantes centros de investigación y desarrollo, como son el Instituto Mexicano del Petróleo y el Centro de Investigación en Química Aplicada, entre otros, que en conjunto desarrollan los campos de exploración, explotación y refinación de hidrocarburos, así como las ingenierías básicas, de procesos, de detalle y plásticos de vanguardia, de tal forma que se cuenta con tecnologías propias comprobadas, que se encuentran disponibles para licencia.

Con el fin de iniciar el ajuste de los desbalances que se observan en esta industria, particularmente en cuanto a petroquímicos básicos, el Gobierno Federal ha instrumentado un programa de inversiones por un monto equivalente a los 2.500 millones de dólares a ser erogados entre 1987 y 1992.

Los proyectos que el plan antes mencionado contempla son los siguientes:

- Concluir el Complejo Petroquímico de Morelos
- Complejo de aromáticos
- Complejo de olefinas
- Tres plantas de amoníaco
- Una Planta de Monómero de Vinilo (MVC)

Adicionalmente, la iniciativa privada ha anunciado el desarrollo de un conjunto de nuevos proyectos, entre los que se destacan las plantas para la fabricación de:

- Polipropileno
- Oxido de Propileno
- Acido Tereftálico
- Ampliación de caprolactama
- Fibras Nylon
- Fenol
- Acrilatos
- Fibras Poliéster

Asimismo, para hacer frente a los cambios que se han venido presentando en el entorno internacional, se ha decidido la adecuación de diversas cadenas productivas, por lo que el Gobierno ha reclasificado 36 productos como secundarios, manteniendo el control sólo sobre 34 que resultan estratégicos para la nación.

En síntesis, la orientación futura de la industria petroquímica mexicana pretende por un lado cubrir los déficits que tradicionalmente se han presentado, y por otro, incrementar la competitividad de los productos mexicanos ante los cambios estructurales, tecnológicos y comerciales que se están dando a nivel mundial.

El marco jurídico en el que se encuentra la industria petroquímica mexicana emana del artículo 27 constitucional y, a un nivel más específico, en el "Reglamento de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del Petróleo, en materia de Petroquímica". De esta legislación se deriva una división de la industria en dos grandes áreas: la petroquímica básica, reservada al Estado a través de Petróleos Mexicanos, y la petroquímica secundaria, en la que participan indistintamente los inversionistas privados, el Estado y el capital externo, este último en un máximo del 40% del capital social de las empresas.

Adicionalmente, el Gobierno mexicano ha publicado el "Programa Integral del Fomento a la Industria Petroquímica" el cual es un instrumento de políticas que establece los lineamientos para propiciar el adecuado desarrollo de este sector industrial.

Por considerarse de mayor relevancia en términos del desarrollo de esta industria y su relación con el exterior, a continuación se resumen las políticas de fomento a las exportaciones y de protección comercial.

Política de Fomento a las Exportaciones:

La orientación básica de esta política es propiciar la presencia permanente y creciente de productos petroquímicos secundarios y sus derivados en los mercados internacionales, sobre la base de eficiencia productiva y rentabilidad de divisas.

Se mantendrá un tipo de cambio competitivo del peso frente al dólar como una medida fundamental de apoyo a la exportación, y se otorgarán apoyos financieros a las exportaciones en condiciones competitivas a nivel internacional a través del Banco Nacional de Comercio Exterior.

Política de Protección Comercial:

Esta política pretende promover los cambios estructurales que permitan inducir la eficiencia productiva y la capacidad competitiva de la industria nacional, para lo que evitará la protección comercial excesiva y permanente como norma de política.

Lo anterior, dentro del contexto de negociaciones que México ha llevado a cabo para su ingreso al acuerdo general sobre aranceles aduaneros y comercio (GATT).

VENEZUELA

La industria petroquímica en este país que se inició en la década de los 50, se ha orientado preferentemente a la satisfacción del mercado interno mediante la industrialización de sus recursos de gas natural. En la actualidad, la capacidad de producción, incluyendo fertilizantes nitrogenados, se eleva a 2,9 millones de toneladas, convirtiéndose así en el cuarto país oferente latinoamericano y en el principal de los países del Pacto Andino.

La producción petroquímica venezolana es atendida por tres empresas estatales, nueve de capital mixto y más treinta privadas, las cuales elaboran en su conjunto más de cincuenta productos petroquímicos. En general la capacidad productiva corresponde a una escala intermedia y está dirigida mayormente a la producción de básicos y finales.

Actualmente Venezuela produce: olefinas, fertilizantes, polietilenos, poliestireno, detergentes, plastificantes, fibras de poliéster, así como otros productos intermedios y finales.

Se ha iniciado un ambicioso plan de inversiones con participación concertada de los sectores estatal y privado, orientado a sustituir importaciones y crear nuevas exportaciones. Adicionalmente, el plan busca la diversificación de materias primas (naftas), una mayor integración de la industria y lograr una flexibilidad operacional en sus instalaciones productivas.

Entre los proyectos contemplados en dicho plan de expansión, que elevarán la capacidad instalada del país para 1990 a 4,8 millones de toneladas anuales, se

cuentan:

- Ampliación de la capacidad de plásticos.
- Incremento de la producción de básicos e intermedios con proyectos tales como olefinas, aromáticos, estireno y óxido de etileno.
- Diversificación en productos tales como resinas uréicas, glicoles etilénicos, anhídrido maléico y resinas epóxicas.
- Ampliación en la capacidad de fertilizantes (úrea granulada, DAP, etc.).
- Proyectos destinados a la exportación de productos como el MTBE y el amoníaco.

La política petroquímica de Venezuela plantea el estímulo a la inversión privada nacional e internacional en asociación con el Estado o de manera independiente en todas las etapas de transformación. Adicionalmente contempla el establecimiento de incentivos económicos y fiscales que garanticen la competitividad de los productos petroquímicos en los mercados nacional e internacional.

Entre los incentivos contemplados pueden mencionarse: bono a la exportación conforme el valor agregado de la producción, y exoneración temporal del impuesto sobre la renta para nuevas inversiones, bajo la condición de que sean colocadas acciones en el mercado nacional de capitales.

En materia tecnológica, el país realiza actualmente importantes esfuerzos de investigación y desarrollo en diferentes centros y, en especial, en el Instituto de Investigaciones Petroleras y Petroquímicas (INTEVEP). Asimismo, se ha estimulado el desarrollo local de la capacidad de ingeniería, la manufactura de bienes de capital y la aplicación de plásticos de vanguardia.

FUERZAS Y DEBILIDADES DE LA INDUSTRIA

A nivel general se puede establecer que las fuerzas de la industria petroquímica en América Latina se centran en:

- Potencialidad del mercado, el que aún no se desarrolla a plena capacidad, como lo demuestran los consumos per cápita de este tipo de productos, observándose que el consumo per cápita promedio de Argentina, Brasil y México (145 kg/hab) resulta inferior en un 82% al registrado en 1985 por algunos países industrializados.
- Disponibilidad de reservas importantes de crudo (94 mil millones de barriles en 1985) y gas natural (5,5 billones de metros cúbicos de gas), recursos que

garantizan un suministro confiable de insumos petroquímicos.

- América Latina cuenta con algunos países con un buen nivel de integración y experiencia, en aspectos técnicos, tecnológicos, comerciales y de recursos humanos, lo cual puede ser aprovechado para facilitar el desarrollo integral de la Región.

Por su parte, las principales debilidades que esta industria refleja son:

- Agudo desfinanciamiento, acentuado por la crítica situación económica que muestran los países de la Región, agobiados por los compromisos de deudas externas y afectados por la caída de los precios internacionales de los principales productos de exportación de la Región.
- Falta de coordinación regional en los diversos programas de inversión en materia petroquímica, situación que ha conllevado a realidades de sobre capacidad en algunos productos y déficits en otros.
- Desequilibrio en el esquema de abastecimiento de materias primas para la industria petroquímica. En el caso de México, Venezuela y otros países, se observa una fuerte preponderancia del gas natural como insumo, lo que incide en una insuficiente oferta, principalmente de aromáticos. En el caso de Brasil, la materia prima exclusiva es la nafta, lo que le asegura una adecuada oferta de todos los productos básicos. En lo referente a Argentina y Colombia, existe un abastecimiento equilibrado entre gas natural y nafta.
- Falta de una regulación eficiente en materia tecnológica, propiciándose que en algunos casos las tecnologías adquiridas fuera de la Región no sean las más competitivas. En este sentido, vale la pena mencionar que -en la mayoría de los casos- las tecnologías de vanguardia normalmente no se encuentran disponibles, salvo para el caso de algunos intermedios y finales de uso general pero con condiciones que generalmente limitan la libre comercialización de los productos fabricados en los mercados internacionales.
- Inadecuado equilibrio en los montos y valor agregado de los productos intercambiados, situaciones que derivan en una falta de coherencia en los acuerdos comerciales, con el consecuente sub-aprovechamiento de la potencialidad comercial de la Región.
- Volúmenes comercializados de poca escala, que propician altos costos de transporte, los que -anudados a las deficiencias de infraestructura en este sentido-

deterioran el intercambio comercial de la Región. Así, se observa que en general los fletes a mercados extrarregionales son más económicos que los existentes entre los propios países de la Región, situación que ha inducido a la mayor comercialización hacia otras áreas, en tanto que la regional ha disminuido.

- En su conjunto, la Región muestra una escasa infraestructura humana en el campo tecnológico, que se traduce en un bajo nivel de asimilación y desarrollo tecnológico, así como de capacidad operativa y de gestión empresarial.

Desde el punto de vista estructural (Cuadro 5.3) se encuentra que la Región denota problemas considerables de integración en el sector petroquímico que lo ubican en una condición de debilidad en el entorno internacional, como se aprecia a continuación.

- Las cadenas productivas derivadas del Metanol, Butadieno y Paraxileno muestran problemas estructurales de desarticulación en el punto de los petroquímicos precursores, no así en el caso de derivados.
- Las cadenas productivas derivadas del etileno y propileno muestran debilidades en la producción de petroquímicos intermedios para su transformación en productos finales.
- En forma similar, aunque en menor grado, las cadenas derivadas del benceno observan problemas en la producción de intermedios.
- En la cadena del propileno, se encuentran problemas de estructura al final del proceso de transformación petroquímico en el área de plásticos.
- Finalmente, las cadenas derivadas del tolueno y ortoxileno no muestran problemas de estructura apreciables.

En resumen, si bien la industria petroquímica latinoamericana enfrenta aún diversos problemas a los que es necesario dar solución para propiciar su mayor y mejor desenvolvimiento futuro, cabe reconocer que ha alcanzado un importante nivel de desarrollo que la convierte en una de las industrias que brindan a los países de la Región en específico y a esta en su conjunto, un gran número de opciones reales para apoyar su desarrollo económico. Resaltando el hecho de que con la condición alcanzada en varios de los países se ha convertido en uno de los sectores de mayor adelanto relativo en relación a otras actividades industriales en los mismos.

CUADRO E.3

ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA
DE AMERICA LATINA
(% de cobertura del mercado)

POSICION	BUENA 1.0 - 0.95	ACEPTABLE 0.94 - 0.85	DEFICIENTE 0.84
PRODUCTOS BASICOS			
ETILENO	1.1		
PROPILENO	1.1		
BUTADIENO			0.8
BENCENO	1.2		
TOLUENO	1.1		
ORTOXILENO	1.1		
PARAXILENO			0.6
METANOL			0.8
PRODUCTOS INTERMEDIOS DERIVADOS DC.			
ETILENO			0.8
PROPILENO			0.8
BUTADIENO		0.9	
TOLUENO	1.0		
ORTOXILENO	1.2		
PARAXILENO	1.5		
METANOL	1.1		
PRODUCTOS FINALES DERIVADOS DC.			
ETILENO	FIBRAS	1.1	
	PLASTICOS	1.1	
	HULES	1.2	
PROPILENO	FIBRAS	1.0	
	PLASTICOS		0.8
BUTADIENO	HULES	1.1	
BENCENO	FIBRAS	1.1	
	PLASTICOS	1.1	
	HULES	1.2	
TOLUENO	INTERMEDIOS PARA ESPUMAS	1.0	
ORTOXILENO	INTERMEDIOS PLASTIFICANTES	1.2	
PARAXILENO	FIBRAS	1.1	
METANOL	RESINAS	1.0	

El importante efecto que la industria petroquímica puede tener en la economía de cualquier país se puede dimensionar mencionando que esta rama industrial se vincula con un gran número de otros sectores industriales tales como textiles, bienes de capital, farmoquímicos y alimentos, por mencionar sólo algunos. Adicionalmente, esta industria permite captar divisas de manera rentable y dar, al mismo tiempo, alto valor agregado a los recursos hidrocarburíferos con los que cuentan varios de los países latinoamericanos.

Sin embargo, en virtud de la condición económica por la que han venido atravesando nuestros países, el ritmo de crecimiento del sector se ha visto disminuido, lo que -aunado a los recientes cambios que se han verificado en el entorno internacional- hace necesario instrumentar medidas que permitan que la industria petroquímica latinoamericana no pierda el nivel alcanzado y aproveche las oportunidades que el nuevo escenario económico mundial ofrece.

En este contexto, un elemento importante -al definir las estrategias del desarrollo de esta industria a nivel regional- es el promover desde el punto de vista geográfico una distribución más homogénea de la capacidad productiva de la Región, sin olvidar el principio de complementariedad tan necesario para racionalizar los esfuerzos que los distintos países tendrán que hacer en esta industria en términos de recursos económicos destinados a inversión.

PERSPECTIVAS

El desarrollo futuro de la industria petroquímica en América Latina dependerá de la capacidad de respuesta que los países latinoamericanos, individual y/o colectivamente, adopten en relación con la solución de la problemática que se observa hoy en día en la misma, así como de la definición de metas realistas que eviten la duplicación de esfuerzos y optimicen los escasos recursos financieros con los que se cuenta.

Adicionalmente, es preciso considerar algunos aspectos extrarregionales, tales como la evolución de la economía mundial, el intercambio comercial y las restricciones financieras, cuyo peso en los próximos años, es primordial para propiciar un sano crecimiento de la industria petroquímica en América Latina.

PERSPECTIVAS ECONOMICAS

La agudización del desequilibrio económico observado a nivel mundial en los últimos años, provocado en gran parte por el debilitamiento de la economía estadouni-

dense y el descenso del comercio internacional, ha mostrado un proceso de recuperación lenta, que no vislumbra en el corto y mediano plazo una mejoría de la economía internacional que permita a los países en vías de desarrollo superar la crisis por la que actualmente atraviesan.

En base a lo anterior, la disponibilidad de recursos financieros para el crecimiento industrial de los países en vías de desarrollo se ha tornado escasa y de alto costo, haciéndose necesaria la instrumentación de programas estratégicos que optimicen el empleo de dichos recursos.

La evolución de la economía mundial en el mediano y largo plazo no es predecible, y los escenarios alternativos más probables conducen a perspectivas de desarrollo cambiantes y a veces contradictorias para los países en vías de desarrollo.

TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA EN EL MUNDO

Durante los próximos cinco años, se estima que el mercado mundial de petroquímicos crecerá a una tasa entre el 3% y 3,5% anual, correspondiendo a los países en vías de desarrollo los índices más altos.

Por su parte, el proceso de racionalización de la industria se mantendrá por lo menos hasta el mediano plazo, razón por la cual se prevén capacidades productivas saturadas y, por ende, faltantes en algunos productos petroquímicos de uso general, especialmente en aromáticos y metanol. No obstante, es preciso mencionar que, aunque en olefinas se podrían esperar situaciones de equilibrio, por la entrada en operación de las unidades de productores emergentes, las ventas de éstos serán en buena medida de carácter cautivo hacia los países industrializados, situación que no favorecerá mayormente a los países en vías de desarrollo.

Lo anterior, así como la baja inversión en petroquímica, generará desbalances que -entre otras cosas- propiciará un repunte en el nivel de precios de productos petroquímicos, particularmente en derivados de aromáticos y propileno, en los que los países en vías de desarrollo tienen, en general, problemas de integración.

Para estos últimos países, a pesar de que mostrarán una mejoría en su nivel de autosuficiencia y en algunos casos generarán excedentes exportables de importancia en productos de uso general, el panorama global indica que sus balances comerciales de petroquímicos tenderán

a deteriorarse en función de que importarán cantidades mayores de productos tradicionales o bien de alta densidad económica.

Como contraparte, los países industrializados se abocarán a la explotación de productos de alto contenido tecnológico y de petroquímicos de uso general que resulten estratégicos para mantener el control del mercado mundial.

TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA EN LAS REGIONES EN DESARROLLO

En el Medio Oriente el desarrollo petroquímico continuará orientado a la producción de derivados del gas natural como son metanol, amoníaco, fertilizantes nitrogenados, etileno y sus derivados. Asimismo vale la pena resaltar que la delicada situación geopolítica que afecta a la Región, ha diferido o cancelado proyectos de diversificación en el campo de aromáticos y productos terminados que se tenían programados en el complejo petroquímico de Abadán en Irán.

En Asia, la industria petroquímica ha evolucionado a un ritmo acelerado, observándose que países como Corea e India poseen estructuras productivas desarrolladas, especialmente en los campos de fibras y resinas sintéticas. Sin embargo, se debe mencionar que, con excepción de Indonesia, el resto de los países no cuentan con recursos petrolíferos importantes, por lo que dependen de crudo importado para la operación de sus unidades productivas.

Para los próximos años los desarrollos petroquímicos se orientarán a la producción de aromáticos, a fin de integrar su producción de fibras y de plásticos derivados del etileno y propileno en los que son deficitarios. Asimismo, los países con mayor tradición petroquímica incursionarán o ampliarán sus capacidades de petroquímicos intermedios a fin de superar los desbalances que de los mismos enfrentan.

Cabe mencionar que en esta área existen tres tipos de países: los que tienen recursos hidrocarbúricos con industria poco desarrollada (Indonesia), los que tienen mercados importantes y una industria de mediano desarrollo (India y China) y los que tienen una industria desarrollada pero mercados un tanto inferiores (Singapur y Corea), en virtud de lo cual han enfrentado una problemática similar a la de América Latina, pero que desde hace algunos años han adoptado planes efectivos a fin de orientar estratégicamente sus proyectos, intensificar su comercio interregional, disminuir la dependencia de los países industrializados y fomentar las

exportaciones, las que se han incrementado en forma sustancial en los últimos 10 años.

En Africa, la industria se encuentra poco desarrollada, no obstante que los países del norte de la Región han impulsado proyectos canalizados para abastecer prioritariamente sus mercados internos y darle el mayor valor agregado a los recursos con que cuentan, de tal forma que se han orientado a la producción de petroquímicos básicos, fertilizantes nitrogenados, así como de etileno y sus derivados, especialmente de polítilenos y cloruro de polivinilo, encontrándose que los proyectos a impulsar estarán en la misma línea de los ya establecidos.

MATERIAS PRIMAS

Los cambios que se han registrado en los últimos meses en la estructura de precios de las dos materias primas básicas de la industria petroquímica, petróleo y gas, han hecho que las fracciones derivadas del crudo (nafta y gasóleos) recuperen gran parte de la competitividad que habían perdido frente al gas natural y sus líquidos desde mediados de la década pasada, previéndose un uso más intensivo de estos insumos en los próximos años, especialmente por los déficits previstos a nivel mundial en aromáticos y butadieno.

No obstante lo anterior, se estima que el gas natural siga ganando terreno como insumo precursor de olefinas, en virtud de que la mayor parte de las plantas que se tienen proyectadas en las naciones en desarrollo parten de esta materia prima.

De esta forma, el empleo de materias primas para la producción de etileno/propileno se estima como sigue:

CUADRO 6.1

INSUMOS EMPLEADOS POR PLANTAS DE ETILENO/PROPILENO A NIVEL MUNDIAL (%)			
	1985	1990	1995
GAS NATURAL	22	29	31
NAFTAS	54	50	48
LPG	16	14	14
OTROS	8	7	7

FUENTE: Comisión Petroquímica Mexicana con datos World Petrochemicals, Predicast - 1986

ORIENTACION TECNOLOGICA

A fin de hacer más competitiva a la industria petroquímica mundial, el proceso de reestructuración futura de la misma canalizará sus esfuerzos en materia tecnológica a la adecuación de economías de escala y reducciones en los montos de inversión por cadena productiva. En este contexto, los desarrollos tecnológicos se abocarán principalmente a las siguientes áreas:

- Acortamiento de cadenas productivas, a fin de aumentar el valor agregado de los hidrocarburos y generar ventajas comparativas con las rutas tradicionales.
- Empleo de catalizadores más selectivos que maximicen los rendimientos de los procesos de manufactura.
- Uso racional de la energía empleada en los procesos, con el fin de disminuir costos de producción.
- Medidas de protección ambiental encaminadas a la producción de menor cantidad de efluentes indeseables.
- Automatización de procesos, con el objeto de incrementar la productividad y brindar mayores índices de seguridad.
- Flexibilización de procesos a fin de operar con una variedad más amplia de materias primas.

COMERCIO INTERNACIONAL Y POLITICAS COMERCIALES

En lo que resta de la presente década, se estima que el comercio mundial de productos petroquímicos mostrará una evolución moderada (4,7% anual) previéndose que el valor de las exportaciones mundiales registradas en 1982 (31 mil millones de dólares) alcanzarán para 1990 un valor aproximado de 43 mil millones de dólares de 1982 (Cuadro 6.2).

En lo relativo a las exportaciones, los países industrializados realizarán para 1990 el 70% de las mismas, en tanto que los países en vías de desarrollo y de economía centralmente planificada cubrirán los restantes 20% y 10%, respectivamente.

En cuanto a las importaciones mundiales, los países industrializados participarán con el 40% y los países en vías de desarrollo y de economía centralmente planificada con el 48 y 12% respectivamente. Cabe señalar que los mayores intercambios de productos petroquímicos continuarán desarrollándose entre los países industrializados y, en segunda instancia, entre éstos y los países en vías de desarrollo.

CUADRO 6.2

COMERCIO INTERNACIONAL DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS*
(Miles de Millones de Dólares de 1982)

	1 9 8 2			1 9 9 0		
	E	I	S	E	I	S
PAISES INDUSTRIALIZADOS	21.8	11.5	10.3	30.2	17.2	13.0
PAISES EN VIAS DE DESARROLLO	5.6	15.0	(9.4)	8.8	20.8	(12)
PAISES DE ECONOMIA CENTRALMENTE PLANIFICADA	3.2	4.3	(1.1)	4.3	5.4	(1.1)
TOTAL	30.6	30.8	(0.2)	43.3	43.4	(0.1)

* Estimado empleando datos estadísticos de ONUDI, ADL

En lo que toca a políticas comerciales, se estima que los países industrializados continuarán con medidas proteccionistas, especialmente de tipo no arancelario, y primordialmente en contra del flujo de productos de los países en vías de desarrollo y de economía centralmente planificada. Cabe señalar que los países industrializados sólo se mantendrán abiertos a la importación de petroquímicos básicos y de algunos intermedios, en tanto que para la mayoría de estos últimos, así como para los productos finales, la tasa efectiva de protección llega a fluctuar entre el 65 y 100% en estos mercados.

Por otra parte, la escasez de divisas en los países en vías de desarrollo incentivará el comercio de compensación, ya que este brinda, entre otras ventajas: el evitar la salida de divisas, la relativa estabilización de mercados sujetos a fluctuaciones, una mejor programación de la producción, fortalecimiento del comercio regional y se fomento del intercambio de conocimientos tecnológicos.

SITUACION DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA LATINOAMERICANA EN 1990 CON BASE AL ESCENARIO ACTUAL

La situación que se describe en esta sección representa una primera aproximación de las previsiones para la industria petroquímica de la región en 1990, con fundamento en el estado actual de la misma y en las tendencias generales que se estiman a nivel mundial.

Para 1990, se considera que la capacidad instalada total de la Región (Anexo 1) se incrementará a 51,8 millones de toneladas, lo que representaría un incremento del 24,4% con relación a 1985. Petroquímicos básicos, intermedios y resinas sintéticas serán los campos de mayor inversión, ya que observarán incrementos globales de 39%, 24% y 22%, respectivamente.

Se estima que la producción total se incrementará a una tasa del 6,4% anual, correspondiendo a fibras sintéticas, petroquímicos intermedios y básicos los comportamientos más dinámicos con 7,0%, 6,8% y 6,5% anual, respectivamente. Así se prevé que para 1990 dicha producción ascienda a 21 millones de toneladas.

En relación con el consumo aparente, éste aumentará a un ritmo del 7,9% anual y, con excepción de hules sintéticos, el resto de las subramas mostrarán crecimientos superiores al 6% anual. De esta forma, para 1990 se estima un consumo total de 41,8 millones de toneladas.

Por otra parte, aunque se espera se incrementen las

exportaciones de algunos productos petroquímicos, como el ácido tereftálico, cloruro de polivinilo, metil terbutil éter, el comportamiento global refleja una tendencia al estancamiento, con lo que las exportaciones en 1990 serían equivalentes a las de 1985 (3,8 millones de toneladas).

En contraste, se prevé que las importaciones se incrementarán a una tasa promedio del 3,3% anual, pasando de 3,2 millones de toneladas en 1985 a 3,8 millones de toneladas en 1990, situación que ofrece a los países de América Latina una oportunidad para aumentar el intercambio comercial intrarregional.

Aunque la sobrecapacidad efectiva global (1), calculada en aproximadamente 4,9 millones de toneladas, mostraría un nivel aceptable y sólo representaría el 9% de la capacidad instalada y el 12% de la producción en 1990, se observa que existen productos, especialmente en petroquímicos básicos e intermedios, en los que la misma resultará excesiva, en tanto que en otros, este concepto es inexistente. En consecuencia, este fenómeno conlleva a una situación de desbalance y refleja la falta de coordinación en las inversiones efectuadas y programadas en la Industria Petroquímica de la Región.

CUADRO 6.3

SOBRECAPACIDAD EFECTIVA EN AMERICA LATINA
(% DE LA PRODUCCION)

SUBPROGRAMA	1985	1990
PETROQUIMICOS BASICOS INTERMEDIOS	42	19
PETROQUIMICOS	13	29
FIBRAS SINTETICAS	29	1
RESINAS SINTETICAS	41	26
HULES SINTETICOS	74	64
FERTILIZANTES NITROGENADOS	9	--
TOTAL	29	12

FUENTE: Países Miembros de OLADE.

Como resultado de lo planteado anteriormente, se encuentra que en términos de volumen el superávit de 90 mil toneladas registrado en 1985 pasará a ser un déficit de 460 mil toneladas, aproximadamente, en 1990, para la muestra de 54 productos analizados (Anexo 2).

(1) Sobrecapacidad efectiva = 90% de la capacidad instalada - producción

En lo relativo a materias primas, se considera que en general los países de América Latina continuarán desarrollando una industria basada en la industrialización del gas natural, a excepción de Brasil que continuará impulsando su industria a partir de nafta y gasóleos.

En materia de inversiones, los programas actuales indican que en el corto plazo las mismas se abocarán fundamentalmente a la corrección de los desbalances de cada país, así como a proyectos de diversificación en petroquímicos tradicionales. En el Anexo No. 6 se define el detalle de los proyectos en ejecución por país con sus fechas de entrada en operación.

Finalmente, en materia tecnológica los países de la Región se orientarán al desarrollo de algunos componentes tecnológicos, como son: la ingeniería básica y de proceso, y en menor grado, en los campos de catálisis, racionalización en el uso de energía y protección ambiental.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis de la situación que guarda la industria petroquímica latinoamericana en la actualidad y las previsiones que la misma contempla, se presentan las conclusiones y recomendaciones más relevantes que permitirán, en la medida de lo posible, generar elementos para la elaboración de un programa estratégico cuya instrumentación pretenderá corregir las deficiencias actuales, propiciando la integración petroquímica regional y contemplando la situación de aquellos países con ventajas comparativas que aún no han podido desarrollar este potencial, dentro de un marco de fortalecimiento económico y crecimiento ordenado de esta industria.

1. CONCLUSIONES

- 1.1 La industria a nivel mundial ha registrado en los últimos años un proceso de cambio estructural reflejado principalmente en la racionalización de la oferta de productos de uso general en los países industrializados y la redistribución de parte de la misma, hacia los países en vías de desarrollo, así como la modernización de las empresas del sector petroquímico y la tendencia de estas últimas en los países industrializados, a la elaboración de productos de alto contenido tecnológico.

- 1.2 El crecimiento global de la industria petroquímica en América Latina ha observado un comportamiento dinámico a lo largo de su historia. Sin embargo, analizando la situación particular de los distintos países, se observan comportamientos marcadamente diferenciados. Existe un grupo de países en los que el sector petroquímico ha alcanzado una posición relevante dentro de sus respectivas estructuras industriales y con competitividad internacional. Asimismo, se observa otro grupo de países que, pese a disponer de ventajas comparativas (materias primas y localización favorable), no han podido desarrollar su industria en consonancia con las mismas. Cabe señalar que en los últimos cinco años el crecimiento global de la industria petroquímica de América Latina se ha visto disminuido en virtud de las condiciones económicas prevalecientes.
- 1.3 El desarrollo petroquímico de América Latina no ha sido planeado en forma concertada dentro de la Región, detectándose problemas de estructura productiva, sobrecapacidades en algunas líneas y/o productos y el desabastecimiento en otros, propiciando así el uso ineficiente de recursos en la Región.
- 1.4 En lo relativo a materias primas, se considera que, en general, los países de América Latina continuarán desarrollando una industria basada en la industrialización del gas natural, a excepción de Brasil que continuará impulsando su industria a partir de nafta y gasóleos.
- 1.5 Se observa un insuficiente comercio de productos petroquímicos entre los países de la Región, debido principalmente a la falta de conocimiento de la potencialidad comercial de cada país, a la condición que presentan los altos costos de fletes intrarregionales en comparación con los extrarregionales, así como en razón de una inadecuada infraestructura de transporte.
- 1.6 La tendencia de la industria petroquímica mundial en materia tecnológica indica la canalización de esfuerzos a lograr la adecuación de economías de escala y la reducción en los montos de inversión por cadena productiva.

- 1.7 En América Latina, en su conjunto, se observa una escasa infraestructura humana en el campo tecnológico que se traduce en un bajo nivel de asimilación y desarrollo tecnológico, así como de capacidad operativa y de gestión empresarial. Sin embargo, en algunos países de la Región, se detectan avances importantes en bienes de capital, en ingenierías básica, de proceso, de detalle y construcción. Para los próximos años, los países de la Región fortalecerán los campos tecnológicos actualmente desarrollados y, adicionalmente, incursionarán en el área de catálisis, uso racional de energía y protección ambiental.
- 1.8 A pesar de las proyecciones económicas de la Región y la incertidumbre en la evolución de los escenarios de la economía mundial, las perspectivas de la industria petroquímica en América Latina son promisorias ya que en promedio se estiman crecimientos de los mercados internos superiores al 6% anual.

2. RECOMENDACIONES

- 2.1 Propiciar el desarrollo petroquímico de cada país y de la Región, maximizando en lo posible la disponibilidad local y regional de materias primas. En este sentido será necesaria una adecuada planificación y cooperación regional.
- 2.2 Buscar la complementación, para evitar el desarrollo de capacidades excedentarias de algunos productos y deficitaria de otros. En tal consecuencia, se hace necesaria la revisión detallada de los programas de inversión actuales de cada país, a fin de distribuir los proyectos en forma estratégica y con la mayor escala posible.
- 2.3 Mejorar y optimizar los niveles de eficiencia y calidad tanto en aspectos productivos, como administrativos y comerciales.
- 2.4 Incentivar el comercio entre los países de la Región aprovechando al máximo la complementariedad, disminuyendo las limitaciones existentes y dando prioridad al comercio intrarregional frente al extrarregional.
- 2.5 Procurar que el intercambio comercial intrarregional de productos petroquímicos tenga un carácter prioritario en relación al comercio extrarregional.

- 2.6 Evaluar la instrumentación de nuevos esquemas de financiamiento, similares a otros ya implementados en la Región, que procuren el desarrollo petroquímico.
- 2.7 Impulsar, siguiendo ejemplos exitosos en la Región, la creación de empresas multinacionales entre los países latinoamericanos.
- 2.8 Fomentar la asistencia técnica entre las empresas petroquímicas, las firmas de ingeniería y los centros de investigación y desarrollo en los países de la Región, a fin de incrementar la competitividad de las primeras, y lograr un desarrollo tecnológico permanente y acorde con las modalidades que en esta materia presenta el mundo.
- 2.9 Realizar el levantamiento de un inventario regional de tecnologías y servicios tecnológicos, así como la elaboración de un catálogo de expertos en las diferentes áreas de esta industria.
- 2.10 Realizar estudios a nivel regional sobre los siguientes aspectos:
 - . Políticas de promoción del desarrollo petroquímico.
 - . Industria de los fertilizantes y su perspectiva.
 - . Barreras comerciales e infraestructura de transporte.
 - . Análisis de las bases para establecer un acuerdo regional sobre fletes.
- 2.11 Coordinar los sistemas de información petroquímica existentes en la Región, a fin de conocer de manera detallada la situación corriente y perspectivas de la misma, efectuando la publicación de documentos que resulten necesarios.
- 2.12 Encargar a la Secretaría Permanente de GLADE para que, con otros organismos de integración regional, coadyuve al mejor cumplimiento de las recomendaciones formuladas anteriormente.

A N E X O S

ANEXO 1

INDUSTRIA PETROQUIMICA EN AMERICA LATINA SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE CORTO PLAZO (MILES DE TM)

	CAPACIDAD INSTALADA		CONSUMO APARENTE	
	1985	1990	1985	1990
PETROQUIMICOS BASICOS	15.046	17.740	9.232	13.264
PETROQUIMICOS INTERMEDIOS	10.006	13.878	7.334	9.872
FIBRAS SINTETICAS	1.132	1.228	853	1.105
RESINAS SINTETICAS	5.385	6.576	3.297	4.668
HULES SINTETICOS	953	1.103	528	643
FERTILIZANTES NITROGENADOS (1)	9.167	11.332	7.386	12.230
TOTAL	41.689	51.857	28.630	41.782

(1) SOLO INCLUYE AMONIACO Y UREA

FUENTE: COMISION PETROQUIMICA MEXICANA CON DATOS DE PAISES
MIEMBROS DE OLADE.

ANEXO 2

BALANCE OFERTA DEMANDA DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS PETROQUIMICOS

EN AMERICA LATINA EN 1985 - 1990

(Miles de toneladas)

P R O D U C T O	1985			1990		
	OFERTA	DEMANDA	BALANCE	OFERTA	DEMANDA	BALANCE
BASICOS						
ETILENO	2.442	2.223	219	3.107	3.117	(10)
PROPILENO	1.003	934	69	1.353	1.457	(104)
BUTADIENO	335	334	1	330	463	(133)
BENCENO	886	727	159	1.100	944	156
TOLUENO	608	560	48	864	796	68
ORTOXILENO	158	147	11	173	218	(45)
PARAXILENO	221	372	(151)	321	521	(200)
METANOL	378	432	(54)	978	693	285
SUBTOTAL	6.031	5.729	302	8.226	8.209	17
INTERMEDIOS						
ACETALDEHIDO	242	306	(64)	330	409	(79)
OXIDO DE ETILENO	221	278	(57)	328	377	(49)
ETILENGLICOL	241	173	68	270	243	27
DICLOROETANO	1.043	869	174	945	945	-
CLORURO DE VINILO	545	819	(274)	927	1.140	(213)
ETILENBENCENO	402	386	16	586	586	-
ESTIRENO	325	481	(156)	500	673	(173)
ACIDO ACETICO	257	233	24	347	346	1
ACETATO DE VINILO	80	102	(22)	183	132	51
ACRILONITRILLO	119	204	(85)	222	301	(79)
OXIDO DE PROPILENO	104	144	(40)	125	165	(40)
ISOPROPANOL	62	102	(40)	71	145	(74)
2-ETIL HEXANOL	102	88	14	130	109	21
N-BUTANOL	41	44	3	36	54	(18)
CICLOHEXANO	144	136	8	162	190	(28)
CAPROLACTAMA	112	121	(9)	137	170	(33)
ACIDO ADIPICO	38	47	(9)	50	64	(14)
CUMENO	191	184	7	244	286	(42)
FENOL	129	125	4	182	161	21
ACETONA	128	129	(1)	175	167	8
ACIDO TEREFALICO	320	197	123	410	258	152

TEREFTALATO DE DIMETILO	291	206	85	370	302	68
ANHIDRIDO FTALICO	152	132	20	206	196	10
TOLUEN DIISOCIANATO	52	48	4	58	68	(10)
FORMALDEHIDO	372	372	-)	530	521	9
CLOROMETANOS	54	71	(17)	11	48	(37)
METILAMINAS	12	13	(1)	19	24	(5)
METIL TERBUTIL ETER	70	12	58	265	55	210
METACRILATO DE METILO	22	27	(5)	34	40	(6)
SUBTOTAL	5.871	6.049	(178)	7.853	8.175	(322)
FIBRAS SINTETICAS						
FIBRAS ACRILICAS	145	144	1	208	198	10
FIBRAS NYLON	170	168	2	240	230	10
FIBRAS POLIESTER	368	334	34	506	469	37
SUBTOTAL	683	646	37	954	897	57
RESINAS SINTETICAS						
POLIETILENO B.D.	971	918	53	1.220	1.352	(132)
POLIETILENO A.D.	371	340	31	579	519	60
CLORURO DE POLIVINILO	803	698	105	1.103	956	147
POLIPROPILENO	253	348	(95)	319	457	(138)
POLISTIRENO	326	288	38	373	280	93
RESINAS ABS	51	51	0	84	60	24
RESINAS FENOLICAS	86	87	(1)	120	118	2
RESINAS UREICAS	157	156	1	211	211	0
RESINAS MELAMINICAS	22	23	(1)	31	32	(1)
SUBTOTAL	3.040	2.909	131	4.040	3.985	55
HULES SINTETICOS						
HULE SBR	330	287	43	402	365	37
HULE PBR	91	116	(25)	145	148	(3)
HULE NBR	16	11	5	20	31	(11)
HULE POLICLOROPRENO	-	15	(15)	-	25	(25)
HULE BUTILO	-	30	(30)	-	40	(40)
SUBTOTAL	437	459	(22)	567	609	(42)
GRAN TOTAL	16.062	15.792	270	21.640	21.875	(235)

ANEXO 3 (CONT.)

PRODUCCION DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS EN 1985

(Miles de toneladas)

P A I S E S	BASICOS	INTERMEDIOS	FIBRAS	RESINAS	HULES	FERTILIZANTES	TOTAL
			SINTETICAS	SINTETICAS	SINTETICOS	NITROGENADOS	
ARGENTINA	867	442	60	237	57	176	1.839
BRASIL	3.569	3.817	275	1.951	282	2.201	12.095
CHILE	31	32	4	31	-	-	98
ECUADOR	-	5	6	14	-	-	25
MEXICO	4.787	2.729	359	844	154	3.627	12.500
VENEZUELA	189	220	38	310	0	805	1.562
GRUPO ANDINO	106	104	49	41	-	790	1.090
TOTAL	9.549	7.349	791	3.428	493	7.599	29.209

GRUPO ANDINO: BOLIVIA, COLOMBIA, ECUADOR, PERU, VENEZUELA.

FUENTE: COMISION PETROQUIMICA MEXICANA.

ANEXO 3 (CONT.)

IMPORTACIONES DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS EN 1985

(Miles de toneladas)

P A I S E S	BASICOS	INTERMEDIOS	FIBRAS SINTETICAS	RESINAS SINTETICAS	HULES SINTETICOS	FERTILIZANTES NITROGENADOS	TOTAL
ARGENTINA	2	78	5	41	7	120	253
BRASIL	36	73	4	18	34	33	198
CHILE	16	17	9	50	11	125	228
ECUADOR	12	5	15	8	7	N.D.	47
MEXICO	362	781	3	322	21	65	1.554
VENEZUELA	62	148	44	84	52	0	390
GRUPO ANDINO	3	69	95	101	11	285	564
TOTAL	493	1.171	175	624	143	628	3.234

GRUPO ANDINO: BOLIVIA, COLOMBIA Y PERU

FUENTE: COMISION PETROQUIMICA MEXICANA

55

ANEXO 3 (CONT.)

EXPORTACIONES DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS EN 1985

(Miles de toneladas)

P A I S E S	FIBRAS RESINAS HULES FERTILIZANTES						TOTAL
	BASICOS	INTERMEDIOS	SINTETICAS	SINTETICAS	SINTETICOS	NITROGENADOS	
ARGENTINA	295	71	0	62	29	13	470
BRASIL	394	664	41	511	41	41	1.692
CHILE	-	-	-	6	-	-	6
ECUADOR	-	-	-	-	-	-	-
MEXICO	113	404	56	147	38	237	995
VENEZUELA	4	41	2	22	0	318	387
GRUPO ANDINO	4	6	* 14	7	-	232	263
TOTAL	810	1.186	113	755	108	841	3.813

GRUPO ANDINO: BOLIVIA, COLOMBIA Y PERU

FUENTE: COMISION PETROQUIMICA MEXICANA

ANEXO 3 (CONT.)

DEMANDA TOTAL DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS EN 1985

(Miles de toneladas)

P A I S E S	BASICOS	INTERMEDIOS	FIBRAS	RESINAS	HULES	FERTILIZANTES	TOTAL
			SINTETICAS	SINTETICAS	SINTETICOS	NITROGENADOS	
ARGENTINA	574	449	65	216	35	283	1.622
BRASIL	3.211	3.226	238	1.458	275	2.193	10.601
CHILE	47	49	13	75	11	125	320
ECUADOR	12	10	21	22	7	N.D.	72
MEXICO	5.036	3.106	306	1.019	137	3.455	13.059
VENEZUELA	247	327	80	372	52	487	1.565
GRUPO ANDINO	105	167	130	135	11	843	1.391
TOTAL	9.232	7.334	853	3.297	528	7.386	28.630

GRUPO ANDINO: BOLIVIA, COLOMBIA Y PERU

FUENTE: COMISION PETROQUINICA MEXICANA

ANEXO 3 (CONT.)

CAPACIDAD INSTALADA DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS EN 1990

(Miles de toneladas)

P A I S E S	BASICOS	INTERMEDIOS	FIBRAS	RESINAS	HULES	FERTILIZANTES	TOTAL
			SINTETICAS	SINTETICAS	SINTETICOS	NITROGENADOS	
ARGENTINA	1.065	1.231	145	736	58	191	3.426
BRASIL	6.615	5.992	336	3.641	745	2.455	19.784
CHILE	815	56	16	66	-	N.D.	953
ECUADOR	-	9	8	25	-	-	42
MEXICO	8.279	5.533	577	1.507	214	5.524	21.634
VENEZUELA	595	932	53	582	0	2.626	4.788
GRUPO ANDINO	371	125	93	19	86	536	1.230
TOTAL	17.740	13.878	1.228	6.576	1.103	11.332	51.857

GRUPO ANDINO: BOLIVIA, COLOMBIA Y PERU

FUENTE: COMISION PETROQUIMICA MEXICANA.

ANEXO 3 (CONT.)

DEMANDA TOTAL DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS EN 1990

(Miles de Toneladas)

P A I S E S	BASICOS	INTERMEDIOS	FIBRAS SINTETICAS	RESINAS SINTETICAS	HULES SINTETICOS	FERTILIZANTES NITROGENADOS	TOTAL
ARGENTINA	875	735	104	389	48	355	2.506
BRASIL	3.810	4.092	320	2.000	340	3.530	14.092
CHILE	73	77	25	111	9	230	525
ECUADOR	16	12	23	25	8	N.D.	84
MEXICO	7.440	4.255	370	1.370	160	5.300	18.895
VENEZUELA	900	451	93	588	60	1.365	3.457
GRUPO ANDINO	150	250	170	185	18	1.450	2.223
TOTAL	13.264	9.872	1.105	4.668	643	12.230	41.782

GRUPO ANDINO: BOLIVIA, COLOMBIA Y PERU

FUENTE: COMISION PETROQUIMICA MEXICANA

ANEXO 4

RESUMEN POR PAISES DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA

EN AMERICA LATINA EN 1985

CAPACIDAD INSTALADA

(Miles de toneladas)

P A I S E S	P.Q. BASICOS	P.Q. INTERMEDIOS	FIBRAS SINTETICAS	RESINAS SINTETICAS	HULES SINTETICOS	FERTILIZANTES NITROGENADOS	TOTAL
ARGENTINA	922	727	133	519	58	151	2.550
BRASIL	6.202	4.389	333	3.123	649	2.455	17.151
CHILE	62	35	6	43	-	-	146
ECUADOR	-	9	8	22	-	-	39
MEXICO	7.339	4.323	506	1.209	160	4.149	17.686
VENEZUELA	150	398	53	450	-	1.936	2.887
GRUPO ANDINO 1/	371	125	93	19	86	525	1.230
TOTAL	15.046	10.006	1.132	5.385	953	9.167	41.689

1/ GRUPO ANDINO EXCLUYE A VENEZUELA Y ECUADOR

FUENTE: COMISION PETROQUIMICA MEXICANA CON INFORMACION PROPORCIONADA POR LOS PAISES Y EN EL CASO DEL GRUPO ANDINO CON DATOS DE APLA.

ANEXO 4 (CONT.)

RESUMEN POR PAISES DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA

EN AMERICA LATINA EN 1985

CONSUMO APARENTE

(Miles de toneladas)

P A I S E S	BASICOS	INTERMEDIOS	FIBRAS	RESINAS	HULES	FERTILIZANTES	TOTAL
			SINTETICAS	SINTETICAS	SINTETICOS	NITROGENADOS	
ARGENTINA	574	449	65	216	35	283	1.622
BRASIL	3.211	3.226	238	1.458	275	2.193	10.601
CHILE	47	49	13	75	11	125	320
ECUADOR	12	10	21	22	7	N.D.	72
MEXICO	5.036	3.106	306	1.019	137	3.455	13.059
VENEZUELA	247	327	80	372	52	487	1.565
GRUPO ANDINO 1/	105	167	130	135	11	843	1.391
TOTAL	9.232	7.334	853	3.297	528	7.386	28.630

1/ GRUPO ANDINO EXCLUYE A VENEZUELA Y ECUADOR

FUENTE: COMISION PETROQUIMICA MEXICANA CON INFORMACION PROPORCIONADA POR LOS PAISES Y EN EL CASO DEL GRUPO ANDINO CON DATOS DE APLA

ANEXO 4 (CONT.)

RESUMEN POR PAISES DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA

EN AMERICA LATINA EN 1985

IMPORTACIONES NETAS

(Miles de toneladas)

P A I S E S	BASICOS	INTERMEDIOS	FIBRAS SINTETICAS	RESINAS SINTETICAS	HULES SINTETICOS	FERTILIZANTES NITROGENADOS	TOTAL
ARGENTINA	(293)	7	5	(21)	(22)	107	(217)
BRASIL	(358)	(591)	(37)	(493)	(7)	(8)	(1.494)
CHILE	16	17	9	44	11	125	222
ECUADOR	12	5	15	8	7	-	47
MEXICO	249	377	(53)	175	(17)	(172)	559
VENEZUELA	58	107	42	62	52	(318)	3
GRUPO ANDINO 1/	(1)	63	81	94	11	53	301
TOTAL	(317)	(15)	62	(131)	35	(213)	(579)

1/ GRUPO ANDINO EXCLUYE A VENEZUELA Y ECUADOR

FUENTE: COMISION PETROQUIMICA MEXICANA CON INFORMACION PROPORCIONADA POR LOS PAISES Y EN EL CASO DEL GRUPO ANDINO CON DATOS DE APLA

ANEXO 5

COMERCIO INTERNACIONAL DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS*

(Miles de Millones de Dolares de 1982)

	1 9 8 2			1 9 9 0		
	E	I	S	E	I	S
PAISES DESARROLLADOS	21.8	11.5	10.3	30.2	17.2	13.0
PAISES EN DESARROLLO	5.6	15.0	(9.4)	8.8	20.8	(12)
PAISES DE ECONOMIA CENTRALMENTE PLANI- FICADA	3.2	4.3	(1.1)	4.3	5.4	(1.1)
TOTAL	30.6	30.8	(0.2)	43.3	43.4	(0.1)

 * ESTIMADO POR COMISION PETROQUIMICA MEXICANA EMPLEANDO DATOS
 ESTADISTICOS DE ONUDI, ADL.

ANEXO No. 6A

ARGENTINA: PROYECTOS EN CONSTRUCCION Y EN ESTUDIO

A) PROYECTOS EN CONSTRUCCION

<u>EMPRESA</u>	<u>LOCALIZACION</u>	<u>PRODUCTO</u>	<u>CAPACIDAD</u> t/a	<u>ESTADO</u>	<u>INVERSION</u> MMU\$S	<u>PUESTA EN</u> <u>MARCHA</u>
PBB	BAHIA BLANCA	ETILENO	45.000	CONSTRUC.	N.D.	1987
ELECTRODOS	BAHIA BLANCA	PVC	41.500	CONSTRUC.	47	1988
PGM	ENSENADA	METANOL	25.000	CONSTRUC.		
		MTBE	40.000	CONSTRUC.		
		OXO ALCOHOLES	35.000	CONSTRUC.		
		1-BUTADENO	25.000	CONSTRUC.	150	MARZO 1989
		DMT	45.000	ING. COMPLETA		
		PET	17.000	ING. EN EJEC.	100	1990
PETROCUYO	LUJAN DE CUYO	POLIPROPILENO	48.000	CONSTRUC.	109	1989
RESINFOR.	RECONQUISTA	METANOL	50.000	CONSTRUC.	35	1989
SUBTOTAL PROYECTOS EN EJECUCION			371.500		APROX. 445 MMU\$S	

B) PROYECTOS EN ESTUDIO

PBB	BAHIA BLANCA	ETILENO	200.000		250	1991
PETROCUYO	LUJAN DE CUYO	POLIPROPILENO	40.000		80	1992
VARIOS	ENSENADA	FENOL	33.000			
		ACETONA	20.000		60	1992
MONSANTO	ZARATE	ABS	10.000		N.D.	1992
RESINFOR	RECONQUISTA	METANOL	100.000		60	1991
		ACIDO ACETICO	N.D.		N.D.	1992
VARIOS	ENSENADA	ACIDO FORMICO	10.000		12	1992
INDUPE	BAHIA BLANCA	AMONIACO	330.000			
		UREA	500.000		300	1991
FERTINEN	NEUQUEN	AMONIACO	60.000			
		UREA	100.000		80	1992
FERTINOA	SALTA	AMONIACO	50.000			
		UREA	100.000		80	1992
AUSTRAL	T. DEL FUEGO	METANOL	650.000		250	1992
IPAKO	ENSENADA	POLIPROPILENO	80.000		160	1993
SUBTOTAL PROYECTOS EN ESTUDIO			2.293.000 t/a	=	1332 MMU\$S	
TOTAL a) + b)			2.664.500 t/a	=	1777 MMU\$S	

ANEXO No. 6B

PROYECTOS EN EJECUCION - BRASIL

<u>EMPRESA</u>	<u>LOCALIZACION</u>	<u>PRODUCTO</u>	<u>CAPACIDAD</u> 1.000 t/a	<u>INVERSION</u> MMUS\$	<u>AÑO DE</u> <u>ARRANQUE</u>
PETROQUINICA UNIAO (MODERNIZACION)	SAO PAULO	ETILENO	52	25	1988/89
		PROPILENO	34		
		BUTADIENO	8		
		BENCENO	18		
COPELUL (DESCOLLAMIENTOS Y REVAMPING.)	RIO GRANDE DO SUL	ETILENO	106	33	1988/89
		PROPILENO	67		
		BUTADIENO	25		
		BENCENO	35		
SALGEMA (AMPLIACION)	ALAGOAS	DICLOROETANO	100		1988
COMPANHIA QUIMICA DE ALAGOAS	ALAGOAS	DICLOROETANO	160	78	1988/89
		CLORURO DE VINILO	180		
COPENE	BAHIA	OCTENOS	14	6	1988/89
COPENE MONOMEROS ESPECIAIS	BAHIA	1-BUTENO	25	34	1988/89
		ISOPRENO	18	34	1988/89
COERBO	PERNAMBUCO	POLISOPRENO	13	35	1988
FPC ALAGOAS	ALAGOAS	CLORURO DE POLIVINILO	100	70	1988/89
COMPANHIA BRASILEIRA DE POLIURETANOS	BAHIA	MDI	10	16	1988/89
		NITRO BENZENO/ANILINA	20/15	22	
FABRICA CARIACA DE CATALIZADORES NITRIPLIX (AMPLIACION)	RIO DE JANEIRO	CATALIZADORES PARA FPC	25	86	1988/89
	BAHIA	RESINAS SAN	5.5	22	1988/89
	BAHIA	RESINAS NBS	3.5		1988/89
	RIO GRANDE				
	DO SUL	HULE EPDM	10	40	1988
	RIO DE JANEIRO	HULE NITRILO	+2.7	8	1988/89
		LATICES NBR	+3.4		1988/89
OXITENO	RIO GRANDE				
	DO SUL	METIL ETIL CETONA	20	31	1989/90
POLIACDEN (DESCOLLAMIENTOS)	BAHIA	POLIETILENO A.D.	+7	2	1988
POLIBUTENOS	SAO PAULO	POLIISOBUTENO	12	16	1989/90

<u>EMPRESA</u>	<u>LOCALIZACION</u>	<u>PRODUCTO</u>	<u>CAPACIDAD</u> 1.000 t/a	<u>INVERSION</u> MMUS\$	<u>AÑO DE</u> <u>ARRANQUE</u>
DPH (PLANTA NUEVA)	RIO GRANDE DO SUL	POLIPROPILENO	100	42	1989/90
FLONOR (AMPLIACION)	BAHIA	TOLUENO DIISOCIANATO	+12	12	1989/90
VULCAN	SÃO PAULO	ANHIDRICO MALEICO	2.7		
CIQUINE (AMPLIACION)	BAHIA	ANHIDRICO MALEICO	+5.4		
ETOXILADOS DO NORDESTE (AMPLIACION)	BAHIA	DERIVADOS ETOXILADOS	+18		
PROSINT (AMPLIACION)	RIO DE JANEIRO	METANOL	+76		1989/90
NITROCARBONO (AMPLIACION)	BAHIA	CAPROLACTAMA	+11	5	1988/89

ANEXO No. 6C

PROYECTOS EN EJECUCION - COLOMBIA

1987 - 1990

<u>PLANTA</u>	<u>PRODUCTO</u>	<u>CAPACIDAD</u> MILES TON/AÑO	<u>INVERSION</u> MMU\$	<u>AÑO ENTRADA EN</u> <u>OPERACION</u>
. EXTRACCION CON FENOL (*)	BASE LUBRICANTE	15	3.6	1987
. PARAFINAS (*)	BASES Y CERAS	45	1.0	1989
. POLIETILENO Y POLIPROPILENO	P.E.B.D. P.E.A.D. POLIPROPILENO	60 (c/u)	170	1990

(*) Ampliación

ANEXO No. 6D

ECUADOR: PROYECTOS EN EJECUCION

<u>PROYECTO</u>	<u>CAPACIDAD (TM/A)</u>	<u>NIVEL DE INVERSIONES</u> MNUS	<u>FECHA</u> <u>ARRANQUE</u>
N-HEXANO	3.000	1.8	FINALES 1989
AROMATICOS (BTX)	45.000	20.0	FINALES 1990

ANEXO No. 6E

INDUSTRIA PETROQUIMICA MEXICANA

PROYECTOS EN DESARROLLO

EMPRESA	CAPACIDAD (MILES TON/AÑO)	INVERSION (MM DLLS)	FECHA DE ARRANQUE
PETROLEOS MEXICANOS			
COMPLEJO "MORELOS"			
ALETALDEHIDO	150	-	1989
ACRILONITRILLO	50	-	1988
BUTADIENO	100	-	1990
ISOPROPANOL	75	-	1991
OXIDO DE ETILENO	200	-	1988
POLIETILENO A.D.	100	-	1988
POLIETILENO S.D.	80	-	1990
POLIPROPILENO	100	-	1989
COMPLEJO DE AROMATICOS			
BENCENO	25	-	1992
TOLUENO	120	-	1992
ORTOXILENO	30	-	1992
PARAXILENO	200	-	1992
AROMATICOS PESADOS	29	-	1992
CUMENO	100	-	1992
CICLOHEXANO	100	-	1995
COMPLEJO DE OLEFINAS			
BUTADIENO	60	-	1993
ESTIRENO	200	-	1993
POLIETILENO A.D. LINEAL	120	-	1994
POLIETILENO S.D. LINEAL	120	-	1994
TRES PLANTAS DE AMONIACO	1335	-	1993-1998
CLORURO DE VINILO	300	-	1995
ACRILLO NITRICO	50	-	1988
INVERSION TOTAL		2550	
UNIVEX, S.A.			
CAPROLACTAMA 4)	25	20	1988
ACRILATON S.A.			
ACRILICO	30	40	1989
ACRILATOS	38	-	
NEGROMEX, S.A.			
POLIBUTADIENO	25	N.D.	1990
TEMEX, S.A.			
ACIDO TERFTALICO	230	N.D.	1990
N.D.			
OXIDO DE PROPILENO	100	100	1991
ESTIRENO	240	-	
PETROCEL			
DMT (1)	30	N.D.	1987

ANEXO No. 6F

INDUSTRIA PETROQUIMICA VENEZOLANA

PLANTAS PROGRAMADAS

1987 - 1990

<u>PLANTA</u>	<u>PRODUCTOS</u>	<u>CAPACIDAD</u> MTMA	<u>INVERSION</u> MILLONES US\$	<u>AÑO INICIO DE</u> <u>OPERACIONES</u>
AMONIACO	AMONIACO	495	2.167	1990
UREA EN SOLUCION	UREA EN SOLUCION	308	443	1991
FOSFATO DIAMONICO	FOSFATO DIAMONICO	300	479	1991
ACIDO FOSFORICO	ACIDO FOSFORICO	240 (P O) 2 5	1.347	1992
MEZCLAS A GRANEL DE FERTILIZANTES (MAGFER)	UREA/MEZCLAS GRANULADAS	247,5/700	780	1989

DIVISION TECNICA DE PETROQUIMICA

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

JUNIO, 1987

ANEXO No. 6G

INDUSTRIA PETROQUIMICA VENEZOLANA

PLANTAS PROGRAMADAS

1987 - 1990

<u>PLANTA</u>	<u>PRODUCTOS</u>	<u>CAPACIDAD</u> MTMA	<u>INVERSION</u> MILLONES US\$ ⁽¹⁾	<u>AÑO INICIO DE</u> <u>OPERACIONES</u>
MTBE	METIL TERBUTIL ETER	500	1.545	1989
AMONIACO	AMONIACO	495	2.160	1990
⁽²⁾ BTX	BENCENO, TOLUENO, XILENOS	208	490	1989
ANHIDRIDO MALEICO	ANHIDRIDO MALEICO	5	249,1	1989
RESINAS EPOXICAS	RESINAS EPOXICAS	2	63,7	1989

(1) Bolívares Corrientes

(2) En Construcción

DIVISION TECNICA DE PETROQUIMICA

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

JUNIO, 1987

ANEXO No. 6H

INDUSTRIA PETROQUIMICA VENEZOLANA

PLANTAS PROGRAMADAS

1987 - 1990

<u>PLANTA</u>	<u>PRODUCTOS</u>	<u>CAPACIDAD</u> MTMA	<u>INVERSION</u> MILLONES U\$S	<u>AÑO INICIO DE</u> <u>OPERACIONES</u>
OLEFINAS	ETILENO/PROPILENO	200/140	2.719	1991
CLORO-SODA	CLORO/SODA CAUSTICA	100/110	992	1990
ESTIRENO	MONOMERO DE ESTIRENO	100	785	1992
CLORURO DE VINILO	CLORURO DE VINILO	60	467	1991
CLORURO DE POLIVINILO	CLORURO DE POLIVINILO	60	634	1991
POLIPROPILENO	POLIPROPILENO	70	1.180	1989
POLIETILENO LINEAL DE BAJA DENSIDAD	POLIETILENO LINEAL DE BAJA DENSIDAD	60	590	1990
OXIDO DE ETILENO/ ETILENGLICOL	OXIDO DE ETILENO/ ETILENGLICOL	20/8,8	450	1990

DIVISION TECNICA DE PETROQUIMICA

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

JUNIO 1987

ANEXO 3

CAPACIDAD INSTALADA DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS EN 1985

(Miles de toneladas)

P A I S E S	BASICOS	INTERMEDIOS	FIBRAS SINTETICAS	RESINAS SINTETICAS	HULES SINTETICOS	FERTILIZANTES NITROGENADOS	TOTAL
ARGENTINA	922	727	133	519	58	191	2.550
BRASIL	6.202	4.389	333	3.123	649	2.455	17.151
CHILE	62	35	6	43	-	-	146
ECUADOR	-	9	8	22	-	-	39
MEXICO	7.339	4.323	506	1.209	160	4.149	17.686
VENEZUELA	150	398	53	450	0	1.836	2.887
GRUPO ANDINO	371	125	93	19	86	536	1.230
TOTAL	15.046	10.006	1.132	5.385	953	9.167	41.689

GRUPO ANDINO: BOLIVIA, COLOMBIA Y PERU

FUENTE: COMISION PETROQUIMICA MEXICANA

PRIMERA REUNION DE LA RED DE CENTROS DE INVESTIGACION
Y ENTRENAMIENTO EN ECONOMIA Y PLANIFICACION ENERGETICA
EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

INTRODUCCION

Delegados de 15 Centros, Institutos, Universidades y Ministerios, vinculados al sector energético de 9 de los 26 Países Miembros de OLADE, aprobaron constituir una Red de Centros de Investigación y Entrenamiento en Economía y Planificación Energética, durante la Primera Reunión de Trabajo que para estos efectos se desarrolló en Quito del 27 al 28 de julio de este año, acto de trascendencia para la integración regional en este campo.

La Constitución de la Red de Centros del sector energético representa, en primera instancia, un paso dirigido hacia una mayor colaboración e intercambio de información entre los Estados Miembros, de beneficio directo al proceso de planificación energética y al estudio de la situación energética en América Latina y El Caribe.

Asimismo, esta Red de Centros, con organismos dedicados a la Investigación y Entrenamiento en Economía y Planificación Energética, se transforma en un puntal de apoyo para los proyectos y programas de asesoría, investigación y capacitación que desarrolla OLADE en sus 26 Países Miembros.

La iniciativa de formar una Red de Centros en el campo de la Economía y Planificación Energética surge en medio de una crisis de la situación de América Latina, la cual muestra un estancamiento que incide en forma desfavorable sobre sus posibilidades de desarrollo.

La crisis se configura mediante la caída de los precios del petróleo, la disminución de las inversiones, de los flujos externos de capital y por la carga de la deuda externa, que han limitado la expansión y el crecimiento del sector energético.

A lo anterior, hay que agregar la transformación de América Latina en una Región exportadora neta de recursos financieros, bajo la forma de pago de intereses y

amortización de la deuda externa.

En esta situación, es de suma importancia la discusión sobre los problemas del sector energético de la Región, así como la conjunción de los esfuerzos en el análisis científico, en especial los asuntos vinculados al estudio de los diversos aspectos de la planificación energética, como resaltó el Secretario Ejecutivo a.i. de OLADE al destacar los beneficios que para los Países Miembros del Organismo podría significar la constitución de una Red de Centros de Investigación y Entrenamiento en Economía y Planificación Energética para la búsqueda y definición de soluciones alternativas de desarrollo.

Por otro lado, en la Región está demostrado que existen los recursos humanos en cantidad y calidad suficiente para examinar, con rigor científico y académico, la coyuntura actual y encontrar los mecanismos que conduzcan a una progresiva integración energética regional.

Los Ministros consideraron de interés apoyar y promover la constitución de la Red de Centros, porque en América Latina y El Caribe existe la necesidad de contar con una capacidad propia para efectuar estudios, investigaciones y entrenamiento en Economía y Planificación Energética al disponer de instituciones de reconocido prestigio internacional que trabajan desde hace muchos años en la materia; esta potencialidad académica puede ponerse al servicio de los 26 Países Miembros, en forma coordinada y en beneficio de los mismos, mediante la suma de los esfuerzos y la racionalización de los recursos humanos y financieros.

En la XVIII Reunión de Ministros de OLADE, por efectuarse en la Habana, Cuba, en noviembre de este año, los titulares de Energía de la Región analizarán las recomendaciones aprobadas en la Primera Reunión de Trabajo para Constituir la Red de Centros de Investigación y Entrenamiento en Economía y Planificación Energética en América Latina y El Caribe.

Dado el interés que se considera reviste para el lector de la presente temática, se incluye seguidamente parte de la documentación de la Reunión.

DOCUMENTO DE TRABAJO

1. ANTECEDENTES

- 1.1 Desde hace unos 20 años, se ha venido desarrollando en América Latina un conjunto importante de Centros de Investigación y Formación en Economía y Planificación Energética, tanto de carácter público como privado.

- 1.2 Su acción, hasta ahora, se ha desarrollado en la mayoría de los casos en forma aislada, a pesar de los contactos existentes a través de seminarios o reuniones convocadas sobre temas específicos.

- 1.3 Desde fines de la década del 70 y principios de la del 80, el aumento del interés internacional por la problemática energética y el avance de los medios de comunicación y transporte, ha llevado a la constitución de redes extrarregionales de Centros con un interés común, a fin de incrementar la interacción entre investigadores y docentes.

- 1.4 A nivel internacional, se han desarrollado tres redes que vienen funcionando con marcado éxito.

Una de ellas fue impulsada por un conjunto de centros de alcance internacional y cuenta con el apoyo de las Comunidades Europeas. Fue creada en Grenoble, Francia, en junio de 1981, y actualmente la integran 13 Centros de Africa, América Latina, Asia, Medio Oriente y Europa. (AIE/COPPE de Brasil, IDEE-FB de Argentina y el IIE de México la integran por América Latina.)

La otra fue auspiciada por la Universidad de las Naciones Unidas, creada en Bariloche, Argentina, en abril de 1982, y agrupa a cinco centros de Africa, Asia, América Latina y Europa. (AIE/COPPE de Brasil e IDEE-FB de Argentina la integran por América Latina.)

Más recientemente, en 1985, se creó la ENER (European Network on Energy Economics Research) que vincula a tres centros europeos y está previsto ampliarse en el corto plazo. La misma cuenta con el apoyo de la Comisión de Comunidades Europeas y la Fundación Europea para las Ciencias.

- 1.5 En América Latina se ha efectuado por lo menos dos intentos de coordinación que no llegaron a concretarse; el primero, impulsado por OLADE a través del I Seminario Latinoamericano de Directores de Institutos de Investigación Energética realizado en Cuernavaca, México, en octubre de 1981. El segundo, a iniciativa del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID de Canadá) a través de una reunión realizada en Bogotá, Colombia en enero de 1983.

En este orden de ideas, la XVII Reunión de Ministros de OLADE, decidió "Apoyar la constitución de una Red de Centros de Investigación y Entrenamiento en Economía y Planificación Energética en América Latina y El Caribe" y "Promover la creación

de Centros en las Subregiones que aún no están suficientemente cubiertas con los Institutos existentes" (Decisión XVII/D/170).

2. PROPOSITOS Y OBJETIVOS

La Red de Centros tendrá los siguientes propósitos y objetivos:

- 2.1 Promover el conocimiento y difusión, en la Región y fuera de ella, de las investigaciones y trabajos realizados en economía y planificación energéticas.
- 2.2 Sistematizar y fortalecer el intercambio de trabajos e investigaciones.
- 2.3 Fortalecer y fomentar las actividades de investigación, así como de capacitación y formación, que desarrollen los Centros mediante el intercambio más activo y regular de investigadores, técnicos, profesores y material didáctico.
- 2.4 Apoyar la creación de nuevos centros, en particular si los mismos tienen un carácter regional o subregional, y fortalecer los Centros existentes. Los Centros existentes y por crearse propenderán a complementar sus actividades, sin que ello implique limitar el campo de acción de dichos Centros.
- 2.5 Atender a través de los Centros integrantes de la misma, en la medida de su capacidad y disposición, las necesidades de investigación, entrenamiento y asistencia técnica de los Países Miembros y de la Secretaría Permanente de OLADE.
- 2.6 Vincular los Centros de América Latina y El Caribe con Centros similares existentes en otras regiones del mundo.
- 2.7 Apoyar las actividades de Asociaciones e Instituciones relacionadas con Planificación y Economía Energética.

3. ESTRUCTURA Y ORGANIZACION

Teniendo en cuenta las experiencias de las redes actualmente en funcionamiento y las que no llegaron a concretar sus objetivos, se consideran los siguientes aspectos de organización:

- 3.1 Constituir la red con aquellos centros existentes

con actividades ya desarrolladas en materia de economía y planificación energética, e ir incorporando en el futuro aquellos que se vayan creando o desarrollando en ese campo complementando sus actividades.

- 3.2 Todos los centros integrantes de la Red tendrán iguales derechos y obligaciones, y las acciones a seguir se definirán de común acuerdo.
- 3.3 La Secretaría Permanente de OLADE asegurará el funcionamiento de la Red, constituyéndose en centro coordinador de la misma, dando así cumplimiento a la Decisión XVII/D/170 de la Reunión de Ministros.
- 3.4 Realizar, por lo menos una vez al año, una reunión general de coordinación de las actividades de la Red, en la sede de uno de los centros o en la de OLADE. El Centro seleccionado como sede para la realización de una reunión, será responsable por su organización y actuará en coordinación con OLADE.
- 3.5 La Red se estructurará atendiendo a lo especificado en el punto 2.5. Para ello se darán los siguientes pasos:
 - a) Propuesta por parte de la Secretaría Permanente de OLADE y de los Centros, de los temas de interés.
 - b) Elaboración de programas con definiciones de contenidos y alcances.

4. ACCIONES

- 4.1 En una primera etapa, es importante fijar un número limitado de acciones concretas que se consideren altamente prioritarias y factibles e ir incorporando nuevas actividades en forma paulatina a medida que se consolide la Red y se vayan obteniendo los recursos humanos y económicos necesarios para desarrollarlas.

En este sentido se sugieren las siguientes acciones:

- a) Promover el intercambio de información sobre las actividades que desarrollan los Centros de la Red a través de OLADE utilizando en la medida de lo posible el Sistema de Información Energética Latinoamericana (SIELA).

- b) Promover la creación de centros de ámbito subregional en aquellos Países Miembros con potencial para atender los requerimientos de dichas subregiones en el campo de la Economía y la Planificación Energética.
- c) Promover y/o fortalecer las actividades de investigación y capacitación en economía y planificación energética que realicen los centros e instituciones académicas especializadas. Procurar para esta acción el apoyo y colaboración de los organismos internacionales pertinentes.
- d) Realizar, por lo menos una vez al año, una reunión de la Red.
- e) Apoyar la formación y consolidación de grupos nacionales de planificación energética.
- f) Coordinar acciones con otras redes de centros extrarregionales.
- g) Analizar las posibilidades de cooperación en economía y planificación energética entre los centros.
- h) Desarrollar y perfeccionar metodologías integrales de Planificación Energética.
- i) Convenir con OLADE programas de estudios específicos sobre temas de interés común.

5. FINANCIAMIENTO

- 5.1 En función de los estudios de investigación o asistencia técnica y de las acciones específicas de difusión, intercambio y capacitación que se acuerdan, OLADE y los Centros gestionarán los apoyos económicos y financieros en los organismos internacionales, regionales o nacionales respectivos.
- 5.2 Las acciones de apoyo económico a los Centros de la Red para la realización de actividades acordadas dentro del Plan de Acción, podrán establecerse también en forma directa e independiente entre cada Centro y el respectivo organismo de financiamiento.

ACTA DE LA REUNION

I. PARTICIPANTES

La reunión contó con la participación de representantes de los Ministerios o Secretarías de Energía de Brasil, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Haití, México, Panamá, Perú, Venezuela y de los siguientes Centros de Investigación y Entrenamiento de Economía y Planificación Energética: Instituto de Economía Energética (IDEE), COPPE - Universidad Federal de Río de Janeiro, Furnas, Centrais Eletricas S.A., Universidad de los Andes (UNIANDES), Universidad Javeriana, Universidad del Valle, Instituto Nacional de Energía (INE), El Colegio de México, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Centro de Investigación y Docencia Económicas, Universidad Simón Bolívar, Universidad Central de Venezuela, Instituto Latinoamericano de Planificación Energética y Social (ILPES) y de la Secretaría Permanente de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

II. APERTURA DE LA REUNION

El licenciado Augusto Tandazo Borrero, Secretario Ejecutivo a.i. de OLADE en cumplimiento de la Decisión XVII/D/170 de la XVII Reunión de Ministros, expuso los objetivos y alcance de la reunión, destacando la importancia y trascendencia de la creación de una Red de Centros de Investigación y Entrenamiento en Economía y Planificación Energética en América Latina, como el medio más indicado para propiciar la reflexión colectiva sobre la problemática energética de la Región, así como la optimización de esfuerzos e iniciativas en el campo del análisis científico, en particular, de los asuntos vinculados al estudio de los diversos aspectos del proceso de planificación energética. Señaló, asimismo, que la Red constituye un elemento fundamental de apoyo a las acciones que OLADE realiza en beneficio de sus Países Miembros. Su intervención consta en forma anexa a la presente Acta.

III. DESARROLLO DEL TEMARIO

1. Presentación de las Actividades Realizadas por los Centros Participantes y las Necesidades de los Países Miembros.

Se procedió a efectuar por parte de los representantes de los Países Miembros así como de los Centros de Investigación, una presentación general sobre el desarrollo de sus actividades así como las experiencias en cuanto a la investigación y

entrenamiento en economía y planificación energética se refiere. Se anexa un Perfil de los Centros y Universidades que participaron en esta Primera Reunión de Centros.

2. Discusión del Documento de Trabajo

Se puso a consideración de los participantes un Documento de Trabajo preparado por la Secretaría Permanente de OLADE para facilitar las discusiones con miras a determinar los lineamientos generales para constituir la Red de Centros. Se anexa a la presente Acta el documento definitivo acogido y aprobado por los participantes.

3. Posible Creación de Nuevos Centros de Acuerdo con la Decisión XVII/D/170

Se consideró apropiado apoyar la creación de un Centro de Investigación y Entrenamiento en Economía y Planificación Energética para los países del istmo Centroamericano. A saber; Costa Rica, El Salvador, Honduras, Guatemala, Nicaragua y Panamá. Se tomó nota y se vio con beneplácito el ofrecimiento del Doctor Jorge Blanco para que Costa Rica sea la sede de dicho Centro.

En relación a los Países Miembros de El Caribe, la Secretaría Permanente presentará a la próxima Reunión de Ministros un diagnóstico de la situación de la investigación y entrenamiento en economía y planificación energéticas, en particular, en los Países Miembros de habla no hispana, y la correspondiente propuesta de acción.

A propuesta del señor Francisco Gutiérrez, Delegado de la Universidad Central de Venezuela, se consideró apropiado tomar nota y expresar el beneplácito por la iniciativa para la formación del Centro de Estudios Estratégicos de la Energía (CEEE).

Adicionalmente, el señor Patricio Romero manifestó el interés del Instituto Nacional de Energía del Ecuador (INE) para que se refuerce su capacidad de investigación y así constituirse en un centro de investigación en economía y planificación energética para el Area Andina. En este sentido se acordó tomar nota y expresar el beneplácito por esta iniciativa.

4. ASUNTOS VARIOS

En relación a los estudios de prospectiva

energética se tomó conocimiento que la Secretaría Permanente solicitará a los Centros existentes envíen, en un plazo máximo de 60 días, información sobre los trabajos que realizan en este campo, a fin de evaluar las posibilidades de presentar resultados a la consideración de la XVIII Reunión de Ministros de OLADE a celebrarse en La Habana, Cuba, en el próximo mes de noviembre.

Finalmente el Delegado de la Universidad Javeriana de Colombia expresó las más sinceras felicitaciones a los directivos y personal de OLADE por la magnífica organización del evento y por la amabilidad y atención de que fueron objeto los participantes en esta Reunión, a la vez que expresó su satisfacción por los resultados altamente positivos que se obtuvieron. El Delegado de la Universidad Central de Venezuela se unió a lo declarado y propuso a los asistentes que expresaran su adhesión al respecto, lo cual fue acogido en forma unánime.

PERFIL DE LOS CENTROS Y UNIVERSIDADES QUE PARTICIPARON EN
LA PRIMERA REUNION DE
LA RED DE CENTROS DE INVESTIGACION Y ENTRENAMIENTO
EN ECONOMIA Y PLANIFICACION ENERGETICA

ARGENTINA

IDEE - Instituto de Economía Energética: Es un centro de investigación y docencia asociado a la Fundación Bariloche, Argentina, creado el 28 de marzo de 1963, con el fin de contribuir a la realización de actividades de estudio en las áreas de política energética, sistemas de información y financiamiento de inversiones energéticas, así como de los requerimientos energéticos sectoriales, incluyendo precios, tarifas y el uso racional de la energía. Sus investigaciones tienen proyección internacional.

BRASIL

Area Interdisciplinar de Energía /COPPE/ Universidad Federal do Rio de Janeiro: Se inició en 1978 con programas de Master en Ciencias dirigido a la planificación energética, el cual cubre aspectos tecnológicos y económicos. Paralelamente, promueve investigaciones y la realización de seminarios para el personal del sector energético de Brasil y otros países de América Latina. Su investigación se orienta a la evaluación de políticas energéticas para Brasil

y a las perspectivas en ese campo para América Latina.

COLOMBIA

UNIANDES - Programa de Energía de las Facultades de Ingeniería y Economía de la Universidad de los Andes: Establecido en 1979 con una especialización menor para estudiantes de Ingeniería y Economía. El programa de formación e investigación en Sistemas y Tecnologías Energéticas se inició en 1984 con la colaboración de la Universidad de las Naciones Unidas. Las actividades que se desarrollan incluyen el Programa de Especialización en Gestión de Sistemas Energéticos e Investigación en las áreas de la planificación energética, adaptación de modelos, fuentes renovables de energía, y utilización racional de la energía. También se ofrece el Programa Latinoamericano de Entrenamiento en Evaluación Económica y Social de Proyectos.

Universidad Javeriana: Tiene desde 1982, un programa de postgrado en Centrales Hidroeléctricas, con orientación y enfoque, teniendo en cuenta las necesidades y realidades latinoamericanas. Cubre aspectos básicos, civiles, electromecánicos y económicos. Los cursos son para ingenieros civiles, eléctricos, mecánicos e industriales.

Universidad del Valle: Efectúa un programa de postgrado en generación de energía con énfasis en el diseño y control de máquinas eléctricas y en la planeación y operación económica de sistemas eléctricos. Dentro del área de planeación se ofrecen cursos y seminarios y se realizan investigaciones en las áreas de economía energética, optimización de sistemas de potencia, operación económica de sistemas de generación, planificación energética, proyectos hidroeléctricos, manejo económico de la energía eléctrica y evaluación de proyectos. Se tiene programada la creación de especializaciones en planificación de sistemas de transmisión de energía eléctrica y planificación de sistemas de distribución de energía eléctrica.

ECUADOR

INE - Instituto Nacional de Energía: Es una entidad adscrita al Ministerio de Energía y Minas que, como organismo técnico, formula las medidas tendientes a planificar el desarrollo del sector energético del país y lograr la utilización racional de los recursos. Ha adquirido experiencia en la aplicación de modelos de planificación y en la elaboración de estudios sobre economía de la energía.

MEXICO

Programa de Energéticos de El Colegio de México: Se dedica

exclusivamente a la investigación de los aspectos macro y micro de la economía energética del país, de América Latina en su conjunto y de las perspectivas globales de los mercados energéticos con el énfasis en la economía petrolera internacional. Organiza periódicamente seminarios cooperativos internacionales acerca de los temas tales como la energía en el sector agrícola de subsistencia, las tendencias del mercado petrolero mundial, y las estrategias de mediano plazo al nivel de la empresa petrolera en las condiciones de inestabilidad.

Ha publicado unos 20 volúmenes de sus estudios en castellano y unos 10 de ellos en inglés en estados Unidos. Ha publicado asimismo unos 100 Cuadernos de Perspectiva Energética, elaborados tanto por los investigadores del programa como por investigadores externos procedentes de América Latina y otras partes del mundo.

PUE-UNAM - Programa Universitario de Energía: Este programa se creó en 1982, depende de la coordinación de la investigación científica de la UNAM y tiene por objetivo "Promover el marco de referencia en que la Universidad encuadre sus acciones de investigación y desarrollo, de formación de personal, de asesoría y vinculación a los otros sectores del país en el campo de la energía".

El programa realiza actividades de vinculación, gestión, apoyo, prospectiva e investigación en el área de planeación energética apoyándose en las dependencias universitarias (centros, facultades, escuelas e institutos).

El programa organiza diversos eventos (seminarios, foros, simposios, etc.) y realiza actividades de investigación en el área de modelización, análisis de sistemas energéticos en adición a las actividades de investigación, docencia, difusión de la cultura y extensión que realizan las diversas dependencias de la UNAM.

CIDE - Centro de Investigación y Docencia Económica: Es una institución de investigación y estudios de postgrado en economía cuyas actividades vinculadas con la energía se relacionan a temas tales como la dimensión energética en las relaciones internacionales de América Latina.

PERU

Consejo Nacional de Energía - CONERG: El CONERG es una entidad del Ministerio de Energía y Minas, encargada de asesorar al Ministro en todos los aspectos relacionados con la política energética del país. Para el cumplimiento de este propósito, el CONERG cuenta con una Secretaría Técnica que realiza todos los estudios y trabajos que le son encargados en los campos que tienen que ver con la formulación de políticas energéticas, conservación y uso racional de ener-

gía y el desarrollo de los aprovechamientos de fuentes no convencionales de energía de las que dispone el país.

Centro de Conservación de Energía - CENERGIA: CENERGIA es una entidad autónoma del Sector de Energía y Minas que tiene entre otros objetivos, desarrollar y promover la realización de estudios y proyectos para identificar áreas donde ocurren pérdidas de energía, así como posibilidades de sustituciones de energéticos en los demás sectores de consumo final, capacitar en estas técnicas al personal responsable de la gestión energética en los sectores de consumo y proponer normas para el uso racional de la energía. Esta entidad está conformada por 9 instituciones y empresas asociadas: Electricidad del Perú S.A., Petróleos del Perú S.A., Consejo Nacional de Energía, Instituto de Normas Técnicas y Tecnología Industrial, Sociedad Nacional de Industrias, Sociedad de Minería y Petróleo, Corporación Financiera de Desarrollo, Corporación Nacional de Desarrollo y el Banco Industrial.

CENERGIA tiene dos instancias en las que se reúnen sus asociados: la Asamblea de Asociados en la que participan todos los representantes y el Consejo Directivo en la que participan seis de sus Miembros.

La Secretaría Ejecutiva cuenta con un Director General y tiene a su cargo 15 ingenieros y economistas para el desarrollo de su programa Anual de Actividades.

VENEZUELA

Instituto de Energía de la Universidad Simón Bolívar: Es un organismo que desarrolla proyectos de investigación en el campo de la energía a través de sus diferentes secciones. En el caso específico de la Sección de Planificación Energética, sus áreas de interés se refieren al modelaje, simulación y optimización de sistemas, investigación de operaciones, sistemas de información y desarrollo de metodologías de soporte a la planificación energética. En este último campo, se ha trabajado entre otros, en modelos de estimación de la demanda de energía, modelos de simulación y optimización de la oferta de energía, metodología y automatización de balances energéticos, y modelos de planificación de inversiones del sector eléctrico venezolano.

Instituto Tecnológico - Facultad de Ingeniería - U.C.V.: Es una institución que promueve y organiza el desarrollo de recursos humanos de nivel superior y, proyectos de investigación en el área de la energía. Desarrolla investigación y capacitación en las áreas de:

Comercio Internacional de Hidrocarburos
Evaluación de Cuencas Hidrocarburíferas

Evaluación de Generación Eléctrica y Fuentes no
Convencionales
Auditorías Energéticas

DISCURSO PRONUNCIADO POR EL SEÑOR SECRETARIO EJECUTIVO A.I.
DE OLADE, LICENCIADO AUGUSTO TANDAZO BORRERO, EN LA
INSTALACION DE LA REUNION

En nombre de la Secretaría Permanente de OLADE, me complace darles la más cordial bienvenida y expresarles nuestro agradecimiento por su generosa respuesta, al haber aceptado la invitación para participar en la Primera Reunión de Trabajo, cuyo objetivo capital será la constitución de la Red de Centros de Investigación y Entrenamiento en Economía y Planificación Energética en América Latina y El Caribe.

La XVII Reunión de Ministros, celebrada en Buenos Aires - Argentina, en noviembre de 1986, manifestó su voluntad e interés en promover la creación de esta Red Regional, la cual constituirá un punto de partida para aunar esfuerzos y racionalizar recursos en el campo de la investigación, la capacitación y la planificación energética.

No podría ser más propicia esta iniciativa, dado que el sector energético de América Latina muestra un estado de estancamiento que incide en forma desfavorable sobre sus posibilidades de desarrollo.

La estrepitosa caída de los precios del petróleo, la disminución de las inversiones, de los flujos externos de capital y la onerosa carga de la deuda externa, configuran signos negativos que han limitado los intentos de expansión y crecimiento del sector energético en la Región.

Si bien es cierto que la factura petrolera ha disminuido en los catorce países importadores de este recurso en América Latina, esto no se ha traducido en un beneficio neto que se refleje en forma contundente en sus economías, sino que se ha trasladado al sistema financiero internacional, en la medida en que América Latina se ha convertido en una región exportadora de capital bajo la forma de pago de intereses y amortización de la deuda externa.

El comportamiento poco favorable de los indicadores ligados al consumo, producción y comercio de la energía, deja al descubierto el impacto e incidencia de la profunda crisis económica y social por la que transita la Región.

No hay duda que en la medida en que la situación de la Región se deteriore y siga viéndose afectada por factores ajenos a su control, las tareas de investigación y

planificación se tornan cada vez más urgentes y complejas, dado que tienen que dar respuesta a nuevas interrogantes e inquietudes, que deben ser incorporadas en los intentos de previsión y en la formulación de políticas de mediano y largo alcance.

Las perspectivas que se avisoran para el desarrollo del sector energético en el mediano plazo no son nada optimistas dado el entorno económico nacional vigente, las tendencias observables en los organismos internacionales de financiamiento y la situación que muestra el problema del endeudamiento externo.

En tales circunstancias, todas las acciones orientadas a la reflexión colectiva sobre la problemática energética de la Región y la optimización de esfuerzos e iniciativas en el campo del análisis científico resultan de un interés fundamental, en particular los asuntos vinculados al estudio de los diversos aspectos de la planificación energética.

En este sentido, estamos seguros de que una iniciativa como la que se propone con la creación de una Red de Centros de Investigación y Entrenamiento en Economía y Planificación Energética, en la que OLADE puede actuar como ente coordinador, podría redundar en beneficio de los Estados Miembros de la Organización a través de la búsqueda y definición de soluciones alternativas de desarrollo apegadas a los intereses de la Región, orientadas a recuperar el crecimiento.

Los avances y logros obtenidos por algunos de los centros de investigación y entrenamiento existentes en los Países Miembros de OLADE, reconocidos internacionalmente por la seriedad y profundidad de sus trabajos, constituyen muestras significativas de que la Región posee la suficiente capacidad propia y el capital humano necesario para abordar los estudios e investigaciones requeridas para examinar con elevado rigor técnico la actual coyuntura y encontrar los elementos que conduzcan a una progresiva consolidación de la integración energética regional.

La Red de Centros que se propone constituir está orientada en este sentido. Con los objetivos que se le proponen, se busca que se constituya en un elemento fundamental de apoyo a acciones que OLADE realiza para el análisis de la coyuntura energética regional y sea un medio eficaz para coordinar, racionalizar y optimizar las acciones de capacitación que realizan los Países Miembros en el campo de la economía y la planificación energéticas.

De otra parte, la Red podría convertirse en un núcleo generador y multiplicador de estudios, toda vez que constituye un vehículo idóneo para el intercambio de experiencias y en un mecanismo de enriquecimiento y perfeccionamiento de herramientas y metodologías para una planificación integral de la energía.

Con el más absoluto respeto por la libertad e independencia que por principio caracterizan a los Centros de Investigación, la Red procurará armonizar y complementar los estudios e investigaciones que se realizan, evitando la duplicación de esfuerzos en un momento en que la limitación de recursos impone una adecuada y efectiva coordinación regional, como medio indispensable para superar la coyuntura actual.

Es del mayor interés de OLADE, a través de la Red, ampliar y enriquecer su ámbito de alcance, mediante el estímulo e impulso para crear centros de investigación en aquellos Países Miembros que aún no cuentan con esta clase de instituciones, o que se encuentran en proceso de establecerlas.

Las actuales circunstancias energéticas de la Región constituyen, por sus mismas características y alcance, un reto para los investigadores y planificadores, toda vez que la planificación, especialmente en el campo de la energía, se convierte en principio de ordenamiento y coherencia, tanto a través del análisis y pronóstico de situaciones, como en la búsqueda y definición de alternativas.

En este orden de ideas es que OLADE brinda todo su apoyo a iniciativas que, como la Red de Centros, han sido definidas por sus 26 Países Miembros, como un paso más para avanzar en la concreción de la integración energética de América Latina.

SEÑORES DELEGADOS:

A nombre propio y en el de la Organización Latinoamericana de Energía les expreso nuestra confianza en los beneficios que indudablemente se derivarán del intercambio de experiencias y temas a ser abordados en esta Región.

El reto que enfrentamos es lograr concretar los términos y las condiciones de un trabajo colectivo, conjunto, coordinado y compartido, que permita hacer realidad una aspiración política de nuestros países.

Sin lugar a dudas, su activa participación permitirá sentar las bases para alcanzar este objetivo y constituirá una valiosa contribución para estimular la capacidad creativa en el campo de la investigación, la economía y la planificación energéticas.

MUCHAS GRACIAS

RECIENTES PROGRESOS DE LA VULCANOLOGIA APLICADA A

LA EXPLORACION GEOTERMICA

Franco Barberi 1/
Giorgio Marinelli 1/

1. INTRODUCCION

En los últimos años, ha habido un interés cada vez mayor en los recursos geotérmicos de alta entalpía en relación con el vulcanismo y el magmatismo. Se prevé que tal tendencia se incrementará en el futuro, por cuanto la mayor parte del potencial geotérmico se encuentra en zonas volcánicas, particularmente (pero no únicamente) en los márgenes continentales activos y ambientes isleños, los cuales ya demuestran manifestaciones promisorias y atractivas oportunidades de desarrollo. Más del 50% de la capacidad instalada mundial de electricidad geotérmica se origina en contextos volcánicos. Por lo tanto, los profesionales en geotermia y los vulcanólogos, en especial, deben estar listos para satisfacer las actuales y futuras necesidades de exploración de recursos y desarrollo en esas áreas. Nuestro propósito es el de presentar un breve esbozo de algunos conceptos empleados, actualmente, en la vulcanología moderna y de ilustrar cómo estos modelos conceptuales influyen en la exploración geotérmica para identificar los sistemas geotérmicos de interés económico.

Al ocuparse de los sistemas geotérmicos de alta entalpía, la principal preocupación de la vulcanología será, naturalmente, la fuente de calor y el sistema hidrotérmico suprayacente. El calor requerido es suministrado por una masa magmática a alta temperatura, situada a poca profundidad dentro de la corteza terrestre, tal como una intrusión

1/ Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Pisa, Italia.

enfriante, o una cámara magmática que alimenta un volcán. La evaluación de la profundidad, tamaño y características físicas de estos cuerpos magmáticos someros constituye el primer paso hacia la evaluación cuantitativa de la fuente de

El sistema hidrotermal supone la combinación de rocas de reservorio permeables saturadas de fluido y de rocas de cubierta aislantes e impermeables. La forma en la cual los fluidos hidrotermales interactúan con el magma que asciende, en condiciones eruptivas específicas, puede dar algunos indicios en cuanto a la presencia de un reservorio geotérmico y sobre sus condiciones termales.

A este respecto, son preguntas esenciales, que constituyen la clave para una exploración confiable de los prospectos volcánicos: cómo las rocas volcánicas pueden desarrollar una permeabilidad por fracturación o, al contrario, sellarse mediante procesos hidrotermales; y cómo tanto la permeabilidad como la impermeabilidad evolucionan, a lo largo del tiempo, según las diversas condiciones físico-químicas, climáticas y de esfuerzos.

2. EVALUACION DE LA FUENTE DE CALOR

2.1 Evaluación cualitativa

Teóricamente, todas las zonas afectadas por una actividad volcánica reciente son sitios potencialmente geotérmicos. En realidad, las únicas áreas de interés práctico son aquellas en las cuales un gran volumen de magma ha estado almacenado a una profundidad relativamente somera (menos de 10 km) durante un tiempo suficientemente largo. Por consiguiente, las áreas en las cuales el magma básico ha subido directamente desde el manto a lo largo de fisuras angostas, tales como una meseta basáltica, se consideran de interés limitado; con excepción de las dorsales (rifts) oceánicas, solamente áreas con evidencia de grandes cuerpos magmáticos someros (como intrusiones someras o cámaras de almacenamiento de magma de volcanes centrales) se considera puedan tener perspectivas geotérmicas.

Los métodos vulcanológicos clásicos utilizan la edad y el volumen de las rocas volcánicas siálicas expulsadas (es decir, químicamente evolucionadas, ricas en sílice y álcalis) para evaluar la fuente térmica. Esta estimación cualitativa puede resumirse como sigue: cuanto mayor sea el volumen y menor la edad, mayor será la anomalía térmica (Fig. 1). Los productos volcánicos siálicos tiene dos posi-

bles orígenes: ya sea (i) la diferenciación del magma más básico; o, (ii) una fusión parcial de la corteza continental, proceso conocido como anatexia crustal (que predomina, por ejemplo, en la región geotérmica de Toscana; Marinelli, 1975). Evidentemente, en ambos casos, grandes volúmenes de depósitos de esta clase darían una anomalía térmica ubicada a poca profundidad (Smith and Shaw, 1975).

2.2 Evaluación cuantitativa

Muchos avances se han hecho en cuanto a la comprensión de los procesos que ocurren dentro de las cámaras magmáticas (véase, por ejemplo, Smith, 1979; Hildreth, 1981; Baker y McBirney, 1985a). En el modelo más general, un magma básico se aloja en una cámara donde sufre un proceso de diferenciación, principalmente por cristalización fraccionada en condiciones de enfriamiento (Baker y McBirney, 1985b). El grado de diferenciación al cual llega antes de la erupción, depende de la historia de enfriamiento y del tiempo durante el cual haya permanecido estacionado en la cámara, antes de que se produzca un nuevo ingreso del magma básico proveniente de la profundidad. Son parámetros que es importante cuantificar, el tamaño de la cámara y la temperatura de las rocas encajantes (Spera, 1980); esta última depende, a su vez, de la profundidad a la cual la cámara está emplazada y del gradiente geotérmico del área. Luego de voluminosas erupciones silíceas, a menudo ocurren colapsos de calderas como resultado de la inestabilidad del techo de la cámara somera vaciada (Fig. 2). Por tanto, una estructura caldérica de edad reciente constituye un sitio geotérmico privilegiado, al menos desde el punto de vista de la anomalía térmica. Sin embargo, la cuantificación de la fuente de calor de un sistema geotérmico requiere que el volumen, edad, temperatura y profundidad de la cámara de almacenamiento sean determinados.

Volumen

Además de la información que puede ser suministrada por las anomalías geofísicas (gravimétricas, magnéticas, sísmicas), el volumen mínimo de la cámara puede ser estimado a partir del volumen del líquido diferenciado erupcionado y del grado de fraccionamiento de ese líquido expresado como un porcentaje del sistema magmático inicial. El volumen de la parte colapsada de la caldera da una indicación lo suficientemente precisa del volumen del líquido eyectado. El grado de fraccionamiento puede estimarse con métodos geoquímicos (e.g. Barberi et al., 1975) o petrológicos (e.g. Stormer y Nicholls, 1978). Obviamente, la historia eruptiva, estructura y petrología del volcán deben estudiarse cuidadosamente, a fin de escoger los productos más representativos adecuados para suministrar una indicación confiable sobre la cámara.

Edad

La edad puede estimarse, fácilmente, mediante las mediciones radiométricas de la edad (K-Ar, ^{14}C , rastros de fisión).

Temperatura

Esta puede determinarse, experimentalmente, del estudio de inclusiones de vidrio en los fenocristales (Clocchiatti, 1975; Roedder, 1984) o estimando, en diagramas petrogenéticos adecuados, las temperaturas del equilibrio sólido-líquido reconstruido. Al tratarse de los productos siálico-volcánicos, el sistema de referencia más conveniente es, generalmente, el denominado Sistema Residual de la Petrogenia (véase Yoder, 1979).

Profundidad

Puede estimarse la profundidad determinando las condiciones de presión de la cristalización dentro de la cámara. Si los productos siálicos emitidos tienen conjuntos adecuados de equilibrio fenocristales-vidrio (e.g. feldespato alkali-cuarzo o leucita feldespato-alkali), el cálculo graficado de la composición del vidrio residual en el Sistema Residual de la Petrogenia permite una determinación relativamente precisa del PH_2O de cristalización, que puede emplearse para estimar la P total y, por tanto, la profundidad (Fig. 3). Se cuenta con métodos geotermométricos y geobarométricos, basados en el equilibrio entre las fases cristalina y la fusión (e.g. Kudo y Weil, 1970; Stormer, 1975; Leeman y Scheidegger, 1977): Mysen y Kushiro, 1979; Lindsley, 1983). Estos métodos requieren datos analíticos precisos (mediante microsonda de electrones) sobre los fenocristales totales en las rocas y el vidrio residual. En algunos casos, el conjunto termometamórfico en las eyecciones lífticas llevadas a la superficie por explosiones volcánicas puede permitir la estimación de la presión en el contacto de la cámara (véase, por ejemplo, Barberi y Leoni, 1980). Pero, la estimación de la profundidad de la cámara puede ser una tarea difícil que exige una cuidadosa reconstrucción de todo el proceso de cristalización.

El ejemplo adjunto de la Figura 4, indica cómo en la misma región (los alrededores de Nápoles) dos áreas volcánicas activas pueden llevar a conclusiones totalmente opuestas, respecto de la exploración geotérmica. Ambos casos han sido verificados mediante una evaluación directa (perforación). Cabe añadir que, en el caso del Vesuvio, no se encontró ninguna cubierta gruesa (ni rocas flysch preexistentes ni cubiertas auto-selladas), de modo que el agua meteórica bien podría sacar la mayor parte del calor, aunque éste fuera limitado, suministrado por la fuente de calor. Es

interesante observar que, si bien el sistema del Vesuvio es menos profundo y más joven que el de los Campos Flegrean, el volumen limitado de la cámara de almacenamiento hace que no tenga ningún interés práctico, al menos a la profundidad económica actual.

2.3. Modelación

Los antecedentes históricos de transferencia de calor y condiciones termale pueden modelarse a partir de las características de la cámara magmática, y de las condiciones adecuadas iniciales y de frontera. El modelo más sencillo (e.g. Gasparini y Mantovani, 1981) presupone una transferencia de calor puramente conductiva y un medio conductivo más o menos homogéneo e isotrópico. Los parámetros para los datos básicos y las condiciones necesarias para las operaciones de modelación son los siguientes:

- i) profundidad y volumen de la cámara magmática, que se presupone será de forma prismática o esférica.
- ii) temperaturas: cámara magmática, temperatura superficial media, distribución inicial (pre-intrusión) del gradiente de temperatura (o de flujo térmico). Este último es bastante difícil de evaluar. Generalmente, se lo estima a partir de datos estadísticos relativos a ambientes geovolcánicos similares.
- iii) la conductividad y difusividad térmicas: estos parámetros se estiman basándose en las litologías conocidas o previstas.

El resultado de un modelo típico consta en la Figura 5. Para esas condiciones bastante idealizadas, la anomalía térmica causada por la cámara magmática, comparada con el medio regional, llega a 200 grados C, a una profundidad de 2 km encima de la cámara.

Está claro que un modelo conductivo-convectivo estaría más acorde con la realidad, pero es difícil realizarlo fidedignamente cuando sólo se cuenta con datos sobre la superficie, y no se tiene datos de lo profundo. Sin embargo, puesto que el modelo indica la distribución de la temperatura con la profundidad (y la diferencia entre la situación pre-intrusiva y actual) es posible estimar esas condiciones-- espesor mínimo de una capa permeable, si la hubiere, y la permeabilidad mínima de la roca--que permita la convección. Por lo tanto, la modelación podría aplicarse para evaluar la probabilidad de encontrar capas convectivas que contengan fluidos calientes en profundidad (e.g. un yacimiento geotérmico).

Estos modelos, utilizados ya sea como herramientas de predicción o para verificar la congruencia conceptual, pueden mejorarse al disponer de datos de perforación. Es barato realizar la modelación y es un ejercicio que resulta provechoso y que hace reflexionar.

3. PRUEBAS DE LA EXISTENCIA DE UN YACIMIENTO GEOTERMICO

El conocimiento de la existencia de un yacimiento suele ser el problema más difícil de la exploración geotérmica, puesto que la presencia de formaciones cercanas a la superficie, litológica e hidrogeológicamente complejas, de acuíferos someros y de zonas de alteración, frecuentemente impide que se hagan estudios sea geológicos o geofísicos del substrato más profundo. Se pueden obtener informaciones importantes del estudio de los depósitos volcánicos freatomagmáticos y de los xenolitos en rocas piroclásticas. Estas son muestras de los horizontes litológicos del subsuelo, llevadas a la superficie por explosiones volcánicas, y su estudio puede aportar pruebas sobre las alteraciones hidrotermales producidas por la circulación de fluidos hidrotermales.

3.1. Alteración hidrotermal y permeabilidad

Los sistemas geotérmicos se caracterizan por procesos complejos que entrañan, principalmente, una interacción entre las rocas y los fluidos hidrotermales. Consisten en la disolución y/o reacción de las fases sólidas preexistentes y en la precipitación de nuevas especies minerales, estables en nuevas condiciones hidrotermales. El estudio de estos procesos es de suma importancia.

Se ha llegado a conocer que la cubierta impermeable de muchos campos geotérmicos es el resultado de procesos de auto-sellado (Facca y Tonani, 1967), causados por la circulación hidrotermal y la interacción entre rocas y fluidos. Es un concepto relativamente reciente el hecho de que unos mismos procesos hidrotermales pueden actuar, en diferentes condiciones físicoquímicas, de manera diametralmente opuesta a la de la formación de una cubierta auto-sellada. Pueden transformar, efectivamente, rocas de baja permeabilidad primaria en rocas compactas, duras y friables, que pueden volverse permeables mediante la fracturación ("auto-des-sellantes"; Marinelli, 1978). La existencia de permeabilidad en profundidad, y las condiciones físicoquímicas de un sistema geotérmico pueden evaluarse estudiando los conjuntos hidrotermales en los xenolitos volcánicos. Es posible determinar la presencia de zonas permeables mediante la observación de la microporosidad y microfracturación presentes en los xenolitos (la presencia de vetas, cavidades y minerales hidrotermales euédricos) indicativos de que existen

en profundidad canales abiertos con circulación de fluidos. La presencia de estos indicadores de permeabilidad, en cantidad relativa, puede dar una estimación de las condiciones de permeabilidad de la sub-superficie. El control petrográfico de las secuencias de las rocas de muchos pozos geotérmicos, en diversos ambientes geotérmicos (Steiner, 1977; Elders, 1977; Elders et al., 1981), ha demostrado que los campos geotérmicos de alta entalpía se caracterizan por una zonación vertical de los minerales hidrotermales asociados con conjuntos recurrentes tipo. Las principales zonas hidrotermales, con sus minerales característicos y fronteras termales aproximadas, se resumen en la Figura 6, la cual constituye un esquema necesariamente simplificado; la transición entre las zonas es, realmente, gradual. Está claro que las zonas arcillosas y filíticas, caracterizadas por una abundancia de láminas de silicatos, actúan como un sello impermeable y térmicamente aislante; es decir, como rocas típicas de recubrimiento del sistema geotérmico. La zona propilítica está compuesta por rocas duras y quebradizas, que pueden volverse permeables por fracturación. En realidad, la mayor parte de los yacimientos geotérmicos de alta entalpía conocidos pertenecen a la zona propilítica; esta zona es, por tanto, el punto de mira principal en la explotación geotérmica.

3.2. Información de los yacimientos freatomagmáticos

Las interacciones explosivas entre el agua externa y el magma se conocen, en la vulcanología, como erupciones hidro o freatomagmáticas. Estos procesos tienen obvias proyecciones geotérmicas, puesto que pueden revelar la presencia de un acuífero a gran profundidad. En la prospección geotérmica, es necesario examinar selectivamente los productos volcánicos a fin de:

- i) identificar aquellos materiales volcánicos que se originan en la interacción agua-magma;
- ii) caracterizar la fuente del fluido interactuante, la cual puede ser superficial--un lago, por ejemplo-- o de origen profundo (un acuífero).
- iii) estimar la temperatura de la fuente del agua; y,
- iv) conocer la fecha en la cual se produjo la erupción hidromagmática y evaluar si el ambiente hidrogeológico ha permanecido igual o no desde entonces.

Pueden contemplarse varios casos, dependiendo de:

- i) la profundidad (sea superficial o subterránea) a la cual interactúan el agua y el magma;

- ii) el volumen de agua que interviene en el proceso;
- iii) el nivel, poco profundo o profundo, de la superficie de fragmentación del magma explosivo primario (véase Barberi et al., 1985).

Debe recalcar que:

- i) los productos hidromagmáticos tienen una característica inconfundible y son, por tanto, fáciles de identificar (Sheridan y Wholetz, 1983; Fisher and Schmincke, 1984);
- ii) la naturaleza de los productos expelidos y su ordenamiento de emisión secuencial, permiten la reconstrucción de la dinámica eruptiva y la modelación del sistema hidrovolcánico (Barberi et al., 1985); y, por último, aunque no es menos importante,
- iii) la interacción agua-magma produce muchos fragmentos de rocas que alojan acuíferos. Estos fragmentos son emitidos a la superficie como xenolitos asociados con productos hidromagmáticos. La naturaleza de sus minerales de alteración hidrotermal permite estimar la temperatura del yacimiento geotérmico.

Lo que antecede está ilustrado en las Figuras 7 (interacción superficial) y 8 (interacción profunda) en función de los escenarios de erupción y las secuencias de deposición. Las Figuras 9 y 10 resumen un ejemplo práctico tomado de la Isla de Nisyros (Arco Egeo, Grecia). La principal formación piroclástica que aflora en la isla (formación Pali; Barberi et al., 1985) está constituida por capas de piedra pómez de la precipitación magmática inicial, seguida por depósitos freatomagmáticos (oleadas de piroclastos con flujos interstratos piroclásticos). La naturaleza de los xenolitos demuestra importantes cambios en el transcurso de la erupción. En el depósito magmático inicial, la lítica está compuesta por lavas frescas y tobas con conjuntos minerales hidrotermales de temperatura baja-moderada (rocas autoselladas de las zonas arcillíticas y filíticas). Los xenolitos de los productos freomagmáticos consisten, en cambio, en fragmentos lávicos con minerales hidrotermales de temperaturas mucho mayores (una zona propilítica típica); los surgimientos hidromagmáticos finales contienen abundantes fragmentos de skarns y rocas intrusivas. Del estudio de la secuencia de deposición eruptiva y de su distribución xenolítica, es evidente que el magma interactuó con un acuífero ubicado en profundidad dentro de la zona de contacto de un cuerpo intrusivo y las lavas suprayacentes. El conjunto mineralógico hidrotermal indica, además, que este acuífero es un yacimiento geotérmico potencial, con una temperatura que supera los 220 grados C. Esto se vio confirmado, plenamente, por los resultados de las perforaciones:

el pozo exploratorio Nisyros-2, efectivamente encontró un yacimiento geotérmico de 250 grados C, que se extendía desde 1.100 m hasta la profundidad total (1.547 m), precisamente dentro de esas lavas quebradizas de la zona propilítica y de los skarns de contacto, los cuales habían sido identificados por el estudio de los xenolitos volcánicos como probables rocas alojantes de acuíferos.

4. ENERGIA GEOTERMICA Y VOLCANES ACTIVOS

Sorprendentemente, la exploración geotérmica ha evitado, durante muchos años, las áreas de volcanismo activo, a pesar de que esas áreas deberían ser sitios preferenciales de anomalías térmicas, por cuanto sí alojan, con seguridad, masas magmáticas calientes a alguna profundidad. En los primeros años de la explotación de la energía geotérmica, cuando Larderello era el único campo de energía geotérmica explotado en el mundo, probablemente se creía, comúnmente, que el fluido de Larderello se originaba directamente en un cuerpo granítico en enfriamiento, para distraer la atención de los volcanes activos como una fuente potencial de energía geotérmica. Pero, es curioso que esa "desconfianza" persistió hasta hace pocos años, cuando el origen meteórico superficial del fluido geotérmico ya era un hecho establecido. Puede haber habido dos razones para ese interés postergado en los volcanes activos: Primero, la preocupación por efectuar importantes inversiones en áreas con gran riesgo de posibles erupciones. Segundo, la opinión-- muy corriente entre los hidrogeólogos--de que las rocas volcánicas, debido a la alta permeabilidad manifestada en la superficie tanto por las lavas fisuradas como los piroclásticos fragmentados, no podrían brindar una cubierta impermeable al sistema hidrotermal profundo.

Estos prejuicios deberían eliminarse, definitivamente, a fin de promover el desarrollo de áreas volcánicas activas-- el mayor potencial geotérmico del mundo. Los riesgos volcánicos pueden evaluarse cuidadosamente, en la actualidad (Crandell et al., 1984); entonces, las instalaciones industriales pueden ubicarse en sitios de bajo riesgo y diseñarse todo el proyecto específicamente, para minimizar el riesgo. La alta permeabilidad de las rocas volcánicas es un hecho real, pero sólo en los productos muy jóvenes que afloran o de poca profundidad. Debido a la frecuente abundancia de vidrios químicamente inestables, los productos volcánicos se convierten, muy fácilmente, en estratos impermeables mediante la alteración climática y/o hidrotermal (Marinelli, 1978). Paradójicamente, los procesos de auto-sellado son, a menudo, tan importantes que el verdadero problema de la exploración geotérmica en zonas volcánicas suele ser una falta de permeabilidad y no de una cubierta impermeable. Sin embargo, el mencionado proceso de "auto-des-sellado", i.e. el desarrollo de la permeabilidad por fracturación en las rocas volcánicas que se vuelven quebra-

dizas al producirse la alteración hidrotermal a alta temperatura, es afortunadamente frecuente en los posibles sitios volcánicos termalmente anómalos y tectónicamente activos.

5. CONCLUSIONES

Gracias a los últimos progresos en la vulcanología aplicada, la cual ya ha superado desde hace mucho tiempo la primitiva etapa descriptiva, y ha ingresado en las investigaciones cuantitativas de campo y de laboratorio, hay una justificación de la exploración de objetivos geovolcánicos aptos para el desarrollo industrial. Evidentemente, todavía queda una serie de cuestiones por solucionarse para mejorar la confiabilidad de las metodologías de exploración. En particular, el método de evaluación de la fuente de calor esbozado aquí, es aún una aproximación muy rudimentaria y simplista de la realidad, a menudo desconcertante y compleja, de los sistemas volcano-geotérmicos. La transferencia de calor mediante la convección de fluidos encima de la fuente de calor puede, en efecto, modificar totalmente la distribución de la temperatura calculada a partir de simples modelos conductivos. Igualmente, los productos freatomagmáticos pueden ser indicadores positivos de los yacimientos geotérmicos, sólo en condiciones eruptivas específicas (nivel de fragmentación magmática dentro del acuífero o a mayor profundidad que el acuífero). No cabe duda de que una comprensión más precisa de los mecanismos que rigen el emplazamiento de las cámaras magmáticas someras, y de los procesos que ocurren en ellas, y también de la dinámica eruptiva, mejorará la confiabilidad de los métodos vulcanológicos en la exploración geotérmica. Estas cuestiones ocuparán considerablemente a los vulcanólogos en el campo de la I y D, en los años por venir. No obstante, la vulcanología ya ofrece herramientas eficientes en sus costos, las cuales son muy valiosas en la exploración integrada de los lugares que ofrecen perspectivas volcano-geotérmicas de alta entalpía.

EXPLICACION DE LOS GRAFICOS

- Fig. 1 Tiempo teórico de enfriamiento versus el volumen de los cuerpos magmáticos: esquema utilizado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (Smith y Shaw, 1975) para la evaluación de reconocimiento de las áreas silíceas volcánicas. Las líneas 1 a 6 representan un espectro de modelos de enfriamiento.
- Fig. 2 Secciones idealizadas esquemáticas de las cámaras magmáticas composicionalmente zonificadas. Los diámetros representan los de las calderas asociadas. Se presupone que el magma emitido ocupaba la parte superior de la cámara. A Askja, B Crater Lake, C Bandelier Tuff, D Timber Mountain, E Yellowstone. Los subíndices denotan diferentes unidades eruptivas (según Smith, 1979).
- Fig. 3 Un ejemplo de estimación de la cristalización-PH₂O: la cámara magmática Somma-Vesuvio. El pequeño triángulo indica los cambios en las líneas de demarcación del sistema residual de la petrogenia bajo diferentes condiciones de presión. Grafico de los vidrios residuales en la piedra pómez emitida (1 y 2 en A) en equilibrio con la leucita y K-feldespatos indicando un PH₂O=1 Kb. Véase Barberi et al. (1981) para detalles.
- Fig. 4 Tabla
- Fig. 5 Anomalía térmica provocada por una cámara magmática somera: resultante de un modelo puramente conductivo del complejo volcánico Chiles-Cerro Negro en el Ecuador (según Barberi, 1983).
- Fig. 6 Tabla
- Fig. 7 Secuencia deposicional idealizada de productos volcánicos, generada por la interacción explosiva del magma con agua superficial (e.g. un pequeño lago). Se supone que el agua se agota en el transcurso de la erupción (o que el respiradero se llega a aislar del agua), lo cual permite la transición de la actividad hidromagmática a la magmática.
- Fig. 8 Secuencia deposicional idealizada de productos volcánicos generados por la interacción explosiva entre el magma y aguas freáticas profundas (e.g. un acuífero). Se presupone que el agua se agota en el transcurso de la erupción. En caso de que esto no sucediera, como suele suceder, los productos freatomagmáticos obviamente serán emitidos hasta

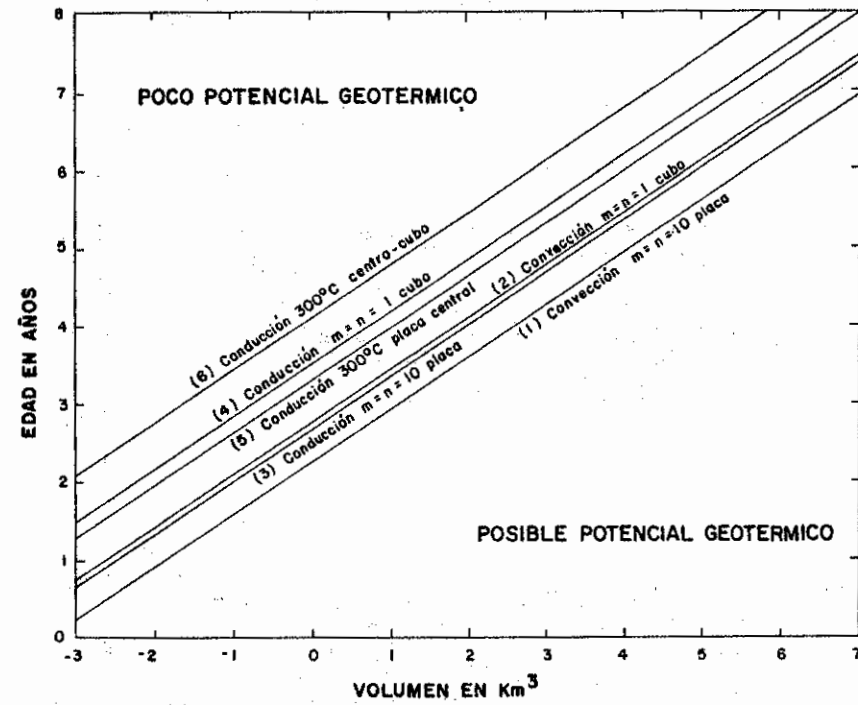
el final de la erupción.

Fig. 9 Las pruebas de la existencia de un yacimiento geotérmico extraídas de los depósitos freatomagmáticos: Isla Nisyros (Grecia) (según Barberi: et al., 1985):

- A) secuencia deposicional de los productos piroclásticos de Pali: F precipitación magmática inicial de piedra pómez: FF precipitación de piedra pómez de grano fino: S surgimientos freatomagmáticos; M flujos piroclásticos freatomagmáticos masivos.
- B) sección litológica y zonas hidrotermales del pozo geotérmico de Nisyros 2. Las flechas que conectan A con B indican la profundidad de la proveniencia de xenolitos.

Fig. 10 Interpretación de los depósitos freatomagmáticos de Nisyros (véase la Fig. 9): la profundidad creciente de la proveniencia xenolítica durante la erupción indica una migración descendiente del nivel de fragmentación magmática en el conducto. La interacción agua-magma comienza cuando este nivel llega al acuífero geotérmico.

FIG. 1



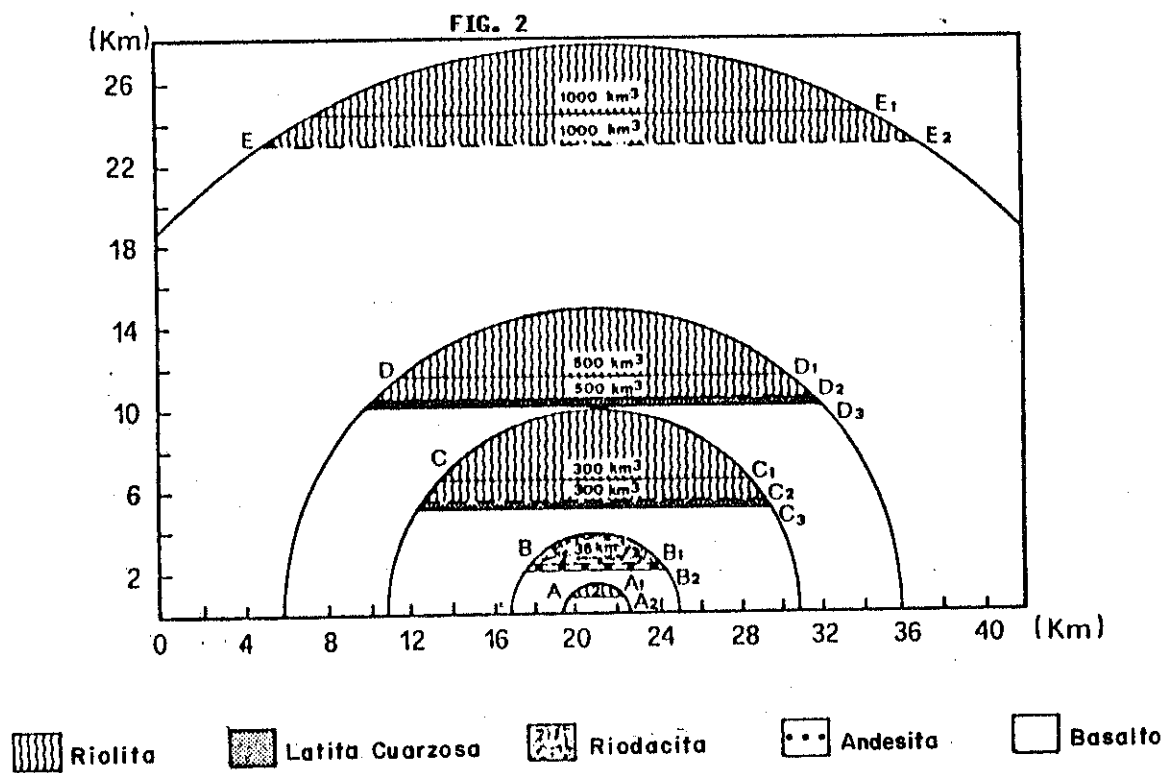


FIG. 3

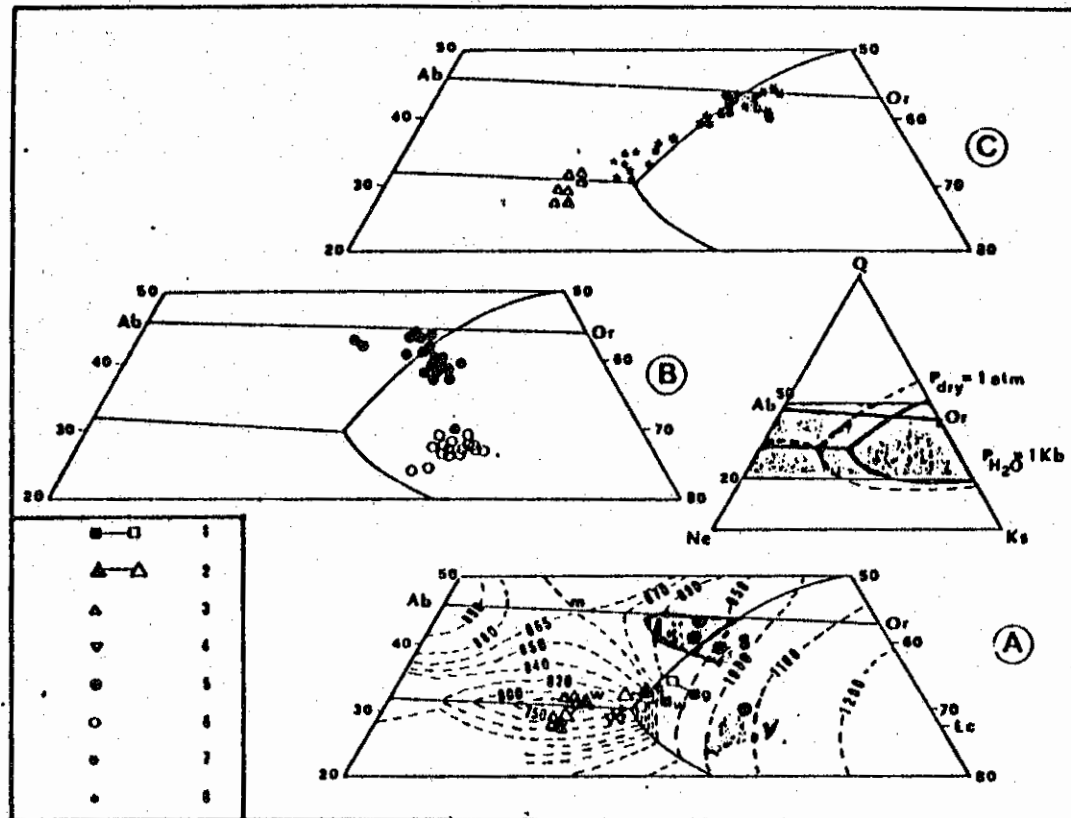


Fig. 4 - Estimación de la Fuente de calor de dos Volcanes Italianos Activos (Area de Nápoles)

Cámara Magnética	Somma - Vesuvio	Campos Flegrean
Volumen (km ³)	2	300
Profundidad hasta el techo de la cámara (km)	2	4-5
Edad de emplazamiento (años)	17.000	35.000
Temperatura inicial (C)	1.200	1.200
Recarga de magma	Sistema recargado	Sistema cerrado
Significación geotérmica	Fuente térmica demasiado pequeña para producir una anomalía térmica de interés práctico	Fuente térmica muy grande. Una T de 900-1000 C persiste en el centro de la cámara. Gran interés geotérmico.
Resultados de perforación	55 C a 2.000 m de profundidad	350 -420 C a 2.000-3.000 de profundidad
Referencias:		
- para la cámara de acumulación	Barberi et al., 1981	Armienti et al., 1983
- para los resultados de perforación	Balducci et al., 1985	Bruni et al., 1985

Fig. 5

107

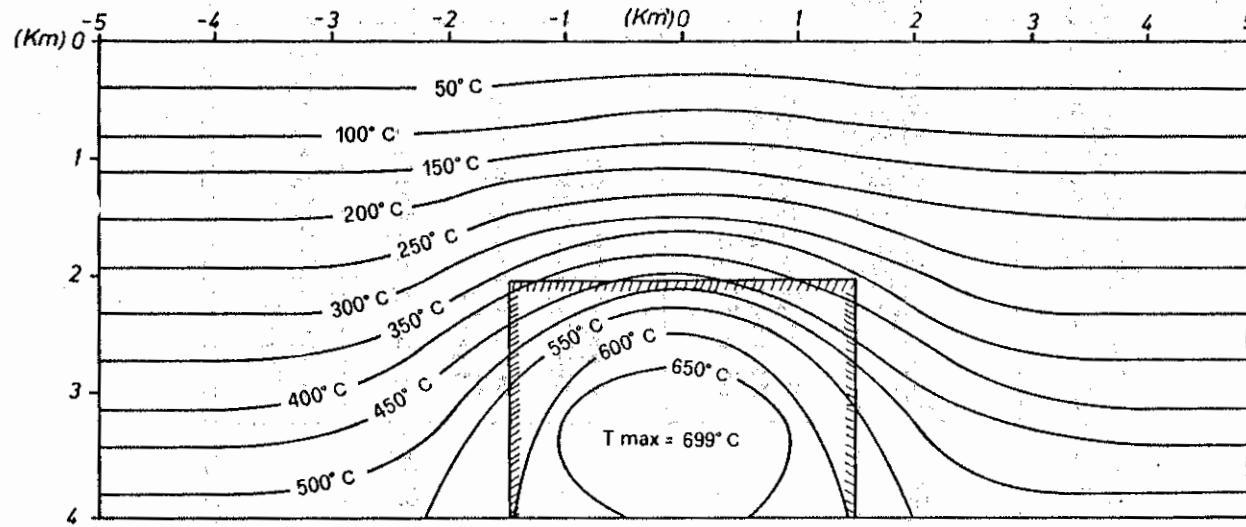


Fig. 6 - Principales Zonas Hidrotermales (según los Registros Mineralógicos en los Pozos Geotérmicos)

<u>Zona Hidrotermal</u>	<u>Principales Indicadores Mineralógicos</u>	<u>T Aproximada de Transición</u>
Arcillítica	Minerales Arcillosos Montmorillonita, Caolinita Ilita	---150 C
Filítica	Desaparición de Montmorillonita Sericita-Muscovita-Clorita	
Filítica-Zeolítica	Igual más zeolita	
Propilítica	Epidota, Albita, Adularia Cuarzo	---220-250 C

FIG. 7

INTERACCION EXPLOSIVA DEL MAGMA CON EL AGUA DE SUPERFICIE

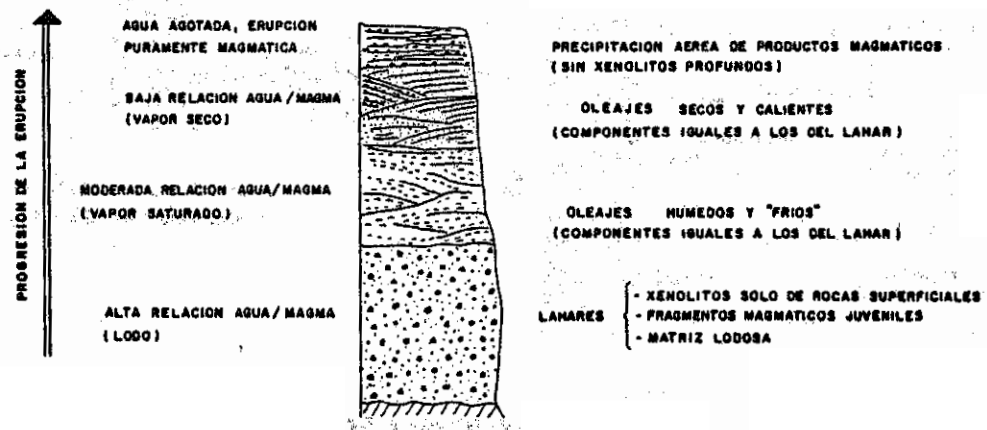
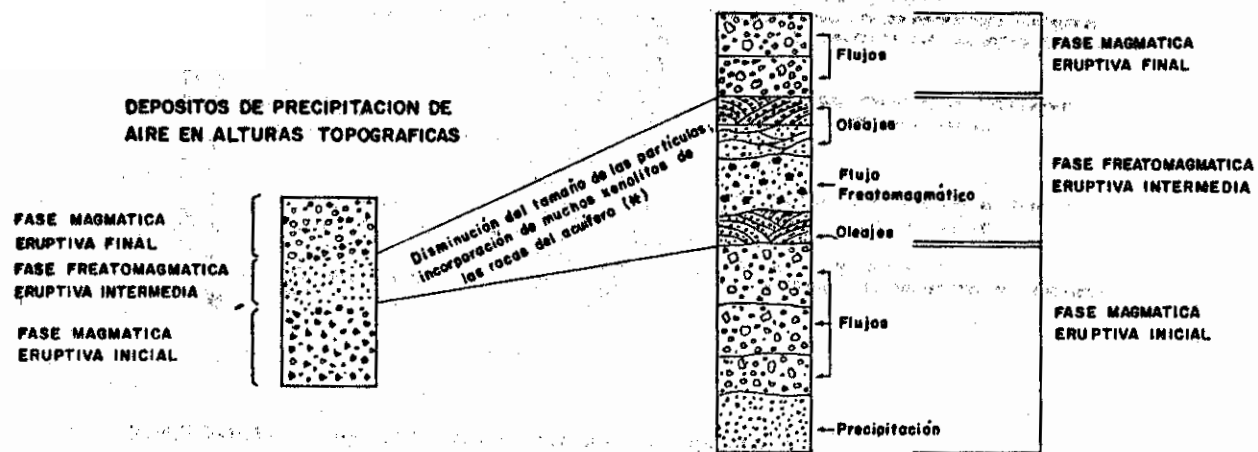


FIGURA 8

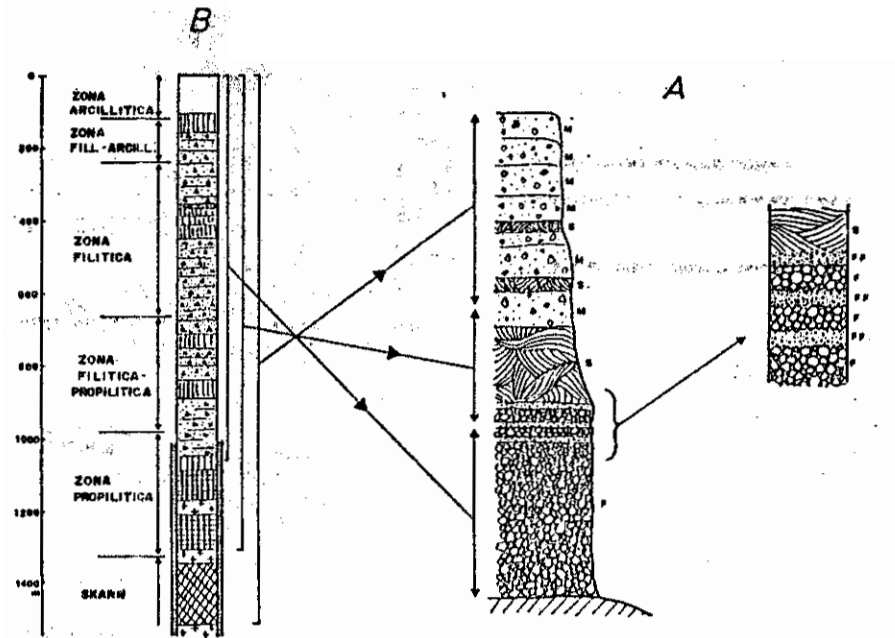
INTERACCION AGUAS PROFUNDAS - MAGMA

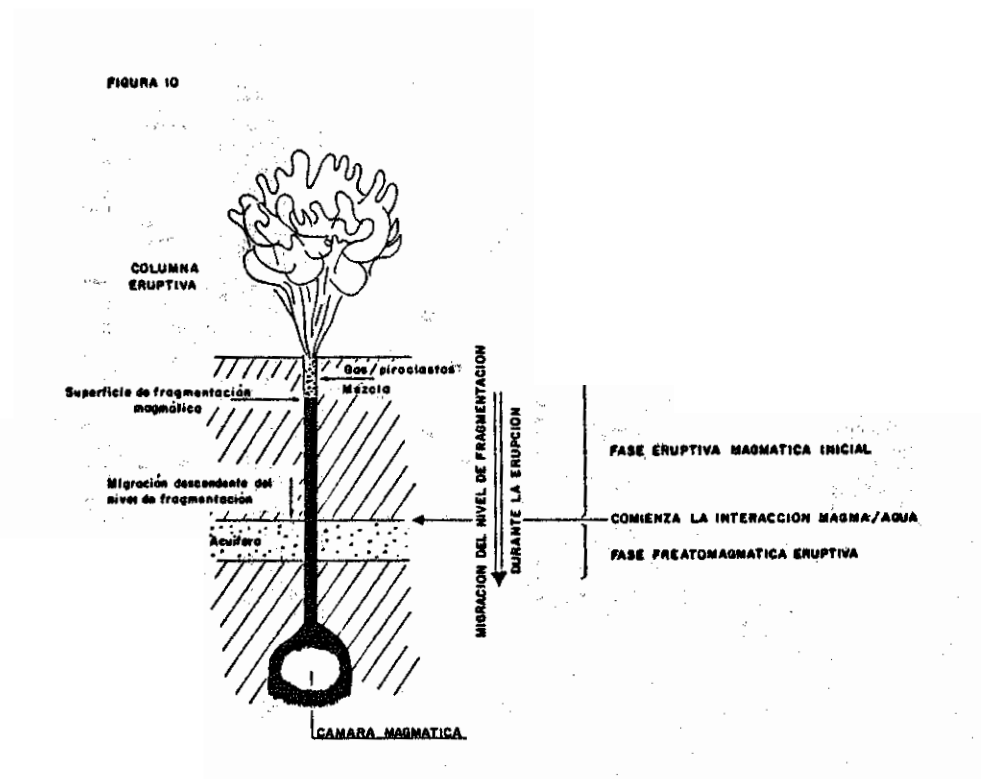
110



(*) El estudio de estos xenolitos permite identificar de las rocas del yacimiento y estimar su temperatura

FIGURA 9





REFERENCIAS

Armienti P., Barberi F., Bizoward H., Clocchiatti R., Innocenti F., Metrich N., Rosi M., Sbrana A., (1983): The Phlegrean Fields; magma evolution within a shallow magma chamber. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 17, 289-311.

Baker B.H., Mc Birney A.R. (Eds) (1985a): Processes in magma chambers. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 24, special issue 1/2, 204 p.

Baker B.H., Mc Birney A.R. (1985b): Liquid fractionation. Part III: Geochemistry of zoned magmas and the compositional effects of liquid fractionation. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 24, 1/2, 55-81.

Balducci S., Vaselli M., Verdiani G. (1985): Exploration well in the "Ottaviano" permit, Italy. In A.S. Strub and P. Ungemach (eds): *European Geothermal Update, Proceedings of the 3rd International Seminar on the Results of the EC Geothermal Energy Research, Munich (1983)* D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, 407-418.

Barberi F. (1983): Goevulcanología en la exploración geotérmica - progresos alcanzados. In OLADE: *Estado actual de la geotermia en América Latina*. Quito, 169-182.

Barberi F., Leoni L. (1980): Metamorphic carbonate ejecta from Vesuvius plinian eruptions. Evidence of the occurrence of shallow magma chambers. *Bull. Vulcanol.* 43 (1), 107-120.

Barberi F., Ferrara G., Santacroce R., Treuil M., Varet J. (1975): A transitional basalt-pantellerite sequence of fractional crystallization, The Boina Centre (Afar rift, Ethiopia). *J. Petrol.*, 16, 22-56.

Barberi F., Navarro J.M., Rosi M., Santacroce R., Sbrana A. (1985): Explosive interaction of magma with ground water: insights from xenoliths and geothermal drillings. Submitted to *Bulletin of Volcanology*.

Bruni P., Chelini W., Sbrana A., Verdiani G. (1985): Deep exploration of the San Vito area (Pozzuoli - Na) - well

S. Vito I. in : European Geothermal Update. Proceedings of the 3rd International Seminar on the results of S Geothermal Energy Research, Munich, (1983) Reidel Publ. Co., Dordrecht: 390-406.

Clocchiatti R. (1975): Les inclusions vitreuses de quartz: donnees optiques, thermometrics et chimiques. Mem. Soc. Geol. Fr. 122, 1-96.

Crandell D.R., Booth B., Kusumadinata K., Shimozuru D., Walker G.P.L., Westercamp D. (1984): Source-book for volcanic-hazards zonation. UNESCO, Natural Hazards 4, Paris.

Elders W.A., (1977): Petrology as a practical tool in the geothermal studies. Geothermal Ressources Council, Transactions, 1, 85-86.

Elders W.A., Hoagland J.R., Williams A.E. (1981): The distribution of hydrothermal mineral zones in the Cerro Prieto geothermal field of Baja California, Geothermics, 10, 245-253.

Facca G., Tonani F. (1967): The self-sealing geothermal field. Bull. Volcan., 30, 271-273.

Fisher R.V., Schmincke H.U. (1984): Pyroclastic rocks. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 472 p.

Gasparini P., Mantovani M.S.M. (1981): Heat transfer in geothermal areas. In: Geophysics of Geothermal Fields, A. Rapolla, Ed., Plenum Press.

Hildreth W. (1981): Gradients in silicic magma chambers: implications for lithospheric magmatism. J. Geophys. Res., 86, 10153-10192.

Kudo A.M., Weill D.F. (1970): An igneous plagioclase geothermometer. Contr. Min. Petrol., 25, 52-65.

Leeman W.P., Scheidegger K.F. (1977): Olivine-liquid distribution coefficient and a test for crystal-liquid equilibrium. Earth Planet. Sci. Letters, 35, 247-257.

Lindsley D.H. (1983): Pyroxene thermometry. *Am. Miner.*, 68, 477-493.

Marinelli G. (1975): Magma evolution in Italy. In: *Italy Earth Sci. Soc. Libya*, 165-220.

Marinelli G. (1978): Le probleme de la permeabilite des roches d'origine volcanique dans la recherche d'un champ geothermique. *Memoire hors serie CERGH-USTL Montpellier*, 397-404.

Mysen B., Kushiro I. (1979): Pressure dependance of nickel partitioning between forsterite and aluminous silicate melts. *Earth Planet. Sci. Letters*, 42, 383-388.

Roedder E. (1984): Fluid inclusions. *Reviews in Mineralogy*, 12, *Min. Soc. America*, 644 p.

Sheridan M.F., Wohletz K.H. (1983): Hydrovolcanism: basic considerations and review. *J. Volcan. Geoth. Res.*, 17, 1-29.

Smith R.L. (1979): Ash-flow magmatism. *Geol. Soc. Amer. Sp. Paper* 180, 5-27.

Smith R.L., Shaw H.R. (1975): Igneous-related Geothermal Systems. In: *Assessment of Geothermal Resources of the United States. Geol. Survey Circular* 726, 58-83.

Steiner A. (1977): The Wairakei geothermal area, North Island, New Zealand. *N. Z. Geol. Survey Bull.*, 90, 1-136.

Spera F. (1980): Thermal evolution of plutons: a parameterized approach. *Science*, 207, 299-301.

Stormer J.C. (1975): A practical two feldspar geothermometer. *Am. Min.*, 60, 667-674.

Stormer J.C., Nicholls J. (1978): XLFRAC: a program for interactive testing of magmatic differentiation models. *Computer and Geosci.*, 4, 143-159.

Yoder H.S. Jr. (Ed.) (1979): The evolution of the igneous rocks-fiftieth anniversary perspectives. *Princeton University Press*, 588 p.

EXPERIENCIAS APLICABLES AL ECUADOR SOBRE LOS PROBLEMAS Y
CONTROL DE CONTAMINACION POR ACTIVIDADES HIDROCARBURIFERAS (*)

Departamento Técnico
Secretaría Permanente
OLADE

INTRODUCCION

Los problemas de contaminación ambiental que pueden originarse por las actividades hidrocarburíferas, pueden agruparse como sigue:

- Contaminación ambiental durante la perforación de pozos petroleros.
- Contaminación ambiental durante la explotación.
- Contaminación ambiental en el manejo y transporte de los hidrocarburos.
- Contaminación ambiental en la refinación.
- Contaminación ambiental durante la utilización de los hidrocarburos.

CONTAMINACION AMBIENTAL DURANTE LA PERFORACION DE POZOS
PETROLEROS

Los peligros de la contaminación causados por las actividades hidrocarburíferas se presentan desde el momento mismo de la perforación de los pozos petroleros, ya sea que éstos sean de exploración o de desarrollo. Esto es debido a que durante las operaciones de perforación, se utilizan diferentes productos químicos para la formulación de los

(*) Trabajo presentado al Primer Congreso Ecuatoriano del Medio Ambiente, organizado por Fundación Natura, del 7 al 14 de febrero de 1987. Quito, Ecuador.

lodos de perforación, los cuales, si no se manejan adecuadamente, pueden contaminar el terreno circundante al sitio de ubicación de la perforación, que puede extenderse a lo largo de los drenajes naturales del terreno, contaminando ríos y corrientes de agua, causando graves perjuicios a la flora y a la fauna.

Los lodos de perforación son mezclas fluidas, que se introducen por la tubería de perforación hasta el fondo del pozo, con el objeto de elevar hasta la superficie los cortes de roca o "ripio de perforación", que se forman al penetrar la barrena en el terreno. Estas mezclas deben tener ciertas características físico-químicas de viscosidad, densidad y otras, para lubricar la barrena, levantar los cortes y acondicionar las paredes del pozo, para evitar el derrumbe de las mismas. Estos lodos contienen aditivos, tales como sosa cáustica, carbonato de sodio, ligninas, sulfato de bario, diesel y otros, que si no se desechan adecuadamente perjudican seriamente la ecología.

Para evitar la contaminación, es necesario extremar los cuidados al manejar estos fluidos, evitando derrames y desechándolos convenientemente, para lo cual será necesario la instalación de bandejas recolectoras debajo de la plataforma de trabajo, que devuelven al sistema de circulación, el lodo y el petróleo que puedan caer al sacar la tubería y disponer de tanques o presas para lodos, contruidos sobre el piso y no almacenarios en presas contruidas en el terreno, así como disponer de carros cisterna para transportar los lodos residuales a zonas especialmente localizadas, donde no causen problemas de contaminación.

Otro de los problemas que se pueden originar durante la perforación, son los causados por los "reventones", que se producen cuando la barrena encuentra zonas de alta presión que sobrepasa la presión hidrostática ejercida en el fondo por la columna de lodos, la cual es expulsada, permitiendo la salida de los fluidos contenidos en el yacimiento, los que pueden ser gases, hidrocarburos gaseosos o líquidos o agua salada.

Este mismo problema puede presentarse cuando la barrena contacta una zona de alta permeabilidad o fractura, dando lugar a que se pierda la columna de lodos, dejando en libertad a los fluidos del subsuelo para que emerjan.

Para evitar este problema, es necesario equipar el árbol de válvulas para la perforación, con los accesorios de seguridad adecuados, tales como preventores de reventones y conexiones laterales, para la inyección de lodos con obturantes, para sellar, en caso necesario, las zonas de pérdida de circulación y restablecer la columna de lodos, que es la

que contrarresta la presión de fondo.

CONTAMINACION AMBIENTAL DURANTE LA EXPLOTACION

Durante la explotación de un yacimiento petrolero, pueden presentarse los mismos problemas de descontrol de los pozos que se presentan durante la perforación de los mismos, sobre todo al intervenirlos para alguna reparación, si no se toman para ello las necesarias precauciones y no se instalan los dispositivos de seguridad de los que ya se hizo mención.

Además de los problemas de descontrol, pueden presentarse problemas de contaminación originados por operaciones equívocas de válvulas, fugas a través del prensa-estopas de las válvulas y de los asientos de las mismas, por mantenimiento deficiente, prácticas inadecuadas en la toma de muestras o por causas fortuitas, tales como rotura de tuberías causadas por accidentes, por corrosión o fatiga de las tuberías o de las juntas de expansión.

Por lo general estas fugas son esporádicas y de poca cuantía y un buen programa de mantenimiento preventivo puede eliminarlas casi por completo, a excepción de las roturas de las tuberías por efecto de la corrosión o por daños causados por las anclas, cuando las fugas pueden ser considerables.

Para contrarrestar el efecto corrosivo del ambiente, se utilizan diversos recubrimientos, tales como el asfalto, caucho, epoxi-brea y otros, entre los cuales el polietileno de alta densidad ha resultado el de mayor rendimiento. Complementariamente se usa la protección catódica ya sea con ánodos de sacrificio o con corriente aplicada.

CONTAMINACION AMBIENTAL DURANTE EL MANEJO Y TRANSPORTE DE LOS HIDROCARBUROS

La producción de hidrocarburos conlleva, generalmente, una serie de operaciones de manejo y transporte de los mismos, ya que éstos tienen que ser llevados a las áreas de consumo, lo que a menudo implica la transportación marítima, dado que en muchos de los casos los países que los producen tienen que comercializarlos ya que su producción rebasa con muy amplio margen su consumo propio.

La transportación marítima es, en múltiples ocasiones, la única aplicable, cuando se trata de grandes distancias, por lo cual es ésta una operación que se ejecuta constantemente, durante la cual se pueden causar accidentalmente derrames o intencionalmente operaciones de desecho de residuos, que contaminan las aguas de lagunas y mares, princi-

palmente en las zonas de carga y descarga.

Las principales fuentes de contaminación en el transporte marítimo de hidrocarburos son:

- 1) Accidentes marítimos debidos a colisión, incendio, explosión o encallamiento, que dan por resultado el escape de petróleo de los barcos.
- 2) La descarga intencional de petróleo o de desperdicios de petróleo proveniente de las sentinas, del desbalastro de los buques cisterna o del lavado de los tanques, y
- 3) Derrames accidentales, al transferir combustible de barco a barco, de la costa al barco o viceversa y por el derrame accidental, resultante de la operación incorrecta de válvulas, fuga en las mismas, etc, instaladas en los barcos o en las terminales.

El agua contaminada con aceite, para evitar que cause daños a la ecología, debe tratarse, siendo necesario pasarla por separadores por gravedad y por tanques clarificadores, donde recibe un tratamiento químico a base de poli-electrolitos. En Maracaibo, Venezuela se ha ensayado, con éxito, reinyectarla en el subsuelo.

Destino del petróleo en el mar:

No obstante que podría creerse que el aceite y en particular el aceite combustible pesado, es resistente a la degradación y que puede permanecer en esa forma durante un largo tiempo, esto está muy lejos de la verdad. El aceite flotante puede ser afectado en varias formas:

- 1) Puede perder lentamente sus fracciones más ligeras por evaporación, con un consecuente aumento de la viscosidad y la densidad (en el caso del petróleo crudo, alrededor del 20% se pierde en 24 horas).
- 2) Una cantidad muy pequeña de aceite puede disolverse en el agua y perderse en esta forma.
- 3) Puede ser afectado por la luz solar y el oxígeno, el que lentamente polimeriza el aceite para producir un material más viscoso y de mayor densidad, y
- 4) El aceite puede ser atacado por micro-organismos que viven en el mar y que están adaptados para utilizar hidrocarburos como fuente de energía.

Esta última forma bien puede ser el principal factor para la eliminación del aceite flotante. Las bacterias pueden atacar solamente la superficie del aceite que está en contacto con el mar; consecuentemente cuando el aceite se rompe en finas gotitas (o eventualmente en una verdadera emulsión) mediante el uso de emulsificadores, el área superficial expuesta a la acción bacteriana se aumenta considerablemente. Como resultado de la acción bacteriana, la densidad del aceite aumenta y finalmente se hunde como finas partículas, para unirse al sedimento del fondo oceánico.

Los métodos que podrían usarse para eliminar el aceite que flota en el mar son los siguientes:

- 1) Quemar el aceite.
- 2) Desnatar la superficie con un equipo de succión o de adsorción.
- 3) Absorberlo en alguna substancia y luego eliminar el absorbente junto con el aceite.
- 4) Convertirlo en un gel y recolectarlo de la superficie.
- 5) Sumergirlo hasta el fondo.
- 6) Emulsificarlo o dispersarlo.

Quemado del Aceite

El quemado del aceite que flota en la superficie del mar es virtualmente imposible ya que los aceites, especialmente los de baja viscosidad, tales como el petróleo crudo, se extienden rápidamente, siendo entonces el espesor de la capa de aceite sumamente delgada y el efecto de enfriamiento del agua subyacente no permite la combustión. Además, debido a lo delgado de la capa y lo extenso de la superficie, las fracciones volátiles se evaporan rápidamente, lo que hace más difícil su ignición.

Desnatado por Succión o Adsorción

Se han diseñado dispositivos de succión que son razonablemente efectivos para ser usados en bahías o lugares bajo abrigo; pero en el mar abierto, donde existen olas de más de 15 m, estos dispositivos no son efectivos.

Sin embargo, se han desarrollado cabezas de succión de 1 m de ancho y barcasas con aguilones flotantes para recolectar aceite y basura de las bahías. Este dispositivo desnata una sección de 15 m de ancho en cada pasada. Tam-

bién se han diseñado equipos recolectores auto-propulsados que tienen una o varias correas oleíflicas a las cuales se adhiere el petróleo, el que después es separado mediante rodillos o correas exprimidoras, recuperándose así una buena cantidad del petróleo derramado.

Absorción

Este método se basa, como su nombre lo indica, en absorber el aceite en un material adecuado y después recoger éste. El material tiene que ser diseminado tan uniformemente como sea posible sobre el aceite flotante que se intente recolectar.

El problema que existe, es que estos materiales son muy ligeros y son fácilmente arrastrados por el viento, así que el desparramarlos sobre una extensa área en mar abierto impone serias dificultades.

Bajo condiciones adecuadas, se puede usar pedacería de polietileno o poliuretano en forma de espuma.

El material recogido, saturado de aceite, puede expresarse para recuperar el aceite o se puede quemar.

Gelatinización

Este método que se basa en dispersar una substancia química sobre el aceite para gelatinizarlo o coagularlo, con lo cual los terrones de gelatina serían más fáciles de recoger. No se considera un método práctico, ya que se requiere agitación vigorosa para mezclarlo con el aceite, lo cual significa un considerable consumo de energía.

Sumersión

Este método se basa en esparcir sobre la mancha de aceite un polvo de alta densidad que se mezcle con el aceite, que se adhiera a él y que lo hunda. La condición esencial es que el material sólido, una vez sumergido, retenga el aceite hasta que el aceite se degrade.

En algunos casos se ha utilizado con éxito para hundir el aceite una suspensión de arena al 10% tratada con aminos.

La desventaja de este método es que la mezcla de arena y aceite puede permanecer fluida demasiado tiempo en el fondo y puede ser transportado a la superficie por las corrientes. Sin embargo, se considera que éste es el mejor método cuando se trata con grandes descargas de aceite.

Emulsificación o Dispersión

Uno de los principales factores en la eliminación del aceite de la superficie del mar es el ataque bacteriano. Las bacterias sólo pueden atacar su superficie, así que entre mayor sea esta más rápido el aceite se descompone.

El efecto de la emulsificación es el de romper el aceite en pequeñas gotitas, con lo que se logra que el área superficial se incremente considerablemente.

Para que este método tenga éxito se requiere una fuente de agitación y dispersión, para evitar que las gotas se vuelvan a juntar. La acción natural del viento y las olas pueden suministrar, en muchos casos, la agitación requerida.

La acción bacteriana completa el proceso.

CONTAMINACION AMBIENTAL EN LA REFINACION

Uno de los problemas ambientales más comúnmente conocidos, respecto a la generación de energía, es el que se refiere a la refinación del petróleo. Las emisiones de SO_2 son generadas en varias de las diferentes sub-etapas, que contribuyen a la totalidad del problema de las emulsiones, tanto de gases como de partículas. Los efectos que ellas imponen en la salud humana dependen de la zonificación y la localización de los asentamientos humanos, entre otros factores.

América Latina y El Caribe cuentan con un gran número de refinerías de petróleo. México y Venezuela muestran las operaciones de refinación más grandes de la región; Brasil y Argentina siguen en orden de magnitud, recibiendo los impactos de las refinerías muy cerca de sus ciudades capitales.

Uno de los contaminantes producidos en las refinerías que más efectos nocivos causan a la salud es el anhídrido sulfuroso (SO_2), lo cual origina ausentismo por enfermedad y aún un incremento de la mortalidad.

Se han llevado a cabo estudios respecto a los peligros de salud asociados directamente con el trabajador que opera en las refinerías de petróleo llegando a la conclusión de que del refinado del petróleo crudo, de la producción de metano, etano, propano, gasolina y otros derivados del petróleo se pueden generar algunas enfermedades, tales como dermatitis, mareos, irritación de los ojos y envenenamiento. Algunas tecnologías de la refinación son particularmente peligrosas, desde el punto de vista de la salud, dado que

encierran, necesariamente, condiciones extremas de presión y temperatura; tales tecnologías son las conocidas como "catalytic cracking" y "reforming cracking"

La razón de la utilización de estas tecnologías como la de los procesos catalíticos, no obstante el elevado riesgo a que exponen la salud del trabajador, es una razón netamente económica ya que son capaces de convertir una serie de productos de refinería de bajo precio en productos tales como gasolina y combustible para aviación de alto precio. En esta forma, los beneficios puramente económicos y la salud de los trabajadores parecerían dos intereses opuestos.

CONTAMINACION AMBIENTAL DURANTE LA UTILIZACION DE LOS HIDROCARBUROS

Indudablemente la mayor contaminación que producen los hidrocarburos es la que se origina durante la utilización de los mismos, es decir por su combustión, sobre todo para la producción de energía, ya sea mecánica, en los motores de combustión interna, usados en los automotores o en los generadores de vapor utilizados para la generación de energía eléctrica o en los procesos industriales.

Los gases de combustión que se generan están constituidos por una mezcla de composición variable, cuyos principales componentes son el bióxido de carbono (CO_2) y el vapor de agua (H_2O) pero que contienen también monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos, producto de una combustión incompleta, así como también anhídrido sulfuroso (SO_2) proveniente del contenido de azufre de los combustibles y productos de reacción de estas sustancias entre sí y con el oxígeno y nitrógeno del aire, tales como óxidos de nitrógeno y anhídrido sulfúrico.

Estos compuestos al encontrarse en la atmósfera dan lugar a fenómenos tales como la "lluvia ácida" que produce daños a la ecología en ciudades, lagos y bosques, además de los perjuicios que causan a la salud.

Adicionalmente, en el caso de los hidrocarburos que se utilizan en los automotores, estos contienen aditivos con el propósito de aumentar sus propiedades anti-detonantes, tales como el tetra-etilo de plomo, el cual viene a constituir un contaminante atmosférico más, con efectos altamente perjudiciales para la salud.

Estas emisiones atmosféricas son las que contribuyen en mayor grado a la contaminación, de manera casi constante, con tendencia a incrementarse, a menos que se tomen medidas adecuadas para su control. Su incidencia sobre el medio

ambiente depende de las condiciones atmosféricas y en particular de lo que se denomina "el microclima" o sea de las condiciones atmosféricas predominantes en un área limitada.

Es así cuando que llegan a producirse las "inversiones atmosféricas", fenómeno que se presenta con mayor frecuencia en el invierno debido a que la capa de aire en contacto con la tierra se enfría durante la noche, permaneciendo estacionaria; y como es esta capa donde se desechan los productos de la combustión y otros contaminantes, su concentración puede alcanzar niveles altamente tóxicos que pueden causar accidentes fatales en las personas y en los animales.

Es claro que para evitar estos problemas es necesario eliminarlos desde su origen, tomando las medidas adecuadas y reglamentando anticipadamente las emisiones, antes de que éstas constituyan un verdadero problema.

Dentro de las medidas que se han tomado en otros países, podemos analizar las que se han implementado en la Ciudad de México, en donde la contaminación atmosférica, principalmente por la acción de alrededor de 3 millones de vehículos automotores, ha tomado proporciones alarmantes. Estas medidas son, entre otras, las siguientes:

- Incremento del transporte colectivo.
- Reducción de las emisiones de plomo, substituyendo el uso de las gasolinas con tetra-etilo por otras de más alto octanaje, que requieren menos antidetonantes y la adición de detergentes para mejorar la combustión, disminuyendo la producción de monóxido de carbono (CO).
- Reducción de la emisión de bióxido de azufre, mediante la utilización de combustibles con un contenido más bajo de azufre.
- Substitución del petróleo combustible que se utiliza en las plantas termoeléctricas por gas natural.
- Utilización de un combustible diesel menos contaminante.
- Utilización de una mezcla de combustóleo diluido con diesel en las pequeñas industrias, para lograr una mejor combustión.
- Reubicación de algunas plantas industriales.
- Equipamiento de los vehículos automotores con dispositivos anticontaminantes.
- Introducción en el programa de estudios del Sexto Grado

de Educación Primaria la materia de protección ambiental.

Para casos de emergencia se tiene elaborado un programa que incluye la reducción temporal de las actividades de industrias contaminantes, la verificación obligatoria de las emisiones de cada vehículo y aún la reducción de la circulación de automóviles, suprimiéndola un día a la semana, lo cual se controla mediante el número de la placa del vehículo.

Ecuador debería implementar desde ahora las medidas necesarias para evitar la contaminación ambiental y no esperar hasta que sea demasiado tarde, cuando el costo de la adopción de esas medidas, en forma apresurada, sea prohibitivo y cuando la ecología ya haya sido dañada al igual que la salud de sus habitantes.

La observación de las medidas de protección ambiental darán como resultado la conservación de este hermoso cielo azul del Ecuador que pocos saben apreciar.

FORMULARIO DE SUSCRIPCION

NOMBRE _____
TITULO _____
INSTITUCION _____
DIRECCION _____
CIUDAD/ESTADO/PROVINCIA _____
PAIS _____

AGRADEZCO ENVIARME LA **REVISTA ENERGETICA**. ADJUNTO CHEQUE
POR LA CANTIDAD DE US\$ (O SUCRES) _____ SEGUN
LA ESCALA SIGUIENTE:*

	ECUADOR	OTROS PAISES
UN AÑO (3 EDICIONES)	S/. 8.000,00	US\$50,00
DOS AÑOS (6 EDICIONES)	S/. 15.000,00	US\$90,00

ENVIAR CHEQUE A NOMBRE DE: **OLADE**

RECORTAR Y ENVIAR A: "REVISTA ENERGETICA", OLADE,
CASILLA DE CORREO 6413 C.C.I., QUITO, ECUADOR.

* PRECIOS VIGENTES HASTA EL 31 de Diciembre de 1987.

The Energy Magazine is published once every four months by the Permanent Secretariat of the Latin American Energy Organization (OLADE).

The signed articles are the sole responsibility of their authors and do not necessarily reflect the official position of the Permanent Secretariat or of the Member Countries.

Articles, contributions and correspondence concerning the Energy Magazine should be addressed to the Department of Informatics and Communications, P.O. Box 6413 CCI, Quito, Ecuador.

LATIN AMERICAN ENERGY
ORGANIZATION

AUGUSTO TANDAZO BORRERO
EXECUTIVE SECRETARY A.I.

ROBERTO FABREGA P.
HEAD OF PROGRAM, IN CHARGE OF
THE DEPARTMENT OF INFORMATICS
AND COMMUNICATIONS

REVISTA ENERGETICA ENERGY MAGAZINE

Year 11, Number 2 August, 1987
May - June - July - August
1987

EDITOR'S NOTE	133
TENDERS	135
ANALYSIS OF THE OUTLOOK FOR PETROCHEMICAL DEVELOPMENT IN THE DIFFERENT COUNTRIES OF THE REGION	139
FIRST MEETING OF THE NETWORK OF RESEARCH AND TRAINING CENTERS FOR ENERGY ECONOMICS AND PLANNING IN LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN	207
RECENT PROGRESS IN VOLCANOLOGY APPLIED TO GEOTHERMAL EXPLORATION	223
EXPERIENCES WITH PETROLEUM-RELATED POLLUTION PROBLEMS AND CONTROLS APPLICABLE TO ECUADOR	249

NOTE FROM THE EDITOR

The integration and independence of the Energy Sector in Latin America, problems as yet pending solution, are two important factors for achieving smooth, steady growth of the Region as a whole.

Two important contributions to attaining regional energy integration and independence, and thereby the above overall goal, were the decision to form a Network of Research and Training Centers for Energy Economics and Planning, passed in the First Work Meeting held for this purpose in Quito, Ecuador in July of this year, with the participation of experts from nine OLADE Member Countries; and the Work Meeting held in August on the Analysis of the Status of the Development of the Petrochemical Industry in Latin America and the Caribbean, with important conclusions and recommendations for encouraging and strengthening this regional industry, which has lost importance on the world scene.

Given the transcendence of these two occurrences, the present edition of the Energy Magazine reproduces almost wholly the texts approved in both Meetings.

This issue also publishes an article on experience in Ecuador regarding control of pollution resulting from hydrocarbon-related activities, presented by the OLADE Technical Department to the First Ecuadorian Congress on the Environment, held this year in Quito. This topic is enormously important due to the consequences that this type of pollution can inflict upon human life, basically in cities, and upon ocean and land flora and fauna.

Finally, a paper is included on recent developments in volcanology, applied to geothermal exploration, prepared by two distinguished specialists. This topic is quite pertinent for our Region, with its numerous geothermal shows, the energy from which may mean a significant contribution to the electrical generation programs of some countries in the Region.

INTERNATIONAL TENDER

International Public Bid to contract for construction of the Duran - Cornejo (Salta Prov.) Fields Gas Pipeline (Argentina).

Such bid will be partially financed with a World Bank loan to be issued next September 10 with an opening date of approximately 90 days.

Bidding conditions may be obtained from:

Yacimientos Petrolíferos Fiscales
Sarmiento 778 - PB - (1041)
Buenos Aires - ARGENTINA

Technical and Commercial Office Argentine Government
Oil Fields
5 Greenway Plaza - Suite 210
Houston - Texas U.S.A. 77046
Telex 0762441, Tel 621.4850 Code Area 713

The present works shall comprise the following items:

- 1) A. Assembly of 47,000 mt. of API 5LX pipe grade X-60; 762 mm. outside diameter ($\emptyset$ 30") of 10.31 and 12.7 mm thickness.

B. Assembly of 10,425 m. of API 5LX pipe grade X-60; 609,6 mm. outside diameter ($\emptyset$ 24") and of 10.31 mm thickness.

C. Supply and assembly of 8,127 m. of API 5LX grade X-51 pipe; 508 mm. outside diameter ($\emptyset$ 20") and 7.92 mm. and 8.74 mm. thickness.
- 2) Supply and assembly of two spherical traps for a 762 mm. run ($\emptyset$ 30")
- 3) Supply and assembly of aerial crossings over the Tartagal River, with a 250 mt. span, and also of the Zanja Honda and Tres Quebradas streams.
- 4) Civil works.

FORM OF AWARD:

The sale of the bidding conditions, indivisible and by lump sum adjustment, shall begin on October 1, 1987. The amount of US\$ 1,000 - or its equivalent value in australs has been established, according to the quotation: Banco Nación Argentina, sellers' rate, established at the close of the previous day.

The purpose of the present communication is to attract the interest of the business firms of your country, specialized in the area of expertise involved.

NOTIFICATION OF INTERNATIONAL TENDER DT.BIP.I.005/87
Publication Date: 28, 29 and 30 September 87

NOTIFICATION OF INTERNATIONAL TENDER
Materials for Transmission Lines
IDB LOAN 194/IC/-BR

* Northern Brazil Power Plants Inc. (ELETRONORTE) has obtained through power plants of Brasil Inc. (ELETROBRAS) a loan from the Inter-American Development Bank (IDB), in various currencies, equal in value to US\$ 31,100 million dollars, to finance part of the costs of implementing their transmission system (230 KV) in the 1987/89 period. With the funds from loan 194/IC-BR, ELETRONORTE shall proceed to, among others, the following international tender:

<u>TENDER</u>	<u>PURPOSE</u>	<u>OPENING DATE</u>
DT-BIP-I-005/87	Conductor cables (AC5R 636 mcm-grosbeak) for lt rondonopolis-coxipo.	17.11.87

The tender documents, in the Portuguese or English language, will be available upon the non-reimbursable payment of CZ\$10,000.00 (TEN THOUSAND CRUZADOS) per set of documents in the version chosen by the bidder, as of 30.09.87, in room 806- c of the address (given) below, from 8:30 to 12:00 o'clock and from 2:00 to 5:00 p.m.

This tender is open only to suppliers with domicile established in Brazil or in any other member country of the Bank. The use of raw materials and semimanufactured products from any other than these countries is not permitted.

Firms prequalified in international tender DT-BID-I-01/85 are automatically qualified for this tender.

Bids shall be presented, together with the qualification documents and bid bond, by 3:00 p.m. on the above-mentioned date and immediately opened in a public session, at the following address:

ELETRONORTE-CENTRAIS ELETRICAS DO NORTE DO BRASIL S/A.
Departamento de Adquisicao
Supercentro Venancio 3000
SCN - Quadra 06 - Conj. A
Bloco "C" - 8' Andar - Sala 816
BRASILIA - DF.

NOTIFICATION OF INTERNATIONAL TENDER DF. MAO.W.022/87
Publication Date: 24 September 87

NOTIFICATION OF INTERNATIONAL TENDER
ELETROBRAS II - Distribution Project

- 1) North Brazil Electric Power Plants Inc. (ELETRONORTE) has obtained through Brazilian Power Plants Inc. (ELETROBRAS) a loan of US\$ 28.32 million dollars, from the International Bank of Reconstruction and Development (IBRD) to cover part of the financing of the expansion project of the distribution and subtransmission systems (69 KV) and rehabilitation of the generating equipment of Manaus - AM.
- 2) ELETRONORTE will receive bids for the tender:

<u>NUMBER</u>	<u>OBJECT</u>	<u>OPENING DATE</u>
DT-MAO-W-022/87	Conductor cable CAA-477 mcm	24.11.87

- 3) The tender documents, in the Portuguese or English language, will be available upon the non-reimbursable payment of CZ\$2,000.00 (TWO THOUSAND CRUZADOS), per set of documents in the version chosen by the bidder, as of 24.09.87, in room C of the address (given) below, from 08:30 to 12:00 o'clock and from 2:00 to 5:00 o'clock p.m.
- 4) Bids will be accepted from all manufacturers and suppliers from World Bank Member Countries, Switzerland and Taiwan (China).
- 5) Bids shall be received together with the qualification documents and the bid bond, until 3:00 p.m. on 24.11.87 and immediately opened in a public session, at the following address:

CENTRAIS ELETRICAS DO NORTE DO BRASIL S/A - ELETRONORTE
Departamento de Aquisicao
Supercentro Venancio 3.00
SCN - Quadra 06 - Conj. A
Bloco "C" - Oitavo Andar - Sala 816
BRAZILIA - D.F.

BRAZILIA - D.F., 24 september 1987

ANALYSIS OF THE OUTLOOK FOR PETROCHEMICAL DEVELOPMENT IN THE DIFFERENT COUNTRIES OF THE REGION

INTRODUCTION

The installed capacity of the petrochemical industry in Latin America and the Caribbean, its share in the regional economy, and above all, its potential for becoming a major sector worldwide were the reasons for holding discussions at different levels on the current situation and outlook for the development of this important branch of industry.

With this approach, OLADE organized in Quito, Ecuador, last August, a meeting of petrochemical experts of the Region. The meeting was attended by delegates from Argentina, Brazil, Colombia, Ecuador, Mexico, and Venezuela, who exchanged views on this Latin American industry and approved a study undertaken by the Permanent Secretariat of the Organization, with the decisive support of the Mexican Petrochemical Commission. This topic will be addressed at the XVIII Meeting of Ministers of OLADE, to take place in Havana, Cuba, in November of the current year.

The meeting not only established that this industry provides a real development option, but also made it possible to perceive the shortcomings and difficulties involved.

A restructuring of the petrochemical industry in the developed countries, initiated during the 70's, enabled, among other changes, the rationalization and redistribution of supplies of certain products, the integration of oil and petrochemical companies into the production of intermediate and final goods, and their amalgamation. Therefore, the proposed impetus that will be given to the regional petrochemical industry is intended to regain its place in the world petrochemical sphere.

The experts pointed to the need of integrating production chains, of studying the problem of freight costs and tariff barriers in the Region, in order to increase intra-regional trade among the Latin American and Caribbean

countries, and to lessen their historical dependence on developed nations, both in petrochemical products and in the technological area.

The goal is to ensure a harmonious, standardized and planned development of this industry, with the firm support of the governments of each OLADE Member Country, so as to make of it an important tool for integration and self-determination.

Precisely because the current petrochemical situation is so important, and because of the weight it carries in the regional economy, this issue of the Energy Magazine thought it appropriate to include almost all of the study reviewed by the Meeting of Experts.

1. BACKGROUND

At the XVII Meeting of Ministers of the Latin American Energy Organization, held in Buenos Aires, Argentina in November of last year, given the imperative need to promote development schemes taking into account the integration of the petrochemical industry in Latin America, it was considered necessary to assess the conditions and obstacles being faced thereby, in order to accomplish the goals of regional complementation as a factor in economic development. Consequently, the Permanent Secretariat of OLADE was instructed to carry out an analysis of the outlook for petrochemical development in the different countries of the region.

2. OBJECTIVES

The assessment seeks the following objectives:

- . To analyze the current situation of Latin America's petrochemical industry.
- . To evaluate the prospects for that industry in the region, placing emphasis on its possibilities in the short and medium terms, within the current international setting.
- . To recommend measures and actions supportive of the integral development of the region's petrochemical sector, in a framework of competitiveness and complementation, making it possible to cope with the changes that this industry is undergoing worldwide.

3. FRAME OF REFERENCE

The petrochemical industry has become a foremost sector in the world economy since, without the products derived therefrom, it would not be possible to conceive of modern life, where natural products have been displaced by those derived from gas and/or oil.

The world petrochemical industry, especially that located in the industrialized countries, had an accelerated growth in the early 1970s, when the price of its inputs, added to the drop in the prices of natural products, made the synthetic products lose their relative advantage over the natural ones. In addition, it became evident that the markets of the industrialized countries had become saturated and, at that time, they represented two thirds of the world market for these products; this led to an effective contraction in world demand.

Despite this, many producers in the industrialized countries were incapable of evaluating the impact of the crisis on the petrochemical market, and in the second half of the 1970s they continued installing plants that together generated a situation of surplus capacity at the world level. This was aggravated by the entry into the market of suppliers from countries with abundant raw materials, e.g., Canada, Mexico and the Arab countries.

By virtue of that fact, since the end of the last decade, a process of restructuring of the world petrochemical industry has gotten underway, primarily sponsored by the industrialized countries, whose basic aims can be summarized as follows:

1. To rationalize supply in the industrialized countries, preferably in old plants for products having a low value added and products not strategic as a function of their availability at low costs; for example, olefins and some of their derivatives.
2. Redistribution of the supply of products having a low value added and, in general, those intermediate and final goods of general use, to the developing countries with available raw materials.
3. Integration of the oil companies of the industrialized countries in the production of intermediate and final goods of general use.

4. Full orientation of the industrialized countries, mainly their chemical firms, towards development and marketing of high-technology products.
5. Mergers and integration of chemical and petrochemical firms, especially those of the industrialized countries.

The first objective is gradually being met in the United States and Japan, and, to a lesser extent, in the European Economic Community, where the interests to be reconciled are greater (Table 3.1.).

In relation to the second objective, the industrialized countries favored the development of petrochemical centers in the Middle East and Canada, where a large part of their production is sold on markets cornered by the industrialized countries (Table 3.2).

The third aim has become manifest in the mergers, purchases and absorptions made by large oil countries in recent years.

As for the fourth aim, it can be seen that the industrialized countries have intensified their technology-development activities, both in terms of new products and shortened production chains, thus propitiating the competition of new lines of traditional products, or high-technology ones, with those made for several years on the petrochemical market.

Finally, with respect to the fifth objective, it can be seen that this process has reached significant proportions in North American firms, where the total amount of operations accounts for 25% of the gross North American investment.

In synthesis, the measures adopted by the industrialized countries have begun to bear fruits in the reduction of the existing surplus capacity, mainly in the cases of olefins and aromatics; and it is foreseen that this will disappear worldwide by 1990, if no new projects are implemented. Another consequence already envisaged is redefinition of the profile of large chemical and petrochemical companies in the developed countries, which are currently oriented to the manufacture of products having a large value added and highly-diversified markets.

In this context, it proves indispensable to examine the development of the petrochemical industry in Latin America, in order to maximize its competitiveness as a

TABLE 3.1
SHUTDOWN OF PETROCHEMICAL PLANTS
IN THE U.S.A., WESTERN EUROPE AND JAPAN
BETWEEN 1980 AND 1983

(thousands of tons)

	ETHYLENE	POLYVINYL	LOW-DENSITY POLYETHYLENE CHLORIDE
U.S.A.	1700	200	830
WESTERN EUROPE	3750	860	1820
JAPAN (1)	2250	490	270
TOTAL	7520	1550	2920

(1) In the case of Japan, shutdowns scheduled to mid-1985
have been included.

SOURCE: World Changes in the Structure of the Petrochemical
Industry, ONUDI 1985

TABLE 3.2
 INSTALLED CAPACITY FORESEEN FOR SOME PETROCHEMICAL
 IN SAUDI ARABIA IN 1990

(thousand of tons)

PRODUCT	CAPACITY
AMMONIA/UREA	652
METHANOL	1250
VINYL CHLORIDE	450
POLYVINYL CHLORIDE	225
STYRENE	295
POLYETHYLENE	80
LOW-DENSITY POLYETHYLENE	590
HIGH-DENSITY POLYETHYLENE	90
ETHYLENE GLYCOL	520
BUTADIENE	124
SYNTHETIC ETHANOL	281
METHYL TERBUTYL ETHER	500

 SOURCE: European Chemical News

function of the measures adopted by the industrialized countries and to propitiate their harmonious development, taking into account that this industry represents for the region:

- . A viable industrial development option, by virtue of the multiplying effect it offers, as opposed to other economic activities, especially if one considers that several countries in the region have raw materials in sufficient quantities and at competitive prices.
- . A way to integrate the production chains that generate a larger value added from the hydrocarbon resources available in the region and
- . A way to reduce the dependence that the Latin American countries have traditionally had on the industrialized countries in the field of petrochemistry, not only in terms of the supply of petrochemical products but also in the field of technology, thereby propitiating the self-determination to which the Latin American countries are entitled in this respect.

4. POSITION OF THE INDUSTRY IN THE WORLD CONTEXT

In the international framework, Latin America, from the petrochemical standpoint, is one of the most advanced areas among the developing regions, despite the fact that there are countries with different degrees of availability of energy resources and of integration of petrochemical transformation chains.

In 1975, in terms of installed capacity and apparent consumption, the Latin American petrochemical industry represented 4% and 5% of total consumption, respectively; whereas in 1985, its contribution rose to 5% of installed capacity and remained constant in terms of apparent consumption.

By product subgroups, the region has significantly increased its share in installed capacity, as indicated in Table 4.1.

TABLE 4.1

SHARE OF LATIN AMERICA'S INSTALLED PETROCHEMICAL CAPACITY IN THE WORLD TOTAL (%)		
PRODUCT	1975	1985
Basic petrochemicals	2	5
Intermediate petrochemicals	2	4
Synthetic fibers	5	7
Synthetic resins	3	6
Synthetic rubber	3	6
	---	---
AVERAGE TOTAL	2	5

SOURCE: Mexican Petrochemical Commission and various publications from the SRI and the Member Countries.

Thus, over the last ten years, the region's major developments have occurred among basic and intermediate petrochemicals and synthetic rubber.

In relation to international trade, in the mid-1960s Latin America participated with a share of approximately 1% of the value of world exports of chemicals and petrochemicals, while its imports were equivalent to 11% of those in the international context.

By 1972, the region's share in world imports had increased to 15% and exports to 3%; but by 1982 the contribution of the region's imports dropped to 11% while exports continued with a stable trend, reaching 4% (3.63 billion dollars) in 1982.

Nonetheless, Latin America has lost its foothold in the exportation of chemical and petrochemical products made by developing countries, since it accounted for 33% in 1972 and only 28% in 1982, owing to the accelerated penetration of the Asian countries on the international markets for these products, which went from 3% of the total world exports in 1972 to 7% in 1982, as can be seen in Table 4.2.

TABLE 4.2

DEVELOPING NATIONS' SHARES IN THE INTERNATIONAL TRADE OF CHEMICAL AND PETROCHEMICAL PRODUCTS (%)				
REGION	1972		1982	
	IMP.	EXP.	IMP.	EXP.
LATIN AMERICA	34	33	24	28
ASIA*	29	26	37	42
AFRICA	19	11	17	8
MIDDLE EAST	10	11	16	9
OCEANIA	8	19	6	13
TOTAL	100	100	100	100

SOURCE: Mexican Petrochemical Commission, with statistical data from UNIDO, ADL, and the Member Countries.

5. INDUSTRIAL ASSESSMENT

5.1 HISTORICAL EVOLUTION

In Latin America, the petrochemical industry really began to develop in the decade of the 1960s, with processing units for the production of olefins and, to a lesser extent, aromatics coming from currents and cuts in cracking and reforming plants.

Between 1975 and 1985, the installed capacity for the 54 products having the greatest relative importance, because of their production and marketing levels, increased from 6.2 million tons to 20.4 millions tons (Table 5.1.), thus registering a 229% increase during the period. Furthermore, the apparent consumption of these products went from 5.1 million to 15.4 million tons, showing an annual rate of growth of 11.7%--higher than the average economic growth of Latin America for the same period, which was on the order of 3.9%.

It is worthwhile to point out that, despite the fact that the growth in the petrochemical industry of Latin America has had dynamic behavior, this has slowed down in recent years, just as that of other economic activities. Thus, whereas between 1975 and 1980 the annual rate of growth in

consumption was 16.1%, and between 1980 and 1985 it fell to 7.4%. This can be explained by the prevailing economic conditions in the region, e.g.: heavy servicing on the foreign debt, high indexes of inflation, scant or null availability of financial resources, drastic drop in the prices of the region's major export commodities, contraction of internal markets, protectionist practices adopted by the industrialized countries and difficulty of access to suitable technologies. These factors have led to a reduction in the investment process, which permitted a 117.6% increase in installed capacity between 1975 and 1980, as opposed to an increase of only 52.2% between 1980 and 1985. This situation has led to postponement and cancellation of projects that would have permitted greater equilibrium in the balance of trade and an increase in Latin America's presence on the markets of other regions.

Even though they increased in relative terms during the 1975-1985 period, the volumes of imports have, in general, maintained their share in regional consumption. Thus, it can be seen that the group of products under analysis in the present document increased their volume of imports from approximately 810,000 tons in 1975 to 2.4 million tons in 1985.

Plastics and non-conventional rubber, as well as intermediate products for the elaboration of final products of general use have represented the bulk of petrochemical imports, although the specialties and high-technology products do not so much contribute to the volume, but rather to the value, of the region's exports.

In relation to the region's exports, these have increased substantially in the last ten years since, whereas in 1975 they were less than 5% of the region's production, by 1985 they were permanent and accounted for between 10 and 20% of production, on average, Brazil and Mexico being the largest exporters. The products having the largest volumes of exports are some intermediate petrochemical products and general-purpose rubber and plastic, which represented 16%, 22% and 21% of gross exports, respectively (Appendix 1).

By virtue of the above, the level of the region's self-sufficiency has improved substantially, going

TABLE 5.1

HISTORICAL EVOLUTION OF THE PETROCHEMICAL INDUSTRY IN LATIN AMERICA
(thousands of tons)

	INSTALLED CAPACITY					APPARENT CONSUMPTION				
	1975	1980	1985	INCREASE 75-80 (%)	INCREASE 80-85 (%)	1975	1980	1985	AVG. RATE (1975-1980) (%)	AVG. RATE (1980-1985) (%)
BASIC PETROCHEMICALS	2271	5237	7602	130.6	45.2	1938	3843	5638	14.7	8.0
INTERMEDIATE PETROCHEMICALS	2150	4672	7413	117.3	58.7	1260	3665	5630	23.8	9.0
SYNTHETIC FIBERS	461	779	976	69.0	25.3	500	604	651	3.9	1.5
SYNTHETIC RESINS	991	2228	3817	124.8	71.3	1120	2126	2972	13.7	6.9
SYNTHETIC RUBBER	277	469	562	69.3	19.8	262	490	462	13.3	(1.2)
TOTAL	6150	13385	20372	117.6	52.2	5080	10728	15353	16.1	7.4

SOURCE: C.P.M., with data from UNIDO and AFLA.

from approximately 75% in 1975 to 78% in 1985; production increased in the aforementioned period at a rate of approximately 12.6% annually.

TABLE 5.2

LEVEL OF SELF-SUFFICIENCY IN THE PETROCHEMICAL INDUSTRY OF LATIN AMERICA (thousands of tons) (1)		
	1975	1985
TOTAL PRODUCTION	4727	16062
EXPORTS	925	3813
PRODUCTION FOR DOMESTIC CONSUMPTION	3802	12249
APPARENT CONSUMPTION	5080	15792
LEVEL OF SELF-SUFFICIENCY %	75	78

(1) Sample of 54 products.

SOURCE: Statistics from UNIDO, the SRI Data Bank, and the Member Countries.

Appendix 2 shows that in 1985 the 54 products analyzed herein yielded a positive balance of 270,000 metric tons in the supply-and-demand balance.

Furthermore, the balance indicates that the subgroups of products that had a positive balance are basic petrochemicals, synthetic resins, and synthetic fibers, with 302,000, 131,000 and 37,000 tons, respectively; therefore, the deficits occurred in a large number of intermediate petrochemicals and synthetic rubber.

As mentioned previously, the share of the region's petrochemical industry in world imports of these products has increased over time. Nonetheless, inter-regional trade has deteriorated, because between 1975 and 1979 it grew at an average rate of 14% while between 1979 and 1982 it decreased at a rate of 8%. This phenomenon can be explained in part by the difficulties arising in the heart of ALADI, which continued granting tariff preferences to the region's products and promoting greater trade. In this respect, surplus capacities and non-tariff barriers have been key factors in the deterioration.

In general, the region's petrochemical balance of trade has traditionally shown a deficit. Between 1972 and 1982 the trade deficit for chemicals and petrochemicals went from 2.04 billion dollars to 5.89 billion dollars. However, it is worthwhile to note that the growth rate of the trade deficit has been declining in recent years, starting with the financial crisis faced by countries of the area.

5.2 RAW MATERIALS

The materials which have primarily been used worldwide in the production of petrochemical products have been natural gas, its liquids, naphthas and gas-oil, the latter two being derivatives of crude oil. The use of any of these depends on the key factors of availability and prices.

As in many other developing countries having hydrocarbon resources, in Latin America the development of the petrochemical industry has been based on natural gas, particularly in the case of Mexico and Venezuela. This can be explained in part by the fact that in the period in which this industry registered its greatest growth in the region, 1970-1981, natural gas held a comparative advantage over oil derivatives; and it could be seen, even at the world level-- especially due to the Middle East countries' entry onto the petrochemical scene-- that naphthas and gas-oil were displaced as inputs into the production of petrochemical products. Nevertheless, with the drastic drop in oil prices, some of its derivatives have recovered a good deal of the ground lost in relation to natural gas for the elaboration of petrochemical products. This situation led to a plunge in the level of prices for the latter products during 1986.

In relation to the foregoing, it can be said that although natural gas represents cheap feedstock for the elaboration of petrochemicals, it has the disadvantage that it only offers high yields for light derivatives such as ethylene and propylene, so that the cuts for C4 and aromatics basically depend on the transformation of naphthas. The petrochemical industry in Latin America is not well-developed in this field, except in Argentina,

Brazil and Colombia.

Generally speaking, it can be established that less than 2% and 5% of the region's total consumption of oil and natural gas, respectively, is earmarked for petrochemical production.

5.3 LEVEL OF INTEGRATION

As has been noted, the level of integration of the petrochemical industry in Latin America has improved substantially, especially in recent years. Nonetheless, the situation varies considerably from country to country, just as do the subgroups of products which comprise this industry.

As for the basic raw materials, oil and natural gas, two cases may be observed:

- A group of countries that have hydrocarbon resources in sufficient quantities to support the development of their petrochemical industry, e.g., Argentina, Colombia, Ecuador, Mexico and Venezuela.
- The rest of the Latin American countries, which do not have the aforementioned resources or which have them but in quantities insufficient to earmark them for the petrochemical industry.

In relation to the level of articulation in the petrochemical industry in the different countries of the area, these can be grouped as follows:

- Countries with a medium-to-high degree of articulation in the petrochemical process of transformation, e.g., Argentina, Brazil, Mexico and Venezuela.
- The others, which have a zero-to-low level of articulation and, accordingly, which depend heavily on imported petrochemical products.

As for the subgroups of products, the following can be established:

- In basic petrochemicals, despite the fact that the supply-and-demand balance turned out to be favorable in 1985 (302,000 tons), sizeable deficits appear for the cases of paraxylene and methanol.

- In intermediate petrochemicals, the situation is still more critical, since only in those cases of ethylene glycols, oxyalcohols, terephthalic acid, terephthalic dimethyl and phthalic anhydride is it possible to speak of appreciably favorable balances, whereas in the rest of the products there is an imbalance in which some important products such as acetaldehyde, ethylene oxide, vinyl chloride, styrene, acrylonitrile and isopropanol, among others, so that there was a negative balance of approximately 178,000 tons per year in 1985.
- For synthetic fibers, the panorama is totally different, since the region is practically self-sufficient with the exception of polyolefinic fibers; therefore, the balance showed a surplus of 37,000 tons.
- For synthetic resins, conditions are heterogeneous because, even though the 1985 balance proved positive (131,000 tons), an important imbalance can be seen in polypropylene, with a negative balance of 95,000 tons.
- For synthetic rubber, the situation is unfavorable because, with the exception of butadiene-styrene rubber and nitrile rubber, the others have a negative balance; therefore, the overall result indicates a 22,000-ton deficit.

In sum, it can be established that, despite the fact that the degree of integration in the region is generally acceptable, there are significant vulnerable points, mainly with respect to basic raw materials and the degree of integration in production chains.

5.4. SITUATION BY COUNTRY

A brief analysis of the situation in the petrochemical industry of some countries in the region shows the following profile:

ARGENTINA

The development of the petrochemical industry dates

back to the mid-1940s with the installation of isopropanol, toluene and methanol plants. In the early years, petrochemical activity was characterized by its integration into the national chemical industry. In the first half of the 1960s, important projects were developed, especially by foreign investors. These projects gave a hefty boost to the development of the sector, although the later evolution of the economies of scale and technologies reduced most of these facilities' international competitiveness. They nevertheless continued operating to supply domestic markets, under tariff protections and promotion of feedstock prices.

At the beginning of the 1970s, in the absence of private capital, the State took charge of developing feedstock stations of international scale, thus giving rise to petrochemical poles in Ensenada and Bahía Blanca.

Currently, total installed capacity amounts to 3 million tons per year, with a scheme of surplus production in basic products and polyolefins, but with gaps in intermediate and, especially, final products.

In 1986 apparent consumption rose to 650,000 tons/yr of basic products, 720,000 tons/yr of intermediate products, and 740,000 tons/yr of final products, thus yielding a total of 2,110,000 tons of annual consumption of petrochemical products. These figures are equivalent to a 6.1% cumulative annual growth rate since 1970.

The recent evolution of trade shows that, from a deficit of 100 million dollars in 1980, it has gone to an equilibrium situation at present, and a surplus of 100 million dollars is projected for 1990.

The current supply of raw materials is entirely local and a suitable equilibrium can be seen between liquid and natural gas feedstock, even though the latter resource will take on greater relevance in the future.

In relation to the regimens of promotion applied, three systems can be seen, with differentiated purposes: a) the regimen of sectoral promotion, aimed at facilitating the implementation of new projects by means of tax deferments both for investors and the project itself, and exemptions from surcharges on the importation of capital goods not produced locally; b) the regimen of prices for petrochemical feedstock, geared to compensating for the higher investment costs

and facilitating the competitiveness of local production; and c) the regimen of reimbursement of taxes on exports, aimed at making these possible.

Although promotional legislation seems relatively satisfactory, in practice the application of sectoral promotion (a) is very restricted by the shortage of public funds.

In this framework, the development policy will tend to fill in the gaps existing in the scheme of production for intermediate and final products, on the basis of projects having the capacity to export surpluses that would justify adequate economy of scale. It also foresees greater attention to the projects based on natural gas and its derivatives, resources which are available in relatively greater abundance.

With reference to the process of commercial integration, the policy agreements reached with Brazil are notable. Over the next few years these will make it possible to attain more, and more well-balanced, trade of chemicals and petrochemicals between the two countries.

Finally, an analysis of the projects which are currently under construction makes it possible to determine that by 1990 the total installed capacity will amount to 3.4 million tons per year and that total apparent consumption will be 2.6 million tons per year, with a trade surplus of over 100 million dollars.

BRAZIL

The development of the petrochemical industry dates back to the 1950s, with the construction of the country's largest refinery (Cubatao), a feedstock supplier. Plants were installed to produce styrene, low-density polyethylene, lampblack, methanol and nitrogenous fertilizers; only these last used public funds.

Between 1958 and 1962, PETROBRAS built a factory for synthetic rubber in Rio de Janeiro, whereas in Sao Paulo plants were built for high-density polyethylene and synthetic fibers.

In 1967, through a decree, the Government created a company, Petrobras Quimica S.A. (PETROQUISA), for the purpose of developing and consolidating the country's petrochemical industry on a permanent basis.

Once this firm had been established, and tapping the refinery currents, mainly naphthas, petrochemical complexes of international scale were developed in Sao Paulo, Bahia and Rio Grande do Sul.

Thus, in the 1976-1985 period, the production of the petrochemicals considered herein increased at an annual rate of 13.5%, going from 3.9 million tons to 12 million tons. During the aforementioned years, apparent consumption grew at an annual rate of 8.7%. This situation reflects the fact that the Brazilian petrochemical industry is geared not only to satisfying its domestic market but that it also takes part in international markets. At present, the country has a capacity of 1.4 million tons of ethylene, which makes it the world's tenth largest producer of that petrochemical input.

By 1985, installed capacity and apparent consumption had risen to 17.2 and 10.6 million tons, respectively. This figure represents 37% of the Latin American market for petrochemical products. Furthermore, net petrochemical exports, 1.5 million tons per year, represent the largest volume of regional exports to foreign markets.

According to the information provided, it is estimated that the development of the Brazilian petrochemical industry will be oriented to solving bottlenecks in the area of operations, to increasing efficiency, and to undertaking expansions in the petrochemical poles already established, while generating a new development pole in Rio de Janeiro, the base unit of which will be an ethylene plant of 485,000 tons per year, based on a mixed feedstock of naphtha, natural gas and LPG. To carry out such projects, investments on the order of 4.8 billion dollars have been programmed for the 1987-1995 period, and it is foreseen that during the first half of the next decade the installed ethylene capacity will increase to 2.3 million tons. To achieve this, the Government has expressed its intention to develop and consolidate petrochemistry in Brazil. Furthermore, PETROQUISA will strengthen the position of its most profitable companies and will restructure the less efficient ones in order to optimize their yields and improve their competitiveness on the international markets.

COLOMBIA

In general, the hydrocarbon policy has been oriented to satisfying the needs of the national market. In this

respect, within the petrochemical sector plans are currently being promoted for greater diversification under the item of polyolefins and for maximization of the production of lubricating bases and waxes. In the first case, ECOPETROL has concluded the feasibility study for construction of a new polyethylene plant and another polypropylene plant, each with a capacity of 60,000 tons per year. These will enter into operation in 1991 and, in the second case, in 1989 the project for expansion of the lubricants plant will be completed in 1989. In addition, ECOPETROL is devoted to the search for paraffinic crude oils, in order to attenuate the deficit in the production of lubricating bases and waxes.

The petrochemical industry in Colombia is based on a combination of natural gas and oil. With the new polyethylene projects (source: natural gas) and polypropylene projects (source: oil), the distribution ends up at 35% for gas and 65% for oil derivatives. In summary, the foremost aim of Colombian petrochemical development is to cover domestic needs and to cover imbalances even by promoting new development plans (polyolefins) through inter-regional trade.

The first steps were taken in 1954, when the National Fertilizer Company was created in Barrancabermeja, to facilitate utilization of the natural gas supplied by the Colombian State oil company, ECOPETROL.

Development of the petrochemical block had its initial phase during the past decade, when the operation of such important projects as the paraffin plants (lubricating bases and waxes), aromatics (BTX), low-density polyethylene, alkyls (dodecylbenzene) and turboexpander (five-year plan) became a reality. Simultaneously, the firm Monmeros Colombo Venezolanos was started up. In the present decade, ECOPETROL has put onstream an ethylene II plant and an additional low-density polyethylene plant.

The industry in the petrochemical sector is considered to be semi-integrated, except in the case of low-density polyethylene, caprolactam (Monmeros Colombo Venezolanos) and some derivatives of basic aromatics. For the most part, production is earmarked for the domestic market; in the case of benzene, around 300 calendar-day barrels (CDB) are allocated to exports. It is worthwhile to note that the raw materials involved in the petrochemical processes of ECOPETROL are of national origin and are available in the area of the refinery plant sites.

In the area of technology, the Colombian Institute of Petroleum (ICP) was recently created. Among its objectives are development of research directed to the sectors of petrochemical refining and exploration.

ECUADOR

The Ecuadorian Government has shown a great deal of interest in propitiating the development of its petrochemical industry and, for that purpose, prepared and concluded in 1982 the feasibility studies for the range of products assigned to it under the Cartagena Agreement. For numerous reasons, both internal and external in nature, it has not been possible to make a reality of any of the projects analyzed, because the petrochemical industry is currently limited to the production of some final petrochemical products using imported raw materials.

Among the products currently elaborated by this country, there are alkyd resins, unsaturated polyester, polyvinyl acetate, urea resins, polyester fibers and plastifiers.

It is worthwhile to mention that the Ecuadorian State Petroleum Corporation recently put into operation the Amazonas refinery, with a capacity of 10,000 barrels per day, and expanded the operating capacity of the Esmeraldas State Refinery to 90,000 barrels per day. Ecuador is therefore embarking on a stage of fuel self-sufficiency.

Furthermore, in order to integrate excess or unvalued currents from its crude oil processing units, viable projects have been proposed for n-hexane and BTX earmarked for the national market and for exportation. These appear in the CEPE industrialization plan in force in 1987 and are framed within a mixed company in which the Ecuadorian State will participate, through CEPE, in a percentage share fluctuating between 20 and 40%, thus opening up to national or foreign private-sector partners.

MEXICO

In this country, the petrochemical industry has had a history of 27 years and has become one of the country's most important branches of industry. In 1985, it contributed approximately 25% of the Gross Domestic Product.

Over the last 15 years, the domestic market has evolved

at an average rate of 11% annually.

In 1985 the installed capacity of the products analyzed in this document amounted to 18 million tons, i.e., 42% of the region's installed capacity, whereas apparent consumption that year rose to 13.1 million tons.

For 1986, installed capacity rose to 19 million tons, and it can be observed that the industry's balance of trade-- which had traditionally shown a deficit-- recovered significantly that year, since the deficit was only 39 million dollars, as opposed to 725 million in 1980 and 379 million in 1985.

Currently, the petrochemical industry in Mexico generates 85,000 direct jobs, and special note should be made of the fact that in the firms of the secondary sector the participation of foreign capital represents 25% of total capital, thus indicating a high level of participation by national investors in this branch.

In the area of technology, the country has important research and development centers such as the Mexican Institute of Petroleum and the Center for Research in Applied Chemistry, among others, which together develop the fields of hydrocarbon exploration, exploitation, and refining, as well as basic engineering, process and detail engineering and innovative plastics, so as to be able to rely on their own proven technologies, which are available for licensing.

In order to initiate adjustments in the imbalances observed in this industry, particularly for petrochemicals, the Federal Government has implemented an investment program for an amount equivalent to 2.5 billion dollars, to be disbursed between 1987 and 1992.

The projects considered in the aforementioned plan are as follows:

- Conclusion of the Morelos Petrochemical Complex
- Aromatics complex
- Olefins complex
- Three ammonia plants
- A vinyl monomer (VM) plant

In addition, private initiative has announced the development of a set of new projects among which mention should be made of the plants to produce the following:

- Polypropylene
- Propylene oxide
- Terephthalic acid
- Caprolactam expansion
- Nylon fibers
- Phenol
- Acrylates
- Polyester fibers

Furthermore, in order to cope with the changes that have been occurring on the international scene, the decision has been made to adapt various production chains, and the Government has reclassified 36 products as secondary ones, maintaining control over only the 34 that prove to be strategic for the Nation.

In summary, the future orientation of Mexico's petrochemical industry intends, on the one hand, to cover the deficits that have traditionally arisen and, on the other hand, to increase the competitiveness of Mexican products, in light of structural, technological and commercial changes occurring at the world level.

The legal framework in which the Mexican petrochemical industry is set derives from Article 27 of the Constitution and, at a more specific level, from the Regulations for the Law Regulating Article 27 of the Constitution in the Field of Petroleum, in the Area of Petrochemistry. On the basis of this legislation, the industry was divided into two large areas: basic petrochemistry, reserved for the State through the State oil company, and secondary petrochemistry, in which private investors, the State and foreign capital participate indistinctly, the third with a maximum of 40% of the capital stock of the companies.

Additionally, the Mexican Government has published the Integral Program for Development of the Petrochemical Industry, which is a policy instrument establishing the guidelines for propitiating adequate development of this industrial sector.

Because they are considered of great relevancy in terms of the development of this industry and its relations abroad, the development policies for exports and trade protection are summarized below.

Export-Development Policy:

The basic orientation of this policy is to propitiate the on-going and growing presence of secondary petrochemical products and their derivatives on

international markets, on the basis of production efficiency and foreign exchange profit ratios.

A competitive exchange rate will be maintained for the peso against the dollar as a fundamental measure of support to exports, and financial support will be granted to exports under competitive conditions at the international level, through the National Foreign Trade Bank.

Trade-Protection Policy:

This policy intends to promote structural changes that would make it possible to induce production efficiency and to make the capacity of national industry competitive, in order to avoid excessive permanent trade protection as a policy guideline.

All this within the context of negotiations which Mexico has undertaken for its entry into the General Agreement on Tariffs and Trade (GATT).

VENEZUELA

The petrochemical industry of this country, which began in the 1950s, has preferably been oriented to satisfying the domestic market, through the industrialization of its natural gas resources. Currently, the production capacity, including nitrogenous fertilizers, amounts to 2.9 million tons thus making it Latin America's fourth largest supplier and the foremost one among the countries of the Andean Pact.

Venezuela's petrochemical production is covered by three State companies, nine of mixed capital, and more than 30 private firms, which together produce more than 50 petrochemical products. In general, the production capacity corresponds to an intermediate scale and is geared mostly to the production of basic and final products.

Currently, Venezuela produces olefins, fertilizers, polyethylenes, polystyrene, detergents, plastifiers, and polyester fibers, as well as other intermediate and final products.

An ambitious investment plan has gotten underway, with the concerted participation of public and private sectors, oriented to substituting for imports and creating new exports. In addition, the plans seeks to diversify raw materials (naphthas), to achieve greater

integration of the industry, and to achieve operational flexibility in its production facilities.

Among the projects considered in the expansion plan, which will have increased the country's installed capacity to 4.9 million tons per year by 1990, there are the following:

- Expansion of the plastics capacity.
- Increase in the production of basic and intermediate products, with projects such as olefins, aromatics, styrene, and ethylene oxide.
- Diversification of products such as urea resins, ethylene glycols, maleic anhydride, and epoxy resins.
- Expansion of the fertilizer capacity (granulated urea, DAP, etc.).
- Projects geared to exportation of products such as MTBE and ammonia.

The petrochemical policy of Venezuela proposes to encourage national and international private investment, in association with the State or independently, in all stages of transformation. In addition, it considers the establishment of economic and governmental incentives guaranteeing the competitiveness of petrochemical products on national and international markets.

Among the incentives considered, mention may be made of: contributions to exports, according to the value added of production, and temporary exemptions from income tax on new investments, under the condition that stock be placed on the national capital markets.

In the area of technology, the country is currently making significant research and development efforts in different centers and, especially, in the Institute of Petroleum and Petrochemical Research (INTEVEP). Development of local engineering capacity, capital goods manufacturing, and application of innovative plastics have been encouraged.

5.5 STRONG AND WEAK POINTS IN INDUSTRY

At the general level, it can be established that the strong points of Latin America's petrochemical industry center on:

- Market potential, which has still not been fully developed, as shown by the per capita consumption of this type of products. It can be seen that the average per capita consumption of Argentina, Brazil and Mexico (145 kg/inhabitant) is 82% lower than that recorded in 1985 by some industrialized countries.
- Availability of important reserves of crude oil (94 billion barrels in 1985) and natural gas (5.5 trillion cubic meters), resources which assure a reliable supply of petrochemical feedstock.
- Latin America has some countries with a good level of integration and experience in technical, technological, commercial and human resource aspects, which can be tapped to facilitate integral development in the region.

For their part, the principal weaknesses reflected by this industry are:

- Sharp definancing, accentuated by the critical economic situation shown by countries in the region, which are burdened by foreign debt commitments and affected by the drop in international prices for the region's major export commodities.
- Lack of regional coordination for the different investment programs in the area of petrochemistry, which situation has led to surplus capacity for some products and deficits for others.
- Imbalance in the scheme of raw materials supplies for the petrochemical industry. In the case of Mexico, Venezuela and other countries, a strong preponderance of natural gas as feedstock has led to an insufficient supply, principally of aromatics. In the case of Brazil, the only raw material is naphtha, which assures an adequate supply of

all basic products. As for Argentina and Colombia, there is a well-balanced supply of natural gas and naphtha.

- Lack of efficient technological regulations, meaning that in some cases the technologies purchased outside the region are not the most competitive. In this sense, it is worth mentioning that in most cases the vanguard (innovative) technologies are not usually available, except in the case of some intermediate and final products of general use, but under conditions that generally limit the free marketing of the manufactured products on international markets.
- Inadequate balance in the amounts and value added of the traded products. This situation results in a lack of coherence in trade agreements, with the consequent under-utilization of the region's trade potential.
- Volumes commercialized on a small scale, which leads to high transportation costs and which, together with the deficiencies in infrastructure in this respect, causes deterioration in the region's balance of trade. Thus, it can be seen that the freight to extra-regional markets is usually cheaper than that to other countries of the region itself. This situation has led to greater marketing in other areas, whereas regional trade has decreased.
- Overall, the region shows a scant human infrastructure in the technological field, which translates into low levels of technological development and assimilation, operating capacity and business management.

From the structural standpoint (Table 5.3), it can be seen that the region has considerable problems with integration in the petrochemical sector, which places it in a weak position in the international setting, as seen below.

- The production chains derived from methanol, butadiene and paraxylene show structural problems of disarticulation at the point of the petrochemical precursors, but this is not so for the case of derivatives.
- The production chains derived from ethylene

TABLE 5.3

STRUCTURAL ANALYSIS OF THE PETROCHEMICAL INDUSTRY
IN LATIN AMERICA
(% of market coverage)

POSITION	GOOD 1.0 - 0.95	ACCEPTABLE 0.94 - 0.85	POOR 0.84
BASIC PRODUCTS			
ETHYLENE	1.1		
PROPYLENE	1.1		
BUTADIENE			0.8
BENZENE	1.2		
TOLUENE	1.1		
ORTHOXYLENE	1.1		
PARAXYLENE			0.6
METHANOL			0.8
INTERMEDIATE-PRODUCT DERIVATIVES			
ETHYLENE			0.8
PROPYLENE			0.8
BUTADIENE		0.9	
TOLUENE	1.0		
ORTHOXYLENE	1.2		
PARAXYLENE	1.5		
METHANOL	1.1		
FINAL-PRODUCT DERIVATIVES			
ETHYLENE	FIBERS	1.1	
	PLASTICS	1.1	
	RUBBER	1.2	
PROPYLENE	FIBERS	1.0	
	PLASTICS		0.8
BUTADIENE	RUBBER	1.1	
BENCENO	FIBERS	1.1	
	PLASTICS	1.1	
	RUBBER	1.2	
TOLUENE	INTERMEDIATES FOR FOAMS	1.0	
ORTHOXYLENE	INTERMEDIATE PLASTIFIERS	1.2	
PARAXYLENE	FIBERS	1.1	
METHANOL	RESINS	1.0	

and propylene show weaknesses in the production of intermediate petrochemicals for their transformation into final products.

- Similarly, although to a lesser extent, the chains derived from benzene entail problems in the production of intermediate products.
- In the propylene chain, there are structural problems at the end of the petrochemical transformation process, in the area of plastics.
- Finally, the chains derived from toluene and orthoxylene do not show any appreciable structural problems.

In summary, even though the Latin American petrochemical industry is still facing various problems which must be solved in order to propitiate more and better future development, mention should be made of the fact that it has already attained a significant level of development, making it one of the industries which provide the countries of the region, individually and as a whole, with a large number of real options for supporting economic development. It should be underscored that, with the conditions attained in various countries, it has become one of the sectors of greatest relative progress, with respect to other industrial activities therein.

The significant effect that the petrochemical industry may have on the economy of any country may be dimensioned by taking into account that this branch of industry is tied to a large number of other industrial sectors such as textiles, capital goods, pharmaceutical products, and foods, to mention just a few. Furthermore, this industry makes it possible to capture foreign exchange profitably and, at the same time, to give a large value added to the hydrocarbon resources available to the Latin American countries.

Nevertheless, by virtue of the economic conditions being experienced by our countries, the sector's rate of growth has declined and this, together with the recent changes seen on the international scene, makes it necessary to implement measures that would keep Latin America's petrochemical industry from losing the level attained and that

would help it take advantage of the opportunities that the new world economic scene offers.

In this context, an important element in defining the strategies for development of this industry at the regional level is to promote from the geographical point of view a more homogeneous distribution of the region's production capacity, without overlooking the principle of complementation, so necessary for rationalizing the efforts which the different countries will have to make in this industry, in terms of allocating economic resources for investment.

6. OUTLOOK

The future development of the petrochemical industry in Latin America will depend on the capacity for response that the Latin American countries, individually and/or collectively, adopt to solve the problems now observed therein, as well as on the definition of realistic goals, avoiding duplication of efforts and optimizing the scarce financial resources available.

Additionally, it is necessary to consider some extra-regional aspects such as evolution of the world economy, trade and financial restrictions whose weight over the next years will be a prime factor in fostering healthy growth in the petrochemical industry of Latin America.

6.1 ECONOMIC OUTLOOK

The sharpening of the economic imbalance observed worldwide in recent years-- brought on to a great extent by the weakening of the United States economy and by the decline in international trade-- has entailed slow recovery and does not make an improvement in the international economy foreseeable in the short and medium terms, so as to permit the developing countries to overcome the crisis they are currently living through.

On this basis, the financial resources available for industrial growth in developing countries have become scant and costly, making it necessary to implement strategic programs to optimize the use of these resources.

The evolution of the world economy in the medium and long terms is not predictable, and the most

probable alternative scenarios point to changing, and sometimes contradictory, economic prospects for the developing countries.

6.2 TRENDS IN THE WORLD PETROCHEMICAL INDUSTRY

Over the next five years, it is estimated that the world petrochemicals market will grow at a rate of between 3 and 3.5% annually, with the highest indexes corresponding to the developing countries.

For its part, the process of rationalization in industry will continue at least until the medium term, for which reason saturated production capacities are foreseen and, therefore, shortages of some petrochemical products of widespread use, especially aromatics and methanol. Nonetheless, it is necessary to mention that, although equilibrium situations could be expected with olefins, due to the entry into operation of emergency production units, the sale of these will to a great extent be cornered by the industrialized countries. This situation will not much favor the developing countries.

The foregoing, along with the low level of investment in petrochemistry, will give rise to imbalances which, among other things, will propitiate a recovery in the level of prices for petrochemical products, particularly for aromatics derivatives and propylene, in which the developing countries usually have problems of integration.

For the latter, despite the fact that they will have an improved level of self-sufficiency and, in some cases, will generate sizeable exportable surpluses in products of widespread use, the overall panorama indicates that their trade balances for petrochemical products will tend to deteriorate as a function of the importation of larger amounts of traditional or very expensive products.

As a counterpart, the industrialized countries will undertake the exploitation of high-technology products and petrochemicals of widespread use which prove strategic in maintaining control of the world market.

6.3 TRENDS IN THE PETROCHEMICAL INDUSTRY OF DEVELOPING REGIONS

In the Middle East, petrochemical development will continue to be oriented to the production of natural gas derivatives such as methanol, ammonia, nitrogenous fertilizers, ethylene and its derivatives. It is also worthwhile to point out that the delicate geopolitical situation which affects the region has deferred or cancelled projects which had been programmed in the petrochemical complex of Abadan, Iran, for diversification in the field of aromatics and finished products.

In Asia, the petrochemical industry has evolved at an accelerated pace, and it can be seen that countries such as Korea and India have well-developed production structures, especially in the fields of synthetic fibers and resins. However, mention should be made of the fact that, with the exception of Indonesia, the rest of the countries do not have important oil resources and they therefore depend on imported crude oil to operate their units of production.

In coming years, the petrochemical developments will be oriented to the production of aromatics, in order to integrate the production of fibers and plastics derived from ethylene and propylene, in which there are deficits. Furthermore, the countries having greater petrochemical traditions will embark on or expand their intermediate petrochemical capacity in order to surmount the imbalances they face.

It is worthwhile to mention that in this area there are three types of countries: those which have hydrocarbon resources with poorly developed industry (Indonesia), those which have important markets and a medium-sized industry (India and China), and those which have a well-developed industry but somewhat poorer markets (Singapore and Korea), by virtue of which they have faced problems similar to those of Latin America but have for some years now adopted effective plans in order to strategically orient their projects, intensify their inter-regional trade, reduce dependence on the industrialized countries and promote exports, which have increased substantially over the last ten years.

In Africa, the industry is not very well developed. However, the countries in the northern part of the region have promoted projects geared to providing priority supplies to their domestic markets and to providing as high a value added as possible to the resources they have available so that they have been oriented to the production of basic petrochemicals, nitrogenous fertilizers, and ethylene and its derivatives, especially polyethylenes and polyvinyl chloride. The projects to be promoted will be along the same lines as those already established.

6.4 RAW MATERIALS

The changes that have been registered in recent months in the price structures of the two basic feedstocks of the petrochemical industry, oil and gas, have meant that the fractions derived from crude oil (naphtha and gas-oil) have recovered a great deal of the competitiveness that they had lost against natural gas and its liquids since the mid-1970s. Hence, more intensive use of these inputs is foreseen for coming years, especially due to the deficits expected in aromatics and butadiene at the world level.

Despite this, it is estimated that natural gas continues to gain a foothold as a feedstock for olefins, by virtue of which most of the plants that are projected for the developing nations are based on this raw material.

Thus, the use of inputs for the production of ethylene/propylene is estimated as follows:

TABLE 6.1

FEEDSTOCK USED BY ETHYLENE/PROPYLENE PLANTS AT THE WORLD LEVEL (%)			
	1985	1990	1995
NATURAL GAS	22	29	31
NAPHTHAS	54	50	48
LPG	16	14	14
OTHERS	8	7	7

SOURCE: Mexican Petrochemical Commission, with data from World Petrochemicals, Predicast - 1986.

6.5 TECHNOLOGICAL ORIENTATION

In order to make the world petrochemical industry more competitive, the process of its future restructuring will channel its efforts in the area of technology towards adaptation of economies of scale and reductions in the amounts of investment per production chain. In this context, technological development will mainly deal with the following areas:

- Shortening of production chains, in order to increase the value added of hydrocarbons and generate comparative advantages over traditional routes.
- Use of more selective catalysts, to maximize the efficiency of the manufacturing processes.
- Rational use of the energy employed in the processes, in order to reduce production costs.
- Environmental protection measures geared to producing smaller amounts of undesirable effluents.
- Automation of processes, in order to increase productivity and provide higher indexes of security.
- Introduction of greater process flexibility, in order to operate with a broader variety of raw materials.

6.6 INTERNATIONAL TRADE AND TRADE POLICIES

In what remains of the present decade, it is estimated that the world trade of petrochemical products will have a moderate evolution (4.7% annually), and it is foreseen that the value of world exports recorded in 1982 (31 billion dollars) will reach a value of approximately 43 billion 1982 dollars by 1990. (Table 6.2)

As for exports, the industrialized countries will account for 70% of these by 1990, whereas the developing countries and the countries having centrally-planned economies will cover the remaining 20% and 10%, respectively.

TABLE 6.2
INTERNATIONAL TRADE OF PETROCHEMICAL PRODUCTS*
(billions of 1982 dollars)

	1 9 8 2			1 9 9 0		
	EXP.	IMP.	BAL.	EXP.	IMP.	BAL.
INDUSTRIALIZED COUNTRIES	21.8	11.5	10.3	30.2	17.2	13.0
DEVELOPING COUNTRIES	5.6	15.0	(9.4)	8.8	20.8	(12)
COUNTRIES HAVING CENTRALLY-PLANNED ECONOMIES	3.2	4.3	(1.1)	4.3	5.4	(1.1)
TOTAL	30.6	30.8	(0.2)	43.3	43.4	(0.1)

* Estimated using statistical data from UNIDO and ADL.

As for world imports, the industrialized countries will have a 40% share and the developing countries and countries having centrally-planned economies 48% and 12%, respectively. It is worthwhile to note that the heaviest trade of petrochemical products will continue developing among the industrialized countries and, secondly, between these and the developing countries.

With respect to trade policies, it is estimated that the industrialized countries will continue with protectionist measures, especially of the non-tariff type and, primarily, against the flow of products from the developing countries and those having centrally-planned economies. It should be noted that the industrialized countries will only remain open to the importation of basic and some intermediate petrochemicals, whereas for most of the latter and for final products, the effective rate of protection on these markets will fluctuate between 65 and 100%.

Furthermore, the shortage of foreign exchange in the developing countries will provide incentives to counter-trade, since, among other advantages, this offers: avoidance of the drain of foreign exchange; relative market stabilization, subject to fluctuations; better programming of production; strengthening of regional trade; and expedited exchange of technological know-how.

6.7 SITUATION OF THE LATIN AMERICAN PETROCHEMICAL INDUSTRY IN 1990, BASED ON THE CURRENT SCENARIO

The situation described in this section represents a first approximation in the forecasts for the region's petrochemical industry in 1990, grounded in its current state and the general trends estimated at the world level.

For 1990, it is considered that the region's total installed capacity (Appendix 1) will have increased to 51.8 million tons, which would represent a 24.4% increase over 1985. Basic and intermediate petrochemicals and synthetic resins will be the fields having the the largest investment, since there will be overall increases of 39%, 74% and 22%, respectively.

It is estimated that total production will increase at a rate of 6.4% annually, and that the most dynamic behavior will correspond to synthetic

fibers, basic and intermediate petrochemicals, with 7.0%, 6.8% and 6.5% annually, respectively. Thus, it is foreseen that by production will amount to 21 million tons by 1990.

As for apparent consumption, it will increase at a rate of 7.9% annually and, with the exception of synthetic rubber, the branches will have growth rates higher than 6% annually. Thus, it is estimated that total consumption will reach 41.8 million tons by 1990.

Furthermore, although it is expected that exports of some petrochemical products such as terephthalic acid, polyvinyl chloride and methyl terbutyl ether will increase, overall behavior reflects a tendency to stagnate, so that by 1990 exports would be equivalent to those for 1985 (3.8 million tons).

In contrast, it is foreseen that imports will increase at an average rate of 3.3% annually, going from 3.2 million tons in 1985 to 3.8 million tons in 1990. This situation offers the Latin American countries an opportunity to increase intra-regional trade.

Even though the global effective surplus capacity (1), calculated as approximately 4.9 million tons, would have an acceptable level and would only represent 9% of the installed capacity and 12% of the production in 1990, it can be seen that there are products, especially among basic and intermediate petrochemicals, in which this would prove to be excessive, although there are others where this would be a non-existent concept. Consequently, this phenomenon leads to a situation of imbalance and reflects the lack of coordination in the investments made and programmed in the region's petrochemical industry.

(1) Effective surplus capacity = 90% of the installed capacity - production

TABLE 6.3

EFFECTIVE SURPLUS CAPACITY IN LATIN AMERICA (% OF PRODUCTION)		
SUBPROGRAM	1985	1990
BASIC PETROCHEMICALS	42	19
SECONDARY PETROCHEMICALS	13	29
SYNTHETIC FIBERS	29	1
SYNTHETIC RESINS	41	26
SYNTHETIC RUBBER	74	64
NITROGENOUS FERTILIZERS	9	--
TOTAL	39	12

SOURCE: OLADE Member Countries.

As a result of the foregoing, it can be seen that, in terms of volume, the surplus of 90,000 tons recorded in 1985 will become a deficit of approximately 460,000 tons by 1990, for the sample of 54 products analyzed (Appendix 2).

As for raw materials, it is considered that in general the countries of Latin America will continue to develop an industry based on the industrialization of natural gas, with the exception of Brazil, which will continue promoting its industry on the basis of naphtha and gas-oil.

In the area of investments, current programs indicate that in the short term these will fundamentally involve correction of the imbalances in each country, as well as projects for diversification of traditional petrochemicals. Appendix 6 gives the breakdown of projects underway by country, with dates for their start-up.

Finally, in the area of technology, the countries of the region will be oriented to developing technological components such as basic engineering, process engineering and, to a lesser extent, the fields of catalysis, rationalization of the use of energy, and environmental protection.

7. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The following are the most relevant conclusions and

recommendations of the analysis of the present outlook for the Latin American petrochemical industry. Insofar as possible, they will enable the generation of inputs for a strategic program whose implementation will remedy current shortcomings. Such program will promote regional petrochemical integration and take into account the situation of those countries with comparative advantages that have not as yet been able to develop this potential, within a framework of economic strengthening and orderly growth of this industry.

7.1 CONCLUSIONS

- 7.1.1 In the last few years, the industry, worldwide, has undergone a process of structural change, mainly reflected in the rationalization of the supply of widely used products in industrialized countries and in the redistribution of such supply to developing countries, as well as in the modernization of firms in the petroleum-petrochemical sector, and in the trend of those in industrialized countries to develop high-technology products.
- 7.1.2 Overall growth of the Latin American petrochemical industry has been dynamic throughout its history. However, on analyzing the particular situation in the various countries, widely differentiated performances are observed. There is a group of countries where the petrochemical sector has attained a significant position within the respective industrial structures and is internationally competitive. However, there is another group of countries which, despite their comparative advantages (raw materials and favorable locations), have not been able to develop their industry accordingly. It should be noted that in the last five years, the overall growth of the Latin American petrochemical industry decreased because of prevailing economic conditions.
- 7.1.3 Petrochemical development in Latin America has not been planned harmoniously within the region. Problems have been detected in the productive structure, as well as surplus capacity in certain lines and/or products and shortages in others, thus promoting the inefficient use of resources in the region.

- 7.1.4 With regard to raw materials, it is generally considered that Latin American countries will continue to develop an industry based on industrialization of natural gas, excepting for Brazil which will continue to further its industry on the basis of naphtha and gas-oils.
- 7.1.5 Insufficient trade of petrochemical products among the countries of the region has been observed, mainly owing to the lack of awareness of each country's trade potential; prevailing high-cost conditions for intra-regional freight, as compared with extra-regional freight; and also inadequate transportation infrastructures.
- 7.1.6 Technological trends in the world petrochemical industry point to the channeling of efforts in order to achieve the adaptation of economies of scale and a reduction of investments per production line.
- 7.1.7 In Latin America, as a whole, there is limited human infrastructure in the technological area, reflected in a low level of technological assimilation and development, as well as in operational and management capabilities. Nonetheless, in some countries of the region, significant advances in capital goods, basic, processing, detailed and construction engineering have been detected. In the next few years, the countries of the region will strengthen the technological domains being developed at present and will additionally enter into the area of catalysis, rational use of energy and environmental protection.
- 7.1.8 Despite economic forecast for the region and uncertainties regarding the development of world economic scenarios, prospects for the Latin American petrochemical industry are promising, with an estimated 6% average annual growth rate for domestic markets.

7.2 RECOMMENDATIONS

- 7.2.1 To promote the petrochemical development of each country of the region by maximizing, insofar as possible, the local and regional availability of raw materials. In this regard

appropriate regional planning and cooperation are required.

- 7.2.2 To seek complementation so as to avoid the development of surplus capacities in certain products and deficits in others. Therefore, it is necessary to do a detailed review of each country's current investment programs, in order to strategically allocate the projects and on the largest possible scale.
- 7.2.3. To improve and optimize levels of efficiency and quality, both in productive as well as managerial and commercial areas.
- 7.2.4 To encourage trade among the countries of the region, making maximum use of complementarity, diminishing existing constraints and giving priority to intra-regional trade versus extra-regional trade.
- 7.2.5 To make efforts for intra-regional trade of petrochemical products to have priority over extra-regional trade.
- 7.2.6 To assess the implementation of new financing arrangements, similar to others already applied in the region, aimed at petrochemical development.
- 7.2.7 To promote the establishment of multinational companies among Latin American countries, following the successful examples from the region.
- 7.2.8 To promote technical assistance among petrochemical companies, engineering firms and research and development centers in the countries of the region, so as to increase the competitiveness of the former and achieve continuous technological development in line with world trends.
- 7.2.9 To conduct a regional survey of technologies and technological services, and to prepare a catalogue of experts in the different areas of this industry.
- 7.2.10 To carry out studies at the regional level, on the following aspects:

Policies to promote petrochemical

development;

- . The fertilizer industry and its prospects;
- . Trade barriers and transportation infrastructure;
- . Analysis of the bases to establish a regional agreement on freightage.

7.2.11 To coordinate the petrochemical information systems existing in the region, in order to have detailed knowledge of their present-day circumstances and prospects, publishing such documents as may be required.

7.2.12 To entrust the Permanent Secretariat of OLADE with assisting, together with other regional integration agencies, in complying as best as possible with the above recommendations.

APPENDICES

APPENDIX 1

THE PETROCHEMICAL INDUSTRY IN LATIN AMERICA CURRENT SITUATION AND SHORT-RANGE OUTLOOK (THOUS. OF TONS)

	INSTALLED CAPACITY		APPARENT CONSUMPTION	
	1985	1990	1985	1990
BASIC PETROCHEMICALS	15,046	17,740	9,232	13,264
INTERMEDIATE PETROCHEMICALS	10,006	13,878	7,334	9,872
SYNTHETIC FIBERS	1,132	1,228	853	1,105
SYNTHETIC RESINS	5,385	6,576	3,297	4,668
SYNTHETIC RUBBER	953	1,103	528	643
NITROGENOUS FERTILIZERS (1)	9,167	11,332	7,386	12,230
TOTAL	41,689	51,857	28,630	41,782

(1) ONLY INCLUDES AMMONIA AND UREA

SOURCE: MEXICAN PETROCHEMICAL COMMISSION, WITH DATA FROM THE
OLADE MEMBER COUNTRIES,

APPENDIX 2
SUPPLY-AND-DEMAND BALANCE FOR PETROCHEMICAL PRODUCTS
IN LATIN AMERICA IN 1985 - 1990
(thousands of tons)

P R O D U C T	1985			1990		
	SUPPLY	DEMAND	BALANCE	SUPPLY	DEMAND	BALANCE
BASIC						
ETHYLENE	2,442	2,223	219	3,107	3,117	(10)
PROPYLENE	1,003	934	69	1,353	1,457	(104)
BUTADIENE	335	334	1	330	463	(133)
BENZENE	886	727	159	1,100	944	156
TOLUENE	608	560	48	864	796	68
ORTHOKYLENE	158	147	11	173	218	(45)
PARAXYLENE	221	372	(151)	321	521	(200)
METHANOL	378	432	(54)	978	693	285
SUBTOTAL	6,031	5,729	302	8,226	8,209	17
INTERMEDIATE						
ACETALDEHYDE	242	306	(64)	330	409	(79)
ETHYLENE OXIDE	221	278	(57)	328	377	(49)
ETHYLENE GLYCOL	241	173	68	270	243	27
DICHLOROETHANE	1,043	869	174	945	945	-
VINYL CHLORIDE	545	819	(274)	927	1,140	(213)
ETHYLBENZENE	402	386	16	586	586	-
STYRENE	325	481	(156)	500	673	(173)
ACETIC ACID	257	233	24	347	346	1
VINYL ACETATE	80	102	(22)	183	132	51
ACRYLONITRILE	119	204	(85)	222	301	(79)
PROPYLENE OXIDE	104	144	(40)	125	165	(40)
ISOPROPANOL	62	102	(40)	71	145	(74)
2-ETHYL HEXANOL	102	88	14	130	109	21
N-BUTANOL	41	44	3	36	54	(18)
CYCLOHEXANE	144	136	8	162	190	(28)
CAPROLACTAM	112	121	(9)	137	170	(33)
ADIPIC ACID	38	47	(9)	50	64	(14)
CUMENE	191	184	7	244	286	(42)
PHENOL	129	125	4	182	161	21
ACETONE	128	129	(1)	175	167	8
TEREPHTHALIC ACID	320	197	123	410	258	152

DIMETHYL TEREPHTHALATE	291	206	85	370	302	68
PHTHALIC ACID	152	132	20	206	196	10
TOLUENE DIISOCYANATE	52	48	4	58	68	(10)
FORMALDEHYDE	372	372	-)	530	521	9
CHLOROMETHANES	54	71	(17)	11	48	(37)
METHYLAMINES	12	13	(1)	19	24	(5)
METHYL TERBUTYL ETHER	70	12	58	265	55	210
METHYL METHACRYLATE	22	27	(5)	34	40	(6)
SUBTOTAL	5,871	6,049	(178)	7,853	8,175	(322)
<u>SYNTHETIC FIBERS</u>						
ACRYLIC FIBERS	145	144	1	208	198	10
NYLON FIBERS	170	158	2	240	230	10
POLYESTER FIBERS	368	334	34	506	469	37
SUBTOTAL	683	646	37	954	897	57
<u>SYNTHETIC RESINS</u>						
LOW-DENSITY POLYETHYLENE	971	918	53	1,220	1,352	(132)
HIGH-DENSITY POLYETHYLENE	371	340	31	579	519	60
POLYVINYL CHLORIDE	803	698	105	1,103	956	147
POLYPROPYLENE	253	348	(95)	319	457	(138)
POLYSTYRENE	326	288	38	373	280	93
ABS RESINS	51	51	0	84	60	24
PHENOL RESINS	86	87	(1)	120	118	2
UREA RESINS	157	156	1	211	211	0
MELAMINE RESINS	22	23	(1)	31	32	(1)
SUBTOTAL	3,040	2,909	131	4,040	3,985	55
<u>SYNTHETIC RUBBER</u>						
SBR RUBBER	330	287	43	402	365	37
NR RUBBER	91	116	(25)	145	148	(3)
NBR RUBBER	16	11	5	20	31	(11)
POLYCHLOROPRENE RUBBER	-	15	(15)	-	25	(25)
BUTYL RUBBER	-	30	(30)	-	40	(40)
SUBTOTAL	437	459	(22)	567	609	(42)
GRAND TOTAL	16,062	15,792	270	21,640	21,875	(235)

APPENDIX 3

INSTALLED CAPACITY FOR PETROCHEMICAL PRODUCTS IN 1985

(Thous. of tons)

COUNTRIES	BASIC	INTERMEDIATE	SYNTHETIC FIBERS	SYNTHETIC RESINS	SYNTHETIC RUBBER	NITROGENOUS FERTILIZERS	TOTAL
ARGENTINA	922	727	133	519	58	191	2,550
BRAZIL	6,202	4,389	333	3,123	649	2,455	17,151
CHILE	62	35	6	43	-	-	146
ECUADOR	-	9	8	22	-	-	39
MEXICO	7,339	4,323	506	1,209	160	4,149	17,686
VENEZUELA	150	398	53	450	0	1,836	2,887
ANDEAN GROUP	371	125	93	19	86	536	1,230
TOTAL	15,046	10,006	1,132	5,385	953	9,167	41,689

ANDEAN GROUP: BOLIVIA, COLOMBIA AND PERU

SOURCE: MEXICAN PETROCHEMICAL COMMISSION

APPENDIX 3 (CONT.)
 PRODUCTION OF PETROCHEMICAL PRODUCTS IN 1985
 (Thous. of tons)

COUNTRIES	BASIC	INTERMEDIATE	SYNTHETIC FIBERS	SYNTHETIC RESINS	SYNTHETIC RUBBER	NITROGENOUS FERTILIZERS	TOTAL
ARGENTINA	867	442	60	237	57	176	1,839
BRAZIL	3,569	3,817	275	1,951	282	2,201	12,095
CHILE	31	32	4	31	-	-	98
ECUADOR	-	5	6	14	-	-	25
MEXICO	4,787	2,729	359	844	154	3,627	12,500
VENEZUELA	189	220	38	310	0	805	1,562
ANDEAN GROUP	106	104	49	41	-	790	1,090
TOTAL	9,549	7,349	791	3,428	493	7,599	29,209

ANDEAN GROUP: BOLIVIA, COLOMBIA, ECUADOR, PERU, VENEZUELA.

SOURCE: MEXICAN PETROCHEMICAL COMMISSION.

APPENDIX 3 (CONT.)
IMPORTATION OF PETROCHEMICAL PRODUCTS IN 1985
(Thous. of tons)

COUNTRIES	BASIC	INTERMEDIATE	SYNTHETIC FIBERS	SYNTHETIC RESINS	SYNTHETIC RUBBER	NITROGENOUS FERTILIZERS	TOTAL
ARGENTINA	2	78	5	41	7	120	253
BRAZIL	36	73	4	18	34	33	198
CHILE	16	17	9	50	11	125	228
ECUADOR	12	5	15	8	7	N.D.	47
MEXICO	362	781	3	322	21	65	1,554
VENEZUELA	62	148	44	84	52	0	390
ANDEAN GROUP	3	69	95	101	11	285	564
TOTAL	493	1,171	175	624	143	628	3,234

ANDEAN GROUP: BOLIVIA, COLOMBIA AND PERU

SOURCE: MEXICAN PETROCHEMICAL COMMISSION.

APPENDIX 3 (CONT.)
EXPORTATION OF PETROCHEMICAL PRODUCTS IN 1985
(Thous. of tons)

COUNTRIES	BASIC	INTERMEDIATE	SYNTHETIC FIBERS	SYNTHETIC RESINS	SYNTHETIC RUBBER	NITROGENOUS FERTILIZERS	TOTAL
ARGENTINA	295	71	0	62	29	13	470
BRAZIL	394	664	41	511	41	41	1,692
CHILE	-	-	-	6	-	-	6
ECUADOR	-	-	-	-	-	-	-
MEXICO	113	404	56	147	38	237	995
VENEZUELA	4	41	2	22	0	318	387
ANDEAN GROUP	4	6	14	7	-	232	263
TOTAL	810	1,186	113	755	108	841	3,813

ANDEAN GROUP: BOLIVIA, COLOMBIA AND PERU

SOURCE: MEXICAN PETROCHEMICAL COMMISSION.

APPENDIX 3 (CONT.)

TOTAL DEMAND FOR PETROCHEMICAL PRODUCTS IN 1985

(Thous. of tons)

COUNTRIES	BASIC	INTERMEDIATE	SYNTHETIC FIBERS	SYNTHETIC RESINS	SYNTHETIC RUBBER	NITROGENOUS FERTILIZERS	TOTAL
ARGENTINA	574	449	65	216	35	283	1,622
BRAZIL	3,211	3,226	238	1,458	275	2,193	10,601
CHILE	47	49	13	75	11	125	320
ECUADOR	12	10	21	22	7	N.D.	72
MEXICO	5,036	3,106	306	1,019	137	3,455	13,059
VENEZUELA	247	327	80	372	52	487	1,565
ANDEAN GROUP	105	167	130	135	11	843	1,391
TOTAL	9,232	7,334	853	3,297	528	7,386	28,630

ANDEAN GROUP: BOLIVIA, COLOMBIA AND PERU

SOURCE: MEXICAN PETROCHEMICAL COMMISSION.

APPENDIX 3 (CONT.)

INSTALLED CAPACITY FOR PETROCHEMICAL PRODUCTS IN 1990

(Thous. of tons)

COUNTRIES	BASIC	INTERMEDIATE	SYNTHETIC FIBERS	SYNTHETIC RESINS	SYNTHETIC RUBBER	NITROGENOUS FERTILIZERS	TOTAL
ARGENTINA	1,065	1,231	145	736	58	191	3,426
BRAZIL	6,615	5,992	336	3,641	745	2,455	19,784
CHILE	815	56	16	66	-	N.D.	953
ECUADOR	-	9	8	25	-	-	42
MEXICO	8,279	5,533	577	1,507	214	5,524	21,634
VENEZUELA	595	932	53	582	0	2,626	4,788
ANDEAN GROUP	371	125	93	19	86	536	1,230
TOTAL	17,740	13,878	1,228	6,576	1,103	11,332	51,857

ANDEAN GROUP: BOLIVIA, COLOMBIA AND PERU

SOURCE: MEXICAN PETROCHEMICAL COMMISSION

APPENDIX 3 (CONT.)
 TOTAL DEMAND FOR PETROCHEMICAL PRODUCTS IN 1990
 (Thous. of tons)

COUNTRIES	BASIC	INTERMEDIATE	SYNTHETIC FIBERS	SYNTHETIC RESINS	SYNTHETIC RUBBER	NITROGENOUS FERTILIZERS	TOTAL
ARGENTINA	875	735	104	389	48	355	2,506
BRAZIL	3,810	4,092	320	2,000	340	3,530	14,092
CHILE	73	77	25	111	9	230	525
ECUADOR	16	12	23	25	8	N.D.	84
MEXICO	7,440	4,255	370	1,370	160	5,300	18,895
VENEZUELA	900	451	93	588	60	1,365	3,457
ANDEAN GROUP	150	250	170	185	18	1,450	2,223
TOTAL	13,264	9,872	1,105	4,668	643	12,230	41,782

ANDEAN GROUP: BOLIVIA, COLOMBIA AND PERU

SOURCE: MEXICAN PETROCHEMICAL COMMISSION.

APPENDIX 4

SUMMARY OF THE PETROCHEMICAL INDUSTRY IN LATIN AMERICA

IN 1985, BY COUNTRIES

INSTALLED CAPACITY

(Thous. of tons)

COUNTRIES	BASIC	INTERMEDIATE	SYNTHETIC FIBERS	SYNTHETIC RESINS	SYNTHETIC RUBBER	NITROGENOUS FERTILIZERS	TOTAL
ARGENTINA	922	727	133	519	58	191	2,550
BRAZIL	6,202	4,389	333	3,123	649	2,455	17,151
CHILE	62	35	6	43	-	-	146
ECUADOR	-	9	8	22	-	-	39
MEXICO	7,339	4,323	506	1,209	160	4,149	17,686
VENEZUELA	150	398	53	450	-	1,836	2,887
ANDEAN GROUP 1/	371	125	93	19	86	536	1,230
TOTAL	15,046	10,006	1,132	5,385	953	9,167	41,689

1/ EXCLUDING VENEZUELA AND ECUADOR

SOURCE: MEXICAN PETROCHEMICAL COMMISSION, WITH INFORMATION PROVIDED BY THE COUNTRIES AND, IN THE CASE OF THE ANDEAN GROUP, BY APLA.

APPENDIX 4 (CONT.)

SUMMARY OF THE PETROCHEMICAL INDUSTRY IN LATIN AMERICA
 IN 1985, BY COUNTRIES
 APPARENT CONSUMPTION
 (Thous. of tons)

COUNTRIES	BASIC	INTERMEDIATE	SYNTHETIC FIBERS	SYNTHETIC RESINS	SYNTHETIC RUBBER	NITROGENOUS FERTILIZERS	TOTAL
ARGENTINA	574	449	65	216	35	283	1,622
BRAZIL	3,211	3,226	238	1,458	275	2,193	10,601
CHILE	47	49	13	75	11	125	320
ECUADOR	12	10	21	22	7	N.D.	72
MEXICO	5,036	3,106	306	1,019	137	3,455	13,059
VENEZUELA	247	327	80	372	52	487	1,565
ANDEAN GROUP 1/	105	167	130	135	11	843	1,391
TOTAL	9,232	7,334	853	3,297	528	7,386	28,630

1/ EXCLUDING VENEZUELA AND ECUADOR

SOURCE: MEXICAN PETROCHEMICAL COMMISSION, WITH INFORMATION PROVIDED BY THE COUNTRIES AND, IN THE CASE OF THE ANDEAN GROUP, BY APLA.

APPENDIX 4 (CONT.)
 SUMMARY OF THE PETROCHEMICAL INDUSTRY IN LATIN AMERICA
 IN 1985, BY COUNTRIES
 NET IMPORTS
 (Thous. of tons)

COUNTRIES	BASIC	INTERMEDIATE	SYNTHETIC FIBERS	SYNTHETIC RESINS	SYNTHETIC RUBBER	NITROGENOUS FERTILIZERS	TOTAL
ARGENTINA	(293)	7	5	(21)	(22)	107	(217)
BRAZIL	(358)	(591)	(37)	(493)	(7)	(8)	(1,494)
CHILE	16	17	9	44	11	125	222
ECUADOR	12	5	15	8	7	-	47
MEXICO	249	377	(53)	175	(17)	(172)	559
VENEZUELA	58	107	42	62	52	(318)	3
ANDEAN GROUP 1/	(1)	63	81	94	11	53	301
TOTAL	(317)	(15)	62	(131)	35	(213)	(579)

1/ EXCLUDING VENEZUELA AND ECUADOR

SOURCE: MEXICAN PETROCHEMICAL COMMISSION, WITH INFORMATION PROVIDED BY THE COUNTRIES AND, IN THE CASE OF THE ANDEAN GROUP, BY APLA.

APPENDIX 5

INTERNATIONAL TRADE OF PETROCHEMICAL PRODUCTS*

(Billions of 1982 U.S. Dollars)

	1 9 8 2			1 9 9 0		
	X	M	BAL.	X	M	BAL.
DEVELOPED COUNTRIES	21.8	11.5	10.3	30.2	17.2	13.0
DEVELOPING COUNTRIES	5.6	15.0	(9.4)	8.8	20.8	(12)
COUNTRIES HAVING CENTRALLY-PLANNED ECONOMIES	3.2	4.3	(1.1)	4.3	5.4	(1.1)
TOTAL	30.6	30.8	(0.2)	43.3	43.4	(0.1)

 * ESTIMATED BY THE MEXICAN PETROCHEMICAL COMMISSION, USING
 STATISTICAL DATA FROM UNIDO AND ADL.

APPENDIX 6A

ARGENTINA: PROJECTS UNDER CONSTRUCTION AND UNDER STUDY

A) PROJECTS UNDER CONSTRUCTION

<u>FIRM</u>	<u>LOCATION</u>	<u>PRODUCT</u>	<u>CAPACITY</u> tons/yr	<u>STATUS</u>	<u>INVESTMENT</u> MM US\$	<u>START</u> <u>DATE</u>
PBB	BAHIA BLANCA	ETHYLENE	45,000	CONSTRUC.	N.D.	1987
ELECTROGOS	BAHIA BLANCA	PVC	41,500	CONSTRUC.	47	1988
PCM	ENSENADA	METHANOL	25,000	CONSTRUC.		
		MTBE	40,000	CONSTRUC.		
		OXYALCOHOLS	35,000	CONSTRUC.		
		1-BUTADIENE	25,000	CONSTRUC.	150	MARCH 1989
		DPT	45,000	ENG. COMPLETE		
		PET	17,000	ENG. IN PROG.	100	1990
PETROCUYO	LAJAN DE CUYO	POLYPROPYLENE	48,000	CONSTRUC.	109	1989
RESINFOR.	RECONQUISTA	METHANOL	50,000	CONSTRUC.	35	1989
SUBTOTAL PROJECTS UNDERWAY			371,500	APPROX. 445 MM US\$		

B) PROJECTS UNDER STUDY

PBB	BAHIA BLANCA	ETHYLENE	200,000		250	1991
PETROCUYO	LAJAN DE CUYO	POLYPROPYLENE	40,000		80	1992
VARIOS	ENSENADA	MENOL	33,000			
		ACETONE	20,000		60	1992
MONSANTO	ZARATE	ABS	10,000		N.D.	1992
RESINFOR	RECONQUISTA	METHANOL	100,000		60	1991
		ACETIC ACID	N.D.		N.D.	1992
VARIOS	ENSENADA	FORMIC ACID	10,000		12	1992
INDUPE	BAHIA BLANCA	AMMONIA	330,000			
		UREA	500,000		300	1991
FERTINEN	NEUQUEN	AMMONIA	60,000			
		UREA	100,000		80	1992
FERTINOVA	SALTA	AMMONIA	60,000			
		UREA	100,000		80	1992
AUSTRAL	T. DEL FUEGO	METHANOL	650,000		250	1992
IPAKO	ENSENADA	POLYPROPYLENE	80,000		160	1993
SUBTOTAL PROJECTS UNDER STUDY			2,293,000 tons/yr	=	1332 MM US\$	
TOTAL a) + b)			2,664,500 tons/yr	=	1777 MM US\$	

APPENDIX 6E

BRAZIL: PROJECTS UNDERWAY

<u>FIRM</u>	<u>LOCATION</u>	<u>PRODUCT</u>	<u>CAPACITY</u> THOUS TON/YR	<u>INVESTMENT</u> MM US\$	<u>START</u> <u>DATE</u>
PETROQUIMICA UNIAO (MODERNIZATION)	SAO PAULO	ETHYLENE	52	25	1988/89
		PROPYLENE	34		
		BUTADIENE	8		
		BENZENE	18		
COPEGUL (DESCOLLAMIENTO Y REVAMPING)	RIO GRANDE DO SUL	ETHYLENE	106	33	1988/89
		PROPYLENE	67		
		BUTADIENE	25		
		BENZENE	35		
SALGEMA (EXPANSION)	ALAGOAS	DICHLOROETHANE	100		1988
COPA IA QUIMICA DE ALAGOAS	ALAGOAS	DICHLOROETHANE	160	78	1988/89
		VINYL CHLORIDE	180		
COPENE	BAHIA	OCTENES	14	6	1988/89
COPENE MONOMEROS ESPECIAIS	BAHIA	1-BUTENE	25	34	1988/89
		ISOPRENE	18	34	1988/89
COERBO	PERNAMBUCO	POLYISOPRENE	13	35	1988
CPC ALAGOAS	ALAGOAS	POLYVINYL STYRENE	100	70	1988/89
COMPA IA BRASILEIRA DE POLIURETANOS	BAHIA	MDI	10	16	1988/89
		NITROBENZENE/ANILINE	20/15	22	
FABRICA CARIOCA DE CATALIZADORES	RIO DE JANEIRO	CATALYZERS FOR PFC	25	86	1988/89
NITRIplex (AMPLIACION)	BAHIA	SAN RESINS	5.5	22	1988/89
	BAHIA	MBS RESINS	3.5		1988/89
	RIO GRANDE				
	DO SUL	EPDM RUBBER	10	40	1988
	RIO DE JANEIRO	NITRYL RUBBER	+2.7	8	1988/89
		NBR LATTICES	+3.4		1988/89
OXITENO	RIO GRANDE				
	DO SUL	METHYL ETHYL KETONE	20	31	1989/90
POLIACDEN (DESCOLLAMIENTO)	BAHIA	HI-D. POLYETHYLENE	+7	2	1988
POLIBUTENOS	SAO PAULO	POLYISOBUTENE	12	16	1989/90

<u>FIRM</u>	<u>LOCATION</u>	<u>PRODUCT</u>	<u>CAPACITY</u> THOUS TON/YR	<u>INVESTMENT</u> MM US\$	<u>START</u> <u>DATE</u>
PPH (NEW PLANT))	RIO GRANDE DO SUL	POLYPROPYLENE	100	42	1989/90
FLONOR (EXPANSION)	BAHIA	TOLUENE DIISOCYANATE	+12	12	1989/90
VULCAN	SAO PAULO	MALEIC ANHYDRIDE	2.7		
CIQUINE (EXPANSION)	BAHIA	MALEIC ANHYDRIDE	+5.4		
ETOXILADOS DO NORDESTE (EXPANSION)	BAHIA	ETHOXYLATED DERIVATIVES	+18		
PROSINT (EXPANSION)	RIO DE JANEIRO	METHANOL	+76		1989/90
NITROCARBONO (EXPANSION)	BAHIA	CAPROLACTAM	+11	5	1988/89

APPENDIX 6C

PROJECTS UNDERWAY - COLOMBIA

1987 - 1990

<u>PLANT</u>	<u>PRODUCT</u>	<u>CAPACITY</u> THOUS. TON/YR	<u>INVESTMENT</u> M US\$	<u>YEAR OF</u> <u>START-UP</u>
• EXTRACTION WITH PHENOL(*)	LUBRICATING BASE	15	3.6	1987
• PARAFFINS (*)	BASES AND WAXES	45	1.0	1989
• POLYETHYLENE & POLYPROPYLENE	LOW-DENSITY P.E. HI-DENSITY P.E. POLYPROPYLENE	60 (each)	170	1990
(*) Expansion				

APPENDIX 6D

ECUADOR: PROJECTS UNDERWAY

<u>PROJECT</u>	<u>CAPACITY (MMTY)*</u>	<u>LEVEL OF INVESTMENTS</u> <u>MM US\$</u>	<u>START</u> <u>DATE</u>
N-HEXANE	3,000	1.8	LATE 1989
AROMATICS (BTX)	45,000	20.0	LATE 1990

*millions of metric tons per year

APPENDIX 6E

MEXICAN PETROCHEMICAL INDUSTRY

PROJECTS UNDER DEVELOPMENT

<u>FIRM</u>	<u>CAPACITY</u> (THOUS. TON/YR)	<u>INVESTMENT</u> (MM US\$)	<u>START</u> <u>DATE</u>
MEXICAN STATE OIL COMPANY			
"MORELOS" COMPLEX			
ACETALDEHYDE	150	-	1989
ACRYLONITRILE	50	-	1988
BUTADIENE	100	-	1990
ISOPROPANOL	75	-	1991
ETHYLENE OXIDE	200	-	1988
HI-DENSITY POLYETHYLENE	100	-	1988
LOW-DENSITY POLYETHYLENE	80	-	1990
POLYPROPYLENE	100	-	1989
AROMATICS COMPLEX			
BENZENE	25	-	1992
TOLUENE	120	-	1992
ORTHOXYLENE	30	-	1992
PARAXYLENE	200	-	1992
HEAVY AROMATICS	29	-	1992
CUMENE	100	-	1992
CYCLOHEXANE	100	-	1995
OLEFINS COMPLEX			
BUTADIENE	60	-	1993
ESTERENE	200	-	1993
LINEAR HI-D. POLYETHYLENE	120	-	1994
LINEAR LOW-D. POLYETHYLENE	120	-	1994
THREE AMMONIA PLANTS	1335	-	1993-94
VINYL CHLORIDE	300	-	1995
ACRYLONITRILE	50	-	1988
TOTAL INVESTMENT		2550	
UNIVEX, S.A.			
CAPROLACTAM (4)	25	20	1988
ACRILATON S.A.			
ACRYLIC	30	40	1989
ACRYLATES	38	-	
NEGROMEX, S.A.			
POLYBUTADIENE	25	N.D.	1990
TEMEX, S.A.			
TEREPHTHALIC ACID	230	N.D.	1990
N.D.			
PROPYLENE ACID	100	100	1991
STYRENE	240	-	
PETROCEL			
DMT (1)	30	N.D.	1987

APPENDIX 6F

VENEZUELAN PETROCHEMICAL INDUSTRY

PROGRAMMED PLANTS

1987 - 1990

<u>PLANT</u>	<u>PRODUCTS</u>	<u>CAPACITY</u> MMTY*	<u>INVESTMENT</u> MILLIONS US\$	<u>YEAR OF</u> <u>START-UP</u>
AMMONIA	AMMONIA	495	152	1990
UREA IN SOLUTION	UREA IN SOLUTION	308	31	1991
DIAMMONIUM PHOSPHATE	DIAMMONIUM PHOSPHATE	300	34	1991
PHOSPHORIC ACID	PHOSPHORIC ACID	240(P O) 2 5	95	1992
BULK FERTILIZER MIXTURE (MAGFER)	UREA/GRANULATED MIXES	247.5/700	55	1989

*millions of metric tons per year

TECHNICAL DIVISION FOR PETROCHEMISTRY

MINISTRY OF ENERGY AND MINES

JUNE 1987

APPENDIX 6G

VENEZUELAN PETROCHEMICAL INDUSTRY

PROGRAMMED PLANTS

1987 - 1990

<u>PLANT</u>	<u>PRODUCTS</u>	<u>CAPACITY</u> MMTY*	<u>INVESTMENT</u> MILLIONS US\$	<u>YEAR OF</u> <u>START-UP</u>
MTBE	METHYL TERBUTYL ETHER	500	108	1989
AMMONIA (2)	AMMONIA	495	152	1990
BTX	BENZENE, TOLUENE, XYLENES	208	34	1989
MALEIC ANHYDRIDE	MALEIC ANHYDRIDE	5	17	1989
EPOXY RESINS	EPOXY RESINS	2	4	1989

(1) Current bolivars

(2) Under construction

*millions of metric tons per year

TECHNICAL DIVISION FOR PETROCHEMISTRY

MINISTRY OF ENERGY AND MINES

JUNE 1987

APPENDIX 6H

VENEZUELAN PETROCHEMICAL INDUSTRY

PROGRAMMED PLANTS

1987 - 1990

<u>PLANT</u>	<u>PRODUCTS</u>	<u>CAPACITY</u> MMTY*	<u>INVESTMENT</u> MILLIONS US\$	<u>YEAR OF</u> <u>START-UP</u>
OLEFINS	ETHYLENE/PROPYLENE	200/140	191	1991
SODA-CHLORIDE	CHLORIDE/CAUSTIC SODA	100/110	70	1990
STYRENE	STYRENE MONOMER	100	55	1992
VINYL CHLORIDE	VINYL CHLORIDE	60	33	1991
POLYVINYL CHLORIDE	POLYVINYL CHLORIDE	60	44	1991
POLYPROPYLENE	POLYPROPYLENE	70	83	1989
LOW-DENSITY LINEAR POLYPROPYLENE	LOW-DENSITY LINEAR POLYPROPYLENE	60	41	1990
ETHYLENE OXIDE/ ETHYLENE GLYCOL	ETHYLENE OXIDE/ ETHYLENE GLYCOL	20/8.8	32	1990

*millions of metric tons per year

TECHNICAL DIVISION FOR PETROCHEMISTRY

MINISTRY OF ENERGY AND MINES

JUNE 1987

FIRST MEETING OF THE NETWORK OF RESEARCH AND TRAINING
CENTERS FOR ENERGY ECONOMICS AND PLANNING IN
LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN

INTRODUCTION

Delegates from 15 Centers, Institutes, Universities and Ministries involved in the energy sector, representing nine of the 26 OLADE Member Countries, approved the formation of a Network of Research and Training Centers for Energy Economics and Planning, during the First Work Meeting, held for this purpose in Quito, July 27 and 28 of this year, a transcendent event for regional integration in this field.

The formation of the Network of Centers from the energy sector represents, firstly, a step towards enhanced collaboration and information exchange among Member States, to the direct benefit of the energy planning process and the study of the energy situation in Latin America and the Caribbean.

This Network of Centers, with agencies devoted to Research and Training in Energy Economics and Planning will also support the advisory, research and training projects and programs that OLADE carries out in its 26 Member Countries.

The opening of this Work Meeting, the initiative of forming a Network of Centers in the field of Energy Economics and Planning, has arisen in the midst of a crisis of the situation in Latin America, which features a stagnation that unfavorably affects its development possibilities.

The crisis has resulted from falling petroleum prices, decreasing investments, foreign capital flows and the burden of the foreign debt, which have limited the expansion and growth of the energy sector.

Additionally, the Latin American Region has become a net exporter of financial resources, through the amortization and interest payments on the foreign debt.

In this situation, it is vitally important to discuss

the problems of the Region's energy problems, as well as the joining of forces in scientific analysis, especially in matters involving the study of the various aspects of energy planning, stressed the OLADE Executive Secretary a.i., underscoring the benefits for the Organization's Member Countries of the formation of a Network of Research and Training Centers for Energy Economics and Planning, for the search for and definition of alternative development solutions.

It has also been shown that the Region has sufficient quantity and quality of human resources to examine, with scientific and academic discipline, the current situation and find the mechanisms that will lead to an ever-growing regional energy integration.

The Ministers deemed it expedient to support and promote the formation of the Network of Centers, because Latin America and the Caribbean need to have their own capacity to carry out studies, research and training in Energy Economics and Planning, since institutions of well-recognized international prestige have been working in this area for years. This potential can be placed at the service of the 26 Member Countries in a coordinated fashion, benefitting them through the sum of the efforts and the rationalization of human and financial resources.

In the XVIII Meeting of Ministers of OLADE, to be held in Havana, Cuba, this coming November, the Energy Ministers of the Region will analyze the recommendations passed in the First Work Group to Form the Network of Research and Training Centers in Energy Economics and Planning in Latin America and the Caribbean.

Given the reader's likely interest in this matter, we are presenting below part of the documentation from the Meeting.

WORKING DOCUMENT

1. BACKGROUND INFORMATION

- 1.1 For some 20 years, an important group of Research and Training Centers in Energy Economics and Planning, both public and private in nature, have been developing.
- 1.2 Their action has so far, for the most part, been carried out isolatedly, despite those contacts made through seminars or meetings organized around specific topics.
- 1.3 Since the late seventies and early eighties, international interest has increased in the energy problem and progress in communications media and

means of transportation has led to the formation of networks in other regions in order to increase interaction among researchers and educators with common interests.

- 1.4 At the international level, three networks have developed that are functioning quite successfully.

One of them was started up by a group of international centers, with support from the European Communities. It was created in Grenoble, France, in June 1981, and currently groups 13 Centers from Africa, Latin America, Asia, the Middle East and Europe. (AIE/COPPE of Brazil, IDEE-FB of Argentina and the IIE of Mexico are the Latin American members.)

A second was sponsored by the United Nations University, created in Bariloche, Argentina, in April 1982, and comprises five centers from Africa, Asia, Latin America and Europe. (AIE/COPPE of Brazil and IDEE-FB of Argentina represent Latin America.)

Most recently, in 1985, the ENER (European Network on Energy Economics Research) was created, which ties together three European centers and is expected to expand soon. It is supported by the Commission of European Communities and the European Science Foundation.

- 1.5 In Latin America, at least two attempts have been made at coordination, neither of which has been concretized: the first, supported by OLADE through the First Latin American Seminar of Directors of Institutes of Energy Research, held in October 1981 in Cuernavaca, Mexico; and the second, upon the initiative of the International Center for Development Research (ICDR of Canada), through a meeting held in Bogota, Colombia, in January, 1983.

Along this line of thinking, the XVII Meeting of Ministers of OLADE decided to "Support the formation of a Network of Research and Training Centers in Energy Economics and Planning in Latin America and the Caribbean" and to "Promote the creation of Centers in the Sub-regions that are not yet sufficiently well covered by the existing Institutes". (Decision XVII/D/170).

2. PURPOSES AND OBJECTIVES

The Network of Centers will have the following purposes

and objectives:

- 2.1 To promote knowledge and dissemination, both inside the Region and elsewhere, of the research and work done in energy economics and planning.
- 2.2 To systematize and strengthen the exchange of papers and research.
- 2.3 To strengthen and support research activities, as well as training activities, carried out by the Centers, through a more active, regular exchange of researchers, technicians, professors and teaching materials.
- 2.4 To support the creation of new centers, particularly if they are regional or sub-regional, and to strengthen existing Centers. Centers already existing and those to be created shall attempt to complement their activities, although this shall not imply any limitation on their fields of action.
- 2.5 To attend to the research, training and technical assistance needs of the OLADE Member Countries and Permanent Secretariat, through the Centers comprising the Network, to the degree that they are willing and able to assist.
- 2.6 To tie together the Centers of Latin America and the Caribbean with similar Centers in other regions of the world.
- 2.7 To support the activities of Associations and Institutions involved in Energy Planning and Economics.

3. STRUCTURE AND ORGANIZATION

Bearing in mind the experiences of the networks currently operating, and those that did not manage to concretize their goals, the following organizational aspects were considered:

- 3.1 The network will be formed of those centers already existing and that have activities already underway or completed in the field of energy economics and planning, and will incorporate, in the future, those that are created or developed in that field, thereby complementing its activities.
- 3.2 All centers belonging to the network shall have equal rights and obligations, and the actions to be taken shall be defined by mutual agreement.

- 3.3 The OLADE Permanent Secretariat shall guarantee the operation of the Network, acting as its coordinating center, thereby fulfilling Decision XVII/D/170 of the Meeting of Ministers.
- 3.4 A general meeting will be held at least once yearly to coordinate the Network's activities, in the headquarters of one of the centers or of OLADE. The Center selected shall be responsible for organizing the meeting, in coordination with OLADE.
- 3.5 The Network shall be structured as specified in point 2.5. The following steps will be taken to achieve this:
 - a) Proposal by the OLADE Permanent Secretariat and the Centers of the topics of interest.
 - b) Elaboration of programs with definitions of contents and scopes.

4. ACTIONS

- 4.1 In the initial stage, it is important to establish a limited number of concrete actions that are considered high priorities and are feasible; new activities must be added gradually, as the Network is consolidated, and the human and economic resources necessary to develop them are obtained.

In this context, the following actions are suggested:

- a) To promote the sharing of information on the activities carried out by the Centers of the Network, through OLADE, using insofar as possible the Latin American Energy Information System (SIELA).
- b) To promote the creation of centers with sub-regional coverage in those Member Countries with potential to meet the requirements of those sub-regions in the field of Energy Economics and Planning.
- c) To promote and/or strengthen the energy economics and planning research and training activities carried out by the centers and specialized academic institutions. To seek support and collaboration in this action from the relevant international organizations.

- d) To hold, at least once a year, a meeting of the Network.
- e) To support the formation and consolidation of national energy planning groups.
- f) To coordinate actions with other networks of centers from other regions.
- g) To analyze the possibilities for cooperation in energy economics and planning among the centers.
- h) To develop and perfect integrated Energy Planning methodologies.
- i) To enter into agreements with OLADE regarding programs of specific studies on topics of mutual interest.

5. FUNDING

- 5.1 On the basis of the research or technical assistance studies and specific actions of dissemination, exchange and training that are agreed upon, OLADE and the Centers shall arrange for the economic and financial support by the respective national, regional or international agencies.
- 5.2 Economic support actions for Centers of the Network to carry out activities agreed upon within the Action Plan may also be established directly and independently between each Center and the respective funding organization.

MINUTES OF THE MEETING

I. PARTICIPANTS

The meeting was attended by representatives of the Ministries or Secretariats of Energy of Brazil, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Haiti, Mexico, Panama, Peru, Venezuela and of the following Centers of Energy Planning and Economics Research and Training: the Institute of Energy Economics (IDEE), COPPE - Federal University of Rio de Janeiro, Furnas, Centrais Elétricas S.A., University of the Andes (UNIANDES), Javieriana University, Del Valle University, National Energy Institute (INE), College of Mexico, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Center of Economic Research and Education, Simon Bolivar University, Central University of Venezuela, Latin American Institute of Energy and Social Planning (ILPES) and the Permanent

Secretariat of the Latin American Energy Organization.

II. OPENING OF THE MEETING

Mr. Augusto Tandazo Borrero, Executive Secretary a.i. of OLADE, in fulfillment of Decision XVII/D/170 of the XVII Meeting of Ministers, set forth the objectives and scope of the meeting, highlighting the importance and transcendence of the creation of a Network of Latin American Energy Economics and Planning Research and Training Centers, as the most suitable means for encouraging collective reflection upon the Region's energy problems, as well as optimization of efforts and initiatives in the field of scientific analysis, in particular, of matters involving the study of different aspects of the energy planning process. He also stated that the Network constitutes a fundamental element of support for the actions that OLADE carries out for the benefit of its Member Countries. His speech is attached to these Minutes as an appendix.

DISCUSSION OF THE AGENDA

1. Presentation of the Activities Carried Out by Participating Centers and the Needs of Member Countries.

The representatives of the Member Countries and of the Research Centers proceeded to make a general presentation regarding the activities that they carry out in the field of research and training in energy economics and planning. A profile is attached hereto covering the Centers and Universities that participated in this First Meeting of Centers.

2. Discussion of the Working Document

A working Document prepared by the OLADE Permanent Secretariat was presented for consideration to the participants in order to facilitate discussions, with an eye to determining the general guidelines for forming the Network of Centers. The final document agreed upon and approved by the participants is attached to the present Minutes.

3. Possible Creation of New Centers According to Decision XVII/D/170.

It was considered appropriate to support the creation of an Energy Economics and Planning Research and Training Center for the countries of the Central American isthmus, i.e. Costa Rica, El Salva-

dor, Honduras, Guatemala, Nicaragua and Panama. Note was made, and the offer by Doctor Jorge Blanco for Costa Rica to be the host of said Center was welcomed.

With regard to the Member Countries from the Caribbean, the Permanent Secretariat shall present to the next Meeting of Ministers a diagnosis of the status of energy economics and planning fresearch and training, particularly in non-Spanish-speaking Member Countries, and the corresponding proposal for action.

At the proposal of Mr. Francisco Gutierrez, the Delegate from the Central University of Venezuela, it was deemed expedient to note and express support for the initiative of forming the Center of Strategic Energy Studies (CEEE).

Additionally, Mr. Patricio Romero expressed the interest of the National Energy Institute of Ecuador (INE) in reinforcing its research capacity and thereby becoming a research center in energy economics and planning for the Andean area. Note was taken and this initiative was welcomed.

IV. MISCELLANEOUS MATTERS

Regarding energy prospect studies, it was learned that the Permanent Secretariat will request that the existing Centers send, within sixty days at the latest, information in the work that they are doing in this field, in order to evaluate the possibilities of presenting results to the consideration of the XVIII Meeting of Ministers of OLADE to be held in Havana, Cuba, this coming November.

Finally, the Delegate from the Javeriana University of Colombia expressed the sincerest of congratulations to the OLADE directors and staff for the magnificent organization of the event and the attentive kindness shown to the participants in this Meeting, as well as his satisfaction with the highly positive results obtained. The Delegate of the Central University of Venezuela agreed with these statements, and proposed that the persons in attendance indicate their agreement, which was done unanimously.

PROFILE OF THE CENTERS AND UNIVERSITIES THAT PARTICIPATED
IN THE FIRST MEETING OF THE NETWORK OF RESEARCH AND
TRAINING CENTERS FOR ENERGY ECONOMICS AND PLANNING

ARGENTINA

IDEE - Institute of Energy Economics: This research and teaching center is associated with the Bariloche Foundation, of Argentina, created on March 28, 1963, in order to contribute to the execution of study activities in the areas of energy policy, information and financing systems for energy investments, as well as sectoral energy requirements, including pricing, rates, and rational use of energy. Its research work is done on an international scale.

BRAZIL

Inter-Disciplinary Area of Energy/COPPE/Federal University of Rio de Janeiro: This Center was created in 1978, with Master of Science programs dealing with energy planning, covering technological and economic aspects. It also promotes research projects and the holding of seminars for energy sector personnel from Brazil and other Latin American countries. Its research work is oriented towards appraisal of energy policies for Brazil and the prospects for Latin America in this field.

COLOMBIA

UNIANDES - Energy Program of the Schools of Engineering and Economics of the University of the Andes: Established in 1979, with a "minor" specialization for Engineering and Economics students. The research and training program in Energy Systems and Technologies began in 1984 with the collaboration of the United Nations University. Its activities include the Program of Specialized Studies in Energy Systems Management and research in the areas of energy planning, model adaptation, renewable energy sources, and rational energy use. Another offering is the Latin American Training Program in Economic and Social Evaluation of Projects.

Javeriana University: Since 1982, it has had a post-graduate program in Hydroelectric Power Plants, with orientation towards and focus upon the needs and realities of Latin America. It covers basic, civil engineering, electro-mechanical and economic aspects. The courses are for civil, electrical, mechanical and industrial engineers.

Del Valle University: Offers a post-graduate program in energy generation, with emphasis on the design and control of electrical machinery and the planning and economic

operation of electrical systems. In the area of planning, courses and seminars are offered, and research is done in the areas of energy economics, optimization of power systems, economic operation of generating systems, energy planning, hydroelectric projects, economic management of electrical power and evaluation of projects. Specializations are to be created in electric power transmission systems planning and electric power distribution systems planning.

ECUADOR

INE - National Energy Institute: This entity is an agency of the Ministry of Energy and Mining which, as a technical body, formulates the measures geared to planning the development of the country's energy sector and achieving the rational utilization of resources. It has acquired experience in the application of planning models and in the elaboration of studies on energy economics.

MEXICO

Energy Source Program of the College of Mexico: Devoted exclusively to research into the macro and micro aspects of the energy economics of the country, of Latin America as a whole and of the global prospects of energy markets, with emphasis on international petroleum economics. It organizes periodic international cooperative seminars on topics such as energy in the subsistence farming sector, trends of the world petroleum market, and medium-range strategies at the petroleum-company level under conditions of instability.

It has published some 20 volumes of its studies in Spanish and around 10 of them in English in the United States. It has also published some 100 Energy Outlook Booklets, elaborated both by staff researchers and by outside researchers from Latin America and other parts of the world.

PUE-UNAM -University Energy Program: This program was created in 1982, coordinated by the UNAM research department, and aims to "Promote the frame of reference in which the University will examine its activities of research and development, personnel training, advisory support and relationships with the other sectors of the country in terms of the field of energy".

The program carries out activities of networking, management, support, forecasting and research in the area of energy planning, with support from the university agencies (centers, departments, schools and institutes).

The program organizes different events (seminars, forums, symposiums, etc.) and carries out research work in the area

of modelling and analysis of energy systems, in addition to the activities of research, teaching, dissemination of culture and extension that the various agencies of UNAM perform.

CIDE - Center for Economic Research and Teaching: This institution performs research and offers post-graduate studies in economics; its energy-related activities involve topics such as the energy dimension in Latin America's international relations.

PERU

National Energy Council - CONERG: The CONERG is an agency of the Ministry of Energy and Mining, responsible for advising the Minister in all matters involving the country's energy policies. To this end, the CONERG has a Technical Secretariat that performs all the studies and work assigned to it in fields having to do with the formulation of energy policies, conservation and rational use of energy, and development of the utilization of non-conventional energy sources available in the country.

Energy Conservation Center - CENERGIA: CENERGIA is an autonomous entity of the Energy and Mining Sector that aims, among other things, to develop and promote the execution of studies and projects to identify areas where energy losses occur, as well as possibilities of substitute energy sources in other final consumption sectors, to train the personnel responsible for energy management within consumption sectors in these techniques, and to propose norms for rational use of energy.

This entity comprises nine associated institutions and companies: Electricity of Peru Inc., Petroleum of Peru Inc., National Energy Council, Institute of Technical Standards and Industrial Technology, National Society of Industries, Society of Mining and Petroleum, Development Finance Corporation, National Development Corporation, and the Industrial Bank.

CENERGIA has two occasions in which its associates meet: the Assembly of Associates in which all representatives participate, and the Council of Directors in which six of its members participate.

The Executive Secretariat has a Director-General and a staff of 15 engineers and economists for the performance of its Annual Activities program.

VENEZUELA

Energy Institute of the Simon Bolivar University: This body carries out research projects in the field of energy through its different sections. In the specific case of the Energy Planning Section, its areas of interest refer to modelling, simulation and optimization of systems, operations research, information systems and development of support methodologies for energy planning. In this last field, work has been done, among other areas, in energy demand estimation models, energy supply simulation and optimization models, energy balance methodology and computerization, and models for planning investments in the Venezuelan electric sector.

Technological Institute - School of Engineering - U.C.V.: This institution promotes and organizes the development of human resources at the university level and research projects in the area of energy. It carries out research and training in the areas of:

International Hydrocarbon Trade
Evaluation of Hydrocarbon-Bearing Basins
Evaluation of Electric Generation and Non-Convention Sources
Energy Audits

SPEECH GIVEN BY OLADE EXECUTIVE SECRETARY A.I. MR AUGUSTO TANDAZO BORRERO DURING THE INAUGURATION OF THE MEETING

On behalf of the Permanent Secretariat of OLADE, I am pleased to welcome you most cordially and to express to you our gratitude for your generous response in accepting the invitation to participate in the First Work Meeting, the major aim of which will be to form the Network of Research and Training Centers for Energy Economics and Planning in Latin America and the Caribbean.

The XVII Meeting of Ministers, held in Buenos Aires, Argentina, in November 1986, expressed its will and interest in promoting the creation of this Regional Network, which will constitute a starting point to join forces and rationalize resources in the field of research, training and energy planning.

This initiative could hardly be more propitious, as the Latin American energy sector is in a state of stagnation that unfavorably affects its development possibilities.

The hurtling plunge of petroleum prices, the decrease in investments and in foreign capital flows and the bothersome burden of the foreign debt are the negative forces that have limited attempts at expansion and growth by the Region's energy sector.

Although it is true that the petroleum bill has gone down in the fourteen oil-importing countries in Latin America, this has not been translated into a net benefit reflected resoundingly in their economies, but rather has been passed along to the international finance system, because the Latin American region has become a net exporter of capital in the form of foreign debt amortization and interest payments.

The unfavorable behavior of the indicators for energy consumption, production and trade reveal the impact and extent of the profound economic and social crisis that the Region is going through.

There is no doubt that, the worse the deterioration of the Region and the more that it is affected by factors beyond its control, the more urgent and complex the research and planning work will become, in their response to new questions and concerns, which must be incorporated into the attempts to forecast and to formulate medium- and long-term policies.

The prospects in view for medium-term energy sector development are unoptimistic, in the contexts of the current national economic setting, the observable trends in international financing agencies and the status of the foreign debt.

Under such circumstances, all actions geared towards collective reflection upon the Region's energy problems and the optimization of efforts and initiatives in the field of scientific analysis prove to be highly worthwhile, particularly in those matters involving the study of various aspects of energy planning.

In this sense, we are sure that an initiative such as that proposed in the creation of a Network of Research and Training Centers for Energy Economics and Planning, in which OLADE can act as the coordinating body, could benefit the Member States of the Organization through the search for and definition of alternative development solutions adapted to the Region's best interests, and oriented towards recovering growth.

The progress and achievements made by some of the research and training centers existing in OLADE Member Countries, internationally renowned for the thoroughness and depth of their work, are significant signs that the Region has sufficient capacity of its own, and the human capital necessary to undertake the studies and research required to examine, with great technical discipline, the current situation and to find the elements that will lead to an increasing consolidation of regional energy integration.

The Network of Centers that we propose to form is oriented in this direction. With the objectives that have been set for it, it will come to constitute a fundamental element of support for the actions that OLADE carries out to analyze the regional energy situation and effectively coordinate, rationalize and optimize the training actions that are carried out by the Member Countries in the field of energy economics and planning.

The Network could also become a nucleus that will generate and multiply studies, as it will be an ideal vehicle for sharing experiences and a mechanism for enriching and perfecting tools and methodologies for integrated energy planning.

With the most absolute respect for the freedom and independence that characterize Research Centers by their very nature, the Network will attempt to integrate and complement the studies and research that are done, preventing duplication of efforts at a time when the limitations on resources call for adequate, effective regional coordination, as an indispensable means for coping with the present-day dilemmas.

OLADE is greatly interested in enriching and broadening its range of coverage, through the Network, utilizing its encouragement and support to create research centers in those Member Countries that do not have this sort of institutions yet, or that are in the process of establishing them.

The current energy circumstances of the Region constitute, due to their very circumstances and scope, a challenge for researchers and planners, since planning, especially in the field of energy, becomes a principle of orderliness and coherency, both by analyzing and forecasting situations and by seeking and defining alternatives.

In line with such ideas, OLADE offers all its support to initiatives such as the Network of Centers, which have been defined by its 26 Member Countries, as yet another step forward in concretizing the energy integration of Latin America.

DISTINGUISHED DELEGATES:

On my own behalf and in representation of the Latin American Energy Organization, I would like to express our assurance of the benefits that will undoubtedly be derived from the sharing of experience and topics to be addressed in this Region.

The challenge before us is to manage to pin down the terms and conditions of a collective, joint, coordinated, shared project, which will make a political aspiration of

our countries come true.

There is no doubt in my mind that your active participation will make it possible to establish the groundwork for attaining this objective, and will constitute a valuable contribution towards encouraging creative capacity in the fields of energy research, economics and planning.

THANK YOU

RECENT PROGRESS IN VOLCANOLOGY APPLIED
TO GEOTHERMAL EXPLORATION

Franco Barberi ^{1/}
Giorgio Marinelli ^{1/}

1. INTRODUCTION

There has been in the past years a growing interest in high-enthalpy geothermal resources in relation to volcanism and magmatism. It is expected that this trend will be strengthened in the future as most of the geothermal potential lies within volcanic areas, particularly (but not only) in active continental margin and island arc environments, which already display promising shows and attractive development opportunities. Over 50% of the world's installed capacity of geothermal electricity originates from volcanic settings. Hence, the geothermal community at large and volcanologists in particular must be prepared to meet present and future requirements in resource exploration and development in such areas. Our purpose is to outline briefly some concepts currently utilized in modern volcanology and illustrate how these conceptual models reflect on geothermal exploration in identifying geothermal systems of economic interest.

The prime concern of volcanology, when addressing high-enthalpy geothermal systems, will naturally be the heat source and the overlying hydrothermal system. The required heat is supplied by a mass of high-temperature magma, located at a shallow depth within the earth's crust, such as a cooling intrusion, or a magma chamber feeding a volcano. The evaluation of depth, size, and physical characteristics of such shallow magma bodies is the first step towards the quantitative assessment of the heat source.

^{1/} Department of Earth Science, University of Pisa, Italy

The hydrothermal system implies the combination of permeable, fluid-saturated reservoir rocks and of impervious, insulating cover rocks. The way hydrothermal fluids interact with uprising magma, under specific eruptive conditions, can give some clues to the presence of a geothermal reservoir and its thermal state.

How volcanic rocks may develop permeability by fracturing or, to the contrary, become sealed by hydrothermal processes, and how both permeability and impermeability evolve in time with varying physicochemical, climatic and stress conditions are essential questions since they are the key to reliable exploration of volcanic prospects.

2. ASSESSMENT OF THE HEAT SOURCE

2.1. Qualitative Assessment

Theoretically, all zones affected by recent volcanic activity are potential geothermal sites. In reality, the only areas of practical interest are those where a large volume of magma is stored at relatively shallow depth (less than 10 km) for a sufficiently long time. Thus, areas in which basic magma has risen directly from the mantle along narrow fissures, such as basaltic plateaux, are considered of limited interest; with the exception of oceanic rifts, only areas with evidences of large shallow magma bodies (such as shallow intrusions or central volcanoes' storage magma chambers) are considered to have geothermal perspectives.

Classical volcanological methods use both age and volume of erupted sialic (e.g. chemically evolved, silica- and alkali-rich) volcanic rocks to appraise the heat source. This qualitative assessment can be summarized as follows: the larger the volume and the younger the age, the greater the thermal anomaly (Fig. 1). Sialic volcanic products have two possible origins, either (i) differentiation of more basic magma, or (ii) partial melting of the continental crust, a process known as crustal anatexis (which dominates, for instance, in the geothermal region of Tuscany; Marinelli, 1975). Clearly, in both cases large volumes of young deposits of this type would result in a shallow-seated thermal anomaly (Smith and Shaw, 1975).

Temperature

Can be determined experimentally from the study of glass inclusions in the phenocrysts (Clocchiatti, 1975; Roedder, 1984) or by estimating, in appropriate petrogenetic diagrams, the temperatures of the reconstructed solid-liquid equilibria. Dealing with silicic volcanic products, the most suitable reference system is usually the so-called Petrogeny's Residual System (see Yoder, 1979).

Depth

Can be estimated by determining the pressure conditions of crystallization within the chamber. If the erupted silicic products have suitable phenocryst-glass equilibrium assemblages (e.g. quartz-alkali-feldspar or alkali-feldspar-leucite) the plot of the composition of the residual glass in the Petrogeny's Residual System allows a relatively precise determination of the crystallization of PH_2O which can be used to estimate total P and, hence, depth (Fig. 3). Geothermometric and geobarometric methods based on the equilibrium between coexisting crystal phases and the melt are available (e.g. Kudo and Weill, 1970; Stormer, 1975; Leeman and Scheidegger, 1977; Mysen and Kushiro, 1979; Lindsley, 1983). They require precise analytical data (by electron microprobe) of total rock phenocrysts and residual glass. In some cases, the thermometamorphic assemblage in lithic ejecta brought to the surface by volcanic explosions can permit an estimate of the pressure at the chamber contact (see, for example, Barberi and Leoni, 1980). The estimation of the chamber's depth, however, can prove to be a difficult exercise requiring a careful reconstruction of the entire crystallization process.

The example attached in Fig. 4 shows how, in the same region (Naples surroundings), two active volcanic areas can lead to totally opposite conclusions regarding geothermal exploration. Both cases have been checked by direct (drilling) assessment. It should be added that in the case of Vesuvius no thick cap rock (neither pre-existing flysch rocks nor self-sealed cover rocks) was found, so that cold meteoric water is likely to flush most of the heat, although limited, provided by the heat source. It is of interest to notice that although the Vesuvius system is shallower and younger than in the Phlegrean Fields, the limited volume of the storage chamber makes it of no practical interest, at least at present economic depth.

2.3. Modelling

Heat transfer and thermal histories can be modelled from the characteristics of the magma chamber, and adequate boundary and initial conditions. The simplest model (e.g. Gasparini and Mantovani, 1981) assumes purely conductive heat transfer and a more or less homogeneous and isotropic conductive medium. Input parameters and conditions necessary for model operations are the following:

- i) depth and volume of the magma chamber assumed prismatic or spherical in shape;
- ii) temperatures: magma chamber, mean surface temperature, initial (pre-intrusion) temperature gradient (or thermal flux) distribution. The latter is indeed difficult to assess. It is usually estimated from statistical data relevant to similar geovolcanic environments;
- iii) thermal conductivity and diffusivity: these parameters are estimated on the grounds of known or expected lithologies.

A typical model output is shown in Fig. 5. For those fairly idealized conditions, the thermal anomaly caused by the magma chamber, as compared to the regional environment, reaches 200degC at a depth of 2 km above the chamber.

Clearly a conductive-convective model would best match reality, but it is difficult to implement it reliably when only surface data are available and data at depth are lacking. However, as the model provides the distribution of temperature with depth (and the difference between preintrusion and present situation), it is possible to estimate those conditions - minimum thickness of a pervious layer, if any, and minimum rock permeability- allowing for convection. Therefore modelling may be applied to assess the likelihood of finding convective hot fluid-bearing layers - e.g. a geothermal reservoir - at depth.

Such models, used either as prediction tools or for checking conceptual consistency, can be improved when drilling data become available. Modelling is cheap to implement, but proves to be thought-provoking and rewarding as an exercise.

3. EVIDENCE OF A GEOTHERMAL RESERVOIR

The reservoir assessment is often the most difficult problem of geothermal exploration since the presence of lithologically and hydrogeologically complex near-surface formations, shallow aquifers and alteration zones, often prevents studying the deeper substratum either geologically or geophysically. Important information can be obtained from the study of phreatomagmatic volcanic deposits and of xenoliths in pyroclastic rocks. These are samples of subsurface lithological horizons brought to the surface by volcanic explosions, and their study can provide evidence for hydrothermal alteration produced by geothermal fluids circulation.

3.1. Hydrothermal Alteration and Permeability

Geothermal systems are characterized by complex processes involving mainly interaction between rocks and hydrothermal fluids. They consist of dissolution and/or reaction of the pre-existing solid phases and precipitation of new mineral species that are stable under new hydrothermal conditions. The study of these processes is of the utmost importance.

It is now a well-known fact that the impermeable cover of many geothermal fields is a result of self-sealing processes (Facca and Tonani, 1967), caused by hydrothermal circulation and rock-fluid interaction. It is a relatively recent concept that the same hydrothermal processes can act, under different physicochemical conditions, in a way just the opposite to the formation of a self-sealed cover. They can actually transform rocks of low primary permeability into compact, hard and brittle rocks that may become permeable by fracturing ("de-self-sealing"; Marinelli, 1978). The occurrence of permeability at depth and the physicochemical conditions of a geothermal system can be assessed by the study of the hydrothermal assemblages in volcanic xenoliths. The presence of permeable zones can be identified through the observation of microporosity and microfracturing present in xenoliths (presence of veins, cavities and of euhedral hydrothermal minerals) indicating that open channels with circulation of fluid exist at depth. The presence and relative amount of these permeability indicators can provide an estimate of the subsurface permeability conditions. Petrographic control of the rock sequences of many geothermal wells in various geothermal environments (Steiner, 1977; Elders, 1977; Elders et al., 1981) has shown that high-enthalpy geothermal fields are characterized by a vertical zoning of hydrothermal minerals associated with recurrent standard assemblages. The main hydrothermal zones, with their characteristic minerals and approximate thermal bound-

daries, are summarized in Fig. 6, which is necessarily a simplified scheme, the transition between zones being actually a gradual one. It is clear that the argillitic and phyllitic zones, being characterized by abundance of sheet silicates, act as an impervious and thermally insulating seal, i.e. as typical cover rocks of the geothermal system. The propylitic zone is composed by hard and brittle rocks which may become permeable by fracturing. Actually, most known high enthalpy geothermal reservoirs belong to the propylitic zone: this zone is therefore the main target in geothermal exploration.

3.2. Information from Phreatomagmatic Deposits

Explosive interactions between external water and magma are known in volcanology as hydro or phreatomagmatic eruptions. These processes have obvious geothermal implications, since they may reveal the presence of a deep-seated aquifer. In geothermal prospecting, it is necessary to screen the volcanic products in order to:

- i) identify those volcanic materials originating from water-magma interaction;
- ii) characterize the interacting fluid source, which can be either superficial, for instance a lake, or of deep (aquifer) origin;
- iii) estimate the temperature of the water source, and
- iv) assess the date at which the hydromagmatic eruption occurred and evaluate whether or not the hydrogeological setting has remained unchanged since then.

Various cases can be envisaged depending on:

- i) the depth at which water and magma interact (either at the surface or underground) ;
- ii) the volume of water involved in the process;
- iii) the level, shallow or deep, of the primary explosive magma fragmentation surface (see Barberi et al., 1985)

It should be emphasized here that:

- i) hydromagmatic products have a characteristic signature and are therefore easy to identify (Sheridan and Whollet, 1983; Fisher and Schmincke, 1984);
- ii) the nature of erupted products, and their sequential emission ordering, allow the reconstruction of eruptive dynamics and the modelling of the hydrovolcanic system (Barberi et al., 1985); and, last but not least,
- iii) magma-water interaction produces many fragments of aquifer-hosting rocks. These fragments are emitted to surface as xenoliths associated with hydromagmatic products. The nature of their hydrothermal alteration minerals allows the temperature of the geothermal reservoir to be estimated.

The foregoing is illustrated in Figs. 7 (superficial interaction) and 8 (deep interaction) in terms of eruption scenarios and depositional sequences. A practical example from the island of Nisyros (Aegean arc, Greece) is summarized in Figs. 9 and 10. The main pyroclastic formation outcropping on the island (Pali formation; Barberi et al., 1985) is made by initial magmatic fallout pumice-layers, followed by phreatomagmatic deposits (pyroclastic surges, with pyroclastic flow interlayers). The nature of xenoliths shows important changes in the course of the eruption. In the initial magmatic deposit, the lithics are made of fresh lavas and of tuffs with low-moderate temperature hydrothermal mineral assemblages (self-sealed rocks of the argillitic and phyllitic zones). Xenoliths of the phreatomagmatic products consist instead mostly of lava fragments with hydrothermal minerals of much higher temperature (typical propylitic zone); the final hydromagmatic surges contain abundant fragments of skarn and intrusive rocks. From the study of the eruption depositional sequence, and of its xenolith distribution, it is clear that the magma interacted with a deep-seated aquifer located within the contact-zone of an intrusive body and the overlying lavas. The hydrothermal mineralogical assemblage further indicates that this aquifer is a potential geothermal reservoir, with a temperature in excess of 220degC. This was fully confirmed by drilling results: the Nisyros-2 exploratory well actually found a 250degC geothermal reservoir extending from 1,100 m to total depth (1,547 m) exactly within those brittle lavas of the propylitic zone and contact skarns, which had been identified from the volcanic xenoliths study as probable aquifer-hosting rocks.

4. GEOTHERMAL ENERGY AND ACTIVE VOLCANOES

Surprisingly enough, geothermal exploration has avoided for many years the areas of active volcanism, in spite of the fact that those areas should be preferential thermally anomalous sites, since they certainly host hot magmatic masses at some depth. In the early years of geothermal energy development, when Larderello was the only exploited geothermal field in the world, it was probably the current belief that Larderello fluid originated directly from a cooling granitic body, which took interest away from active volcanoes as a potential geothermal energy source. But, curiously, such a "mistrust" has persisted until recent years, also when the superficial meteoric origin of the geothermal fluid was a sound, well-established fact. There may have been two reasons for such a delayed geothermal interest in active volcanoes. Firstly, the concern about making important investments in areas of potentially high eruption hazard. Secondly, the opinion, popular among hydrogeologists, that volcanic rocks, because of the high permeability shown on the surface by both fissured lavas and fragmented pyroclasts, could not provide any impervious cover to the deep hydrothermal system.

Such prejudices should be definitely removed, in order to promote development of active volcanic areas, the world's largest geothermal potential. Volcanic hazards can nowadays be carefully assessed (Crandell et al., 1984); industrial facilities can then be located in low-hazard sites and the whole project can be specifically designed so as to minimize the risk. The high permeability of volcanic rocks is a real fact, but only in very young, outcropping or shallow products. Because of the frequent abundance of chemically unstable glass, volcanic products are in fact easily converted into impermeable layers by climatic and/or hydrothermal alteration (Marinelli, 1978). Paradoxically, self-sealing processes are frequently so important that the real problem of geothermal exploration in volcanic areas is often one of lack of permeability, rather than of impervious cover. However, the aforementioned "de-self-sealing" process, i.e. the development of permeability by fracturing in volcanic rocks which become brittle upon high-temperature hydrothermal alteration, is fortunately frequent in the tectonically active, thermally anomalous volcanic prospects.

5. CONCLUSIONS

Thanks to recent progress in applied volcanology, which has long passed the early descriptive stage to enter quantitatively oriented field and laboratory investigations, there is a rationale for exploring geovolcanic targets eligible for industrial development. Obviously, there are still a number of points which remain to be solved to improve the reliability of exploration methodologies. In particular, the heat source assessment method outlined here is still a very rough and simplistic approximation of the often puzzling and complex reality of volcano-geothermal systems. Heat transfer by fluid convection above the heat source can in fact modify entirely the temperature distribution calculated from simple conductive models. Equally, the phreato-magmatic products can be positive indicators of geothermal reservoirs only under specific eruptive conditions (magma fragmentation level within or deeper than the aquifer). A more precise understanding of the mechanisms governing the emplacement of shallow magma chambers, and of the processes occurring within them, as well as of the eruptive dynamics will certainly improve the reliability of volcanological methods in geothermal exploration. These matters will surely keep volcanologists busy in R&D for years ahead. However, volcanology already provides cost-effective tools which are precious in the integrated exploration of high-enthalpy volcano-geothermal prospects.

FIGURE CAPTIONS

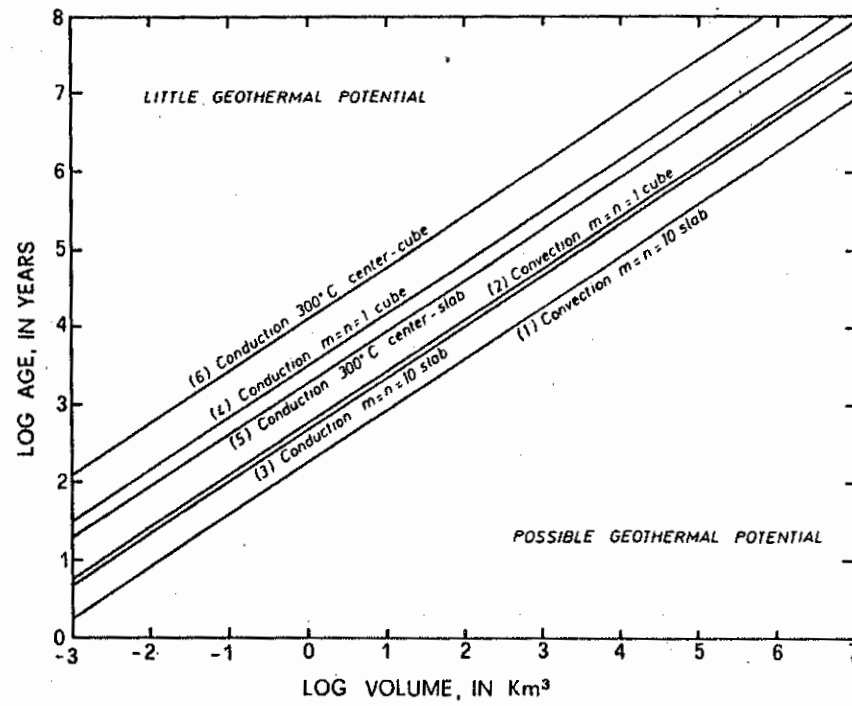
- Fig. 1 Theoretical cooling time versus volume for magma bodies: scheme used by U.S.G.S. (Smith and Shaw, 1975) for reconnaissance evaluation of silicic volcanic areas. Lines 1-6 represent a spectrum of cooling models.
- Fig. 2 Schematic idealized sections of compositionally zoned magma chambers. Diameters are those of associated calderas. Erupted magma is assumed to have occupied the upper part of the chamber. A Askja, B Crater Lake, C Bandelier Tuff, D Timber Mountain, E Yellowstone. Subscripts denote different eruptive units (after Smith, 1979).
- Fig. 3 An example of estimation of crystallization-PH2O: the Somma-Vesuvius magma chamber. The small triangles show the changes in the boundary lines of the petrogeny's residual system under different pressure conditions. Plot of residual glasses from erupted pumice (1 and 2 in A) in equilibrium with leucite and K-feldspar indicates a PH2O=1 Kb. See Barberi et al. (1981) for details.
- Fig. 4 Table
- Fig. 5 Thermal anomaly induced by a shallow magma chamber: output of a purely conductive model from Chiles-Cerro Negro volcanic complex in Ecuador (after Barberi, 1983)
- Fig. 6 Table
- Fig. 7 Idealized depositional sequence of volcanic products generated by explosive interaction of magma with surface water (e.g. a small lake). It is assumed that the water is exhausted in the course of the eruption (or the vent becomes insulated from the water), permitting the transition from hydromagmatic to magmatic activity.
- Fig. 8 Idealized depositional sequence of volcanic products generated by explosive interaction of magma with deep ground water (e.g. an aquifer). It is assumed that the water is exhausted in the course of the eruption. Should this not happen,

as is frequently the case, the phreatomagmatic products will obviously not be emitted until the end of the eruption.

FIG.9 Evidence of a geothermal reservoir from phreatomagmatic deposits: Nisyros island (Greece) (after Barberi et al., 1985): A) depositional sequence of the pyro-lastic products of Pali: F initial magmatic pumice fall; FF fine grained pumice fall; S phreatomagmatic surges; M phreatomagmatic massive pyroclastic flows. B) lithological section and hydrothermal zones of Nisyros 2 geothermal well. Arrows connecting A and B designate the depth of xenoliths provenance.

Fig. 10 Interpretation of Nisyros phreatomagmatic deposits (see Fig. 9): the increasing depth of xenoliths provenance during eruption indicates a downward migration of the magma fragmentation level in the conduit. Water-magma interaction begins when this level reaches the geothermal aquifer.

Fig. 1



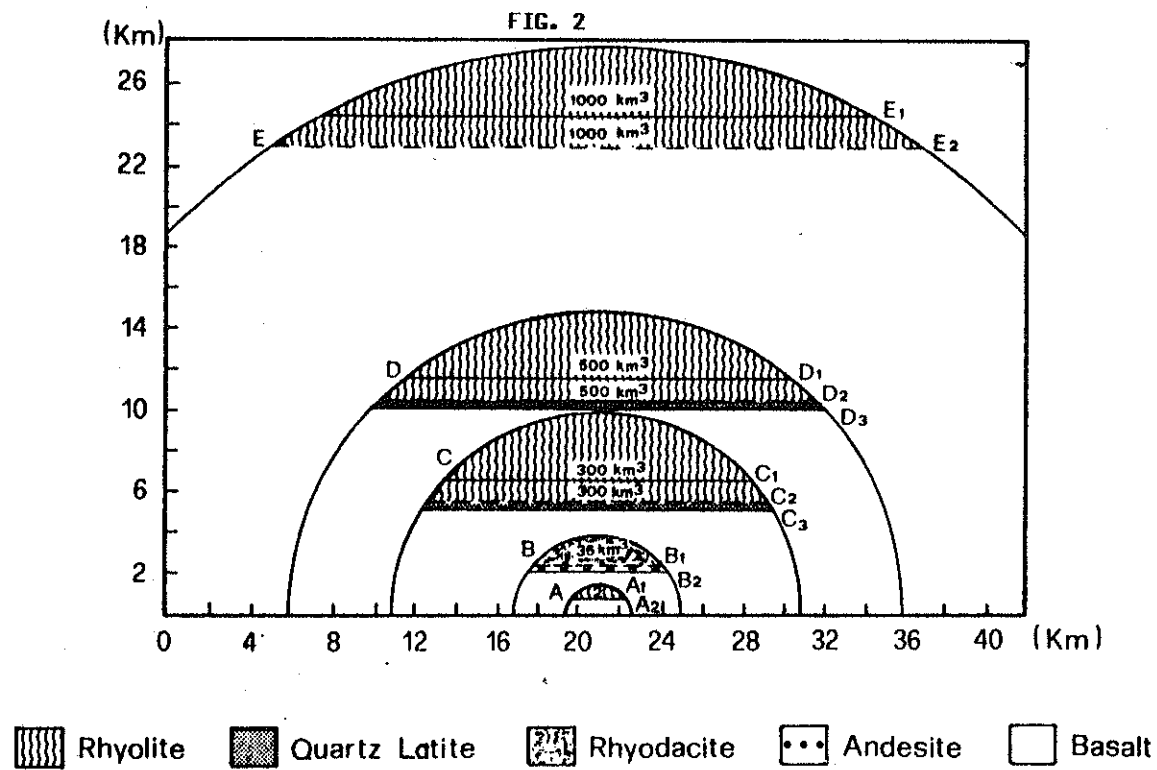


FIG. 3

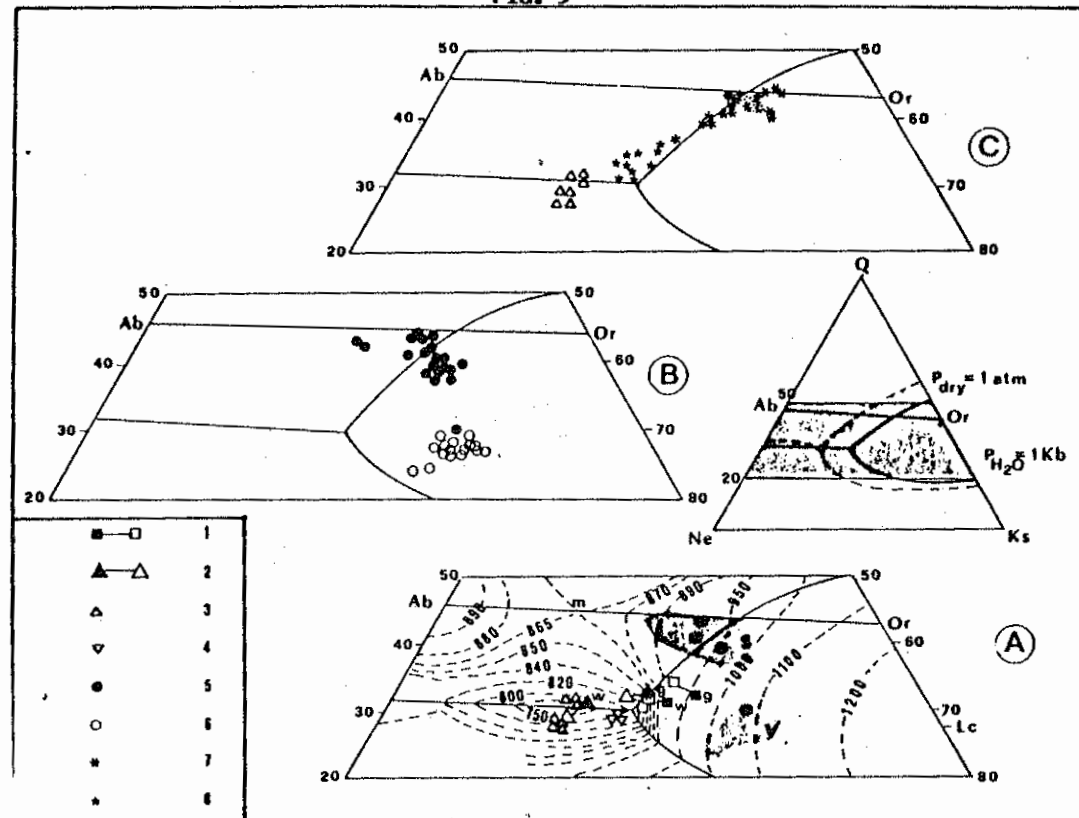


Fig. 4 - Heat Source Estimate on Two Italian Active Volcanoes (Naples Area)

Magma Chamber	Somma - Vesuvius	Phlegrean Fields
Volume (km ³)	2	300
Depth to the chamber top (km)	2	4-5
Age of emplacement (years)	17,000	35,000
Initial temperature (°C)	1,200	1,200
Magma refilling	Refilled system	Closed system
Geothermal implications	Too small heat source to produce a thermal anomaly of practical interest	Very large heat source. A T of 900-1000°C persists in the chamber core. High geothermal interest
Drilling results	55°C at 2,000 m depth	350°-420°C at 2,000-3,000 m depth
References:		
- for the storage chamber	Barberi et al., 1981	Armienti et al., 1983
- for the drilling results	Balducci et al., 1985	Bruni et al., 1985

Ftg. 5

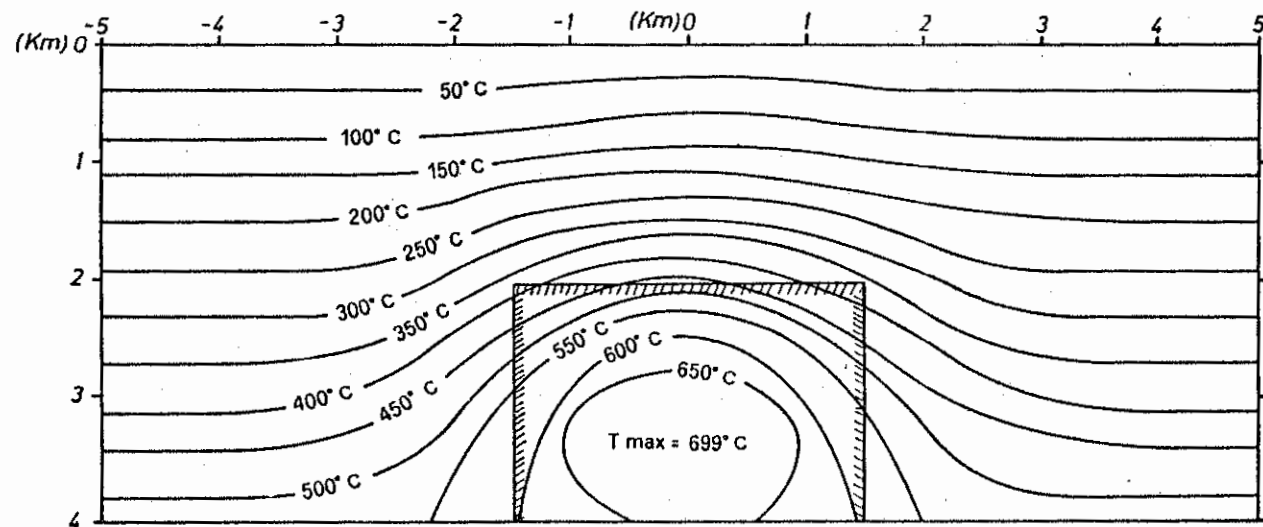


Fig.6 - Main Hydrothermal Zones (from Mineralogical logs in Geothermal Wells)

<u>Hydrothermal zone</u>	<u>Main Mineralogical Indicators</u>	<u>Approximate Transition T</u>
Argillitic	Clay Minerals (Montmorillonite, Kaolinite, Illite)	150°C
Phyllitic	(Disappearance of Montmorillonite) Sericite-Muscovite, Chlorite	
Phyllitic-Zeolitic	Same plus zeolite	
Propylitic	Epidote, Albite, Adularia, Quartz	220-250°C

FIGURE 7

EXPLOSIVE INTERACTION OF MAGMA WITH SURFACE WATER

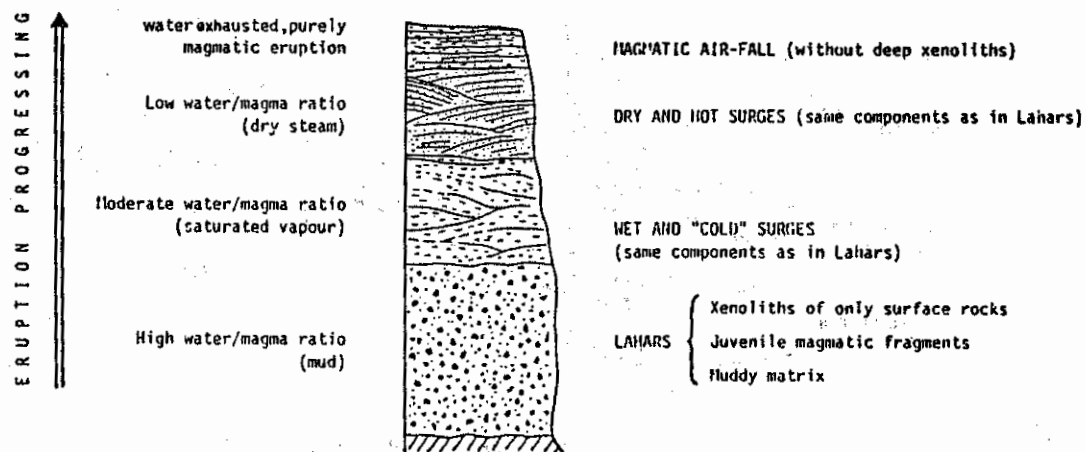
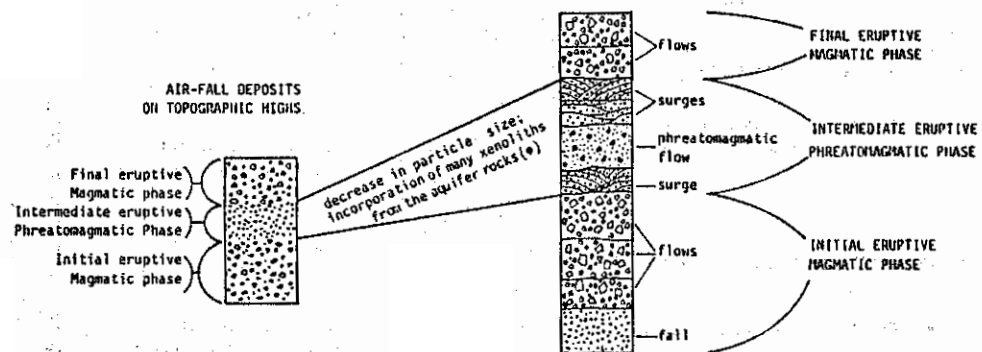


FIGURE 6

DEEP WATER - MAGMA INTERACTION



(*) The study of these xenoliths allows the identification of reservoir's rocks and the estimation of its temperature.

FIGURE 9

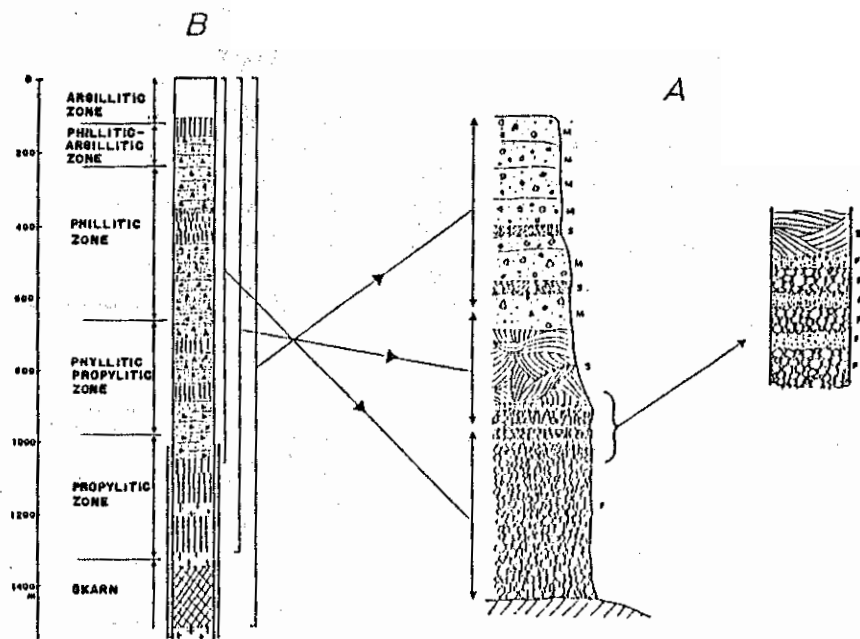
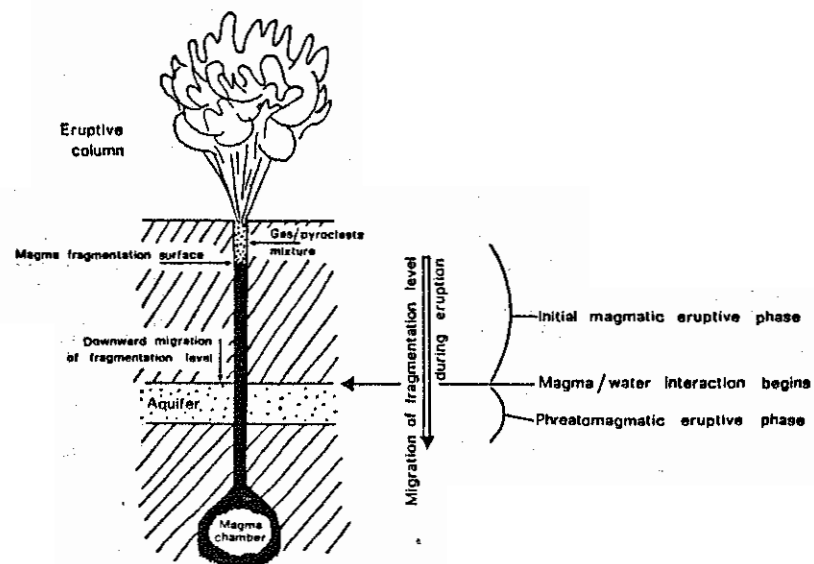


FIGURE 10



REFERENCES

- Armienti P., Barberi F., Bizoward H., Clocchiatti R., Innocenti F., Metrich N., Rosi M., Sbrana A., (1983): The Phlegrean Fields; magma evolution within a shallow magma chamber. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 17, 289-311.
- Baker B.H., Mc Birney A.R. (Eds) (1985a): Processes in magma chambers. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 24, special issue 1/2, 204 p.
- Baker B.H., Mc Birney A.R. (1985b): Liquid fractionation. Part III: Geochemistry of zoned magmas and the compositional effects of liquid fractionation. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 24, 1/2, 55-81.
- Balducci S., Vaselli M., Verdiani G. (1985): Exploration well in the "Ottaviano" permit, Italy. In A.S. Strub and P. Ungemach (eds): *European Geothermal Update, Proceedings of the 3rd International Seminar on the Results of the EC Geothermal Energy Research*, Munich (1983) D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, 407-418.
- Barberi F. (1983): Geovulcanología en la exploración geotérmica - progresos alcanzados. In *OLADE: Estado actual de la geotermia en América Latina*. Quito, 169-182.
- Barberi F., Leoni L. (1980): Metamorphic carbonate ejecta from Vesuvius plinian eruptions. Evidence of the occurrence of shallow magma chambers. *Bull. Vulcanol.* 43 (1), 107-120.
- Barberi F., Ferrara G., Santacroce R., Treuil M., Varet J. (1975): A transitional basalt-pantellerite sequence of fractional crystallization, The Boina Centre (Afar rift, Ethiopia). *J. Petrol.*, 16, 22-56.
- Barberi F., Navarro J.M., Rosi M., Santacroce R., Sbrana A. (1985): Explosive interaction of magma with ground water: insights from xenoliths and geothermal drillings. Submitted to *Bulletin of Volcanology*.
- Bruni P., Chelini W., Sbrana A., Verdiani G. (1985): Deep exploration of the San Vito area (Pozzouli - Na) - well

S. Vito I. in : European Geothermal Update. Proceedings of the 3rd International Seminar on the results of S Geothermal Energy Research, Munich, (1983) Reidel Publ. Co., Dordrecht: 390-406.

Clocchiatti R. (1975): Les inclusions vitreuses de quartz: donnees optiques, thermometrics et chimiques. Mem. Soc. Geol. Fr. 122, 1-96.

Crandell D.R., Booth B., Kusumadinata K., Shimozuru D., Walker G.P.L., Westercamp D. (1984): Source-book for volcanic-hazards zonation. UNESCO, Natural Hazards 4, Paris.

Elders W.A., (1977): Petrology as a practical tool in the geothermal studies. Geothermal Resources Council, Transactions, 1, 85-86.

Elders W.A., Hoagland J.R., Williams A.E. (1981): The distribution of hydrothermal mineral zones in the Cerro Prieto geothermal field of Baja California, Geothermics, 10, 245-253.

Facca G., Tonani F. (1967): The self-sealing geothermal field. Bull. Volcan., 30, 271-273.

Fisher R.V., Schmincke H.U. (1984): Pyroclastic rocks. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 472 p.

Gasparini P., Mantovani M.S.M. (1981): Heat transfer in geothermal areas. In: Geophysics of Geothermal Fields, A. Rapolla, Ed., Plenum Press.

Hildreth W. (1981): Gradients in silicic magma chambers: implications for lithospheric magmatism. J. Geophys. Res., 86, 10153-10192.

Kudo A.M., Weill D.F. (1970): An igneous plagioclase geothermometer. Contr. Min. Petrol., 25, 52-65.

Leeman W.P., Scheidegger K.F. (1977): Olivine-liquid distribution coefficient and a test for crystal-liquid equilibrium. Earth Planet. Sci. Letters, 35, 247-257.

Lindsley D.H. (1983): Pyroxene thermometry. *Am. Miner.*, 68, 477-493.

Marinelli G. (1975): Magma evolution in Italy. In: *Italy Earth Sci. Soc. Libya*, 165-220.

Marinelli G. (1978): Le probleme de la permeabilite des roches d'origine volcanique dans la recherche d'un champ geothermique. *Memoire hors serie CERGH-USTL Montpellier*, 397-404.

Mysen B., Kushiro I. (1979): Pressure dependance of nickel partitioning between forsterite and aluminous silicate melts. *Earth Planet. Sci. Letters*, 42, 383-388.

Roedder E. (1984): Fluid inclusions. *Reviews in Mineralogy*, 12, Min. Soc. America, 644 p.

Sheridan M.F., Wohletz K.H. (1983): Hydrovolcanism: basic considerations and review. *J. Volcan. Geoth. Res.*, 17, 1-29.

Smith R.L. (1979): Ash-flow magmatism. *Geol. Soc. Amer. Sp. Paper* 180, 5-27.

Smith R.L., Shaw H.R. (1975): Igneous-related Geothermal Systems. In: *Assessment of Geothermal Resources of the United States. Geol. Survey Circular* 726, 58-83.

Steiner A. (1977): The Wairakei geothermal area, North Island, New Zealand. *N. Z. Geol. Survey Bull.*, 90, 1-136.

Spera F. (1980): Thermal evolution of plutons: a parameterized approach. *Science*, 207, 299-301.

Stormer J.C. (1975): A practical two feldspar geothermometer. *Am. Min.*, 60, 667-674.

Stormer J.C., Nicholls J. (1978): XLFRAC: a program for interactive testing of magmatic differentiation models. *Computer and Geosci.*, 4, 143-159.

Yoder H.S. Jr. (Ed.) (1979): The evolution of the igneous rocks-fiftieth anniversary perspectives. *Princeton University Press*, 588 p.

EXPERIENCES WITH PETROLEUM-RELATED POLLUTION PROBLEMS
AND CONTROLS APPLICABLE TO ECUADOR*

Technical Department
Permanent Secretariat
OLADE

INTRODUCTION

The problems of environmental pollution which may arise due to petroleum activities may be grouped as follows:

- A. Environmental pollution during the drilling of oil wells.
- B. Environmental pollution during exploitation.
- C. Environmental pollution during the handling and transport of hydrocarbons.
- D. Environmental pollution during refining.
- E. Environmental pollution during the use of hydrocarbons.

A. ENVIRONMENTAL POLLUTION DURING THE DRILLING OF OIL WELLS

The dangers of pollution caused by petroleum activities arise from the very outset of oil well drilling, whether wildcat wells or development wells. This is due to the fact that during drilling operations various chemical products are used for the formulation of drilling muds which, if not

* Paper presented at the First Ecuadorian Congress on Environment, organized by the Natura Foundation, February 7-14, 1987, Quito, Ecuador.

handled suitably, may contaminate the land surrounding the drilling site and may even spread along the natural drainage areas of the terrain, eventually polluting rivers and streams and causing serious damage to flora and fauna.

Drilling muds are fluid mixtures which are introduced through the drilling pipes to the bottom of the well, in order to retrieve to the surface the rock cuttings which form when the bit penetrates the ground. These mixtures should have certain physical-chemical characteristics of viscosity, density and others, in order to lubricate the bit, raise the cuttings and condition the well walls, in order to avoid collapses or cave-ins. These muds contain additives such as caustic soda, sodium carbonate, lignines, barium sulphate, diesel oil and others, which, if not disposed of properly, may do serious harm to ecology.

In order to avoid pollution, it is necessary to take extreme precautions in handling these fluids, disposing of them suitably and avoiding spills; for this purpose, it is necessary to install collecting trays under the work platform-- which return to the circulation system the mud and oil that might spill when the drilling string is pulled out; to have mud tanks or reservoirs built on a floor, so as not to store the muds in reservoirs on the ground; and to have tank cars to transport the residual muds to specially-located zones where they will not cause pollution problems.

Another problem which may arise during drilling is the one caused by a blow-out. This occurs when the bit encounters high-pressure zones surpassing the hydrostatic pressure exerted at the bottom by the column of mud which is expelled, thus permitting the outflow of the fluids contained in the reservoir; these may be gases, gaseous or liquid hydrocarbons, or salt water.

This same problem may arise when the bit makes contact with a high-permeability or fracture zone, allowing the mud column to be lost and freeing the subsurface fluids so that they will emerge.

To avoid this problem, it is necessary to outfit the drilling valve tree with adequate safety accessories such as blow-out preventors and lateral connections, for the injection of muds with sealers, in order to seal off the circulation loss zones, if necessary, and re-establish the mud column, which is what counteracts the pressure at bottom.

B. ENVIRONMENTAL POLLUTION DURING EXPLOITATION

During the exploitation of an oil well, the same control failures that arise during drilling may occur, especially if repairs are done without taking the necessary precautions and without installing the safety devices mentioned above.

In addition to the control failures, pollution problems may arise from poor valve operation; leaks through the valve stuffing-boxes and valve seats, poor maintenance; inadequate sampling practices; or special cases such as rupture of pipes due to accidents, corrosion or fatigue in the pipes or expansion joints.

In general, these leaks are sporadic and slight, and a good program of preventive maintenance may eliminate them almost completely, except for the ruptures in the pipes due to the effects of corrosion or damage caused by the anchors, in which case the leaks may be considerable.

To counteract the corrosive effect of the environment, coatings such as asphalt, rubber, epoxy-tar and others are used; among these, high-density polyethylene has had the best performance. Cathodic protection is also used, either with sacrificing anodes or applied current.

C. ENVIRONMENTAL POLLUTION DURING THE HANDLING AND TRANSPORT OF PETROLEUM

The production of hydrocarbons generally entails a series of handling and transport operations, since they have to be taken to the areas of consumption. This often entails maritime transportation, since in many cases the producing countries have to market some of the hydrocarbons, because their production amply exceeds domestic consumption.

On many occasions, when long distances are involved, maritime transportation is the only available means; therefore, this is an operation which is carried out constantly and during which there may be accidental spills or intentional waste disposal, which would contaminate the water of lakes and seas, primarily in loading and unloading zones.

The principal sources of pollution in maritime hydrocarbon transport are:

- I. Maritime accidents due to collisions, fires, explosions or running aground, which result in the leakage of oil from ships.
- II. The intentional discharging of oil or oil wastes from bilges, the unballasting of tank ships or the washing of tanks.
- III. Accidental spills, when transferring oil from ship to ship, from ship to shore or vice versa or when the valves installed on the ships or in the terminals operate incorrectly, have leaks, etc.

In order to keep it from causing ecological damage, the water polluted by oil must be treated; it is necessary to pass it through gravity separators and clarifying tanks, where it receives chemical treatment based on polyelectrolytes. In Maracaibo, Venezuela, successful testing has been done with reinjection underground.

Destination of oil at sea:

Even though it may be thought that oil, and particularly heavy fuel oil, is resistant to degradation and that it may remain in this form over a long period, this is far from true. Floating oil may be affected in various ways:

- I. It may slowly lose its lightest fractions through evaporation, with a consequent increase in viscosity and density (in the case of crude oil, there is around a 20% loss in 24 hours).
- II. A small amount of oil may be dissolved in the water and thus disappear.
- III. It may be affected by sunlight and oxygen, which slowly polymerize the oil in order to produce a more viscous, denser material.
- IV. The oil may be attacked by micro-organisms which live in the sea and are adapted to using hydrocarbons as a source of energy.

This fourth way might well be the main factor in eliminating floating oil. Bacteria may only attack the surface of the oil which is in contact with the sea; consequently, when the oil breaks down into droplets (or possibly into a true emulsion) through the use of emulsifiers, the surface area exposed to bacterial action increases considerably. As a result of the bacterial action, the density of the oil

increases and, finally, it sinks in the form of fine particles, to join the sediment on the ocean floor.

The methods that could be used to eliminate the oil that floats on the sea are as follows:

- I. To burn the oil.
- II. To skim the surface with suction or adsorption equipment.
- III. To absorb it in some substance and later eliminate the absorbent together with the oil.
- IV. To convert it into a gel and collect it from the surface.
- V. To sink it, to the ocean floor.
- VI. To emulsify or scatter it.

I. BURNING THE OIL

It is virtually impossible to burn oil floating on the surface of the sea since oils, especially low-viscosity ones such as crude oil, spread out rapidly; therefore, the layer of oil is very thin and the effect of cooling by the underlying water does not permit combustion. Furthermore, due to the thinness of the layer and the extension of the surface, the volatile fractions evaporate rapidly and this makes igniting them more difficult.

II. SKIMMING BY SUCTION OR ADSORPTION

Suction devices that are reasonably effective have been designed for use in bays or sheltered areas, but on the open sea, where there are waves more than 15 meters high, these devices are not effective.

Nonetheless, suction heads one meter wide and barges with floating booms have been designed to collect oil and trash from bays. Such devices skim a 15-meter-wide section with each pass. Self-propelled collecting equipment has also been designed, with one or several oleophilic belts to which the oil adheres, and is later separated by means of squeezing rollers or bands, thus recovering a good deal of

the spilled oil.

III. ABSORPTION

This method, as its name indicates, is based on the absorption of the oil in a suitable material, which is later picked up. The material must be distributed as uniformly as possible over the floating oil which it is intended to collect.

The problem that exists is that these materials are very light and are easily swept away by the wind; therefore, their dispersion over an extensive area of the open sea entails serious difficulties.

Under suitable conditions, pieces of polyethylene or polyurethane in the form of foam may be used.

The collected material, saturated with oil, may be squeezed out to recover the oil or may be burned.

IV. CONGEALING

This method is based on the dispersion of a chemical substance over the oil in order to gelatinize or congeal it, because the mounds of gelatin will be easier to collect. It is not considered a practical method since it calls for vigorous agitation in order to mix it with the oil, and this entails considerable energy consumption.

V. SUBMERGING

This method is based on scattering a high-density powder on top of the oil spill, for mixture with the oil, which adheres to it and sinks. The essential condition is that the solid material, once submerged, be able to retain the oil until the latter has degraded.

In some cases, a treated (10%-amine) sand suspension has been used successfully to sink the oil.

The disadvantage of this method is that the mixture of sand and oil may remain in fluid form too long at the bottom of the sea and may be carried to the surface by the

currents. However, it is felt that this is the best method when large oil spills are involved.

VI. EMULSIFICATION OR DISPERSION

One of the principal factors in the elimination of oil from the surface of the sea is through bacterial attack. Bacteria can only attack the surface of the oil; so, the larger the surface, the faster the decomposition of the oil.

The effect of emulsification is that of breaking the oil down into droplets, in order to achieve a considerable increase in surface area.

For this method to be successful, a source of agitation and dispersion is needed to keep the droplets from regrouping. The natural action of wind and waves may in many cases supply the necessary agitation.

Bacterial action completes the process.

D. ENVIRONMENTAL POLLUTION DURING REFINING

One of the most commonly seen environmental problems with respect to energy generation refers to petroleum refining. The sulphur dioxide (SO_2) emissions are generated in several of the different sub-stages, and they contribute to the overall problem of emulsions, both of gases and particles. The effects imposed by these on human health depend on zoning and location of human settlements, among other factors.

Latin America and the Caribbean have a large number of petroleum refineries. Mexico and Venezuela have the largest refining operations in the region; Brazil and Argentina are next in order of size, receiving the impacts of refineries quite close to their capital cities.

One of the refinery-produced pollutants which causes the most toxic effects for health is sulphur dioxide (SO_2), which leads to sick leaves and even to increased mortality.

Studies have been carried out with respect to the

health hazards associated directly with the workers who operate petroleum refineries; and the conclusion has been reached that some diseases such as dermatitis, dizziness, irritation of the eyes and poisoning may occur from the refining of crude oil and the production of methane, ethane, propane, gasoline and other oil derivatives. Some refining technologies are particularly dangerous from a health standpoint, since they necessarily involve extreme pressure and temperature conditions; examples are those known as "catalytic cracking" and "reforming cracking".

The reason that technologies such as the catalytic processes are used, despite the high risk they entail for worker health, is basically economic, since they are capable of converting a series of low-cost refinery products into high-priced products such as gasoline and aviation fuel. Hence, purely economic benefits and worker health would seem to be opposing interests.

E. ENVIRONMENTAL POLLUTION DURING THE USE OF HYDROCARBONS

Undoubtedly, the greatest pollution produced by hydrocarbons is that which originates during their use, i.e., combustion, especially for the production of mechanical energy in the internal combustion engines used in automobiles or of electricity in steam generators and industrial processes.

The generated combustion gases are constituted by a mixture of varying composition, the principal components in which are carbon dioxide (CO_2) and water vapor (H_2O), but they also contain carbon monoxide (CO) and hydrocarbons as products of incomplete combustion, as well as sulphur dioxide (SO_2) due to the sulphur content of the fuels, and the products of the reaction of these substances with each other and with the oxygen and nitrogen in the air, e.g., nitrogen oxides and sulphuric anhydride.

When found in the atmosphere, these components give rise to such phenomena as acid rain, which damages the ecology of cities, lakes and forests and also impairs health.

In addition, in the case of the hydrocarbons used in automobiles, these contain additives for the purpose of increasing their anti-knock properties; for instance, tetraethyl lead, which is another atmospheric pollutant with highly detrimental effects for health.

These atmospheric emissions are the ones that most contribute to pollution, almost constantly and with a tendency to increase, unless suitable measures are taken for their control. Their influence on the environment depends on atmospheric conditions and, particularly, on what is known as the "microclimate", i.e., the predominating atmospheric conditions in a specific area.

It is in this way that atmospheric inversions take place; this phenomenon occurs with greater frequency in the winter, owing to the fact that the layer of air in contact with the earth cools off at night, remaining stationary. Since it is the layer into which combustion products and other pollutants are disposed of, its concentration may reach highly toxic levels, which may cause fatal results in people and animals.

It is clear that in order to avoid these problems it is necessary to eliminate them at their roots, by taking suitable measures and regulating emissions in advance, before they come to constitute a real problem.

Within the measures that have been taken in other countries, the ones implemented in Mexico City may be analyzed; there, atmospheric pollution, mainly from the action of around 3 million automotive vehicles, has taken on alarming proportions. Among others, the measures are the following:

- Increase in collective transportation.
- Reduction in lead emissions, by substituting for the use of gasoline having tetraethyl lead with others having a higher octane rating, requiring fewer anti-knock additives, and the addition of detergents to improve combustion, thus reducing the production of carbon monoxide (CO).
- Reduction of the emission of sulphur dioxide, through the use of fuels having a lower sulphur content.
- Substitution of natural gas for the fuel oil used in thermoelectric plants.
- Utilization of a less-polluting diesel fuel.
- Utilization of a mixture of fuel oil diluted with diesel oil in small industries, in order to achieve better combustion.
- Relocation of some industrial plants.

- Outfitting of automotive vehicles with anti-pollution devices.
- Introduction of the subject of environmental protection within the Sixth Grade curriculum in primary school.

For emergency cases, a program has been drawn up to include the temporary cutback of the activities of polluting industries, the obligatory check of emissions from each vehicle and even the reduction of automobile circulation, eliminating it one day a week and controlling by means of the vehicle's license plate number.

Ecuador should begin right away to implement the measures necessary to avoid environmental pollution, and should not wait until it is too late, when the cost of quickly adopting these measures would be prohibitive and when the ecology and the health of its inhabitants would already have been damaged.

Compliance with environmental protection measures will yield as a result the conservation of this lovely blue sky here in Ecuador, which few fully appreciate.

SUBSCRIPTION FORM

NAME _____

TITLE _____

INSTITUTION _____

ADDRESS _____

CITY/STATE OR PROVINCE _____

COUNTRY _____

PLEASE SEND ME THE **ENERGY MAGAZINE**. I AM ENCLOSING A CHECK
IN THE AMOUNT OF US\$ _____ ACCORDING TO THE
FOLLOWING SCHEDULE:*

ONE YEAR (3 ISSUES) US\$ 50.00

TWO YEARS (6 ISSUES) US\$ 90.00

MAKE CHECK PAYABLE TO: **OLADE**

CUT OUT AND SEND TO "**ENERGY MAGAZINE**", OLADE,

P.O. BOX 6413 C.C.I., QUITO, ECUADOR.

* PRICES VALID UNTIL December 31, 1987