

EL FUTURO ENERGETICO

Ing. Quím. Luis C. Neirótti

1ª Parte RESUMEN

FUENTES Y USO DE LA ENERGIA

LAS FUENTES ENERGETICAS DE LAS PROXIMAS DECADAS

*Petroleo
Carbón
Gas Natural
Hidráulica
Nuclear
Biomasa*

2ª Parte (a editarse en el próximo número)

TECNOLOGIAS EN DESARROLLO PARA LA GENERACION DE ENERGIA

*Hidrógeno como combustible químico y nuclear
Energía solar
Energía eólica
Pila de combustible
Energía de los mares
Geotermia
Biomasa*

EFICIENCIA Y AHORRO ENERGETICOS

RELACIONES DE LA ENERGIA CON LA SOCIEDAD, LA ECONOMIA Y LA GEOPOLITICA

RESUMEN

Es generalmente admitido que años mas o menos, han transcurrido unos 400.000 desde que el hombre de Pekin contempló con asombro por primera vez el fuego en su caverna. Aquello que en principio fue motivo de temor o adoración, se transformó en un medio de calefacción y cocción de alimentos del hombre primitivo, habiendo evolucionado a través de los siglos hasta lo que son hoy tanto las aplicaciones como las fuentes de energía.

En particular en el presente siglo los consumos de energía han crecido a un ritmo realmente alarmante y dado que los mismos en la actualidad se basan fundamentalmente en la generación a partir de combustibles fósiles que además crean problemas ambientales, surge la pregunta de si la humanidad puede confiar en un desarrollo sostenible con requerimientos energéticos continuamente crecientes, y si ello es

compatible con el mantenimiento de adecuadas condiciones de vida sobre el planeta. La respuesta parece ser afirmativa pero ello solamente en el caso de que el hombre acepte nuevas reglas de juego que impliquen un reconocimiento de los aspectos ambientales, y la total disposición a la cooperación internacional como única vía para salvar un único ecosistema.

FUENTES Y USO DE LA ENERGIA

A partir del momento en que el hombre descubre la forma de liberar energía y las posibilidades de su uso, el consumo creció rápidamente y hoy la misma está asociada al confort, la alimentación, la diversión, la investigación o sea prácticamente a toda actividad humana. A la multiplicación de sus usos se ha sumado el problema demográfico y a ese respecto nos permitiremos recordar algunas cifras y fechas. Al comienzo de la Era Cristiana, o

sea hace 2000 años, el mundo tenía 250 millones de habitantes y 1000 años después solo tenía 350 millones. Hace 500 años cuando Colón descubría América y Copérnico emitía su teoría de la conformación heliocéntrica del universo, la población llegó a 450 millones. Por el año 1800 con la revolución industrial y la derrota de muchas epidemias, el crecimiento se acelera llegando a los 1000 millones y Malthus escribe entonces su "Ensayo sobre el principio de la población". Sólo 100 años después o sea a principios del siglo XX ya viven sobre el planeta 1650 millones y al comenzar el próximo siglo serán unos 6000 y más de 8000 millones en el 2025 según los expertos en la materia. Ocurre que simultáneamente con la explosión demográfica, el hombre advierte en algo que Barbara Ward llama una segunda revolución copernicana, que los recursos del mundo no son inagotables y que está avanzando rápidamente hacia la creación de una situación que

haría a nuestro planeta inhabitable. Es precisamente la generación de esas enormes cantidades de energía quizás el mayor factor

de riesgo para llegar a esa situación.

En el cuadro 1 se muestra la

evolución del consumo energético en los últimos 100 años y su distribución entre tradicional e industrial (J. Holdrens Sc. Am).

CUADRO 1 Población Mundial y Consumo de Energía						
	1890	1910	1930	1950	1970	1990
Población en miles de millones	1.49	1.70	2.02	2.51	3.62	5.32
Energía tradicional KW p. cápita	0.35	0.30	0.28	0.27	0.27	0.28
Energía industrial KW p. cápita	0.32	0.64	0.85	1.03	2.04	2.30
Total mundial TW	1.00	1.60	2.28	3.26	8.36	13.73
KW= Kilowatt= 10^3 watt TW= Terawatt= 10^{12} watt						

Por supuesto el consumo energético no es uniforme pues el 20% de la población mundial que vive en los países desarrollados consume la mitad del total, lo que se aprecia en el cuadro 2.

CUADRO 2 Consumo Energético y Desarrollo (Año 1990)			
	Población miles de millones	Energía por cápita KW	Energía total TW
Países desarrollados	1.2	7.5	9.0
Países en desarrollo	4.1	1.1	4.5
Total	5.3	—	13.5

El consumo energético es relacionado frecuentemente con el PBI o el standard de vida lo cual es correcto en medios sociales similares pero influyen aspectos que justifican algunos valores aparentemente poco lógicos que lucen en el cuadro 3 y que corresponden a 1988.

CUADRO 3 - Consumo de Energía per Cápita (Barriles de petróleo equivalente)			
Canadá	45	URSS	24
U.S.A.	41	Japón	18
Arabia Saudita	34	Italia	16
Alemania Oriental	31	España	11
Alemania Occidental	25	India	1,5



- FABRICACION DE ADHESIVOS EN GENERAL
- ACCESORIOS PARA CALZADOS
- MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA

PORONGOS 3180 - TELS: 23 51 48 - 23 53 63 - 23 56 52 - 20 04 33 - MONTEVIDEO
PLANTA INDUSTRIAL: Km. 25.300 - Ruta 8 - TELEFONO FABRICA: (0392) 39 25
TELEX: 22582 RIOLSA UY - FAX: 23 71 49

A título de ejemplo mientras el clima afecta el valor de Canadá, la baja eficiencia influye en los casos de Alemania Oriental y la URSS, por lo que solamente el consumo energético per cápita no es suficiente para determinar el nivel de vida.

Finalmente veamos cuales son en el conjunto global las fuentes de energía actualmente utilizadas y los destinos de la energía generada y para ellos recurriremos al cuadro 4 preparado en base a datos del año 1985 (G. Davis. Sa. Am.) pero que son demostrativos.

CUADRO 4 FUENTES PRIMARIAS Y USOS DE LA ENERGIA (1985)								
Fuente	Cantidad (1)	%	Pérdida	Uso no Energético	Transporte	Industria	Residencial y Comercial	Generación Eléctrica
Petróleo	59	35.5	4(2)	8	26	7	8	6
Carbón	41	24.7	—	1	1	13	6	20
Gas Natural	29	17.5	3(3)	2	—	9	8	7
Hidráulica	9	5.4	—	—	—	—	—	9
Nuclear	6	3.6	—	—	—	—	—	6
Otros(4)	22	13.3	—	—	—	7	15	—
TOTAL	166	100.0	7	11	27	36	37	48

(1) Expresada en millones de barriles de petróleo equivalentes por día (MBbl/d)
 (2) Pérdida de refinación
 (3) Pérdida por bombeo y transporte
 (4) Biomasa, energía solar, energía eólica, etc.

Los 48 MBbl/d que en el cuadro 4 figuran destinados a la generación de energía eléctrica en buena parte se pierden en la conversión y transmisión, correspondiente el resto al uso comercial, residencial e industrial. Como resultado final, el destino de los 166 MBbl/d de distintas fuentes que el mundo consume es el siguiente:

Residencial y Comercial	26.0%
Industrial	26.0%
Transporte	16.4%
Uso no energético	6.6%
Pérdidas	25.0%

LAS FUENTES ENERGETICAS DE LAS PROXIMAS DECADAS

A efectos de mostrar el posible suministro energético en el futuro próximo, utilizaremos los

datos de un informe encomendado por la Conferencia Mundial de la Energía 1989 (CME 1989) a un grupo de 30 expertos provenientes de 18 países y 9 organismos internacionales, que

consideraron dos escenarios (mediano y bajo) de desarrollo económico y poblacional, dividiendo al mundo en 5 grupos de países y cuyas conclusiones resumimos en el cuadro 5.

Cuadro 5 Suministro Mundial de Energía (Año 2020)				
Fuente	Escenario Mediano		Escenario bajo	
	Cantidad (1)	%	Cantidad (1)	%
Carbón	81	30	65	28
Petróleo	71	26	64	28
Gas Natural	47	17	40	17
Hidráulica	21	8	17	7
Nuclear	22	8	16	7
Otros (2)	28	11	29	12
Total	270		231	

(1) Expresada en MBbl/d
 (2) Incluye biomasa, energía solar, eólica, etc.

Los dos escenarios del cuadro 5 suponen para el período 1985-2020 un crecimiento importante de 40 a 70% aunque muy inferior a igual período anterior. Deben también mencionarse que existen otras estimaciones de reconocidos expertos (informe Goldemberg CME 89) que sostienen que el crecimiento será sensiblemente inferior a los señalados por incidencia de falta de recursos financieros, de economías y de aplicación de políticas energéticas adecuadas.

Como se observa en los Cuadros 4 y 5 alrededor de tres cuartas partes del total de energía consumida y a consumir en las próximas décadas tienen origen en los combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas natural. Estas fuentes continuarán siendo las principales proveedoras hasta mediados del próximo siglo pues en realidad las mismas no escasean sino que se encuentran en lugares poco accesibles como petróleo en aguas muy profundas o existen serios inconvenientes para su industrialización como el petróleo de tipo extra pesado o el gas ártico. Sin embargo el continuo desarrollo tecnológico va paulatinamente incorporando esas fuentes y aún bajando los costos de explotación. Pero de ninguna manera de lo expuesto se debe deducir que no existirán problemas para la obtención de la energía necesaria, pues, aunque la tecnología permitirá disponer de las fuentes fósiles, (de las cuales existen enormes reservas), en el momento oportuno, las mismas son efectivamente agotables y además, y fundamentalmente, porque existen problemas ambientales cuyas consecuencias en opinión de muchos expertos sólo estarían en segundo lugar frente a un desastre nuclear mundial.

La bibliografía sobre estos temas es abundantísima y ya cientí-

ficos, políticos y aún los ciudadanos corrientes están profundamente preocupados por las eventuales consecuencias del efecto invernadero, por la capa estratosférica de ozono o la lluvia ácida. No vamos a extendernos en estos temas pero dada su estrecha vinculación con la producción de energía haremos sobre los mismos una breve referencia.

Como sabemos el problema mas preocupante es el llamado efecto invernadero que conduciría a un gradual calentamiento de la tierra estimado entre 2 y 4 grados centígrados en los próximos 50 años, aunque irregular con pequeños cambios en áreas ecuatoriales y de hasta 10 grados en las septentrionales. Ello provocaría dilatación de los océanos, deshielos polares, inundación de zonas costeras salinización, etc. Los científicos no han llegado a un acuerdo total sobre la naturaleza y consecuencias del fenómeno, pero existe convicción sobre su existencia e importancia. Prueba de ello son las reuniones sobre el tema de jefes de estado, la conferencia del clima de Toronto y la creación de organismos internacionales como la Organización Meteorológica Mundial (WMO). Ya funcionan tres programas que utilizan 10.000 estaciones fijas, 7000 en buques navegando y 8 en satélites meteorológicos que efectúan continuamente mediciones, monitorean contaminantes y últimamente también radiaciones en todo el mundo.

Los gases involucrados en las alteraciones climáticas son el mono y dióxido de carbono, metano, óxidos de nitrógeno (NO_x) y los CFC (freones). Estos últimos nada tienen que ver con la generación de energía y su origen es estrictamente antropogénico estando relacionados con la destrucción de la capa estratosférica de ozono.

Al CO_2 se le asigna la responsabilidad de más de la mitad del efecto invernadero pero desafortunadamente no se trata de un contaminante cualquiera sino del principal producto de la combustión de los combustibles fósiles. Para dar idea de su emisión digamos que la misma equivale a 5 toneladas de carbón per cápita y por año en países como USA y Alemania Occidental, 3 en el resto de Europa y una como promedio mundial. Se han ideado sofisticados sistemas para su reducción que van desde su inyección en antiguos yacimientos de gas o en aguas oceánicas profundas hasta la forestación para su fijación; pero los primeros son tecnológicamente complicados y costosos y en cuanto a la última, basta decir que una central común a carbón de 500 MW exigiría plantar mil kilómetros cuadrados de bosque. Lo cierto es que el dióxido de carbono ha aumentado 20% en la atmósfera en este siglo y para frenar su aumento no se ha encontrado mejor solución que reducir la emisión lo cual es efectivamente posible aunque no fácil.

El metano es un gas activo químicamente y por efecto radioactivo y su concentración crece más de 1% por año y se genera en venteo de minas de carbón, en la producción e industrialización de petróleo y gas natural, combustión de biomasa y fermentaciones. Los NO_x se producen en la combustión de los combustibles fósiles principalmente, aunque también resultan de emisiones de suelos y cultivos y de abonos nitrogenados.

Su concentración crece 0.25% anualmente y su control puede hacerse mediante la aplicación de modernas tecnologías de combustión las que obviamente también son el medio para disminuir el monóxido de carbono.

Otro problema ambiental directamente relacionado con la generación de energía es el de las lluvias ácidas provocadas fundamentalmente por el anhídrido sulfuroso y los NO_x .

El primero es el principal culpable de las mismas y mas del 80% proviene del uso del carbón y petróleo, contribuye a la formación del smog y provoca diversos trastornos en la salud humana. Dicha lluvia, como se ha comprobado en Escandinavia y Canadá disuelve el calcio y aluminio de los suelos con lo que por un lado empobrece los suelos y por el otro el aluminio causa graves daños a la vida acuática de los cursos de agua.

En Europa se responsabiliza a la disolución y arrastre del magnesio la pérdida de bosques. La remoción del SO_2 se efectúa por diversas tecnologías que incluyen tratamiento del carbón, desulfuración de derivados del petróleo o el tratamiento de los gases de combustión. En este último caso se hace mediante lavado con suspensiones de cal o carbonato de calcio lo que genera como subproducto yeso para la industria del portland. Otra forma de reducir el SO_2 es inyectando carbonato de calcio pulverizado en los hogares a carbón o hacerlo en lechos fluidos. También se puede producir gas de síntesis del cual se extrae el hidrógeno sulfurado por las técnicas corrientes en la industria del petróleo

y gas. Los procedimientos descriptos llegan a remover el 97% del azufre y simultáneamente eliminan parte de los NO_x , pero la eliminación específica de estos puede hacerse por desnitrificación catalítica o por otros procedimientos tendientes a reducir la alta temperatura de llama que es la causa de su formación. Los contaminantes de los combustibles fósiles también incluyen a las partículas las que por procedimientos mecánicos y electro-estáticos se eliminan en un 99.5%. Finalmente mencionaremos otro contaminante relacionado con la producción de energía fuertemente cuestionado y es la radioactividad de la generación nuclear. Si bien no puede ignorarse el riesgo radioactivo es cierto que pesan en la oposición a tal tipo de generación, aspectos emocionales como la asociación con desastres de tiempo de guerra (Hiroshima) o de paz (Chernobyl), así como desinformación sobre los riesgos reales. Lo cierto que la posición es muy variable existiendo países donde simplemente no se contratan nuevas centrales (en USA no hay contratación desde 1978) otros lo han suspendido por decisión gubernamental (Italia, Dinamarca, Holanda) otros tienen plantas instaladas y por decisión popular no se han puesto en marcha (Austria) y finalmente otros (Suecia), también por referéndum, han resuelto desmontar

las plantas que están funcionando y generan casi la mitad de su energía eléctrica. Sin embargo dicha forma de generación no tiene efecto contaminante físico de la atmósfera y esa y otras razones hacen suponer un retorno a la construcción de dichas centrales sin olvidar que un país líder como Francia nunca ha modificado sus planes y hoy casi los tres cuartos partes de su generación eléctrica es nuclear.

Y bien, ya hemos hablado de las necesidades y fuentes de energía, así como de los compromisos que por razones ambientales debe contraer su generación, veremos ahora cómo se piensa encarar a ésta con las fuentes tradicionales en las próximas décadas, para luego referirnos a las posibilidades de las nuevas fuentes que hoy están en diversas etapas de su investigación y desarrollo.

PETROLEO.- Como hemos visto el petróleo es hoy el principal productor de energía y continuará siéndolo en el futuro próximo aunque su participación está declinado. En 1930 el mundo consumió 200 millones de toneladas, en 1950 superó los 500 y hoy son más de 3000 millones anuales, sin embargo es importante hacer notar que el consumo actual es similar al de hace diez años y según un estudio reciente de la empresa Chevron, su consumo al final del

ARTEPLAS S.A.

REPRESENTANTE DE

CIBA - GEIGY

PIGMENTOS Y ADITIVOS para PLASTICOS - PINTURAS - TINTAS -
RESINAS EPOXI "ARALDIT" para MATRICERIA - ELECTRICIDAD -
PINTURAS - REVESTIMIENTOS de TANQUES - PISOS - etc.-

PEDERNAL 2029/31

FAX: 230325

Tels. 230581 - 230325

próximo siglo no superará los 1000 millones de toneladas. El petróleo tiene hoy algunos usos para los cuales es insustituible como el transporte y la industria química a lo que habría que agregar la generación de energía en el tercer mundo por sus menores requerimientos financieros para dicha finalidad. En 1973 el transporte y la petroquímica utilizaron el 47% del petróleo, en 1985 el 57% y será de 73 a 75% en el 2000. El petróleo no escasea en la actualidad sino que por el contrario hay una sobreoferta de varios millones de barriles diarios y su precio, que hoy está cercano a los U\$S 20/Bbl., se estima que aún con ocasionales altibajos no sufrirá incrementos considerables para llegar al año 2000 a un nivel entre 25 y 30 U\$S/Bbl.

Las reservas prácticamente se han duplicado en los últimos años estando las dos terceras partes de las mismas en Medio Oriente, en particular en Arabia Saudita. La relación entre las reservas mundiales probadas y la producción de 1989 es aproximadamente 45, aunque la misma es muy variable pues es sólo 10 en USA y más de 100 en países de Medio Oriente. Por supuesto dicho valor no quiere decir que la vida esperada de petróleo es 45 años, pues los consumos irán variando y nuevas reservas se irán incorporando.

Debe además recordarse que hoy solo se extrae promediamente el 27% de las existencias de los yacimientos, porcentaje que se puede aumentar sen-

siblemente con procedimientos de explotación secundarios y terciarios a un costo adicional por barril de 30 a 35%. En 1988 el 75% de las reservas probadas tenía un costo de producción promedio inferior a U\$S 4/Bbl., aunque obviamente variable entre U\$S 1 en Medio Oriente y U\$S 8 en el resto del mundo, pero en el 2000 dicho porcentaje apenas superará el 50%. De cualquier manera el petróleo convencional no ha dado señales de escasez pero ello ocurrirá por ser un recurso agotable, comenzando en países fuera de OPEC (USA, Mar del Norte, etc.) Por ahora el problema se reduce a costos de producción e inversión para lo cual es muy demostrativo el Cuadro 6 (P. Jacquard, Instituto Francés del Petróleo).

CUADRO 6

Costo de Producción de Petróleo e Inversiones

	Costo U\$S/Bbl.	Inversión U\$S/Bbl./d
Petróleo Convencional valor medio	5	4000-8000
Petróleo de Alta Tecnología		
a - Condiciones difíciles o muy profundo	10-20	10.000-35.000
b - Recuperación asistida		
b.1 - Inyección de agua	2-10	1000-5000
b.2 - Métodos térmicos	10-25	8000-25000
b.3 - Métodos químicos	10-50	10.000-30.000
c - Crudo extra pesado (con upgrading)	20-30	30.000-40.000

Además del petróleo convencional el mundo tiene reservas de hidrocarburos mucho mayores aún bajo forma de petróleo extra pesado (inferior a 10°API) fundamentalmente en Venezuela, México, USA, URSS, y China y de bitumen natural (viscosidad superior a 10.000 centipoises a la temperatura de 1/yacimiento) cuyos mayores depósitos están en Canadá, USA y URSS y que deben ser fluidificados (up grading) para su manipuleo.

Finalmente digamos que existen enormes cantidades de esquistos bituminosos que son

rocas sedimentarias que por retortado liberan un líquido (aceite de esquistos) utilizable para la elaboración de los combustibles líquidos comunes. Sus mayores reservas están en USA, URSS, Brasil, China y Australia.

En cuanto a la refinación del petróleo digamos que la misma debe satisfacer los requerimientos ambientales lo que implica exigencias que en países como USA, Japón y la Comunidad Europea se llegue a especificar contenidos de azufre de 0.05% en el gas oil y 1% en el fuel oil mientras en las gasolinas se exige

la supresión de los antidetonantes de plomo, se limita el contenido de aromáticos, y está prevista exigencia de aditivación para mejorar la combustión.

Las refinerías por su parte deben cumplir normas rigurosas en todos sus efluentes y hasta el transporte marítimo está sujeto a exigentes reglamentaciones constructivas y de instrumental de navegación en los petroleros para evitar las fugas de hidrocarburos al mar.

CARBON.- También las reservas de carbón han tenido un crecimiento espectacular en los

últimos años tanto en tipo bituminoso (incluyendo antracita) como en lignito y sub-bituminoso. Ese aumento se debió fundamentalmente a China, poseedora de las mayores reservas y que junto a USA y la URSS poseen el 75% del total mundial.

A nivel de consumo actual las reservas serían suficientes para cientos de años aunque su empleo aumentará y desplazará al petróleo de la generación de energía por razones económicas a pesar del inconveniente de producir la mayor cantidad de CO_2 por unidad de energía generada. El costo de producción tiende a crecer porque los yacimientos son cada vez más difíciles y aunque los desarrollos tecnológicos compensan en parte los inconvenientes, lo cierto es que la producción en algunos países como el Reino Unido y Alemania está retrocediendo. El consumo del carbón se efectúa en su inmensa mayoría en los países productores por el costo y las dificultades de transporte por lo que solo el 10% tiene comercio internacional.

El transporte terrestre del carbón ha mejorado notoriamente con el desarrollo de la tecnología del bombeo de carbón pulverizada suspendido en agua (30%) con estabilizantes. Las exigencias

ambientales imponen severas condiciones a la operación de las centrales a carbón pero aún así con dicho combustible se genera casi la mitad de la energía eléctrica del mundo.

GAS NATURAL. - Es un excelente combustible cuyo empleo está en franca expansión. Afortunadamente sus reservas casi se han duplicado cada 10 años y las actuales reservas alcanzarían para 60 años a nivel del consumo presente. Los países con reservas que eran 40 en 1960 hoy ya son 85 y son de esperar espectaculares aumentos de producción en áreas como la URSS, África, Medio Oriente, y Asia con posibilidades mucho más modestas en el Mar del Norte y estancamiento en USA. Las reservas probadas están fundamentalmente en la URSS (38%) y Medio Oriente (31%) particularmente en Irán, repartiéndose el resto en valores similares, América del Norte y del Sur, África, y Asia.

Los gasoductos son el gran medio de transporte y los mismos ya unen Siberia con casi toda Europa, ésta también está unida a África a través de Sicilia; México, USA, y Canadá, están también interconectados y es de esperar que nuestro país quede ligado a la red argentina la que a su vez ya lo

está con Bolivia, existiendo planes para su extensión a Chile y Brasil. Para un futuro algo más lejano se realizan estudios para un gasoducto de 5.000 km. uniendo Siberia con Japón a través de Corea, otro de 3000 km. de Irán a India y Pakistán, etc.

Los numerosos proyectos existentes aumentarán el comercio internacional del gas que hoy es sólo del 13% y otro tanto ocurrirá con el comercio internacional con transporte oceánico bajo forma de gas natural licuado y que aunque ahora sólo representa el 3% del total, cantidades crecientes son transportadas por ejemplo de África a USA o de Indonesia a Japón.

El gas natural es desde el punto de vista ecológico el mejor de los combustibles fósiles pues libera 70% mas de energía por unidad de CO_2 , quema sin emitir partículas o SO_2 y sólo genera algo de NO_x . Se le emplea como materia prima para producir otros combustibles como metanol en muchos países o gasolina (proceso MTG de Mobil) en Nueva Zelanda. Está teniendo además un uso creciente en automotores como gas comprimido tanto en ciclo Otto como Diesel debiendo destacarse que tal conversión se traduce en una reducción en la



URUGLASS LTDA.

MATERIAL DE VIDRIO PARA LABORATORIO

AV. GRAL. FLORES 2210
TEL. 29 46 04

MONTEVIDEO
URUGUAY

emisión de cerca del 99% del CO, el 65% de los NO_x y más del 90% de los hidrocarburos. Por su parte, la conversión de una central térmica a carbón de 1000 MW con desulfuración a gas natural, se traduciría además de la sensible reducción de CO₂, en la eliminación de 700.000 toneladas de barros y 250.000 de ceniza por año.

Las razones ambientales dan fuerte impulso al empleo de gas natural.

HIDRAULICA.- La energía de una caída de agua ha sido una de las formas más antiguas usadas por el hombre y en particular la hidroelectricidad tiene ya más de cien años. Los mayores productores de hidroelectricidad son USA y Canadá que en conjunto representan el 26% del total mundial, seguidos por Europa y Latinoamérica con el 19% cada uno, Asia con 18% y 14% los países de economía centralizada.

En cuanto al potencial disponible, el panorama es distinto, pues las mayores reservas están en Asia (particularmente China) seguidos por Latinoamérica y África y donde el porcentaje del potencial disponible realmente utilizado oscila entre 5 y 9%, mientras que el mismo es aproximadamente 40% en USA y 60% en Europa.

Esta generación es una fuente renovable, no produce contaminación ambiental y produce un kWh de bajo costo, pero en cambio tiene el inconveniente de requerir un uso intensivo de capital y además las represas con frecuencia inundan grandes extensiones de tierra donde el embalse del agua no se hace utilizando facilidades de zonas montañosas.

Ocasionalmente pueden utilizarse lagos como embalses naturales y en años recientes se han extendido las construcciones

subterráneas de centrales, construyéndose ductos y túneles cavados en la roca con lo que se abaten los costos de construcción sensiblemente.

De igual manera, se extiende el uso de minicentrales las cuales tienden a construirse en módulos para capacidades que oscilan entre 1 y 5 MW y hasta se envían terminadas en contenedores. En China se han instalado decenas de miles, la mayoría de las cuales en zonas rurales y con potencias de fracción de MW. La OLADE tiene dentro de sus programas uno sobre construcción de minicentrales en los países miembros de la organización. El uso de la energía hidráulica seguramente continuará con las limitaciones que impone la necesidad de grandes capitales que ni los países ni los organismos de financiamiento disponen, lo que es particularmente desfavorable para los países en desarrollo que es precisamente donde está disponible el mayor potencial de generación.

NUCLEAR.- La generación nuclear es la más moderna, sofisticada y controvertida de las grandes fuentes de energía. Existen hoy más de 400 reactores funcionando y más de 100 en construcción con una potencia total de 400 GW (1 Giga Watt = 10⁹ W).

El 75% de los mismos es del tipo de agua liviana (LWR) ya sean presurizados (PWR) o de ebullición (BWR), existiendo también algunos reactores de alta temperatura enfriados por gas (HTGR) que pueden usarse como fuente de calor al mismo tiempo que generan energía eléctrica. A los HTGR se los considera con buen futuro por su muy buena seguridad, más fácil mantenimiento y menores desechos radioactivos.

La oposición a la generación nuclear es fundamentalmente del público y se basa en los temores por la radiación permanente de las centrales, en los peligros de explosión y en la radioactividad del combustible usado. El efecto de la radiación permanente no es bien conocido pero el mismo queda relativizado si se tiene en cuenta que la radiación cósmica es mucho mayor, aunque de baja energía, y tampoco debe ignorarse que el uranio natural genera el radón que es un gas que se respira y que el radio da sales solubles. En cuanto al peligro de explosión o gran pérdida radioactiva, recordemos que los dos accidentes graves ocurridos en los casi 5000 reactores-año de generación tuvieron como causa la falla humana y que en el caso de la Isla de Tres Millas (USA) hubo principio de fusión, pero los sistemas de seguridad funcionaron y no hubo pérdidas humanas o radioactivas de entidad, y que en el de Chernobyl (URSS) que llegó a fusión completa y muy alta emisión radioactiva, se trataba de un reactor de tecnología ya obsoleta en Occidente y de muy mal mantenimiento.

El problema de los desechos radioactivos está solo parcialmente resuelto y es diferente según el tipo de reactor pero muy importante pues suman miles de toneladas por año. Se ha recurrido al encapsulado y a conservarlos en estructuras geológicas adecuadas lo que daría seguridad por unos 100 años, período que se considera más que suficiente para el completo desarrollo de la tecnología de su reprocesamiento.

También se investiga en la eliminación de residuos radioactivos por "incineración" mediante bombardeo con partículas de alta energía que los transformaría en radioactivos de

corta vida. El fraccionamiento de residuos radioactivos aislando los más inconvenientes, sería otra vía para reducir sensiblemente la cantidad de los mismos.

Los reactores de fisión actuales solo utilizan el 0.6% del uranio, mientras que la nueva generación de reactores regenerativos (Fast Breeder Reactor o FBR) tienen una eficiencia de 60% lo que obviamente disminuye muchísimo la cantidad de combustible nuclear usado. Los reactores FBR ya tienen larga experimentación en unidades de 250 MW en la URSS y Reino Unido y fundamentalmente el Super Phenix en Francia de 1200 MW, por lo que se considera que ya han llegado a la etapa de su comercialización.

Los FBR permiten usar el uranio 238 (no fisionable) con su previa transformación en plutonio 239 (fisionable) por incorporación de un neutrón.

Exigen plantas de reprocesamiento de combustible nuclear de las cuales hay 4 funcionando (URSS, Reino Unido, Francia e India) y otras tantas en construcción.

La energía nuclear no contamina la atmósfera y con el empleo de los FBR la disponibilidad de uranio sería suficiente para las necesidades de gran parte del próximo siglo. Las grandes objeciones a la generación nuclear se basan principalmente en los altos costos de inversión y en la seguridad. A su solución apuntan proyectos de investigación ya muy avanzados. Así el Centro de Investigación Nuclear de Kalsruhe está diseñando un reactor con dispositivos para amortiguar la explosión del mismo en un caso límite incluye un receptor para un núcleo fundido, sistemas de seguridad en cascada así como dispositivos pasivos.

En USA en EPRI (Electric Power Research Institute) y el Departamento de Energía han dado las bases para el diseño de un reactor de 600 MW denominado AP 600 (Advanced Passive 600) con tecnologías absolutamente probadas, instalaciones simplificadas y de máxima seguridad. el proyecto se encomendó a un grupo de firmas altamente especializadas y se espera finalizarlo en 1994, será de agua presurizada (varias décadas de experiencia), tendrá aproximadamente la mitad de las válvulas e intercambiadores de un proyecto convencional, de fácil operación y mantenimiento, alta seguridad instrumental y pasiva, construcción modular con inspección y prueba en fábrica y por su simplicidad de mucho menos costo y finalmente con un período de 5 años entre la colocación de la orden de construcción y la puesta en marcha, plazo que actualmente es el doble.

TENSOQUIMICA Ltda.

oils & fats
technology



TENSOQUIMICA

Aceites, Grasas e Insumos para

- * Industria del Cuero
- * Pinturas, Resinas y Masillas
- * Textil
- * PVC
- * Detergentes
- * Lubricantes
- * Veterinaria
- * Papel - Embalages

R e p r e s e n t a c i o n e s

Apprettificio Legnanese, Italia

especialidades textiles

Paramelt Syntac BV, Holanda

ceras y hot melts

Planta Industrial y Oficina Comercial

Avda. Gral. Eugenio Garzón 425-Teléfono/Fax: 39 46 03-Telex: 26231 TQCA UY-11900 Montevideo

Por su parte Canadá también desarrolla proyectos de alta seguridad y con potencias de 500/600 MW (CANDU, Canadá Deuterio Uranio) que al emplear agua pesada como moderador posibilita el empleo de uranio natural en lugar de enriquecido.

El diseño de reactores de menor potencia se debe por un lado al deseo de abatir costos e impulsar su construcción, pero además porque hoy se entiende que la economía de escala que llevó a las unidades de 1200/1300 MW en realidad ha ido bastante más allá de su óptimo. Los dispositivos de seguridad pasiva que todos los nuevos proyectos incluyen se basan en la aplicación de principios físicos a la seguridad como la gravedad, convección, etc. que proporcionan enfriamiento adicional en caso de emergencia y funcionan aún cuando alarmas y controles sofisticados ya no lo hacen.

Será fundamental convencer a la opinión de que las nuevas centrales nucleares serán efectivamente seguras y es hoy opinión predominante de que ello se logrará y que la generación nucleoelectrica volverá a crecer.

BIOMASA. - La leña quemada como tal o como carbón es sin duda combustible más extensamente utilizado en el mundo. En los países más pobres constituye la mayor parte de su total energético, aún en países petroleros como Nigeria, pudiendo llegar al 90% (60% el promedio africano) y en su casi totalidad se obtiene de bosques naturales. Eso, junto con el talado indiscriminado para la obtención de madera, son causas de la temida deforestación, pero la principal de ellas es el quemado de selvas para disponer de tierras agrícolas lo que se considera responsable de más del 20% del CO₂ que se envía a la atmósfera.

La selva tropical, desaparece a la fantástica velocidad de 30 hectáreas por minuto, digamos a tres cuartos de la superficie del Uruguay por año. La leña como fuente de energía tiene una importancia social enorme en el tercer mundo y según datos de Naciones Unidas en 1980 había 1300 millones de seres humanos afectados por su escasez, estimándose en 3000 millones los que lo serían en el año 2000. Debe acotarse que en las regiones del mundo donde la leña es tan importante, se la utiliza (básicamente para cocinar) con una bajísima eficiencia y con el agravante de que la mala combustión genera abundante CO y compuestos carcinogénicos que afectan fundamentalmente a las mujeres.

En algunos países como India, donde el 80% de la población es rural pero solo consume el 20% de la energía, se han desarrollado equipos domésticos que aumentan sensiblemente la eficiencia energética y aún lo han hecho industrialmente, por ejemplo, desarrollando equipos de cogeneración gasificando cáscara de arroz. El gran problema de los países subdesarrollados, es a falta de forestación, quizás por inadecuada concientización de la población sobre su trascendencia, pero lo cierto es que aún en aquellos casos en que se hace con apoyo de las Naciones Unidas como Perú, India, etc., no se ha obtenido el resultado esperado. Por supuesto existen excepciones como Corea del Sur y China que en pocos años reforestaron 1 y 70 millones de hectáreas respectivamente. Creemos que nuestro país ha dado grandes pasos en ese sentido forestando 9000 hectáreas en 1990 con expectativas de 20.000 en 1991. En el Uruguay funcionan más de un centenar de establecimientos industriales con vapor generado con leña como tal y existe también cierto número de

gasificadores para diversas aplicaciones. La producción de electricidad con vapor generado en calderas a leña no parece ser la mejor solución y seguramente es más atractiva la cogeneración con leña gasificada en hogares a presión con aire y vapor, con limpieza del gas effluente, y utilización primaria de los mismos en turbina de gas y posterior generación de vapor con los gases de escape. El carbón de leña es un combustible que corrientemente también se produce con gran pérdida energética y se le utiliza más en áreas urbanas que rurales pero también se le emplea en la industria como, por ejemplo y en gran escala, aunque no exclusivamente, como reductor en la industria del acero en Brasil.

De lo dicho no se debe inferir que el uso de la leña atañe solamente al mundo en desarrollo, por el contrario países como USA tienen más de 10 millones de hogares que usan leña total o parcialmente para calefacción y el número de grandes generadores de vapor a leña aumenta constantemente, en Suecia la gran industria de la pulpa de papel obtiene el 60% de su energía de la biomasa y espera en un futuro próximo superar el 100% de sus necesidades, y en Finlandia funcionan varios gasificadores de madera para calefacción de zonas urbanas con potencias entre 1.5 y 6 MW y desde 1983 opera un lecho fluido que utiliza desechos de madera de 3.5 MW para usos industriales. El consumo actual mundial de leña para energía es unos 500 millones de toneladas de petróleo equivalente por año y, paradójicamente, se estima que dicho uso se incrementará porcentualmente sensiblemente más en el mundo desarrollado que en el que está en vías de desarrollo.

Desde el punto de vista ambiental el consumo de leña es muy

bueno pues contiene menos de 0.1% de azufre, sólo de 3 a 5% de cenizas y si proviene de forestaciones no contribuirá al efecto invernadero pues se fija el mismo CO_2 que se genera. La madera gasificada se quema en hogares pero también en motores de combustión interna aunque para esta última aplicación el gas generado puede previamente ser transformado en metanol que es un combustible considerado por muchos como el alternativo frente a los hidrocarburos. El metanol tiene ventajas ambientales frente a los derivados del petróleo y ya se le emplea en mezclas con gasolina previniéndose también su uso puro.

En USA el propio gobierno ha impulsado el motor a "combustible flexible" usando metanol e hidrocarburos en proporción variable de 0 a 100% de cada uno de ellos mediante un control electrónico que adecua la operación al tránsito urbano o carretero.

También en motores diesel es utilizable el metanol mediante inyección piloto de gas oil o mixta, aditivos de autoencendido, etc. y en su desarrollo trabajan las grandes empresas de USA, Europa y Japón.

Debe sin embargo aclararse que el metanol que actualmente se utiliza se elabora a partir de gas natural por razones económicas y que su producción a partir de madera para uso como combustible, solo será viable cuando el precio del petróleo crudo supere los US\$ 40/Bbl. o sea más del doble del precio actual. La tecnología en cambio está totalmente desarrollada, especialmente en Alemania, y hay países como Nueva Zelanda que disponiendo ya de los recursos forestales necesarios tienen proyectos elaborados para la construcción de una planta de 1000 ton./día de metanol pero que se llevará a la práctica cuando las condiciones lo justifiquen.

La producción de etanol (a partir de la caña de azúcar) como combustible automotor ha sido ampliamente experimentada en Brasil y si bien es técnicamente factible, económicamente se considera una solución peor que el metanol. Los aceites vegetales han sido también experimentados en motores diesel o semi diesel (con punto caliente) con resultados satisfactorios y también lo han sido grasas animales esterificadas (TME o tallow methyl, ester) pero económicamente en la actualidad tampoco son viables.

Finalmente hemos de mencionar otra fuente energética que es la biomasa generando gas. El llamado biogás (básicamente metano) se genera en algunos países por fermentación anaeróbica espontánea en grandes depósitos de residuos urbanos desde donde es canalizado a las redes de las ciudades, pero su producción principal se hace en digestores. Los primeros de estos utilizaron estiércol en la fermentación, pero hoy en países como India y China se usan también otros residuos orgánicos.

En India funcionan más de a 1 millón de biodigestores del tipo familiar (menos de 1 a 10 $\text{m}^3/\text{día}$) y se incorporan más de 150.000 cada año. En China hay mas de 5 millones de unidades funcionando y mas de 25 millones de habitantes utilizan biogás como único combustible. En latinoamérica se han instalado, en muchos casos como proyectos de OLADE, numerosos biodigestores y si bien el biogás nunca suplirá un alto porcentaje de la energía, seguramente su contribución puede ser importante, soluciona diversos problemas higiénicos y suministra un buen fertilizante como subproducto.



TINTAS Y POMADAS PARA CUEROS - CERAS PARA PISOS -

CERAS ESPECIALES PARA INDUSTRIA -

VENTA DE IMPORTACION

COLORANTES - CERAS - GOMA LACA -

PARAFINA - RESINA FUMARICA

Cno. Corrales 2863

Tel. 58 54 68 - 58 02 42