

Revista Energética



Energy Magazine

Año 16
número 3
sept. - dic. 1992

Year 16
number 3
Sept. - Dec. 1992



Tema: **Perspectivas Energéticas de América Latina y El Caribe en el Contexto Mundial**

Topic: **Energy Outlook of Latin America and the Caribbean in a World Context**



Evolución de los Mercados Energéticos: Energía Nuclear

Alberto Escofet*

1. LA ENERGIA NUCLEAR EN EL MUNDO

Como fuente para producir electricidad, la energía nuclear hace su aparición en la segunda mitad de los años cincuenta. Dos centrales, del orden de 200 MW eléctricos, inician satisfactoriamente su operación.

Los tecnólogos—norteamericanos en ambos casos—demuestran la viabilidad de la nucleo-electricidad en condiciones aceptables de tiempo y costo. Se dispone de una “nueva” fuente de energía, que permitirá un acelerado desarrollo en los países industrializados y que contribuirá a paliar la insuficiencia energética de vastas regiones del planeta.

En casi todos los países, los planes de expansión de la oferta energética se apoyan en una mayor participación de la electricidad. Se proyectan tasas de crecimiento mundiales cercanas al 7% por año en el consumo de la energía eléctrica. Las órdenes para construir reactores nucleares se multiplican.

En pocos años, diez desde su inicio, las empresas eléctricas de muchos países colocan unas 200 órdenes de compra por centrales en tamaños de hasta 1.200 MW, entre ellos Argentina (1967), Brasil (1968) y México (1969).

Los programas de los países industrializados prevén contar para 1980 con una capacidad instalada de 300.000 MW y ¡casi el doble para 1983! Se había dado una respuesta contundente al apetito mundial por la electricidad.

El embargo petrolero de 1973 introduce el primer gran obstáculo al naciente desarrollo nucleo-eléctrico: la capacidad en operación en ese año apenas rebasaba los 20.000 MW.

El petróleo seguía siendo el principal energético primario. Sus altos precios obligaron a revisar los planes de expansión en prácticamente todos los países. Fue esa la primera llamada para la conservación y uso eficiente de la energía. Las perspectivas de crecimiento de la demanda de electricidad se reducen virtualmente en la mitad de las estimadas unos años antes.

Los países desarrollados se unen para enfrentar el problema. En 1974, se crea la Agencia Internacional de Energía (AIE) como organismo cuyas funciones principales consisten en elaborar y desarrollar programas de cooperación a largo plazo para el desarrollo de fuentes de energía y el ahorro energético y en supervisar los programas nacionales de ahorro de energía en los países miembros de la Agencia.

Como fuente para producir electricidad, la energía nuclear hace su aparición en la segunda mitad de los años cincuenta. Dos centrales, del orden de 200 MW eléctricos, inician satisfactoriamente su operación

* De nacionalidad mexicana, miembro del Grupo de Análisis Estratégico, Proyecto de Prospectiva Energética, Fase I, de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y la Comisión de las Comunidades Europeas (CEC)

Los países industrializados mejoraron sustancialmente.

El consumo de energía primaria por unidad de producto se redujo, en el transcurso de 15 años, en casi 60% en Japón, 75% en Europa y 80% en los Estados Unidos de América. Y aún queda un buen margen para mejorar la eficiencia energética.

En América Latina la reacción fue muy similar. Varios países resultaron sensiblemente afectados por los incrementos de los precios del petróleo y sus planes de desarrollo trastocados. Al igual que los países industrializados, deciden organizarse para hacer frente al problema energético de manera coordinada. Nace la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) como organismo internacional de cooperación con propósitos de integración, protección, conservación, aprovechamiento racional, comercialización y defensa de los recursos energéticos de la Región. Al mismo tiempo, todos los países latinoamericanos inician campañas de ahorro y eficiencia energética.

El período de altos precios del petróleo, el encarecimiento del capital y la disminución del acceso a créditos en condiciones aceptables motivan la disminución de los ritmos de desarrollo y provocan un alto nivel de endeudamiento en prácticamente todas las economías de la Región.

2. LA ENERGÍA NUCLEAR EN AMÉRICA LATINA

El sector energético latinoamericano ha dejado de considerar a la energía nuclear como una alternativa real en sus futuros planes de expansión como consecuencia de la actitud que las sociedades de los países desarrollados han mostrado en relación con esa energía.

Los accidentes de Three Mile Island en los Estados Unidos y Chernobyl en la Ucrania han logrado que el sector energético y

los especialistas más reconocidos dejen de referirse a la energía nuclear en forma pública y que sólo se haga referencia a esta fuente energética en los foros especializados en tecnología energética.

En los planes de expansión de la oferta de electricidad de los países latinoamericanos, prácticamente no se incluye a la energía nuclear como una alternativa real. Aún más, la referencia que a ella se hace en Argentina, Brasil y México, los únicos países con centrales nucleo-eléctricas en operación, apenas cubre unos cuantos renglones.

Ningún país tiene asignadas partidas presupuestarias específicas para impulsar el desarrollo nucleo-eléctrico más allá de aquellas obligadas para las obras en proceso que se han decidido concluir.

En Argentina, se decide concluir la segunda unidad de Atucha y se congelan los proyectos de las plantas nucleares IV y V.

En Brasil, solamente se contempla concluir Angra 2 mientras que se cancela Angra 3.

En México, si bien el Programa de Modernización Energética indica que, para el año 2010, México requerirá del orden de 5.000 a 6.000 MW de capacidad nucleo-eléctrica, las asignaciones presupuestarias presentes son sólo para la conclusión de Laguna Verde 2.

Desde el punto de vista de seguridad, la energía nucleo-eléctrica mantiene hasta la fecha el mejor récord relativo de cualquier nueva tecnología. Los casi 6.000 años-reactor en operación con que se cuenta, 30 años apenas después de aparecer esta tecnología, acreditan que, desde el punto de vista tecnológico, los problemas están superados, si no totalmente, al menos en una proporción mucho mayor que las de otras tecnologías con mucho más años de haber sido desarrolladas y utilizadas.

Posiblemente éste sea el gran reto de la energía nuclear: el de obtener su aceptación en la sociedad, con base en sus propios méritos relativos y en el hecho de que ofrece una fuente de energía segura y mucho más limpia que las convencionales de que ahora dispone la humanidad.

Desde el punto de vista de protección ambiental, las sociedades están preocupadas por los efectos globales del consumo de energía. Existen grandes esfuerzos para desarrollar tecnologías de carbón limpio con el fin de reducir los efectos de la combustión del carbón mineral y la eliminación de la producción de óxidos de azufre y de nitrógeno en particular. Lo mismo ocurre con la utilización del petróleo para producir electricidad y también del gas, considerado como el más limpio de los combustibles fósiles. Sin embargo, todos ellos contribuyen finalmente al calentamiento de la atmósfera y son en parte causantes del llamado efecto invernadero.

Nuestras sociedades están más preocupadas en ver cómo corregir los efectos negativos de algo que está ocurriendo día a día que en las posibilidades que brinda una mayor participación de la energía nuclear como opción para proteger el ambiente, en forma mucho más eficiente que lo alcanzable con las fuentes convencionales.

El desconocimiento del mundo radioactivo en el que vivimos ha impedido, de alguna manera, que la ventaja relativa de la energía nuclear sea explícitamente reconocida.

Los efectos nocivos de la utilización de energéticos convencionales, carbón mineral, petróleo, gas, leña, lignitos, etc. se corrigen en una condición ex post, al haberse ya quemado y haber extraído su energía potencial.

La producción de desechos en plantas nucleares es muy inferior a la de plantas convencionales; en 1988,

las plantas nucleares en operación en el mundo produjeron 7.000 toneladas de combustible gastado. Si la electricidad generada por las nucleoelectricas se hubiera producido con combustibles fósiles, se habrían producido emisiones en la atmósfera por 1,6 mil millones de toneladas de bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno.

Un tema al que poca referencia se hace es el hecho de que la energía nuclear permite controlar los residuos que provienen de la utilización del uranio para producir energía y que se conocen como desechos reactivos.

Si bien el resultado de la utilización del uranio para producir energía es un compuesto altamente radioactivo -y por lo tanto de manejo difícil- que requiere cuidados muy especiales, poco se precisa que ese es un proceso controlado y que el hombre controlará esos desechos en un lugar confinado con la supervisión conveniente y necesaria y por el tiempo que se requiera para asegurar que no haya ninguna afectación al medio ambiente.

Eso parecería indicar que la comunidad energética debería hacer una difusión más profunda y asequible a la gran parte de la población con respecto a los pros y contras de las fuentes energéticas. No se trata de beneficiar o simplemente inclinar la balanza hacia alguna de ellas, sino de una objetiva y clara presentación de los efectos, tanto benéficos como nocivos, de cada una de las fuentes de energía disponibles para satisfacer los requerimientos que el desarrollo de nuestras sociedades requiere.

Los efectos posteriores a la utilización de energéticos convencionales quedan fuera de nuestro control: los gases liberados a través de las chimeneas, bien sea de combustión de carbón o petróleo o de gas transportado por el viento, pueden tener efectos muy considerables aún a grandes distancias.

En el caso de las nucleoelectricas, ello sólo ocurriría en caso de un accidente grave que liberará gases radioactivos. Y aún así sus efectos nocivos estarían circunscritos a un área circundante relativamente limitada.

Poco se ha difundido el hecho de que los dos mayores accidentes que se mencionan en energía nuclear -casi los únicos a los cuales se hace referencia- no se deben a fallas simplemente imprevistas, sino a violaciones conscientes de los reglamentos y normas de operación de los equipos y restricciones preestablecidas.

Por ello la industria nuclear ha estado introduciendo controles redundantes y concatenados que impidan maniobras indebidas aún cuando haya error humano.

3. SITUACION ACTUAL EN LA CONSTRUCCION DE REACTORES NUCLEARES

Hasta fines de 1990, se encontraban en construcción 83 unidades nucleoelectricas con una capacidad agregada de 65.760 MW. De ellas, 56 son reactores de agua a presión (PWR), 6 reactores de agua en ebullición (BWR), 15 reactores moderados y refrigerados por agua pesada a presión (PHWR), 4 reactores de agua ligera refrigerados por gas (LWGR) y 2 reactores reproductores rápidos (FBR). Las fechas de puesta en marcha abarcan de 1991 a 1999.

Cinco de estas unidades corresponden a América Latina (1 en Argentina, 1 en Brasil, 2 en Cuba y 1 en México); 38 se encuentran en países de Europa del Este (2 en Bulgaria, 6 en Checoslovaquia, 5 en Rumania y 25 en la ex-Unión Soviética); y 14 en países en desarrollo (3 en China, 7 en India, 2 en Irán y 2 en Corea).

Las 26 restantes corresponden a países industrializados (2 en

El sector energético latinoamericano ha dejado de considerar a la energía nuclear como una alternativa real en sus futuros planes de expansión como consecuencia de la actitud que las sociedades de los países desarrollados han mostrado en relación con esa energía

Canadá, 1 en los Estados Unidos, 6 en Francia, 6 en Alemania, 10 en Japón y 1 en Inglaterra).

Cabe notar que, en 1990, fue cancelada la construcción de tres unidades (una en los Estados Unidos y dos en Checoslovaquia).

El proceso de cambios en Europa Oriental pone en duda cuántas de las unidades programadas en esa región serán terminadas y puestas en servicio ya que prácticamente todos los países de la zona enfrentan problemas de muy diversas índoles y, de hecho, sus programas están detenidos y, por ahora al menos, queda sin respuesta el cuestionamiento sobre la seguridad del suministro de componentes.

Tal es el caso de las 2 unidades de Cuba, las 6 de Checoslovaquia, las 5 de Rumania y las 25 de la recién creada Mancomunidad de Estados Independientes, pues la gran mayoría de ellas dependían, en cierto grado, bien del apoyo tecnológico, bien de los suministros de la antigua Unión Soviética. Lo menos que puede afirmarse con certeza es que el futuro de las mismas es incierto.

4. PERSPECTIVAS DE DESARROLLO NUCLEAR

De acuerdo con información de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), la capacidad instalada nucleo-eléctrica pasará de 262.000 MW a 275.000 MW para el año 1995 y a 291.000 MW hacia el año 2000. Para el año 2005, las estimaciones señalan que los países que la integran alcanzarán una capacidad instalada de 309.000 MW. Este incremento de 47.000 MW se dará principalmente en la región del Pacífico, donde las proyecciones indican que se instalarán casi 27.000 MW en el curso de los próximos 15 años, casi duplicando la capacidad instalada actual de 30.000 MW.

Se estima que el aumento esperado en los Estados Unidos y Canadá será del orden de 11.000 MW equivalentes a un 10% por encima de la capacidad instalada actual de 114.000 MW.

Se estima también un crecimiento de 10.000 MW adicionales a los 117.700 MW actuales para Europa Occidental. En general, estas estimaciones pueden considerarse altas si se toma en cuenta que no se han establecido nuevas órdenes de compra y que, en el curso de esta década, lo más que podrá adicionarse corresponde a las centrales en construcción.

En el caso particular de América Latina, la participación nuclear adicional en la oferta energética durante los próximos años se reduce a la puesta en marcha de 670 MW en México (1993-1994), 745 MW en Argentina (1994-1995) y 1.245 MW en Brasil (1994-1995). Se estima muy improbable que los reactores de Cuba puedan ponerse en servicio en un futuro próximo.

Descontando los programas de Europa del Este por su gran incertidumbre, en el resto del mundo (fuera de la OCDE y de América Latina) las estimaciones de la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA) indican que la capacidad instalada pasará de 15.000 MW en 1990 a 20.000 MW en 1995 y a 28.000 MW en el año 2000. Las estimaciones para el año 2005 alcanzan un valor de 39.000 MW. La expansión estará virtualmente concentrada en el Medio Oriente y en Asia del Sur. Dado el alto crecimiento económico de ambas regiones, este escenario es el que presenta mayor probabilidad.

Generalmente, la mayor incógnita respecto al futuro de la energía nucleo-eléctrica se sitúa en el terreno sociopolítico. Ante una sociedad que, con razón o sin ella, se opone a la simple consideración de la alternativa nuclear, los gobiernos y

El sector energético latinoamericano ha dejado de considerar a la energía nuclear como una alternativa real en sus futuros planes de expansión como consecuencia de la actitud que las sociedades de los países desarrollados han mostrado en relación con esa energía

las organizaciones políticas se vuelven cautelosos.

A niveles gubernamentales resulta casi un tabú mencionar la energía nucleo-eléctrica. Por ello, en los programas de expansión energética de los países industrializados - aún en los más proclives a la energía nucleo-eléctrica- se hacen sólo referencias marginales y muy ambiguas sobre ello. A pesar de que los Estados Unidos, Japón, Francia y diversos países de la Comunidad Europea cuentan con un proporción importante de electricidad producida por medios nucleares (Estados Unidos 20%, Japón 23%, Francia 70%, Bélgica 66%, etc.), las referencias a la utilización de esta fuente de energía son muy superficiales. Los documentos sobre energía de la Comunidad Europea, que dedican grandes capítulos al tema de la protección ambiental, al efecto invernadero, a la lluvia ácida, y demás, sólo usan un par de cuartillas sobre la energía nuclear como fuente de energía en el futuro de la Comunidad.

Evidentemente se persigue un bajo perfil público para evitar un debate que seguramente sería muy complicado, pues varios gobiernos han tomado la decisión política de no utilizar la energía nucleo-eléctrica y atenerse a las fuentes convencionales de energía; otros han aprobado leyes para retirar de servicio las que tienen en operación, en tanto que otros (aunque pocos) se declaran en favor de la expansión de la nucleo-electricidad.

Por su parte, los tecnólogos han buscado respuestas a las

demandas sociales para obtener reactores más seguros y ofrecer a los inversionistas mayor certeza en los costos de construcción y, muy particularmente, tiempos de construcción y montaje mucho más cortos.

Durante la última década, la industria nuclear ha dedicado importantes recursos para diseñar sistemas nucleares de suministro de vapor (SNSV) más simples, con esquemas que garanticen, en mayor medida, los aspectos de seguridad de la utilización de la energía nuclear, todo ello enfocado en forma muy directa al SNSV. Al mismo tiempo, ha estado dedicando una buena parte de sus esfuerzos hacia lograr economías de escala en la producción de reactores de menor tamaño, con objeto de que puedan tener una mayor participación en diversos sistemas eléctrico en el mundo.

En el caso de América Latina, a pesar de que se encuentren reactores económicamente satisfactorios en el rango de los 250 a 500 MW, pocos son los sistemas eléctricos que, en su configuración actual, puedan aceptar unidades de ese tamaño para formar parte de la expansión de sus fuentes de generación. Salvo los casos de Argentina, Brasil, México (que cuentan ya con unidades en el rango de los 600 y 700 MW), Chile, Colombia y Venezuela, en el resto de la Región su participación estará bloqueada hasta que se logre una sólida interconexión regional o subregional.

Desde el punto de vista financiero tradicional, los requerimientos para desarrollar programas

nucleares están prácticamente fuera del alcance de los países latino-americanos. La falta de créditos de los organismos financieros internacionales de fomento para programas nucleares hace la situación aún más compleja. Esta podría superarse, sin embargo, dada la perspectiva de una mayor y más acelerada privatización de los sectores eléctricos de muchos países y la apertura para una amplia participación del capital privado para contribuir a la oferta energética.

No sería remoto pensar que, en un futuro próximo, grupos financieros especializados en el medio energético propusieran algunos esquemas de arrendamiento para construir y operar instalaciones nucleares.

De ocurrir esto, debe tomarse en cuenta que, por una parte, resolvería el problema de falta de recursos de inversión. Por otra parte, se obtendría aceptación internacional para operar tecnologías complejas en países en vías de desarrollo, al contar con una alta participación de expertos de países industrializados.

Si bien este argumento puede no gustarnos en América Latina, no deja de tener peso en los foros financieros internacionales.

Técnicamente la energía nuclear no presenta mayores problemas. Es una tecnología dominada, con un récord impresionantemente positivo, basado en los resultados de su utilización. Pero con todo a su favor, no ha logrado su plena aceptación en la sociedad. Cuando se la convenza adecuadamente, asumirá su papel con todo vigor. ●

Evolution of Energy Markets: Nuclear Energy

Alberto Escofet*

1. NUCLEAR ENERGY IN THE WORLD

As a source of energy to produce electricity, nuclear power emerged in the second half of the fifties. Two nuclear power stations, on the order of 200 electric megawatts, began operating with satisfactory results.

The technical experts involved, who in both cases were American, proved the feasibility of nuclear electric power under acceptable conditions in terms of both time and cost. Thus a "new" source of energy became available, which would enable rapid development in the industrialized countries and would help to reduce energy shortages in large areas throughout the planet.

In almost all countries, expansion plans for energy supply relied on an increasing share of electricity. World growth rates for electric power were forecast at 7% per year. Orders for building nuclear reactors multiplied.

In the first ten years after the start of nuclear power stations, electric utilities of many countries placed about 200 orders for purchasing stations with a wide range of sizes up to 1,200 MW, among them Argentina (1967), Brazil (1968), and Mexico (1969).

The power programs of industrialized countries envisaged that, by 1980, they would have an installed nuclear capacity of 300,000 MW and almost twice that capacity by 1983! A dramatic response had been given to satisfy the world's appetite for electricity.

The oil embargo of 1973 introduced the first major obstacle to the recent development of nuclear power: operating capacity that year was hardly more than 20,000 MW.

Oil continued to be the main primary energy product. Its high prices, however, obliged power expansion plans to be revised in virtually all countries. This was the first call for the conservation and efficient use of energy. The outlook for electric power demand growth was cut by virtually one half, compared to the estimates made a few years before.

Developed countries joined efforts to cope with the problem. In 1974, the International Energy Agency (IEA) was created as an organization whose main duties were the elaboration and development of long-term cooperation programs to develop energy sources and save energy, as well as the supervision of national energy-saving programs in the Agency's member countries. In this regard, industrialized countries made substantial improvements.

As a source of energy to produce electricity, nuclear power emerged in the second half of the fifties. Two nuclear power stations, on the order of 200 electric megawatts, began operating with satisfactory results

* Mexican national, member of the Strategy Analysis Group, Energy Forecasting Project, Phase I, of the Latin American Energy Organization (OLADE) and the Commission of the European Communities (CEC)

Primary energy consumption per GDP unit decreased, during the ensuing 15 years, by almost 60% in Japan, 75% in Europe, and 80% in the United States. And there still remains a good margin for improving energy efficiency.

In Latin America, the reaction was quite similar. Various countries were deeply affected by the oil price hikes and their development plans severely curtailed. Like the industrialized countries, they decided to come together to deal with the energy problem in a coordinated fashion. The Latin American Energy Organization (OLADE) was therefore created as an international cooperation agency for the integration, protection, conservation, rational development, marketing, and defense of the Region's energy resources. At the same time, all Latin American countries began campaigns for energy saving and efficiency.

The period of high oil prices, the rising cost of capital, and declining access to credit with acceptable conditions slowed the pace of development and produced high indebtedness in virtually all the Region's economies.

2. NUCLEAR ENERGY IN LATIN AMERICA

The Latin American energy sector no longer views nuclear energy as a realistic alternative for its future expansion plans because of the attitudes adopted by the societies of developed countries about this kind of energy.

Because of the accidents of Three Mile Island in the United States and Chernobyl in the Ukraine, the energy sector and the most widely recognized energy specialists no longer publicly refer to nuclear energy; they only mention it in specialized forums focusing on energy technology.

In the power expansion plans of Latin American countries, nuclear energy is virtually excluded as a realistic alternative. In addition, references to this energy in Argentina, Brazil, and Mexico, the only countries with nuclear power stations in operation, hardly fill up a few lines.

There is no country that has allocated specific budget entries to foster the development of nuclear electric power beyond those that are necessary to conclude ongoing projects that had been previously decided upon.

In Argentina, it was decided that the second unit of Atucha would be completed, but the projects for nuclear power plants IV and V were stopped.

In Brazil, plans call for only Angra 2 to be finished, whereas Angra 3 was cancelled.

In Mexico, although the Energy Modernization Program indicates that, by the year 2010, Mexico would require on the order of 5,000 to 6,000 MW of nuclear capacity, current budget allocations, however, are only for concluding Laguna Verde 2.

From the safety point of view, nuclear electric energy has to date the best record among the new technologies. The close to 6,000 reactor-years that are now available, hardly 30 years after the appearance of this technology, provide evidence that, from the technological point of view, the problems have been overcome, if not totally at least to a much greater extent than other technologies that have many more years of development and use behind them.

This is possibly the major challenge for nuclear energy: achieving acceptance by society on the basis of its own relative merits and the fact that it offers a safe and much cleaner energy source than the conventional sources that mankind now has available.

From the environmental point of view, societies are concerned about the global effects of energy consumption. There are major efforts to develop clean coal technologies in order to reduce the effects of coal combustion and to eliminate the production of sulfur and nitrogen oxides in particular. The same is occurring with the use of oil to produce electricity and also gas, which is considered the cleanest of fossil fuels. Nevertheless, all these finally contribute to warming of the atmosphere and are in part responsible for the so-called greenhouse effect.

Our societies are more concerned over how to correct the negative effects of something that is occurring on a daily basis than over the possibilities that a greater share of nuclear energy could provide as an option to protect the environment, in a much more efficient form than what has been achieved using conventional sources.

Ignorance about the radioactive world in which we live has somehow prevented the relative advantages of nuclear energy to be explicitly acknowledged.

The toxic effects of the use of conventional energy products, that is, coal, oil, gas, firewood, lignites, etc., are corrected after the fact when they have already been burned and their energy potential extracted.

The production of wastes in nuclear power plants is much lower than those produced by conventional stations; in 1988, nuclear power stations in operation in the world produced 7,000 tons of fuel wastes. In contrast, if the electricity generated by nuclear plants had been produced using fossil fuels, 1.6 billion tons of sulfur dioxide and nitrogen oxides would have been emitted into the atmosphere.

One subject that is scarcely mentioned is the fact that nuclear energy enables the residues that come from using uranium to produce

energy, known as reactive wastes, to be controlled.

Although using uranium to generate energy produces a highly radioactive—and therefore difficult to handle—compound that requires highly specialized care, very little is said about how this is a controlled process and that these wastes will be kept confined with adequate and necessary supervision and for the time that is required to ensure they will not exert any impact on the environment.

This seems to indicate that the energy community should make a more thorough effort to disseminate the pros and cons of energy sources to a large part of the population. This does not mean that one energy source should be preferred over the other or that the scale should be tipped in favor of one, but rather that an objective and clear presentation of both the positive and harmful effects of each available source should be made to meet the requirements needed to develop our societies.

The after-effects of using conventional energy sources remain beyond our control: the gases released through smoke-stacks, whether because of coal or oil combustion or gas carried by wind, can exert highly considerable effects even at great distances.

In the case of nuclear power plants, this would only occur if there was a serious accident that would emit radioactive gases. And even then their toxic effects would be limited to a relatively small surrounding area.

Little has been said about the fact that the two major nuclear accidents that are usually mentioned—just about the only ones that are ever referred to—were not due to merely unforeseen failures but to conscious violations of operating regulations and standards for the equipment and of pre-established restrictions.

Because of this, nuclear industry has been introducing redundant and interlocking controls that prevent incorrect moves from being made even when human error is involved.

3. CURRENT SITUATION OF NUCLEAR REACTOR CONSTRUCTION

By late 1990, there were 83 nuclear power units under construction with an aggregate capacity of 65,760 MW. Of these, 56 are pressurized water reactors (PWR), 6 are boiling water reactors (BWR), 15 are pressurized heavy-water-moderated and -cooled reactors (PHWR), 4 light water gas-cooled reactors (LWGR), and 2 fast breeder reactors (FBR). The commissioning dates range from 1991 to 1999.

Five of these units correspond to Latin America (1 in Argentina, 1 in Brazil, 2 in Cuba, and 1 in Mexico); 38 are located in Eastern European countries (2 in Bulgaria, 6 in Czechoslovakia, 5 in Romania, and 25 in the former Soviet Union); and 14 in developing countries (3 in China, 7 in India, 2 in Iran, and 2 in Korea).

The remaining 26 correspond to industrialized countries (2 in Canada, 1 in the United States, 6 in France, 6 in Germany, 10 in Japan, and 1 in England).

It should be noted that, in 1990, the construction of three units was cancelled (one in the United States and two in Czechoslovakia).

The changes taking place in Eastern Europe have raised serious doubts about how many units scheduled in this Region will be finished and commissioned, since virtually all the countries of this area are facing a wide variety of problems. In fact, their programs have come to a standstill and, at least for now, the question about the safe supply of components remains unanswered.

The Latin American energy sector no longer views nuclear energy as a realistic alternative for its future expansion plans because of the attitudes adopted by the societies of developed countries about this kind of energy

This is the case for the 2 units of Cuba, the 6 of Czechoslovakia, the 5 of Romania, and the 25 of the recently created Commonwealth of Independent States, since most of them depended, to a certain extent, either on technological support or on supplies from the former Soviet Union. All that can be asserted with any certainty is that the future of these plants is highly uncertain.

4. OUTLOOK FOR NUCLEAR DEVELOPMENT

According to information from the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), installed nuclear power capacity will grow from 262,000 MW to 275,000 MW by the year 1995 and to 291,000 MW around the year 2000. By the year 2005, estimates indicate that member countries of the OECD will reach a total installed capacity of 309,000 MW. This increase, on the order of 47,000 MW, will take place mainly in the Pacific region, where forecasts indicate that almost 27,000 MW will be installed in the coming 15 years, thus nearly duplicating the current installed capacity of 30,000 MW.

It is estimated that the increase expected in the United States and Canada will be on the order of 11,000 MW, equivalent to about 10% in addition to the current installed capacity of 114,000 MW.

It is also estimated that there will be an increase of 10,000 MW over the 117,700 MW currently in Western Europe. Generally, these estimates can be considered rather high considering that no new purchases have been ordered and that, during this decade, what can at most be added is the power stations already under construction.

With respect to the specific case of Latin America, additional nuclear participation in the energy

supply for the coming years boils down to the commissioning of 670 MW in Mexico (1993-1994), 745 MW in Argentina (1994-1995), and 1,245 MW in Brazil (1994-1995). It is considered highly unlikely that Cuba's reactors will be able to enter into operation in the near future.

Discarding the programs of Eastern Europe because of their high degree of uncertainty, in the rest of the world (outside the OECD and Latin America) estimates from the International Atomic Energy Agency (IAEA) indicate that installed capacity will rise from 15,000 MW in 1990 to 20,000 MW in 1995 and to 28,000 MW in the year 2000. Estimates for the year 2005 amount to 39,000 MW. Expansion will be concentrated essentially in the Middle East and South Asia. In view of the high economic growth of both these regions, this scenario is the one that appears to be most likely.

In general, the greatest unknown concerning the future of nuclear power has to do with sociopolitical issues. Faced with a society that, rightly or wrongly, is opposed to even considering the nuclear alternative, governments and political organizations have become cautious.

At government levels, even mentioning nuclear power has turned into a taboo. That is why the energy expansion programs of industrialized countries—even those where nuclear energy is most widespread—make only marginal and highly ambivalent references to it. Although the United States, Japan, France, and various European Community countries rely on nuclear energy for a high proportion of their electricity (United States 20%, Japan 23%, France 70%, Belgium 66%, etc.), references to the use of this source of energy are very superficial. The documents on energy from the European Community,

Our societies are more concerned over how to correct the negative effects of something that is occurring on a daily basis than over the possibilities that a greater share of nuclear energy could provide as an option to protect the environment, in a much more efficient form than what has been achieved using conventional sources

which devote large chapters to environmental protection, the greenhouse effect, acid rain, and other issues, only fill up a few pages when dealing with nuclear energy as an energy source for the Community's future.

Obviously, a low public profile is being maintained to avoid a debate that would surely be very complicated, since various governments have already taken the political decision to no longer use nuclear power for electricity and to stick to conventional energy sources, while others have enacted laws to withdraw those nuclear power plants that are currently operating and a very small number have asserted their interest in expanding nuclear power.

On the other hand, technical experts involved in nuclear energy have sought to respond to social demands for safer reactors and to provide investors with greater certainty about construction costs and, especially, much shorter construction and assembly time.

During the last decade, the nuclear industry has devoted large amounts of resources to designing simpler steam generating nuclear systems (SGNS), with schemes that ensure, to a greater extent, the safety aspects of nuclear energy utilization, all of which very directly focus on

SSNS. At the same time, it has been devoting a good part of its efforts toward achieving economies of scale in the production of smaller reactors, so that these reactors can participate more widely in the various power systems of the world.

In the case of Latin America, although there are economically satisfactory reactors in the range of 250 to 500 MW, there are very few electric power systems, according to their current configuration, that can integrate units of this size into their generation expansion plans. Except for Argentina, Brazil, Mexico (which already have units in the range of 600-700 MW), Chile, Colombia, and Venezuela, in the rest of the Region, their involvement will be blocked until a solid regional or subregional interconnected system has been achieved.

From the traditional financial point of view, the requirements to develop nuclear programs are virtually beyond the reach of Latin American countries. The lack of credit from international development financing agencies for nuclear programs has made the situation even more complex. This could be overcome, however, in view of the perspective for broader and more rapid privatization of the electric

power sectors of many countries and the opening up to broader participation of private capital in order to contribute to energy supply.

It would not be unthinkable that, in the near future, financial groups specializing in energy would propose some leasing schemes to build and operate nuclear installations.

If this were to occur, it should be taken into account that this would, on the one hand, resolve the problem of lack of investment resources. In addition, international acceptance to operate complex technologies in developing countries would be obtained when experts from industrialized countries become highly involved in these projects.

Although the argument above may not please us in Latin America, it nevertheless carries weight in international financial forums.

Technically, nuclear energy does not imply major problems. It is a technology that has already been mastered, with an impressively positive record, based on the results of its utilization. Despite everything in its favor, it has not achieved full acceptance by society. Once society is adequately convinced of its advantages, it will assume its complete role. 