

# Revista Energética



Año 26, número 2, abril-mayo-junio 2002

- ◆ **II Reunión de Presidentes de América del Sur destacó la importancia estratégica de la energía en los procesos de desarrollo regional**
- ◆ **Hacia el desarrollo energético sustentable en Jamaica**
- ◆ **Oportunidades de la hidroelectricidad en América Latina y el Caribe**
- ◆ **Petróleo y petrolíferos en México**
- ◆ **Situación y perspectivas del comercio del gas natural en América Latina y el Caribe**
- ◆ **La acción del Comité de Estrategia y Programación de OLADE**
- ◆ **Informe OLADE: La capacitación y su importancia en el sector energético de América Latina y el Caribe**

Informe OLADÉ:

**Oportunidades de la  
hidroelectricidad en  
América Latina y  
el Caribe**

## Desarrollo y potencial de la hidroelectricidad

El acelerado desarrollo que tuvo la hidroelectricidad en el ámbito mundial durante las primeras décadas del siglo pasado, disminuyó posteriormente debido a varios factores entre los que se pueden mencionar: la reducción o agotamiento de los recursos hidroeléctricos económicamente explotables en muchos de los países desarrollados, la aparición primero del petróleo y luego del gas natural como recursos energéticos económicamente atractivos, el adelanto tecnológico en el diseño y operación de unidades termoeléctricas, el advenimiento de los combustibles nucleares y el rápido crecimiento de la demanda de energía eléctrica. Estos factores hicieron que se incrementara la producción termoeléctrica frente al de las hidroeléctricas.

Lo anterior no se aplica a los países o regiones que poseen recursos hidráulicos abundantes, que por su grado de

desarrollo económico no han sido explotados todavía, como es el caso de América Latina. Mientras un país o región cuente con recursos renovables, que sean abundantes, económicamente atractivos y ambientalmente limpios, se puede concluir que deberán ser aprovechados para la producción eléctrica.

América Latina dispone de grandes recursos hidráulicos, económicamente atractivos, que dan a la Región una estabilidad en el abastecimiento de la demanda futura de electricidad. La oferta de hidroelectricidad de la Región se estima en unos 594 GW que representa un 22.7% del total mundial, de los cuales están aprovechados apenas un 20.8%. La mayor parte de este potencial se encuentra en los países que conforman la Comunidad Andina de Naciones (44.9%), Brasil (24.1%) y Cono Sur (14.2%), como se puede ver en la figura 1.

Los países de América Latina poseen un alto componente de energía hidráulica instalada y, ventajosamente, existe mucho más por ser aprovechada. Brasil tiene el más alto potencial disponible (143.4GW) y su sistema eléctrico está constituido por un alto componente hídrico (84.5%). En contraposición, algunos de los países del Caribe no cuentan con posibilidad alguna de expansión del sistema eléctrico con centrales hidráulicas y han debido dirigir sus esfuerzos a otros tipos de combustibles, preferentemente centrales fósiles. En el ámbito regional, el 55% de la capacidad instalada en el año 2000, corresponde a centrales hidroeléctricas. (ver figura 2)

La hidroelectricidad por sus características generales de producción de energía de base constituye aproximadamente con el 63% de la oferta eléctrica total en la Región para el año 2000; el 34% de la generación es de origen térmico en el que se utilizan básicamente derivados del petróleo, gas natural y

Figura 1

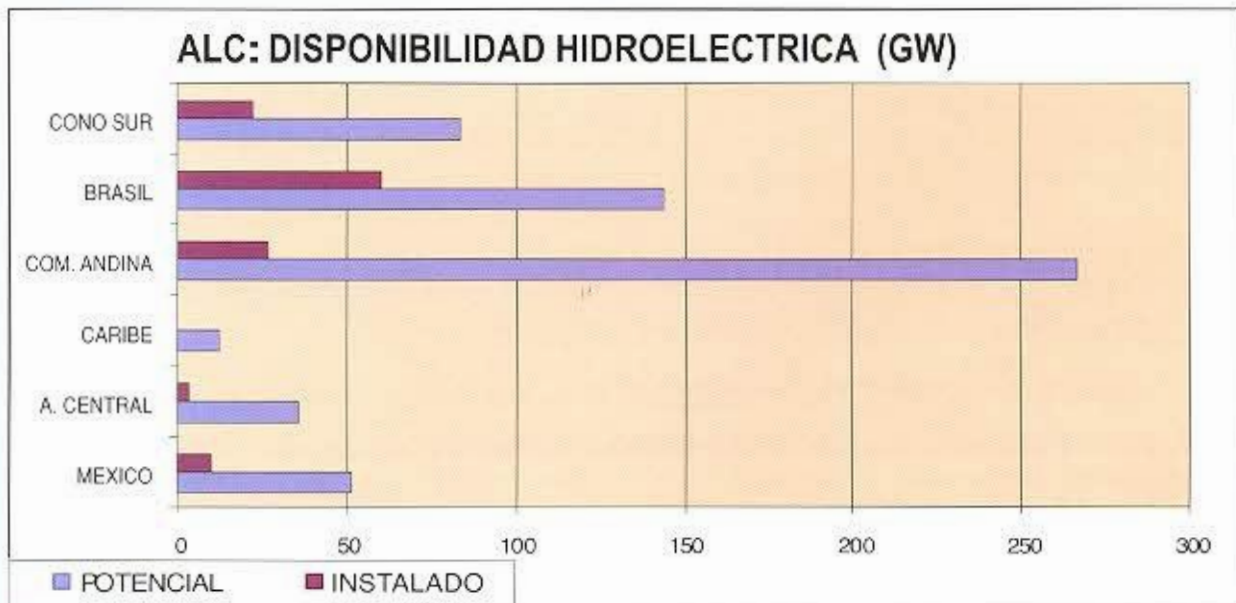




Figura 2

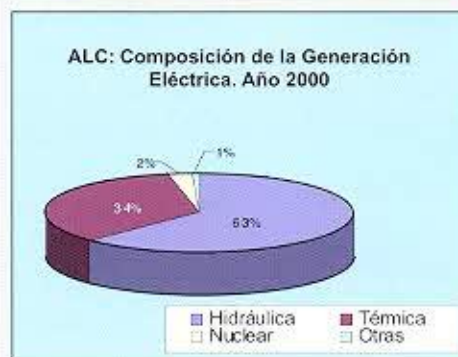


Figura 3

carbón; la nuclear (2%) y geoelectricidad y otras (1%), tal como se puede observar en la figura 3. Estos dos últimos energéticos tienen un desarrollo incipiente en el contexto regional, aunque de importancia para países como Argentina, Brasil, México y los de América Central.

En el caso de Brasil, se puede observar que el recurso hidroeléctrico es el más importante ya que su aporte representa más del 90% de la producción del año 2000. (ver figura 4)

En la figura 5 se puede observar para el período 1970-2000, que el crecimiento de la hidroelectricidad continúa siendo muy importante, aunque en los últimos años, su ritmo se ha visto reducido como resultado de la incorporación de centrales térmicas que utilizan el gas natural como combustible. Al analizar la composición del parque eléctrico regional, se puede observar que en 1970, la hidroelectricidad tenía una participación del 47.5%, subió hasta llegar al 59.3% en 1993 y luego decreció hasta el 55% en el año 2000.

### Nueva estructura del sector eléctrico

En la anterior estructura vertical del subsector eléctrico, el Estado asumía las responsabilidades sobre la planificación, financiamiento, construcción, administración y operación del sistema eléctrico. Por supuesto, también todos los riesgos inherentes a estas actividades.

Con el cambio del papel del estado, los inversionistas privados han tomado a su cargo la construcción de nuevas centrales para satisfacer la demanda con eficiencia, continuidad y con la oportunidad requeridas, a fin de impulsar el desarrollo industrial y evitar los racionamientos de electricidad que tanto daño causan a la economía de un país.

Se debería tender a que las modificaciones de las reformas en las estructuras de generación y los nuevos mecanismos de financiamiento, sean apropiadas técnica, económica y ecológicamente, sin provocar efectos

negativos en la economía del país y en la sociedad en su conjunto.

### Expectativas de crecimiento

A pesar de existir suficientes recursos hídricos económicamente utilizables y que en la mayoría de los países de la Región, se requiere importar el combustible para el funcionamiento de las centrales térmicas y de su impacto en el efecto invernadero, la tendencia en los próximos años es instalar este tipo de centrales que son de tiempos de construcción más cortos, menores montos de inversión y períodos de recuperación de la inversión más cortos

El inversionista privado requiere réditos si fuese posible en el menor plazo. El largo tiempo de construcción y la vida útil de las centrales hidroeléctricas hacen necesario contar con un periodo superior a los 30 años para la recuperación de las inversiones. Para revertir esta situación, es necesario crear nuevos esquemas de financiamiento por parte de los organismos multilaterales de crédito y la banca internacional que

estimulen el desarrollo del recurso hidroeléctrico.

Según proyecciones de OLADE con base en información proporcionada por los Países Miembros, hasta el año 2010, la composición del parque eléctrico de América Latina y el Caribe continuará con predominancia del recurso hídrico (53%) sobre los otros tipos de recursos (ver figura 6). Para el año 2020, la participación de las centrales térmicas que utilizan el gas natural y los derivados del petróleo será predominante (53%) (ver figura 7). Sin embargo, si se desglosa la composición térmica, la hidroelectricidad mantiene su predominancia. En las próximas dos décadas, para la Región se prevé la construcción de cerca de 50 mil MW de origen hidráulico, de los cuales el 60% sería instalado en Brasil.

### Integración regional

En el nuevo esquema, la formulación de marcos regulatorios apropiados y de entes encargados de su aplicación, ha representado una tarea muy compleja. Las decisiones tomadas en la Región tienen importantes incidencias en la eficiencia del subsector y en la prosperidad económica de los países. Dentro de la realidad basada en las circunstancias individuales de cada país, se requiere de estrategias que concilien los intereses y objetivos de la sociedad y de la economía, con los de las empresas públicas y/o privadas encargadas del desarrollo de la industria eléctrica, lo que permitirá hacer fluido el proceso y el comercio de la energía eléctrica, no solo en los países sino con sus vecinos y, en un futuro mediano, en el ámbito regional.

En este contexto regional, los procesos de integración energética requieren del desarrollo de proyectos con una perspectiva subregional y regional que permitan asegurar el suministro a largo plazo. La orientación política debe tender a la creación de mercados eficientes con base en la optimización de los sistemas nacionales. De este modo, los gobiernos habrán cumplido mejor con la responsabilidad de velar por la prestación del servicio público a los sectores socioeconómicos más débiles, gracias a la reducción de precios.

### Impacto ambiental

La posición de los medios ambientalistas que consideran al desarrollo de recursos hidráulicos como nocivos para el ecosistema biológico de los ríos en donde serán construidos debe ser analizado. Asociado a este impacto mencionan el relacionado con los asen-



Figura 4

Figura 5



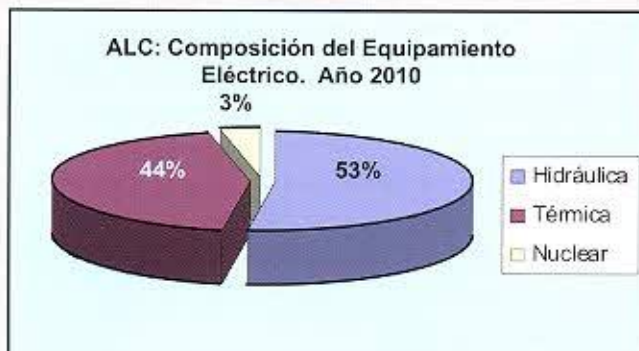


Figura 6

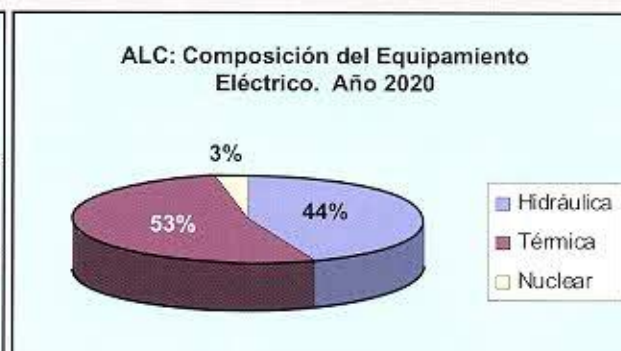


Figura 7

tamientos humanos y la destrucción de bosques por la construcción de carreteras. A pesar de todas estas críticas, el desarrollo de los aprovechamientos hidroeléctricos es el de menor impacto ambiental.

La construcción de centrales eléctricas, basadas en nuevas tecnologías más limpias, que aprovechan los recursos geotérmicos, viento y sol, pueden contribuir a satisfacer la demanda pero desafortunadamente no pueden cubrir todo el desarrollo del mercado eléctrico de la Región, sin tomar en cuenta que aún no son competitivas.

El sesgo petróleo/gas de los proyectos de generación con financiamiento privado llevará a mayores niveles de emisiones provenientes de la producción eléctrica, especialmente las de CO<sub>2</sub>, que aquellos implícitos en una creciente participación de la hidroelectricidad dentro del modelo tradicional.

El impacto del sesgo es difícil de estimar, sin embargo es evidente que se está reduciendo la participación de la hidroelectricidad en la producción eléctrica en América Latina en favor de la generación térmica y que la producción con turbinas de gas (utilizando gas natural o derivados de petróleo) o centrales de ciclo combinado (a gas natural) aumentará considerablemente.

#### El futuro de las centrales hidroeléctricas

De los estudios de evaluación económica de los proyectos que forman parte del catálogo de nuevas centrales en cada uno de los países de la Región, se puede concluir que las centrales hidráulicas son en general las más económicas del mercado en el largo plazo; sin embargo, su largo período de maduración hasta que inicie su operación y los costos de inversión involucrados requieren que las decisiones sobre su instalación sean tomadas con mucha anticipación.

Para el futuro mediano es importante que los organismos multilaterales ayuden a los gobiernos a crear el ambiente apropiado para que se tomen decisiones óptimas que conlleven a la construcción de nuevas centrales eléctricas. Se deberá tener en cuenta que los proyectos hidroeléctricos:

- Se encuentran alejados de los centros de consumo;
- La imposibilidad de "movilizar" la central;
- El largo tiempo de construcción;
- La larga vida útil.

Una ventaja de las centrales hidroeléctricas es su importante contribución a disminuir el problema de gases de invernadero que sufre nuestro mundo contemporáneo y que cada vez se agrava más.

Adicionalmente, la construcción de centrales hidroeléctricas permitiría la liberación de energéticos fósiles que podrían ser utilizados en otros sectores de la economía y en la exportación.

# Energy Magazine



Year 26, number 2, April-May-June 2002

- ◆ **II Meeting of Presidents Emphasized Importance of Energy Strategy in Processes of Regional Development**
- ◆ **Toward Sustainable Energy Development in Jamaica**
- ◆ **Hydropower Opportunities in Latin America and the Caribbean**
- ◆ **Oil and oil products in Mexico**
- ◆ **Situation and outlook of natural gas trade in Latin America and the Caribbean**
- ◆ **The Action of OLADE's Strategy and Programming Committee**
- ◆ **OLADE Report: Training and its Importance for the Energy Sector of Latin America and the Caribbean**

OLADE's Report:

**Hydropower  
Opportunities in  
Latin America and  
the Caribbean**



## Hydropower development and potential

The rapid development of hydropower in the world during the first decades of the past century declined afterwards owing to various factors, among which the following are noteworthy: the decline or depletion of hydropower resources that were economically exploitable in many developed countries, the appearance of oil and then natural gas as economically attractive energy resources, technological breakthroughs in the design and operation of thermoelectric units, the advent of nuclear fuel, and the rapid growth of electric power demand. These factors led to an increase in thermoelectric production compared to hydropower.

The above does not apply to countries or regions that have an abundance of hydraulic resources, which because of the countries' economic development, have

not as yet been tapped, as is the case for Latin America. As long as a country or region has renewable sources of energy that are abundant, economically attractive, and environmentally clean, it can be concluded that they should be used for generating electricity.

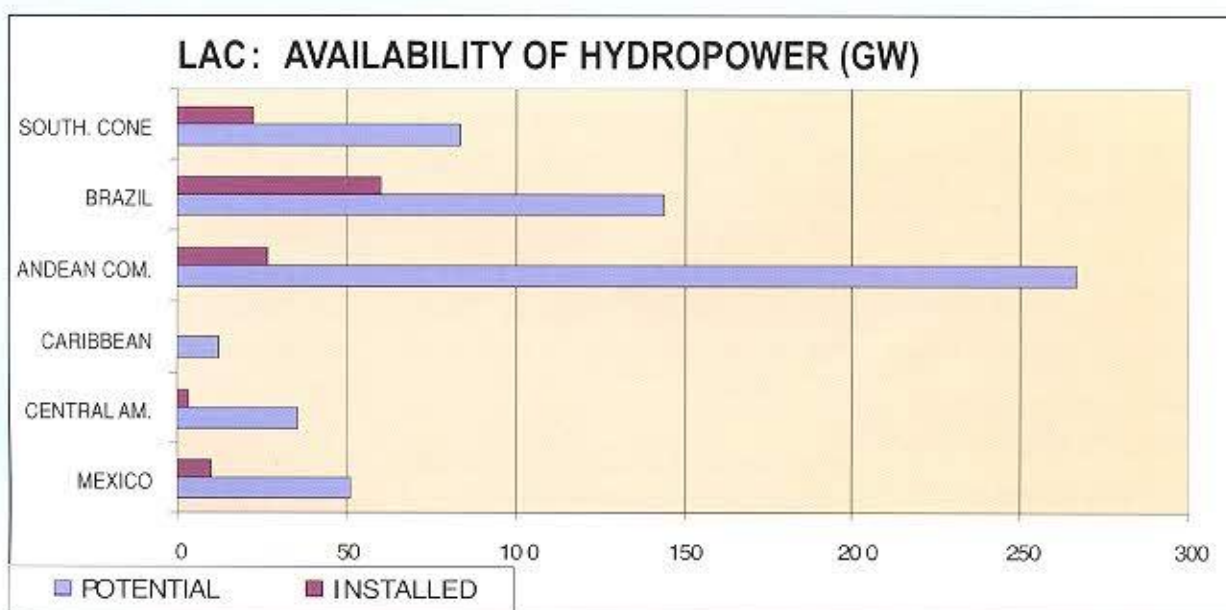
Latin America has large amounts of hydraulic resources that are economically attractive, which can ensure the stability of supply for meeting future electric power demand. The region's hydropower supply is estimated at about 594 GW, which accounts for 22.7% of the world's total, of which only 20.8% has been tapped. Most of this potential can be found in the countries that are members of the Andean Community of Nations (44.9%), Brazil (24.1%) and the Southern Cone (14.2%), as indicated in Figure 1.

The countries of Latin America have a high component of installed hydraulic energy, and fortunately there is still much more to

be tapped. Brazil has the highest available potential (143.4GW), and its electric power system is already comprised of a high share of hydropower (84.5%). By contrast, some of the Caribbean countries do not have any potential for expanding their electric power system with hydraulic stations and have had to focus their efforts on other types of fuels, preferably fossil fuels. In the region, 55% of installed capacity in the year 2000 corresponds to hydropower stations (see Figure 2).

Hydropower, as a general baseline energy producer, accounted for about 63% of total electric power supply in the region in the year 2000; 34% of generation is thermoelectric, basically using as feedstock oil, natural gas, and coal, as well as nuclear energy (2%) and geothermal energy (1%), as indicated in Figure 3. These last two sources of energy have only been developed to a very limited extent in the region, although they are important for countries

Figure 1



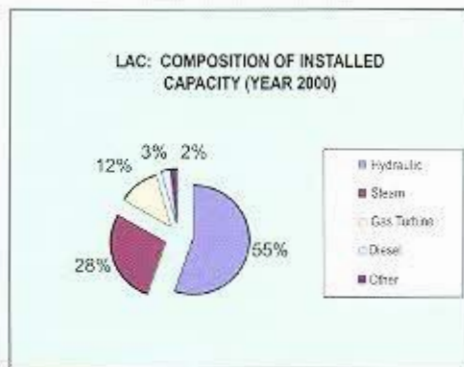


Figure 2

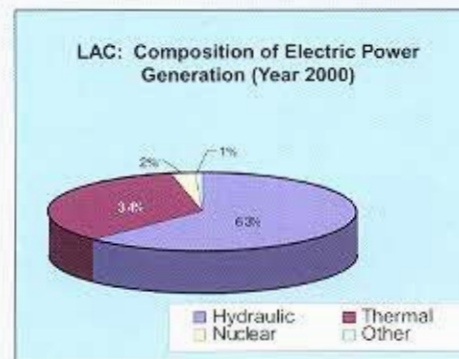


Figure 3

like Argentina, Brazil, Mexico, and the Central American countries.

In the case of Brazil, it can be observed that hydropower resources are the most important sources of electricity, as they accounted for a share of more than 90% of generation in the year 2000 (see Figure 4).

In Figure 5, it can be observed for the period 1970-2000 that the growth of hydropower continues to be very high, although over the last few years its pace has declined as a result of the incorporation of thermoelectric stations that use natural gas as feedstock. When analyzing the composition of the region's electric power installations, it can be observed that, by 1970, hydropower accounted for a share of 47.5%, then in 1993 its share had risen to 59.3%, and finally it declined to 55% in the year 2000.

### New structure of the electric power sector

In the previous vertical structure of the electric power subsector, the State was in charge of electric power planning, financing, construction, administration, and operation, and of course all the risks inherent to these activities as well.

With the change in the role of the State, private-sector investors have taken over the building of new stations to meet demand efficiently, on a continuous basis, and with the timeliness required, so as to promote industrial development and avoid electricity rationing, which has already caused much damage to the economy of the countries.

Efforts should be made to ensure that the changes stemming from the reforms in generation structures and new financing mechanisms are technically, economically, and ecologically suitable and do not trigger adverse impacts for the economy of the countries and society as a whole.

### Growth expectations

Although there are enough water resources that can be developed economically and although, in the majority of the region's countries, fuel has to be imported to operate thermoelectric stations, which contribute to the greenhouse gas effect, the trend over the next few years is to install this thermoelectric stations, because their lead times are shorter, investment requirements smaller, and investment return periods shorter.

Private-sector investors need returns on their investment over shorter periods of time. The long lead time and useful time of hydropower stations require periods of over 30 years to ensure investment recovery. To address this situation, new financing schemes need to be created by multilateral credit institutions and international banks to stimulate the development of hydropower resources.

According to OLADE projections based on information provided by its member countries, up until the year 2010 the composi-

tion of electric power facilities in Latin America and the Caribbean will continue to be characterized by the predominance of hydropower resources (53%) over other types of resources (see Figure 6). By the year 2020, however, the share of thermo-electric stations using natural gas and oil products as feedstock will predominate (53%) (see Figure 7). Nevertheless, if the overall share of thermoelectric generation facilities is broken down, it is apparent that hydropower continues to predominate. In the next two decades, the construction of close to 50,000 MW of hydraulic origin is expected in the region, of which 60% will be installed in Brazil.

### Regional integration

In the new scheme, the formulation of suitable regulatory frameworks and the estab-

lishment of institutions in charge of their enforcement have turned out to be a highly complex task. The decisions taken in the region have exerted a major incidence on the efficiency of the subsector and the economic prosperity of the countries. In the framework of the specific circumstances of each country, strategies are required to match the interests and objectives of society and the economy with those of public and/or private companies in charge of developing the electric power industry, which will help to ensure the fluidity of both the process and trade of electrical energy, not only in the countries themselves but also with their neighbors and, in the immediate future, in the region as a whole.

In this regional framework, energy integration processes require the development of projects with a subregional and region-

al perspective that can ensure long-term supply security. The political orientation should lead to the creation of efficient markets based on the optimization of national systems. Thus, governments will have better fulfilled their responsibility to guarantee public service delivery to the neediest socioeconomic sectors, as a result of declining prices.

### Environmental impact

The position of environmentalists who believe that the development of hydraulic resources damages the biological ecosystems of the rivers where dams are to be built should be studied. Along with these impacts, there are those stemming from human settlements and the destruction of forests as a result of road building. Despite all of these criticisms, the development of hydropower projects exerts the least amount of environmental impact.

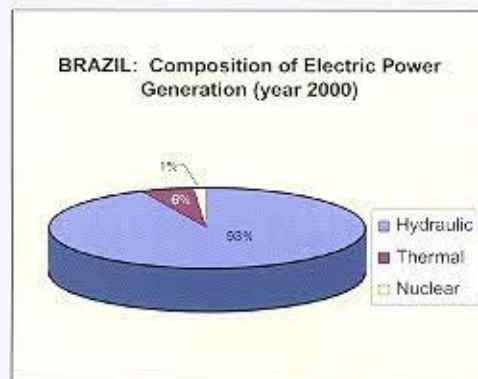


Figure 4

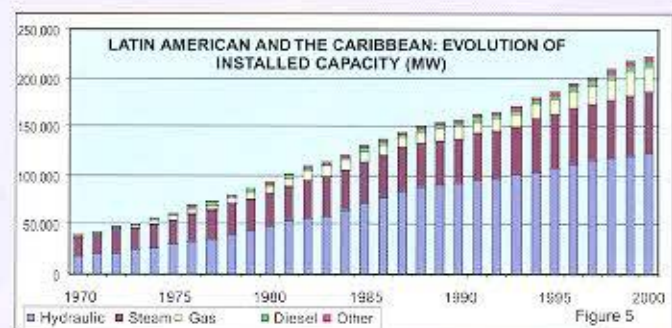


Figure 5

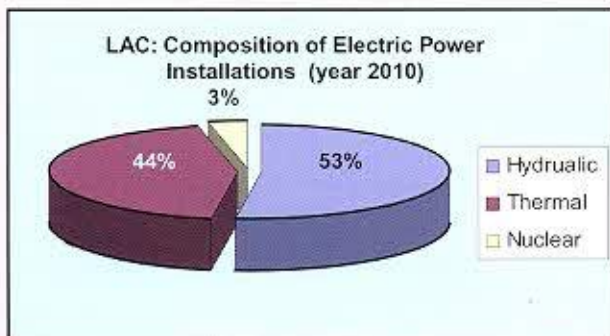


Figure 6

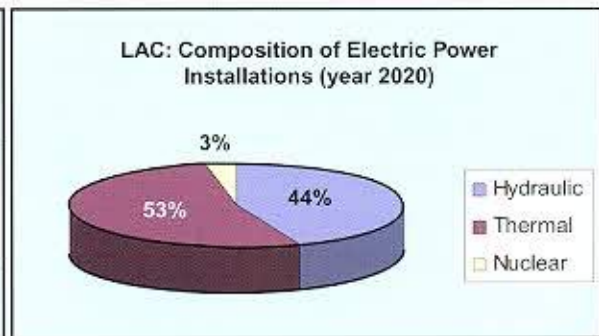


Figure 7

The construction of electric power stations that use new cleaner technologies that tap geothermal, wind, and solar resources may contribute to meeting demand but unfortunately they cannot cover all the needs for the development of the region's electric power market and as yet they are not competitive.

The oil/gas bias of power generation projects that are financed by the private sector will produce higher levels of emissions as a result of power generation, especially CO<sub>2</sub>, than the emissions that would come from a growing share of hydropower in the traditional model.

The impact of this bias is difficult to estimate; nevertheless, it is evident that the share of hydropower in electric power production is being reduced in Latin America for the benefit of thermoelectric generation and that production from gas turbines (using natural gas or oil products as feedstock) or combined cycle plants (using

natural gas) will be increasing considerably.

### The future of hydropower stations

On the basis of the economic assessment studies for the projects that are included in the catalogue of new stations in each one of the region's countries, it can be concluded that hydropower stations are in general the most economical on the market over the long term. Their long maturity period, until operation starts up, and the high investment costs involved require that decisions on their construction be taken very much in advance.

For the immediate future, it is important that multilateral institutions help governments create a suitable environment for optimal decisions to be taken so as to encourage the construction of new hydropower stations. When taking deci-

sions to build hydropower projects, the following should be kept in mind:

- The stations are far from consumption centers.
- The impossibility of "moving" the station.
- Long lead time.
- Long useful life.

One advantage of hydropower stations is that they contribute considerably to reducing the greenhouse gas problem, which is major problem for our modern world, one that is increasingly severe.

Furthermore, the building of hydropower stations will make fossil energy sources that would otherwise have been used available for other sectors of the economy and exports.