

Cooperación regional en Asia y el Pacífico: Planificación en materia de energía, electricidad y energía nucleoelectrónica

A través de un programa de cooperación técnica del OIEA, diversos países están adquiriendo experiencia para analizar sus opciones energéticas

por J. Easey
y P. Molina

Durante los últimos cinco años, los países de la región de Asia y el Pacífico han venido trabajando conjuntamente en el marco de un programa de cooperación del OIEA para estudiar sus perspectivas energéticas. Esta labor se ha ejecutado mediante una serie de talleres y cursos de capacitación, organizados a través del Acuerdo de Cooperación Regional (ACR) para la investigación, el desarrollo y la capacitación en materia de ciencias y tecnología nucleares, iniciado en 1972. Desde entonces, 15 países de la región de Asia y el Pacífico han pasado a ser miembros del ACR: Australia, Bangladesh, China, Filipinas, India, Indonesia, Japón, Malasia, Mongolia, Pakistán, República de Corea, Singapur, Sri Lanka, Tailandia y Viet Nam.

En los últimos decenios, se ha realizado una amplia gama de actividades del ACR, principalmente en las esferas de la agricultura, la industria, la medicina, la protección radiológica y las ciencias nucleares básicas. En 1987 se amplió el alcance del programa con el inicio del proyecto sobre planificación de la energía y la energía nucleoelectrónica, el cual se centró fundamentalmente en acrecentar la experiencia nacional en el uso de dos modelos para la planificación de la energía y la energía nucleoelectrónica, a saber, el Modelo para el Análisis de la Demanda Energética, conocido por los siglas MAED (Model for Analysis of Energy Demand), y el conjunto de programas de cómputo para planificación de la expansión de los sistemas de generación eléctricos, conocido por las siglas WASP (Wien Automatic System Planning Package). El proyecto, establecido originalmente con una duración de cuatro años, se extendió realmente hasta 1992. En julio de 1993, en

una reunión celebrada en Yakarta, los coordinadores nacionales del proyecto recomendaron su prórroga.

En el presente artículo se examinan las actividades realizadas en el marco del proyecto energético del ACR, y se informa acerca del plan de acción que se recomienda para la siguiente etapa del proyecto.

Antecedentes económicos y energéticos

En el transcurso del último decenio, los países que participan en el ACR, conjuntamente con algunos otros de la región de Asia y el Pacífico, han registrado un rápido crecimiento económico que sobrepasa ampliamente al de otras regiones del mundo. Esto se ha traducido en un mejoramiento de los niveles de vida y, como es de suponer, en un aumento de la demanda de productos y servicios. Estos y otros aspectos han contribuido al incremento de la demanda de energía en general, y de electricidad en particular, en toda la región, donde algunos países poseen tasas de crecimiento anual muy elevadas.

Si bien las cifras son una manifestación elocuente de los resultados económicos de los países del ACR, es preciso considerar esos resultados atendiendo a índices expresados per cápita. (Véanse los cuadros.) En este contexto, pueden apreciarse grandes diferencias entre algunos países del ACR cuyo producto interno bruto (PIB) per cápita oscila entre unos 130 dólares (dólares constantes de los EE UU de 1980) en el caso de Viet Nam, y alrededor de 13 000 dólares de los EE UU en el de Australia y el Japón.

De igual manera, en 1991, el consumo de energía per cápita entre los países del ACR tuvo marcadas diferencias. El margen más elevado correspondió a Singapur, con un consumo per cápita de 6667 kilogramos de petróleo equivalente (kgpe), y a Australia, que consumió 5033,5 kgpe. En el otro extremo del espectro figuraron Bangladesh, con 77,4 kgpe y Viet Nam, con 148,4 kgpe. El consumo medio de 1991 en los países del ACR fue de unos 676 kgpe,

El Sr. Easey es el Coordinador del Acuerdo de Cooperación Regional (ACR) del OIEA para la investigación, el desarrollo y la capacitación en materia de ciencias y tecnología nucleares del Departamento de Cooperación Técnica, y el Sr. Molina es funcionario de la División de Energía Nucleoelectrónica del OIEA.

lo que representó menos de la mitad del promedio mundial, que en 1991 fue de casi 1583 kgpe.

En 1991 la producción de electricidad per cápita de los países del ACR también presentó un amplio margen. En los niveles más elevados figuraron Australia (8533 kWh) y el Japón (7129 kWh), mientras que en los más bajos se encontraban Bangladesh (67,1 kWh) y Viet Nam (120 kWh). Es importante señalar los altos niveles que registraron países como Singapur (5725,4 kWh) y Mongolia (1291,7 kWh). Con todo, el consumo medio de electricidad per cápita de los países del ACR fue de 817,4 kWh en comparación con el promedio mundial de 2195 kWh en 1991.

Una posible explicación del impresionante crecimiento económico registrado en Asia pueden ser las actuales modalidades del comercio en la región. El comercio regional está cobrando constantemente más importancia, y se espera que en el futuro supere el comercio con otras regiones del mundo, lo cual hará que la región sea más autosuficiente. Se prevé que el crecimiento económico de Asia se mantenga durante los próximos años, y ello tendrá una gran repercusión en la demanda de energía en general, y de electricidad en particular.

El desarrollo económico por sí solo motivará un aumento de la energía requerida para producir los bienes y servicios que se prevé que estimulen el desarrollo del sector de exportaciones. Al mismo tiempo, habrá una mayor demanda de energía para satisfacer las necesidades domésticas de la población.

Se espera que en la demanda total de energía de toda la región, la electricidad adquiera mayor importancia, como ha ocurrido en los países industrializados. Muchos países de Asia experimentan un proceso de industrialización que traerá aparejada la instalación de nuevas fábricas modernas que emplean la electricidad de manera más intensiva. Además, el ritmo de la electrificación aumentará los esfuerzos por llevar los servicios a todos los poblados no electrificados. A su vez, se observará una tendencia ascendente del consumo energético per cápita a medida que la población requiera un mayor número de aparatos electrodomésticos.

Desde el punto de vista del suministro de electricidad, se sabe que la región posee abundantes reservas energéticas para satisfacer la demanda prevista. Sin embargo, existen algunas complicaciones. En primer lugar, los recursos no se encuentran distribuidos de manera uniforme dentro de la región y ni siquiera dentro de los países que los poseen. Además, en muchos casos, los principales centros de demanda energética están ubicados a grandes distancias de las reservas. El problema se agrava en los países que presentan determinadas condiciones geográficas (insulares), o que carecen de infraestructuras de transporte apropiadas.

Estos factores subrayan la necesidad de que se planifiquen cuidadosamente las futuras instalaciones de producción de energía y electricidad.

Hasta la fecha, los países de la región han realizado denodados esfuerzos para planificar sus sistemas energéticos y eléctricos. Con todo, en el futuro habrá que redoblar los esfuerzos a medida que se hagan más escasos los recursos energéticos primarios y continúe aumentando la demanda. Por otra

Tasas de crecimiento anual medio de los países miembros del ACR (1980-1991)

Datos expresados en porcentajes	Población	PIB 1980-1990	Consumo de energía	Producción de electricidad
Australia	1,52	3,21	2,08	4,00
Bangladesh	2,56	3,45	5,95	11,60
China	1,48	8,73	4,49	7,63
Filipinas	2,49	1,72	2,04	1,98
India	2,07	5,74	5,09	9,74
Indonesia	2,00	4,70	3,94	11,28
Japón	0,55	4,25	2,30	4,41
Malasia	2,65	5,95	7,40	9,96
Mongolia	2,78	6,05	2,49	7,59
Pakistán	3,27	6,15	6,33	11,21
República de Corea	1,27	8,71	6,56	11,78
Singapur	1,15	6,98	4,88	8,31
Sri Lanka	1,49	4,25	2,76	6,66
Tailandia	1,56	7,49	5,75	12,03
Viet Nam	2,18	4,54	0,19	6,89
Media de los países del ACR	1,80	5,33	3,97	6,53

Producto interno bruto (PIB), consumo de energía y producción de electricidad per cápita en los países miembros del ACR

	PIB per cápita (dólares de los EE UU de 1980)		Consumo de energía per cápita (kg de petróleo equivalente)		Producción de electricidad per cápita (kWh)	
	1980	1990	1980	1991	1980	1991
Australia	10 674	12 595	4 735	5 033	6 542	8 533
Bangladesh	171	186	54	774	29	73
China	293	584	473	652	288	549
Filipinas	724	669	457	435	356	337
India	251	356	239	329	161	358
Indonesia	517	670	422	519	90	233
Japón	9 068	13 006	2 953	3 573	4 708	7 129
Malasia	1 779	2 439	760	1 252	697	1 486
Mongolia	835	1 142	1 424	1 380	781	1 292
Pakistán	328	431	222	306	172	389
República de Corea	1 637	3 318	1 156	2 024	997	2 956
Singapur	4 853	8 494	4 478	6 667	2 700	5 725
Sri Lanka	279	364	242	278	111	192
Tailandia	688	1 211	522	813	310	913
Viet Nam	105	132	184	148	73	120
Media de los países del ACR	842	1 183	536	676	496	817

Nota: Se han redondeado los datos.

parte, las inversiones en el sector energético y eléctrico competirán fuertemente con otras que se requieren para el desarrollo socioeconómico general, como por ejemplo, la atención de la salud y la educación. Además, con la creciente consideración de las cuestiones ambientales, se ha complicado aún más la labor de lograr un equilibrio adecuado entre el suministro y la demanda de energía.

En el caso de la electricidad, habrá que evaluar cuidadosamente todos sus ciclos de producción, principalmente dado el aumento previsto de la participación de la electricidad en la energía total. Los sistemas que se basan particularmente en el quemado

Reactores de potencia ubicados en los países miembros del ACR

	Reactores de potencia				Producción nuclear/participación en el total de electricidad		Experiencia de explotación	
	En funcionamiento		En construcción		TWh eléctricos	% del total	Años	Meses
	N° de unidades	Capacidad neta en MWe	N° de unidades	Capacidad neta en MWe				
Total mundial	424	330 651	72	59 720	2027,4	16,7	6479	9
Miembros del ACR:								
China	1	288	2	1 812	0,5	0,1	1	1
India	9	1 593	5	1 010	5,6	3,3	101	3
Japón	44	34 238	9	8 129	217,0	27,7	556	11
Paquistán	1	125	0	0	0,5	1,2	21	3
República de Corea	9	7 220	3	2 520	56,5	43,2	72	1
Total del ACR	64	43 464	19	13 191	280,1	17,2	752	7
Porcentaje del total mundial	15,1	13,1	26,4	22,6	13,8			11,6

de combustibles fósiles deberán evaluarse desde el punto de vista de sus repercusiones ambientales. Aunque las fuentes de energía renovables y la energía nucleoelectrica se aceptan como menos nocivas para el medio ambiente, éstas tendrán que evaluarse respecto de sus requisitos industriales y de los combustibles que se necesitan para el proceso de fabricación y la construcción de la planta, la elaboración o fabricación del combustible, así como la evacuación de los desechos. En estas evaluaciones comparativas se tendrán que considerar el combustible que se quema en una central, todos los aspectos relacionados con el uso del combustible en ella, y hasta su construcción. En este sentido, las centrales nucleares presentan la ventaja de no producir prácticamente emisiones atmosféricas en comparación con las alimentadas con combustibles fósiles. Sin embargo, aún existen preocupaciones respecto de la evacuación del combustible nuclear gastado.

En la actualidad, la demanda de electricidad en los países del ACR se satisface fundamentalmente con hidrocarburos, y esta tendencia continuará en

el futuro. Al presente, la energía nucleoelectrica representa alrededor del 10% de la capacidad eléctrica total de la región, y cerca del 12% de la generación total de electricidad. Esto obedece mayormente a la capacidad nuclear instalada en el Japón y la República de Corea. (Véase el cuadro.) Sólo cinco países del ACR tienen en funcionamiento reactores nucleares de potencia (China, India, Japón, Pakistán y República de Corea). A fines de 1992, estos países tenían en funcionamiento 64 reactores de potencia con una capacidad combinada de 43 464 MWe (neta), que en su conjunto representan alrededor del 13% de la capacidad nuclear total a nivel mundial. Esos mismos países construyen 19 reactores de potencia, con una capacidad combinada de 13 191 MWe (neta). Si se conectan a la red según lo programado, estas centrales aumentarán la participación del grupo del ACR en la capacidad nuclear mundial hasta casi el 15% para el año 2000.

Después del 2000, se prevé que esta participación aumente aún más con la introducción de la energía nucleoelectrica en algunos otros países. Por ejemplo,

Estimaciones del consumo mundial de energía, electricidad y energía nucleoelectrica

Grupo de países	1992			2000 (estimación)			2010 (estimación)		
	Uso total de energía (EJ)	Participación de la electricidad (%)	Participación de la energía nucleoelectrica (%)	Uso total de energía (EJ)	Participación de la electricidad (%)	Participación de la energía nucleoelectrica (%)	Uso total de energía (EJ)	Participación de la electricidad (%)	Participación de la energía nucleoelectrica (%)
América del Norte	92,1	38,2	7,3	94-95	40-43	7,2-7,3	95-99	43-50	7,3-7,4
América Latina	23,7	27,5	0,5	30-32	30-31	1,0-1,1	40-45	35-36	1,0-1,2
Europa occidental	60,2	38,8	11,9	63-64	42-43	12	66-68	47-50	10-13
Europa oriental	70,9	29,2	3,5	72-73	32-34	4,3-5,1	73-76	35-40	5,2-7,5
Africa	15,5	20,8	0,6	20-21	21-22	0,5	28-30	22-23	0,4-1,0
Oriente Medio y Asia meridional	27,3	21,5	0,2	34-35	24	0,5-0,7	45-49	27-28	0,5-0,9
Asia sudoriental y el Pacífico	13,6	24,4		17-18	27		23-25	31-32	0,2-0,8
Lejano Oriente	62,7	30,6	4,7	73-76	33-34	5,8-6,5	90-98	35-38	6,1-7,8
Total mundial	366,0	32,1	5,3	403-414	34-35	5,5-5,8	460-490	37-40	5,2-6,4

Fuente: Colección de Datos de Referencia N° 1 del OIEA.

Indonesia está realizando un estudio de viabilidad de un proyecto de energía nucleoelectrica cuya explotación está prevista para el año 2005. Se espera que otros países acometan estudios similares. (Véase en el presente número el artículo relacionado con este tema que comienza en la página 2.)

Según las tendencias existentes, es probable que la energía nucleoelectrica contribuya significativamente al desarrollo futuro de los países del ACR. Con todo, se precisará de una esmerada planificación en lo que concierne a la construcción de las centrales y, posteriormente, a su explotación sin riesgos, lo cual exige que se adopten decisiones oportunas en ambas esferas. La planificación reviste una importancia mayor al considerar la introducción del primer reactor de potencia en la red eléctrica de un país.

Proyecto del ACR para la planificación de la energía

En 1987, como parte del programa del ACR, se aprobó un proyecto sobre Planificación de la energía y la energía nucleoelectrica (PEEN).

El proyecto persiguió el objetivo fundamental de promover la cooperación regional en la esfera de la planificación de la energía y la energía nucleoelectrica centrándose en la experiencia que han adquirido los países del ACR en el uso de los modelos de programas de cómputo del OIEA, conocidos como MAED y WASP. Con ese fin se organizaron talleres, cursos de capacitación y otras actividades.

Talleres. El primer taller se celebró en Yakarta, Indonesia, del 7 al 11 de diciembre de 1987, y versó básicamente sobre el modelo WASP. Su objetivo principal consistió en promover el intercambio de información y de experiencia entre los países de la región en el uso del modelo WASP para planificar la ampliación de los sistemas eléctricos, incluida la planificación de la energía nucleoelectrica. El segundo objetivo de la reunión fue considerar si era preciso perfeccionar el programa WASP para adaptarlo mejor a las necesidades de los países de la región.

Posteriormente se celebraron tres talleres similares: en Kuala Lumpur, Malasia, del 5 al 9 de diciembre de 1988, en el que además del WASP se incorporó el modelo MAED; en Beijing, China, del 4 al 8 de septiembre de 1989, y en Daejeon, República de Corea, del 27 al 31 de agosto de 1990. En los dos últimos talleres también se analizó la importancia de las cuestiones ambientales respecto de la planificación de la energía y la electricidad.

En cada taller los participantes ofrecieron disertaciones en las que se analizaron la situación energética, eléctrica y nucleoelectrica de sus respectivos países. Esto permitió el intercambio de datos concretos, y los participantes tuvieron la oportunidad de determinar conjuntamente los principales problemas y formular recomendaciones sobre los planes de acción. Se reconoció que los modelos de planificación MAED y WASP son instrumentos muy eficaces para planificar la energía y la electricidad, y los participantes recomendaron que se organizaran cursos regionales de capacitación para proporcionar una formación especializada a expertos de la región.

Cursos de capacitación. En el marco del proyecto del ACR se organizaron dos series de cursos regionales de capacitación.

Conforme a las recomendaciones formuladas en los talleres, se organizó una serie de cursos sobre el tema de la planificación de la ampliación del sistema eléctrico. El primer curso se celebró en el Asian and Pacific Development Centre (APDC) de Kuala Lumpur, Malasia, cuyo gobierno sirvió de anfitrión conjuntamente con el APDC, y contó con el copatrocinio financiero del Asian Development Bank (ADB). También se recibió apoyo del Banco Mundial (BIRF) y de la Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para Asia y el Pacífico (CESPA). El segundo curso se celebró en el Organismo encargado del desarrollo hídrico y eléctrico (WAPDA) de Lahore, Pakistán, y fue auspiciado por el Gobierno de ese país por intermedio del WAPDA y de la Atomic Energy Commission del Pakistán (PAEC), y contó con el copatrocinio financiero del ADB. La CESPA y el Gobierno del Canadá también brindaron apoyo adicional en el marco de un proyecto de la Canadian International Development Agency (CIDA), que está ejecutando la ACRES International Ltd. para el Pakistán.

En estos cursos se subrayaron principalmente los vínculos existentes entre la planificación de la energía, incluida la de la electricidad, y otros sectores de la economía. En particular, los participantes recibieron capacitación sobre el uso de la metodología del OIEA para planificar la ampliación del sistema eléctrico y el programa de computadora WASP-III, en su versión para computadoras personales. En cada curso, grupos de dos o tres participantes del mismo país realizaron estudios de casos usando sus datos nacionales. Los conferenciantes que ofrecieron los cursos procedían de países de la región y de otras regiones, así como del ADB, la CESPA, el BIRF y el OIEA. Mediante estos cursos, se capacitó a un total de 58 planificadores de la energía y la electricidad procedentes de 10 países del ACR.

También se organizó otra serie de cursos regionales de capacitación gracias a una contribución especial de la República de Corea. Esta serie se centró fundamentalmente en la planificación y ejecución de proyectos de energía nucleoelectrica. Celebrados en el período de 1988 a 1991, estos cursos de tres semanas de duración fueron organizados por el Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI) de Daejeon, e incluyeron una serie de temas de actualidad basados en la experiencia coreana. En estos cursos de capacitación participaron en total 64 especialistas, incluidos 54 procedentes de 11 países miembros del ACR. La mayoría de los participantes tenían amplia experiencia en la esfera de la ciencia y tecnología nucleares.

Mediante estos cursos se procuró proporcionar a los participantes conocimientos prácticos y métodos para la dirección de centrales nucleares, que abarcaban desde estudios de viabilidad y evaluaciones de las ofertas hasta la explotación comercial. El último curso se centró particularmente en el desarrollo de las infraestructuras organizativas, industriales y de personal que son esenciales para emprender un programa nucleoelectrico.

La mayoría de los conferenciantes de estos cursos provenían de la República de Corea y entre ellos fi-

guraban expertos del KAERI y de otras compañías coreanas, tales como la Korea Power Electric Corporation, Korea Power Engineering Company, Korea Heavy Industries Construction Company, Ltd., y de algunas universidades. En cada curso se celebraron varias rondas de debates sobre temas concretos a fin de poner de relieve la experiencia obtenida a partir de los diferentes métodos adoptados para planificar los programas nucleoelectrónicos. También se incluyeron visitas a emplazamientos nucleares y conexos, así como demostraciones prácticas de tecnología como por ejemplo, los simuladores de centrales nucleares.

Actividades futuras del proyecto

En la reunión celebrada en julio de 1993 para formular el proyecto del ACR sobre la planificación de la energía y la energía nucleoelectrónica, los países participantes examinaron las necesidades y las direcciones futuras. La reunión fue auspiciada por el Gobierno de Indonesia y organizada por su Organismo Nacional de Energía Atómica (BATAN) en sus instalaciones de Pasar Jumat. En ella participaron coordinadores nacionales de Australia, Bangladesh, China, Filipinas, India, Indonesia, Malasia, Mongolia, Pakistán, República de Corea, Sri Lanka, Tailandia y Viet Nam.

Al examinar el proyecto, los coordinadores nacionales convinieron en que la primera etapa había sido muy beneficiosa porque proporcionó experiencia sobre la metodología WASP y había servido de medio eficaz para el intercambio regional de conocimientos en materia de planificación de la energía, la electricidad y la energía nucleoelectrónica. Según su criterio analítico, era necesario aprovechar más esta inversión en el plano nacional, mediante una mayor capacitación del personal clave usando el método de

“capacitación de capacitadores”, y aumentar la precisión de los resultados de los estudios mediante el enriquecimiento de la información contenida en las bases de datos nacionales. Además, se estimó que este proyecto podría contribuir positivamente a la hora de formular estrategias eficaces para la utilización de la energía nucleoelectrónica.

Al recomendar una prórroga del proyecto por otro quinquenio, los coordinadores nacionales formularon dos objetivos técnicos que deberían servir de base para la cooperación futura:

- Aumentar y perfeccionar la fiabilidad y calidad de las capacidades de previsión, planificación y análisis de la región respecto de las necesidades futuras de energía y electricidad, así como de sus repercusiones.
- Facilitar la aplicación de los programas nucleoelectrónicos a escala nacional, mediante el acopio y el análisis de la información sobre las estrategias eficaces que utilizan los países del ACR.

Durante el decenio de 1990, y a principios del siglo venidero, los países del ACR tendrán que adoptar nuevas medidas para reforzar sus capacidades de generación de electricidad. La necesidad de lograr una planificación apropiada es y seguirá siendo de capital importancia. Como aporte a este proceso de análisis y evaluación, el proyecto del ACR en materia de planificación de la energía y la energía nucleoelectrónica puede continuar prestando un valioso apoyo.

Comentando los planos de la primera central nuclear de la República de Corea, Kori, en 1974. Actualmente, nueve reactores de energía nucleoelectrónica suministran más del 40% de la electricidad del país.

