

Cursos de capacitación en energía nucleoelectrónica

La capacitación de personal técnico para proyectos de energía nucleoelectrónica en los países en desarrollo constituye ahora una parte importante del programa de asistencia técnica del OIEA. Un proyecto de energía nucleoelectrónica es una empresa compleja, que exige un personal numeroso capacitado y con experiencia en cada fase del proyecto. Algunas veces hay tendencia a subestimar la magnitud del proyecto, así como la cantidad y capacitación del personal técnico necesario para programar, iniciar, y poner en marcha con éxito una central nuclear. Como, por lo general, no es fácil obtener en los países en desarrollo capacitación práctica en estas materias, el OIEA ha iniciado un programa de cursos especiales de capacitación en colaboración con países invitantes que poseen amplia experiencia nuclear y pueden proporcionar servicios adecuados de capacitación.

Hay dos cursos básicos que son las piedras angulares del programa de capacitación del Organismo en energía nucleoelectrónica: un curso sobre **planificación y ejecución**, y un curso sobre **dirección de la construcción y explotación**. Estos dos cursos son independientes uno de otro. Su finalidad es capacitar personal para dos fases distintas de la ejecución de los proyectos; normalmente, un participante solo optará por uno de los dos cursos.

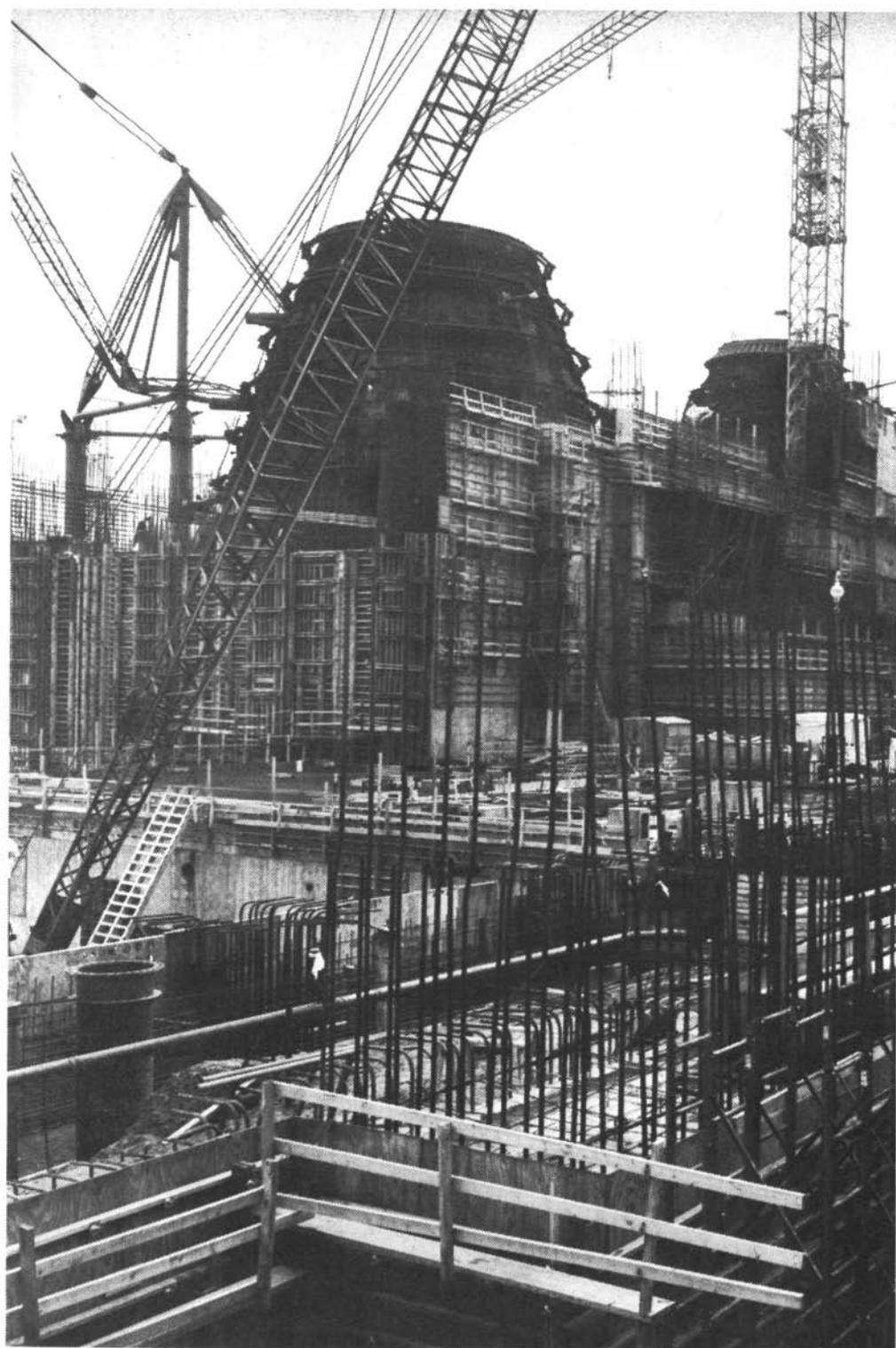
Por supuesto, los diversos países en desarrollo participantes se hallan en fases distintas de progreso de la energía nucleoelectrónica, fases que se definen en el Cuadro 1. El curso de capacitación en planificación y ejecución se refiere sobre todo a las fases 0 a 3 inclusive, y el curso sobre dirección de la construcción y explotación es útil sobre todo a los países que se hallan en las fases 4 y 5. El Cuadro 2 indica las fases en que se estima se encuentran los diversos Estados Miembros en desarrollo del Organismo. Incluso los participantes de países que se hallan en las fases 0 y 1 consideran útil el curso sobre planificación y ejecución, ya que les permite darse cuenta de la magnitud de un proyecto nucleoelectrónico.

En los últimos años, el OIEA ha organizado varios cursos y seminarios relacionados con el desarrollo de la energía nucleoelectrónica entre ellos los siguientes: Aspectos técnicos y económicos de la energía nucleoelectrónica (Viena 1969, Tailandia 1973, Filipinas 1976), Evaluación de ofertas y ejecución de proyectos de centrales nucleares (Japón 1971), y Planificación de la energía nucleoelectrónica (Jamaica 1975).

En 1974, con el estímulo debido a la crisis de la energía, se examinaron estas actividades de capacitación para determinar si el Organismo debía desempeñar un papel más activo. Tras de consultar con un comité de expertos, se consideró que convenía dar prioridad a la capacitación en la planificación de proyectos nucleoelectrónicos. Como no se organizaban en ningún lugar cursos adecuados de ese género, el Organismo tomó la iniciativa de crear y dirigir tales cursos.

Se elaboró el programa de enseñanza y se recibieron comunicaciones de los Estados Unidos de América, Francia y la República Federal de Alemania en las que estos países ofrecían su hospitalidad, así como medios materiales y personal docente para los cursos. El primer curso de planificación y ejecución de proyectos nucleoelectrónicos se inició en septiembre de 1975 en el Centro de Investigaciones Nucleares de Karlsruhe (República Federal de Alemania). El curso de dirección de la construcción y explotación se celebró por primera

La complejidad y magnitud de los trabajos de construcción de una central nuclear se evidencian en esta fotografía de las obras de la central de La Salle en Seneca, Illinois (Estados Unidos de América), en donde la Commonwealth Edison Company está instalando dos reactores de agua en ebullición de 1078 MWe.



Cuadro 1
Fases de desarrollo de la energía nucleoelectrica

Definiciones

Fase 0:	Anterior a la planificación No se ha iniciado todavía la planificación de la energía nucleoelectrica. Esta solo interesa como posibilidad a medio o a largo plazo
Fase 1:	Planificación Propósito de implantar la energía nucleoelectrica, pero sin ningún plan o programa concreto elaborado.
Fase 2:	Viabilidad Programa nucleoelectrico existente, con planes concretos relativos a una primera central nuclear. Todavía no iniciado el proceso de presentación de ofertas.
Fase 3:	Contratación Decisión adoptada de instalar una primera central nuclear. Construcción aún no iniciada.
Fase 4:	Construcción Primera central en construcción, explotación industrial aún no iniciada.
Fase 5:	Explotación Primera central nuclear en explotación industrial normal.
Fase 6:	Experiencia confirmada Por lo menos dos centrales nucleares en explotación; más en construcción y en proyecto.
Fase 7:	Autarquía Capacidad en el país para realizar los trabajos de diseño, ingeniería y construcción.

vez de septiembre a diciembre de 1976 en el Argonne Center for Educational Affairs (Estados Unidos de América). A fines de 1976, 175 participantes de 34 países en desarrollo habían terminado uno u otro de dichos cursos.

CARACTERISTICAS DE LOS CURSOS

Estos cursos son dinámicos y se ajustan a las necesidades de los participantes y a la experiencia en constante evolución del personal docente. He aquí algunas de las características del programa:

Participantes. Los cursos están destinados a administradores técnicos, planificadores, personal directivo, ingenieros con atribuciones especiales y otros profesionales con experien-

Cuadro 2
Países en desarrollo que participan en el programa de capacitación
en energía nucleoelectrica

Fase 0: Anterior a la planificación	Fase 1: Planificación	Fase 2: Viabilidad	Fase 3: Contratación
Arabia Saudita Birmania Ecuador Ghana Iraq Siria Sri Lanka	Argelia Jamaica Perú Singapur Venezuela	Chile Indonesia Malasia Tailandia	Bangladesh Cuba Egipto Grecia Israel Polonia Rumania Turquía
Fase 4: Construcción	Fase 5: Explotación	Fase 6: Experiencia confirmada	Fase 7: Autarquía
Brasil Filipinas Hungría Irán México Rep. de Corea Yugoslavia	Argentina Checoslovaquia Pakistan	Bulgaria España	India

cia que intervengan en el programa nucleoelectrico de los respectivos países. Muchos de ellos han sido propuestos por las compañías eléctricas. Hasta ahora, los participantes que han asistido poseían excelentes cualificaciones. Salvo un número muy reducido de economistas, abogados, administradores y hombres de ciencia, todos eran ingenieros. Su promedio de edad es de unos 36 años.

Tipo de capacitación. La finalidad del curso es la "transmisión de experiencia" en la planificación y ejecución de proyectos, lo que se traduce en un tipo de capacitación práctica y no académica. En cada curso, expertos cuyo número oscila entre 100 y 150 dan conferencias sobre materias en las que poseen competencia y experiencia especiales. También participan en coloquios y sesiones de trabajo. Una de las principales ventajas para los participantes es la oportunidad de discutir sus problemas particulares con expertos y de escuchar muchas opiniones, a veces contradictorias. Los conferenciantes proporcionan a los participantes notas y material informativo sobre el tema de las conferencias.

Contenido del curso. La finalidad de los cursos es ofrecer una visión general, en un plano superior, de un proyecto nucleoelectrico, desde la planificación hasta la explotación, atendiendo especialmente a ciertas fases según cual sea la materia principal del curso (es decir, la planificación y la ejecución o la dirección de la construcción y explotación).



Los participantes en un curso de capacitación sobre energía nucleoelectrica patrocinado por el OIEA visitan las obras de la central de La Salle. El curso tiene lugar en el Centro de Actividades Educativas de Argonne.

Se considera preferible un examen completo de las principales funciones que deben realizarse, en lugar de estudiar a fondo una tema determinado. Se dedican aproximadamente dos tercios de cada curso a la materia principal, consistiendo el resto en un examen general de los principios de la energía nucleoelectrica. El curso se dicta en inglés en Argonne y Karlsruhe, en francés en Saclay. Se necesita un buen conocimiento del idioma de trabajo.

Duración. La duración de los cursos oscila entre 12 y 15 semanas con siete u ocho horas de estudio intenso cada día de trabajo. Aunque el período de estudio intenso es relativamente largo, se ha observado que la moral y el interés de los participantes se mantienen muy elevados durante todo el curso. De todos modos, la duración de tres meses representa un problema para las organizaciones y los gobiernos proponentes, a los que con frecuencia resulta difícil aceptar las prolongadas ausencias de personal encargado de funciones importantes, que tanto necesitan. Alguna vez se ha oído decir: "No podemos prescindir de los hombres que deseáramos recibieran capacitación en esos cursos; no nos interesa enviar a muchos de quienes podríamos prescindir y, por otra parte, no estarían cualificados".

Conferenciantes. Los cursos son internacionales en lo que atañe no solo a los participantes, si no también a los conferenciantes. Alrededor del 80% de los conferenciantes son del país invitante; el resto son funcionarios del OIEA o personas de otros países invitadas por el Organismo.

Plan de estudio. Los planes de estudio de cada curso se basan en los respectivos programas. Casi la mitad del tiempo se dedica a conferencias y la otra mitad se reserva a coloquios,



Enseñanza en clase, en el Centro de Investigaciones de Karlsruhe, República Federal de Alemania. Los participantes en el curso de capacitación sobre energía nucleoelectrónica, organizado por el OIEA, escuchan conferencias pronunciadas por gran número de expertos invitados y por personal del Centro.

Durante el curso de capacitación sobre energía nucleoelectrónica se mantienen muchas conversaciones particulares entre participantes y expertos.



grupos de expertos, sesiones de trabajo y visitas técnicas. Se procede con cierta flexibilidad a fin de adaptar lo más posible las enseñanzas del curso a las necesidades de los participantes, sin pérdida de continuidad ni de coherencia.

Inscripción. Es limitado el número de participantes en cada curso. El número de los mismos que se considera óptimo es de 30 a 40 por curso. En los seis primeros cursos, las 330 solicitudes recibidas sobrepasaron el número de plazas disponibles y no pudo aceptarse a todos los candidatos cualificados. Las propuestas y retiradas tardías de candidatos han causado dificultades administrativas.

Coste. Se invierte aproximadamente un año en la planificación detallada de un curso. El trabajo global de planificación de un curso es de tres a cuatro años-hombre, sin contar la preparación de las diversas conferencias, estudios especiales y grupos de trabajo. Se calcula que el coste por participante equivale a 10 000 dólares de los EE.UU. El OIEA proporciona alojamiento y un modesto estipendio; los gastos de viaje de los participantes son sufragados, como norma, por las organizaciones o los Gobiernos proponentes; los gastos propiamente dichos del curso los paga el Gobierno invitante.

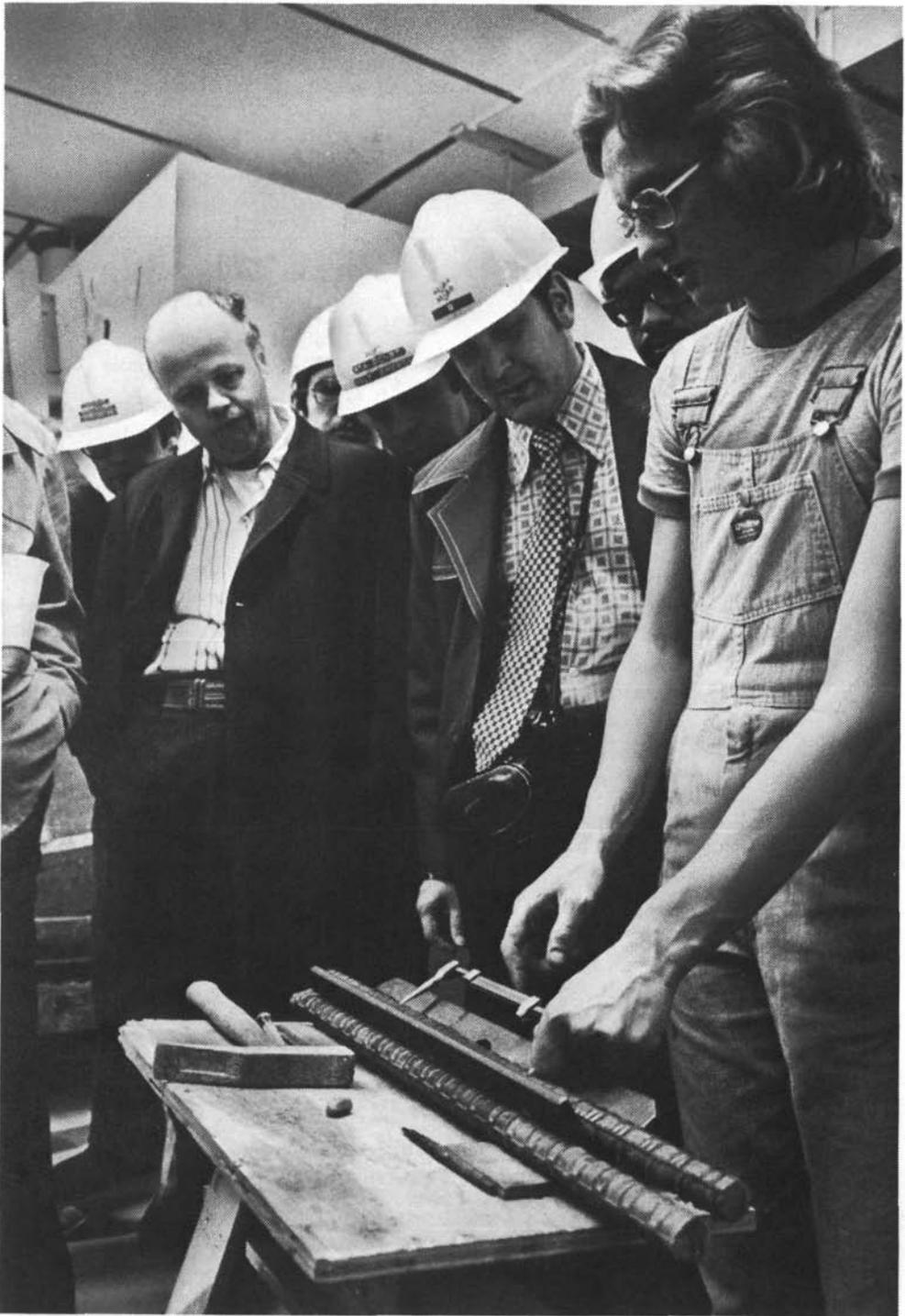
Se aplica rigurosamente la regla de evitar siempre todo tipo de promoción comercial, en particular cuando se trata de expertos relacionados con organizaciones de venta, empresas de arquitectura e ingeniería o casas consultoras. Si bien los expertos tienden a apoyar con entusiasmo las tecnologías que mejor conocen, no se escatiman esfuerzos para establecer un equilibrio adecuado de opiniones exponiendo diversos puntos de vista. Se presta especial atención a los problemas que se observan en los países en desarrollo.

Parece haber una demanda anual constante para que se celebre en inglés uno por lo menos de los cursos. Además, se proyecta celebrar en 1978 un curso en español sobre la realización de proyectos nucleoelectricos. Se organizará en Madrid, orientándolo hacia las necesidades de los ingenieros superiores a quienes incumban o vayan a incumbir las funciones en materia de proyectos nucleoelectricos estipuladas por altos órganos de administración y decisión.

También se proyecta celebrar en 1978 un curso en ruso, en el que se consagre atención preferente a las centrales nucleares del tipo Novovoronezh, y que estará orientado a satisfacer las necesidades de los países que adquieran esas unidades. En el Cuadro 3 figura una lista de los cursos pasados y futuros.

Se ha advertido la necesidad de celebrar cursos más especializados y en profundidad, y se tiene el propósito de organizar algunos de éstos, posiblemente tres o cuatro, en 1978. Probablemente, estos cursos serán más breves (cuatro a ocho semanas) y estarán destinados sobre todo al ingeniero con funciones ejecutivas interesado en una materia determinada. Algunos podrán ser regionales, otros interregionales. Las materias que es posible se consideren son las siguientes:

- Planificación en materia de variantes energéticas
- Selección de emplazamientos de centrales nucleares
- Planificación en materia de reglamentación
- Contracción y financiamiento de proyectos nucleoelectricos
- Estudio de seguridad
- Examen de diseños e ingeniería
- Garantía de calidad
- Control de calendarios y de costes
- Planificación y contratación en lo referente al ciclo del combustible
- Exploración de uranio
- Instrumentación y control de centrales nucleares
- Capacitación y formación de personal
- Dirección de las operaciones
- Control de los materiales nucleares y salvaguardias
- Gestión de desechos



En los cursos de capacitación sobre energía nucleoelectrica se ofrecen demostraciones prácticas a la vez que clases teóricas. En la foto los participantes observan los resultados de un ensayo de resistencia a la tracción de armaduras de hormigón.

Cuadro 3
Cursos de capacitación en proyectos de energía nucleoelectrica

1975	8 septiembre — 19 diciembre	Planificación y ejecución, Karlsruhe, RFA, en inglés
1976	6 enero — 16 abril	Planificación y ejecución, Argonne, EE.UU., en inglés
	30 marzo — 9 julio	Planificación y ejecución, Saclay, Francia, en francés
	6 septiembre — 30 noviembre	Planificación y ejecución, Karlsruhe, RFA, en inglés
	8 septiembre — 16 diciembre	Dirección de la construcción y explotación Argonne, EE.UU., en inglés
1977	18 enero — 29 abril	Dirección de la construcción y explotación Argonne, EE.UU., en inglés
	29 marzo — 8 julio	Dirección de la construcción y explotación Saclay, Francia, en francés
	7 septiembre — 16 diciembre	Planificación y ejecución, Argonne, EE.UU., en inglés
	12 septiembre — 16 diciembre	Dirección de la construcción y explotación Karlsruhe, RFA, en inglés
1978 y años necesarios		según demanda en español, francés, inglés y ruso

La capacitación de técnicos es otra actividad del OIEA; se organizan algunos cursos relacionados con la energía nucleoelectrica, y otros están en proyecto.

El programa de capacitación en proyectos nucleoelectricos ha sido un éxito. Se ha dado a un número considerable de profesionales muy cualificados de países en desarrollo la posibilidad de aprender mediante el contacto directo con especialistas que poseen experiencia de primera mano. Se reconoce que los cursos no pueden sustituir a la formación en el trabajo, pero habrán logrado su finalidad si su resultado es la transferencia de información práctica y fidedigna y si contribuyen a que los países en desarrollo se preparen para dirigir la planificación, construcción y explotación de las centrales nucleares.