

C. I. E. A. BIBLIOTECA	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1980

00.80.14

PROCEEDINGS SERIES

# MANPOWER REQUIREMENTS AND DEVELOPMENT FOR NUCLEAR POWER PROGRAMMES

PROCEEDINGS OF AN INTERNATIONAL SYMPOSIUM  
ON MANPOWER REQUIREMENTS AND DEVELOPMENT  
FOR NUCLEAR POWER PROGRAMMES  
HELD BY THE  
INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY  
AT SACLAY, 2-6 APRIL 1979

Comision Nacional de Energía Atómica  
BIBLIOTECA

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY  
VIENNA, 1980

# PLANEAMIENTO Y DESARROLLO TECNICO PROFESIONAL DEL PERSONAL PARA CENTRALES NUCLEARES EN ARGENTINA

J.O. COSENTINO, E. DIAZ,  
N.H.A. LIBANATI  
Comisión Nacional de Energía Atómica,  
Buenos Aires,  
Argentina

## Abstract-Resumen

### PLANNING AND TECHNICAL TRAINING OF PROFESSIONAL STAFF FOR NUCLEAR POWER PLANTS IN ARGENTINA.

The composition and organization of the staff of the Nuclear Power Plant Directorate, Argentine National Atomic Energy Commission (CNEA) are analysed. The methods used for training the staff engaged in operation, construction and planning of nuclear power plants is described in the context of the nuclear power plant construction programme. The activities of the Training Centre itself are described in detail and aspects of the use of documentation in training are discussed.

### PLANEAMIENTO Y DESARROLLO TECNICO PROFESIONAL DEL PERSONAL PARA CENTRALES NUCLEARES EN ARGENTINA.

Se analiza la integración y la organización del personal de la Dirección de Centrales Nucleares de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) de la República Argentina. Encuadrándola dentro del plan de construcción de centrales nucleares, se describe la metodología utilizada para la capacitación de los planteles que trabajan en la explotación, construcción y proyecto de las mismas. Se detallan las actividades del Centro de Capacitación propiamente dicho. Se hacen consideraciones sobre la utilización de la documentación para la capacitación.

## 1. INTRODUCCION

El plan de integración y capacitación del personal para centrales nucleares en Argentina ha sido influenciado por la necesidad inicial de formar aceleradamente personal a la vez específico y versátil. Específico para la central nuclear en explotación pero versátil por cuanto debía ser preparado para tareas en futuras centrales.

La metodología utilizada ha sido la de una capacitación técnico-profesional básica mínima seguida de un entrenamiento práctico en los lugares de trabajo. Este último, que en un principio se limitó a las posibilidades brindadas por la central en explotación, se va ampliando paulatinamente a medida que se van

adquiriendo responsabilidades en las diferentes etapas de la construcción de las nuevas centrales. Por ello no puede hablarse de los programas de capacitación sin encuadrarlos dentro del plan de construcción de centrales nucleares, que incluye, hasta la fecha:

- Una central nuclear en operación: la de Atucha, de 345 MW(e) neto, equipada con un reactor de uranio natural moderado y refrigerado con agua pesada, del tipo de recipiente a presión.
- Una central nuclear en construcción: la de Embalse, también con un reactor de uranio natural moderado y refrigerado con agua pesada, pero de 600 MW(e) neto, y del tipo CANDU. Actualmente en estado de montaje.
- Una central nuclear en licitación: la de Atucha II, de 600 MW(e), reactor de uranio natural moderado y refrigerado con agua pesada, que deberá construirse mediante un contrato no llave en mano y con la mayor participación posible de la ingeniería e industrias nacionales.
- Un plan aprobado para la construcción de tres centrales nucleares que entrarían en servicio escalonadamente en 1991, 1994, 1995 y 1997.

## 2. FORMACION DEL PERSONAL ACTUAL

### 2.1. En la central nuclear en Atucha en explotación

#### 2.1.1. Integración de su personal

La central nuclear en Atucha fue entregada oficialmente a la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) por el contratista principal (Siemens AG) el 24/6/1974 y desde entonces opera bajo total responsabilidad de la CNEA, con personal totalmente argentino.

El organigrama de la central se completó con el detalle de las misiones y funciones de cada puesto. Se encuentra en avanzado grado de preparación el rol de conocimientos y cursos que es necesario poseer para ocupar cada uno de ellos, trabajo que será el fruto de la experiencia recogida en los cinco años de funcionamiento del Centro de Capacitación<sup>1</sup> iniciado a fines de 1973. En lo que se refiere a la capacitación, dividiremos al personal en tres grandes grupos: universitarios, técnicos y operarios, administrativos y otros.

---

<sup>1</sup> Centro de Capacitación vecino a la central nuclear en Atucha dependiente de la dirección de centrales nucleares de la CNEA.

2.1.1.1. *Universitarios.* El plantel actual de la central incluye a treinta profesionales de los cuales:

- sólo tres son del grupo inicial que en 1970 fue entrenado en Alemania;
- siete fueron incorporados durante la construcción de la central y
- veinte incorporados a través de los cursos sobre "Funcionamiento y Operación de Centrales Nucleares", dictados a tal fin en el Centro mencionado.

El 50% de los puestos ocupados por profesionales exige poseer una licencia y autorización específica para operar la central. Los cursos dictados en el Centro de Capacitación abarcan todos los conocimientos teóricos exigidos para obtener las licencias respectivas y los entrenamientos en planta se continúan hasta la obtención de las autorizaciones específicas. Las licencias y autorizaciones exigen también aprobar exámenes psicofísicos y deben ser renovadas periódicamente para lo que se organizan cursos de reciclado y actualización.

La incorporación de nuevos profesionales se realiza a través de los cursos dictados sobre funcionamiento y operación de centrales nucleares, habiéndose adoptado una programación que forma ingenieros versátiles, no orientados exclusivamente para ocupar un puesto específico. Es decir hay una programación única independiente de la especialidad de la carrera universitaria del candidato. En cuanto al entrenamiento práctico en planta, se inicia, para cualquier especialidad, con una estadía mínima de seis meses en el turno de operaciones.

Esta modalidad, a la que en un principio se oponían algunos departamentos de la central que encontraban este paso por la sala de mando superfluo para especialistas tales como físicos o químicos, es hoy no sólo aceptada sino preconizada por la totalidad de los departamentos.

En efecto, en el turno de operaciones el joven es probado en toda la gama de cualidades que se requieren para desenvolverse con eficiencia, prontitud y seguridad. Debe adquirir la vivencia de la planta, demostrar conocimiento de sistemas y componentes, probar aptitudes de mando, verificar sus reacciones ante imprevistos y su actitud hacia la seguridad. Con esta experiencia el conocimiento deja de ser parcializado, se habrá experimentado la interdependencia de todos los sistemas, la importancia de tareas aparentemente menores que, como el olvido de operar una válvula, o el realizar una soldadura sin preaviso pueden poner la central fuera de servicio, o provocar un accidente.

Después de esta práctica obligatoria en operaciones, más o menos prolongada según las circunstancias, el entrenamiento continúa, ahora sí, en el sector y la especialidad a los que se destina al profesional hasta que se lo considere apto para asumir la responsabilidad del cargo.

2.1.1.2. *Técnicos y operarios.* Actualmente se cuenta con 70 técnicos de los cuales:

- sólo cinco del grupo inicial que en 1970 fue entrenado por la firma proveedora en Alemania;
- 55 incorporados durante la construcción de la central, entrenados en el trabajo y reciclados en cursos del Centro de Capacitación y
- 10 incorporados a través de los cursos de Introducción a centrales nucleares.

Los operarios son los formados durante la construcción de la central y los reclutados a posteriori provenientes de las industrias de la zona.

Para ciertas funciones y para los supervisores se exigen licencias y autorizaciones específicas. Aquí son válidas también las consideraciones hechas con respecto al personal universitario.

Para las demás funciones del organigrama el personal ingresa en los puestos inferiores después de aprobar el curso de Introducción a centrales nucleares y va siendo promocionado mediante entrenamiento en planta o reciclado en el Centro de Capacitación.

2.1.1.3. *Administrativos y otros.* La situación geográfica de la central, alejada de grandes centros urbanos obligaron a disponer de un plantel administrativo y de servicios mayor que el habitual. La construcción de la central nuclear de Atucha II permitirá compartir las tareas de infraestructura y reducir el personal asignado a cada central propiamente dicha.

Es importante puntualizar que todo el personal de la planta recibe cursos semestrales de seguridad y radioprotección y está preparado para ingresar en zona controlada y realizar tareas auxiliares en casos de emergencia.

En cuanto al personal administrativo superior, ingresa también a través de los cursos universitarios que se describirán en la sección 4.2, ya que nuestra experiencia indica que es útil para las gestiones administrativas un conocimiento global de los aspectos técnicos de las centrales nucleares.

## 2.1.2. *La Central como fuente de entrenamiento*

El decreto que autoriza la construcción de la C.N.A. ya estipula *“la planta nuclear a instalarse adquiere particular significación en la preparación de técnicos que se requerirán en un futuro mediano ante la posible instalación de grandes reactores de potencia, a la vez que permitirá y estimulará el indispensable e impostergable adelanto tecnológico en un campo en que la Nación debe prepararse adecuada y oportunamente”*.

Por ello en la vecindad de la central se consolidó el mencionado Centro de Capacitación donde se dictan los cursos de iniciación y reciclado y desde donde se coordina el entrenamiento y la promoción del personal de centrales nucleares. Las actividades de este Centro se describen más extensamente en el capítulo 4 de este trabajo.

Además se ha logrado que cada departamento de la central acepte la presencia de profesionales y técnicos supernumerarios en etapas de entrenamiento tan prolongadas como las circunstancias lo exijan. Se encuentran en etapa de preparación planes de entrenamiento específico y exámenes "ad-hoc" para cada posición del organigrama.

Otra fuente importante de entrenamiento práctico lo constituyen las recorridas generales. En efecto, en 1977 tras tres años de funcionamiento de la central se realizó una recorrida general, conjuntamente con las modificaciones necesarias para aumentar la potencia de la planta a un 108% de la potencia original de diseño.

La programación de estos trabajos, la preparación de los ensayos destinados a verificar el estado de la instalación y la introducción de las modificaciones necesarias para el aumento de potencia significó un trabajo de ingeniería de envergadura. Esta tarea fue concebida y programada en conjunto con la firma proveedora de la central y permitió adquirir buena experiencia al personal en entrenamiento, así como la participación de firmas de ingeniería del país.

## **2.2. En la central nuclear en Embalse en construcción**

### **2.2.1. Capacitación de personal durante el proyecto**

Para construir esta central la CNEA aceptó la oferta conjunta formulada por las empresas Atomic Energy of Canada Limited (AECL) e Italimpianti Societa Italiana (IT). La primera que proveía el sistema nuclear de suministro de vapor ofrecía la firma de un "Acuerdo de transferencia de tecnología" que permitiría a la CNEA y a través de ella a empresas de ingeniería argentina, adquirir la capacidad necesaria para construir en el país "la isla nuclear" con un reactor CANDU incluido. La segunda proveía el turbogruppo y los equipos convencionales.

El "Acuerdo de transferencia de tecnología" no se cumplió con la extensión contenida en la letra y espíritu del mismo, dado que el contratista principal del suministro nuclear adujo aspectos de salvaguardias que consideró no cubiertos hasta recientemente. De no haberse contado con tal inconveniente se hubiera logrado una amplia participación del personal técnico científico de la CNEA en el proyecto. A pesar de estas limitaciones fue posible destacar personal en las oficinas de proyecto en Canadá (AECL) e Italia (IT), cubriéndose

los ítems más importantes: calandria, tubos de presión, aspectos físicos del núcleo, sistemas de manipuleo del combustible, ciclo térmico, turbogrupos, etc.

Hoy este personal ha sido afectado en parte a las tareas pendientes de la obra y en particular a las tareas de montaje que la CNEA tomó a su cargo y en parte a la evaluación de las ofertas para la tercera central nuclear. Se van constituyendo así los cuadros que posteriormente tendrán la responsabilidad de la dirección de futuras realizaciones.

### *2.2.2. Integración y capacitación del personal durante la construcción*

La situación económica mundial y nacional obligó a una renegociación del contrato citado, oportunidad que fue aprovechada por la CNEA para introducir la opción de poder constituirse en subcontratistas de montaje. De esta manera se pudo continuar con la política de lograr capacitación adecuada para asumir paulatinamente mayores responsabilidades en la construcción de las futuras centrales.

Actualmente la CNEA ha tomado bajo su responsabilidad la ejecución, entre otros: de la instalación de la calandria, sus blindajes y revestimientos asociados; de los canales de combustible del reactor y de los mecanismos de reactividad; de la prefabricación e instalación de sistemas auxiliares del reactor; montaje de puentes grúas y casa de bombas; instalación y procesamiento de aceite de los transformadores principales, etc. Todo ello redistribuyendo y promocionando personal de diferentes procedencias:

- experimentado de la central nuclear en Atucha, indicado en la subsección 2.1.1;
- con experiencia en el proyecto indicado en la subsección 2.2.1;
- con experiencia en montajes industriales, incorporado al CNEA con anticipación a la obra y capacitado en lo nuclear a través de los cursos del Centro de Capacitación y
- personal incorporado y capacitado en la obra.

Otros dos aspectos importantes en los que la CNEA ha puesto atención y entrenado a personal son la inspección y certificación de la obra civil y el montaje electromecánico y la coordinación del transporte de bultos pesados desde su punto de origen.

### *2.2.3. Integración y capacitación del personal para la puesta en marcha*

Siguiendo la metodología que se describe, y utilizando personal experimentado de la central nuclear en Atucha y el que se verá en la subsección 2.2.4 del plantel de explotación, la CNEA se propone asumir la mayor responsabilidad

posible en la puesta en marcha de esta central y no limitarse a tener una reducida participación dentro de la organización de las empresas proveedoras.

#### *2.2.4. Integración y capacitación del personal de explotación*

Para cumplir las condiciones contractuales se seleccionó, a principios de 1977, personal profesional y técnico superior para la explotación de la central nuclear en Embalse, a partir de personal con experiencia de la central nuclear en Atucha y de personal egresado de los cursos del Centro de Capacitación.

Dicho personal cumplió las etapas previstas de entrenamiento teórico práctico en dicho Centro y en la central nuclear en Atucha y luego las etapas de adiestramiento en las casas matrices de los contratistas principales en Canadá e Italia.

A su regreso al país dicho personal encuentra, como sucedió en su oportunidad con la central nuclear en Atucha, la obra atrasada. Pero en este caso se utilizan todas las posibilidades de trabajo disponibles para aprovechar productivamente este personal entrenado. Así le han sido asignadas otras tareas tales como: supervisión de la marcha de la obra, manejo de la documentación técnica, equipamiento de talleres y laboratorios; consumibles y repuestos; participación en tareas de montaje.

Además, continúa con la preparación de las tareas de puesta en marcha, ya que, como se dijo antes con estos antecedentes la CNEA se propone que este personal juegue un papel preponderante en la puesta en marcha de la central.

Otras tareas que deberán cumplir antes de la operación comercial de la central son la capacitación del personal de supervisión, técnico y operario en el lugar de la obra y la verificación de los valores de garantía del contrato.

### **2.3. En el proyecto de la central nuclear en Atucha II**

El estudio de las ofertas que se reciben para la futura central lo realizan grupos integrados por:

- Personal con experiencia en la evaluación de los proyectos de las centrales nucleares en Atucha y en Embalse.
- Personal con experiencia en la explotación de la central nuclear en Atucha.
- Personal con experiencia en la construcción de la central nuclear en Embalse.
- Personal de las otras gerencias de la dirección y de otras direcciones de la CNEA.

#### 2.4. En otras actividades de la dirección de centrales nucleares

Las gerencias de Ingeniería, de Planificación, Recursos y Suministros y el departamento Garantía de Calidad están constituidos por profesionales experimentados en las actividades descritas precedentemente y por los especialistas que trabajaron en el diseño y construcción de reactores de investigación.

La incorporación de profesionales para diseño y para esas disciplinas especiales se logra:

- Contratando a especialistas en temas específicos,
- Especializando mediante estadías en el extranjero o cursos específicos a profesionales para temas determinados, y
- Mediante derivación gradual de los profesionales que van adquiriendo experiencia en los proyectos anteriormente descritos.

### 3. ORGANIZACION DEL PERSONAL

Al entrar en operación comercial la central nuclear en Atucha se estableció un organigrama de funcionamiento adaptado a las disponibilidades de personal y a las leyes laborales del país. Se redactó un manual de misión y funciones y se estableció un esquema de promociones que prevé asumir responsabilidades mayores en función de la capacitación y de las licencias obtenidas.

Cuando en 1976 apareció la necesidad de seleccionar el personal a capacitar para la explotación de la central nuclear en Embalse, se revisó el organigrama propuesto en el contrato y se preparó una nueva versión equivalente a la de la central nuclear en Atucha compatibilizando las misiones y funciones de ambas centrales. Se pudo redactar así un manual único que considerando a ambas centrales permitió puntualizar las funciones equivalentes e introducir las nuevas funciones de la central nuclear en Embalse en puestos relativos acordes con los ya existentes en Atucha.

De la misma manera cuando se creó la organización correspondiente a la obra en construcción se preparó un organigrama previendo equivalencias con funciones en una central en explotación y exigiendo las mismas licencias de operación de reactores nucleares según dichas equivalencias. El procedimiento se hizo extensivo a todas las áreas de la dirección.

Esta organización permite que cada central o gerencia trate de formar y mantener un plantel perfectamente capacitado, y que, por encima de sus intereses particulares, la dirección de centrales nucleares pueda llevar una política integral de personal de modo que disponga en sus diferentes sectores de personal licenciado en centrales nucleares, experimentado en la central en explotación y que pueda ser llamado para casos de emergencia o eventuales

reemplazos en dicha central. En efecto, sería suicida para una central nuclear contar con su solo plantel licenciado para operarla pero sería impracticable por oneroso y por no permitir la promoción del personal, tener un doble plantel. Las mismas consideraciones valen para el personal supervisor técnico y operativo: en caso de emergencias y reparaciones es necesario poder recurrir a personal extra-plantel que conozca la central y complemente la tarea del plantel normal.

Para lograr este fin la dirección centraliza las tareas de planeamiento y desarrollo técnico profesional y las de capacitación en un departamento bajo su directa dependencia. Cada central tiene un grupo de capacitación mínimo que detecta las necesidades en la misma y supervisa las estadías de personal a entrenar, en coordinación con el departamento central.

#### 4. ACTIVIDADES DEL CENTRO DE CAPACITACION PROPIAMENTE DICHO

A fines de 1973, unos nueve meses antes de la entrada en operación comercial de la central nuclear en Atucha, comenzaron las actividades del Centro de Capacitación vecino a dicha central bajo la dependencia del departamento de Capacitación de centrales nucleares. Su nombre trata de puntualizar dos aspectos importantes de esta capacitación: su ubicación en las proximidades de la central nuclear en Atucha y su dependencia directa de la dirección de centrales nucleares.

La necesidad de darle independencia con respecto a la central propiamente dicha ha sido explicada en el capítulo 3. En cuanto a la ubicación en las proximidades de la central, a 100 km de Buenos Aires, y no en esa ciudad donde funciona el grueso de las actividades de la CNEA y donde se podría tener apoyo universitario, está relacionada con nuestras apreciaciones sobre los asistentes y los profesores de los cursos, a saber:

##### *Sobre los asistentes a los cursos*

Interesa que acepten las condiciones de vida cerca de una central lo que, en general, significa lejos de un centro urbano importante. En efecto, las fuertes bajas registradas en la plantilla del personal reclutado para la primera central obligó a analizar detenidamente sus causas y se llegó a la conclusión de que es necesario seguir a la vez la evolución técnica y humana del candidato a incorporar al plan nuclear. Por ello, aunque parte de las programaciones que veremos a continuación pueden dictarse en la sede del CNEA en Buenos Aires, o en una universidad del país, la experiencia demuestra que un elevado porcentaje de personal capacitado lejos de una central en explotación o en construcción acepta a regañadientes, o no acepta, funciones definitivas en las mismas.

Además el hecho de establecer condiciones de ingreso que no sólo nivelan los conocimientos en lo nuclear, sino que involucran la aceptación de las condiciones de trabajo futuro, estimulan las relaciones entre el personal ingresante y el experimentado.

— *Sobre los profesores*

Interesa que preparen los temas en función de las actividades a cumplir por el participante, lo que hace imprescindible contar con una elevada proporción de profesores provenientes de la planta.

Por ello, aunque las presiones del trabajo cotidiano puedan a veces dificultar la tarea del profesor, es mucho más fácil contar con ellos algunas horas estando cerca de la central que tratar de alejarlos de la misma para dedicación exclusiva al dictado de un curso. De ahí la ventaja de la ubicación vecina a la central en explotación.

Las principales actividades desarrolladas en el Centro de Capacitación pueden agruparse en:

#### 4.1. Cursos de posgrado universitario

En estos cinco años se dictaron:

- Cinco cursos sobre funcionamiento y operación de centrales nucleares para profesionales universitarios, de un año de duración. Asistieron a los mismos 125 profesionales y egresaron 98, de los cuales 62 de la CNEA, 29 de empresas industriales y 6 becarios del OIEA procedentes de Chile.
- Un curso latinoamericano sobre ingeniería nuclear, orientado a la capacitación básica para la implementación de programas nucleoelectrónicos y patrocinado por la Comisión Interamericana de Energía Nuclear (CIEN), de dos meses de duración, al que asistieron 16 alumnos: 4 del CNEA, 6 de empresas industriales y 6 becarios de la CIEN de Chile, Uruguay, Méjico y Perú.

A partir de este año la programación ha cambiado. El curso habitual que estaba más bien orientado hacia la operación y mantenimiento de una central en explotación ha sido transformado en un curso modular que permite la preparación de programas especiales según la experiencia previa y el trabajo futuro del cursante. Es decir, se ha adaptado el programa a las actuales necesidades y a las posibilidades que brindan las centrales en construcción y proyecto.

La programación completa destinada a profesionales recién egresados se prolonga durante 18 meses según el esquema detallado en el cuadro I.

CUADRO I. PROGRAMACION CURSOS PARA PROFESIONALES  
RECIEN EGRESADOS

PRIMERA PARTE	Primer módulo	Común (3 meses)	Elementos de matemática y de física nuclear Seguridad radiológica y nuclear Introducción a reactores nucleares Centrales de potencial y ciclo de combustible
	Segundo módulo	Por especialidades (1 1/2 mes)	Termodinámica y mecánica de fluidos Química nuclear Regulación y control Componentes nucleares Costos y planificación Aspectos especiales obra civil Materiales Garantía de calidad
	Tercer módulo	Común (1 1/2 mes)	Descripción rápida de la central nuclear en Atucha y reconocimiento de la misma (práctica de posicionamiento)
	Cuarto módulo	Común (1 1/2 mes)	Descripción de la central CANDU Revisión de la CNA Descripción de las centrales PWR y BWR Otros tipos de reactores de potencia
Receso		3/4 mes)	Vacaciones
Programa técnico cultural			Visitas a CNE y/o CAB, CAE y CAC
SEGUNDA PARTE	Prácticas descentralizadas (5 meses)		
	Primera puesta en común (1/4 mes)	Verificación de resultados parciales	
	Receso (1/4 mes)	Vacaciones	
	Continuación de prácticas descentralizadas (4 meses)		
	Segunda puesta en común (1/4 mes)	Informes y evaluación de resultados	
CLAU S U R A			

Como en los cursos dictados anteriormente se comienza con cursos sobre seguridad radiológica y nuclear, introducción a reactores nucleares y centrales de potencia y ciclo de combustible. En el segundo módulo, por especialidades, se elige para cada participante uno o dos temas que se dictan en profundidad de lunes a jueves, mientras que cada viernes se hace una revisión rápida de cada uno de dichos temas. De esta manera al finalizar el módulo todos los participantes tienen una visión de conjunto además de haber profundizado uno o dos temas relativos a su especialidad. Después del reconocimiento físico de la central nuclear en Atucha y las clases teóricas sobre centrales, cada participante es destinado para períodos de entrenamiento práctico más o menos prolongados a las centrales o a distintas dependencias de la CNEA.

Este programa permite además el reciclado de profesionales con experiencia, quienes pueden asistir a los módulos que complementen sus conocimientos.

#### 4.2. Cursos para técnicos secundarios

Se han dictado cuatro cursos para técnicos denominados de “Introducción a centrales nucleares”, a los que asistieron 84 técnicos y egresaron 69: 54 del CNEA y 15 de empresas productoras de electricidad. Como su nombre lo indica la finalidad de estos cursos es dar al joven egresado de escuelas secundarias técnicas los conocimientos fundamentales sobre centrales nucleares para que tenga una visión de conjunto y una noción de como su trabajo encaja en el funcionamiento de la central. Se hace además hincapié en los conocimientos de seguridad necesarios para el trabajo en planta.

Estos cursos, que a partir de 1979 serán de 12 meses de duración tienen una programación semejante a la de los cursos para egresados universitarios, diferenciándose en la profundidad con que se tratan los temas. Para técnicos recién egresados y para aquellos con muchos años de práctica se repasan los conocimientos de matemáticas, física, mecánica, etc. y se refuerzan los conocimientos teóricos que no hayan adquirido en la escuela o que tengan olvidados.

Se preparan también cursos de reciclados para técnicos de los diferentes departamentos, con programaciones sugeridas por los mismos.

#### 4.3. Cursos para operarios

Se tienen programados cursos para oficios especiales y se ha comenzado con los de soldadura.

#### 4.4. Programaciones y laboratorios especiales y auxiliares

##### 4.4.1. *Cursos de computación*

Se consideró oportuno contar en la dirección con un grupo de ingenieros, técnicos y computadores científicos que sirvan de apoyo a los grupos de computación de ambas centrales y a las diferentes gerencias.

Por ello se preparó un curso de seis meses de duración que comprende el dictado de: introducción a la física de reactores y a la regulación de centrales nucleares, termodinámica, descripción de los sistemas de las centrales nucleares en Atucha y en Embalse, introducción a la computación, sistemas de computación de la central nuclear en Embalse (Varian/72) y de la central nuclear en Atucha (Siemens 305). El entrenamiento se completa compartiendo las tareas relacionadas con los problemas operativos que se presentan en el sector computación, durante el funcionamiento de la central.

##### 4.4.2. *Cursos de electrónica digital*

Para paliar las necesidades crecientes de personal especializado en regulación y control se han construido dos mesas didácticas que posibilitan y facilitan la capacitación de ingenieros y técnicos, en el menor tiempo posible y con el mínimo de personal.

Cada mesa permite dictar para grupos de 6 alumnos cursos de dos meses de duración que cubren el siguiente programa teórico-práctico: Compuertas lógicas; Aplicación del algebra de Boole, funciones L y R, comprobación práctica; Combinaciones lógicas mediante compuertas "NOR"; Combinaciones lógicas mediante compuertas "NAND"; Flip-Flops; R-S; T; D; J-K combinado; J-K Master Slave; Contadores; Registro de desplazamiento.

##### 4.4.3. *Cursos de idiomas*

El centro cuenta con un laboratorio de idiomas de 12 cabinas y en las programaciones fijas existen clases obligatorias de inglés para asistentes universitarios y técnicos. El personal de la planta tiene la posibilidad de recibir clases de inglés y alemán fuera de sus jornadas de trabajo.

##### 4.4.4. *Jornadas de divulgación*

Para satisfacer el interés del personal de empresas productoras de electricidad en conocer las características principales de una planta de generación nuclear y sus diferencias más significativas con una planta convencional se organizaron jornadas de divulgación de un día de duración, consistentes en una presentación

teórica de los principios de operación, conceptos de seguridad radiológica y aspectos económicos de la explotación de una central nuclear, seguidas de una visita guiada a la planta.

#### 4.4.5. *Capacitación externa*

Las actividades anteriormente descritas se complementan coordinando la utilización de las diversas oportunidades de capacitación que se ofrecen en el país y en el exterior, a saber:

- Cursos de posgrado universitario en el extranjero, a fin de obtener doctorados especializados.
- Estadías en centrales nucleares en el extranjero.
- Estadías en fábricas de componentes nucleares en el país o en el extranjero.
- Cursos y seminarios organizados por organismos internacionales.
- Cursos y seminarios en universidades del país.

## 5. DOCUMENTACION, SU FUNCION EN LA CAPACITACION

El enorme caudal de documentación especializada que se produce mundialmente obliga a ordenar su recepción y orientar su distribución, y paradójicamente en algunos casos a producir documentación resumida.

Para estas tareas el Centro de Capacitación cuenta con:

### 5.1. Biblioteca especializada en el Centro de Capacitación

Esta biblioteca funciona, de manera incipiente como centro de documentación, clasificando el material recibido y distribuyéndolo entre el personal. Esta distribución se hace selectivamente: cada agente indica los temas de su interés y recibe mensualmente la lista de publicaciones aparecidas sobre los mismos.

### 5.2. Facilidades para la impresión de manuales de entrenamiento e informes técnicos

La intensidad y concentración de los cursos que se dictan y la especificidad de los temas obliga a facilitar el aprendizaje proveyendo manuales de entrenamiento, que son redactados para cada tema y editados en 200 ejemplares.

En los cinco años de funcionamiento del Centro se han editado 176 manuales sobre los diferentes tópicos dictados en ese período, 9 informes técnicos producidos por personal de la dirección no directamente relacionados con un curso determinado.

Este material permite además la difusión de los conocimientos entre el personal de planta que no asiste a los cursos y facilita la compaginación de programas especiales para cursos de reciclado o para entrenamiento personal.

## DISCUSSION

I.O. JONES: Is the certification you mentioned required for education and training, or for positions in the utility or the licensing authority?

N.H.A. LIBANATI: The specific authorizations and licences are those required by the National Licensing Authority.

H.J. ZECH: The power plant Atucha I is owned and operated by CNEA, not by a 'normal' utility. Did this affect recruitment and training of personnel, e.g. by establishing closer connections with university programmes?

N.H.A. LIBANATI: We initially lost a lot of staff trained for the Atucha nuclear power plant, so the recruitment and training of staff for future projects was centralized at the Training Centre near the Atucha plant. University and other programmes are considered complementary to those provided by the Training Centre.

P.M. SEMARK: What percentage of the staff who were trained overseas to operate the Atucha power plant are still active in the Argentinian nuclear power programme?

N.H.A. LIBANATI: About 30% of the staff trained abroad are still working in the Argentine nuclear programme, and 16% are still at Atucha.

H. SIMON: The CNEA uses a lot of staff from Atucha for the training of new personnel: does this staff receive specific pedagogic instruction?

N.H.A. LIBANATI: Professionals with a natural aptitude for teaching are selected for the purpose.

D. SIMONNEAU: Has the CNEA provided for the training of staff in the Argentine companies that will contribute to the manufacture of components for future projects, and will such training be given by CNEA or under the technology transfer agreement referred to in section 2.2.1 of your paper?

N.H.A. LIBANATI: The CNEA training programmes, especially those relating to metallurgy and those offered by SATI (Service for Technical Assistance to Industry), assist Argentine industry in training technicians and engineers. As we note in the section of the paper in question, the technology transfer agreement has not hitherto been implemented to the extent we had expected for the staff of CNEA.

Et. BAUER: What was the number and professional level of the staff sent to Italy and Canada?

N.H.A. LIBANATI: The staff sent to Italy and Canada under the training programme for staff for the Embalse nuclear power plant consisted of about 30 engineers and 6 technicians (the latter for fuel element handling).

Et. BAUER: Did you have any language or family problems?

N.H.A. LIBANATI: All the staff sent to Canada received English language training before their departure. The duration of oversea training was longer than six months, so the married staff members travelled with their families.

F.K. PICKERT: Have you encountered educational problems as a result of having two different types of heavy-water reactor in your country?

N.H.A. LIBANATI: No, because the programme covers general and basic information on both types; the specific difference is only in the description of the CANDU systems, and this had to be taught in addition to the common programme.