

LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA: UNA REALIDAD EN MARCHA

TECHNOLOGY TRANSFER MAKING IT WORK

Nathaniel D. WOODSON



Nathaniel D. Woodson es el Director General de la Nuclear Operations Division de Westinghouse Electric Corporation. La División es responsable tanto en los Estados Unidos como en el resto del mundo de los planes estratégicos, ventas y dirección de proyectos para los sistemas nucleares de generación de potencia, así como para los servicios de construcción, instalación y arranque de las centrales nucleares, en Yugoslavia, Bélgica, Suecia, Brasil, Corea y Filipinas. También ha suministrado sistemas de generación de vapor nuclear y paquetes de servicios asociados de ingeniería en los Estados Unidos, España, Suiza, Corea y Taiwan.

La transferencia de tecnología en el ámbito internacional forma parte de esta División, habiéndose producido ésta a través tanto de diversos acuerdos de licencia como de programas de fabricación de componentes en diferentes países. Esta actividad se produce al ser la División responsable de las actividades de compras de la Water Reactor Division. Dentro de las actividades internacionales, la Nuclear Operations Division ha llevado a cabo los programas de transferencia de tecnología y nacionalización de componentes nucleares en Bélgica, España, Corea, Japón, Francia, Italia y el Reino Unido.

La División está asociada directamente con más de treinta proyectos nucleares que se están llevando a cabo en el mundo, estando presente a través de su entramado multinacional en más de doce países, desde donde se da soporte a estos proyectos, así como se da el servicio a la gran red de licenciatarios y asociados.

Nathaniel D. Woodson se graduó en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Yale, obteniendo el título de Master en Ingeniería Nuclear por el Instituto Tecnológico de Massachusetts.

Posteriormente obtuvo el título de Master Business Administration por la Universidad de Pittsburgh, habiendo completado el «Programa de Gestión Avanzada» de la Harvard University Business School.

Nathaniel D. Woodson is General Manager of the Nuclear Operations Division of Westinghouse Electric Corporation. The Division is responsible for strategic business planning, marketing and project management of nuclear power generating systems in the United States and abroad, and for associated Westinghouse construction, installation and startup activities. The Division has provided full scope and nuclear island turnkey nuclear power plants in Yugoslavia, Belgium, Sweden, Brazil, Korea and the Philippines, and is supplying nuclear steam supply systems and related engineered systems packages to the United States, Spain, Korea, Switzerland, Italy,

Taiwan, and the United Kingdom.

International technology transfer through various licensing agreements and component localization programs are also part of the Division's scope, as are all purchasing activities for the Water Reactor Division's business unit. The Division is providing major nuclear technology transfer and component localization programs in Belgium, Spain, Korea, Japan, France, Italy, and the United Kingdom.

The Nuclear Operations Division is currently directly associated with over thirty nuclear power plants being constructed around the world. The organization's multi-national work force, present in over a dozen countries, supports these projects and plans for new projects as well as providing support to a large network of licensees and associates.

Mr. Woodson received a bachelor's degree in mechanical engineering from Yale University, a master's degree in nuclear engineering from the Massachusetts Institute of Technology, and a master's degree in business administration from the University of Pittsburgh. He also completed the Advanced Management Program at the Harvard University Business School.

En 1953, con la incidencia del programa «Atomos para la Paz», los Estados Unidos instituyeron una nueva política dirigida al desarrollo de la industria de generación de energía nuclear y, a través de la transferencia de tecnología, compartir con otros países sus conocimientos de los usos pacíficos de la energía atómica. Hoy en día, la industria de energía nuclear comercial ha aumentado hasta tal punto que hay más de 220 centrales en funcionamiento y más de 124 centrales en construcción en diferentes países. (Sin incluir los países del COMECON.) Alrededor de un tercio de estos países tienen capacidad para fabricar todos los equipos necesarios en una central nuclear, por lo cual se puede establecer sin ningún tipo de duda que la transferencia de tecnología nuclear con fines pacíficos ha tenido éxito. Para entender las razones de este éxito, conviene examinar la evolución de la industria de la energía nuclear tanto en los Estados Unidos como en el resto del mundo.

En los Estados Unidos durante los años cincuenta, varias entidades se ocupaban de hacer que la aplicación pacífica de la energía nuclear fuera una realidad:

In 1953 with the initiation of the «Atoms for Peace» program, the United States instituted a new policy aimed at developing a nuclear power generation industry and, through technology transfer, at sharing with other countries its knowledge of the peaceful uses of atomic energy. Today, the worldwide commercial nuclear power industry has grown to a point where there are over 222 plants in operation and over 124 under construction in different countries. (COMECON countries not included.) About one-third of these countries have the capability to build all of the equipment required for a nuclear power plant. Clearly, the technology has been transferred successfully. To understand the reasons for such success, it is useful to examine the evolution of the nuclear power industry, both in this country and around the world.

In the United States in the 1950's, several entities were involved in making the peaceful application of nuclear energy a reality:

TI

Transferencia de tecnología de componentes del reactor

Productos	Localización	Localización/ Licenciario
Fabricación de combustibles	Columbia, South Carolina, USA	Veteras (Suecia) Dessel (Bélgica) Saluggia (Italia) Tokai (Japón) Juzbado (España)
Generadores de vapor-presionadores	Pensacola, Florida, USA	Liege (Bélgica) Milán (Italia) Kobe (Japón) Santander (España) Kalstrona (Suecia) Uşan (Korea del Sur) Maasan (Korea del Sur)
Bombas de refrigeración del reactor	Cheswick, Pennsylvania, USA	Charleroi (Bélgica) Jeumont (Francia) Kobe (Japón)
Mecanismo de accionamiento de la barra de control	Cheswick, Pennsylvania, USA	Charleroi (Bélgica) Jeumont (Francia) Turín (Italia) Kobe (Japón) Córdoba (España)
Internos del reactor	Pensacola, Florida, USA	Charleroi (Francia) Chalon (Francia) Turín (Italia) Kobe (Japón) Santander (España)

TI

Reactor component technology transfer

Products	Locations/ Westinghouse	Locations/ Licensees
Fuel fabrication	Columbia, South Carolina, USA	Veteras (Sweden) Dessel (Belgium) Saluggia (Italy) Tokai (Japan) Juzbado (Spain)
Steam generators/pressurizers	Pensacola, Florida, USA	Liege (Belgium) Chalon (France) Milan (Italy) Kobe (Japan) Santander (Spain) Karlstrota (Sweden) Ulsan (South Korea) Maasan (South Korea)
Reactor Coolant Pumps	Cheswick, Pennsylvania, USA	Chaleori (Belgium) Jeumont (France) Kobe (Japan)
Control rod drive mechanisms	Cheswick, Pennsylvania, USA	Chaleori (Belgium) Jeumont (France) Turin (Italy) Kobe (Japan) Cordoba (Spain)
Reactor internals	Pensacola, Florida, USA	Charleroi (Belgium) Chalon (France) Turin (Italy) Kobe (Japan) Santander (Spain)

EL GOBIERNO.
LAS COMPAÑÍAS ELÉCTRICAS.
LAS EMPRESAS DE INGENIERÍA.
LOS FABRICANTES.
LAS EMPRESAS DE CONSTRUCCIÓN.

El panorama general en los Estados Unidos era el siguiente: el Gobierno de los Estados Unidos emprendió acciones para el desarrollo de esta energía y apoyó los esfuerzos iniciales de la industria privada, teniendo un papel clave en el establecimiento de normas de seguridad y fiabilidad. Las compañías eléctricas se interesaron en el potencial de la energía nuclear para producir la electricidad que necesitarían en el futuro. Las empresas de ingeniería poseían los conocimientos necesarios, suficientes para el diseño de los sistemas; mientras que los fabricantes tenían la capacidad de diseñar y fabricar los componentes y las empresas de ingeniería tenían experiencia suficiente para construir la central.

Sin embargo, ninguna de estas instituciones, aisladamente, tenía la capacidad de emprender toda esta tarea hasta tanto los suministradores de los principales componentes llegaron a ser suministradores de sistemas nucleares y ampliaron su campo de actividades para dirigir el desarrollo de la industria nuclear comercial en los Estados Unidos. Westinghouse hizo la transición desde ser un suministrador de componentes a ser un diseñador y suministrador del sistema completo. De hecho, Westinghouse aumentó su capacidad incluyendo la gestión total del proyecto de la central, su funcionamiento, mantenimiento y suministro de combustible.

Las primeras centrales nucleares comerciales a escala total construidas en los Estados Unidos se realizaron por los suministradores de sistemas nucleares, llevando a cabo lo que se conoció como «Plantas llave en mano». Este planteamiento daba al suministrador del Sistema Nuclear de Generación de Vapor (NSSS) toda la responsabilidad para la construcción total de la central.

En el aspecto internacional existían una serie de necesidades que tenían que ser atendidas por los Estados Unidos para cumplir con su compromiso de compartir su tecnología en otros países. Estas necesidades provenían, básicamente, del interés de los países anfitriones de participar en las centrales construidas en sus naciones e incluían las siguientes necesidades:

GOVERNMENT.
UTILITIES.
ARCHITECT/ENGINEERS.
MANUFACTURERS.
CONSTRUCTION COMPANIES.

The United States government undertook development efforts and supported initial efforts by private industry. The government also played a key role in setting safety and reliability standards. Electric utilities were naturally interested in the potential of nuclear energy to produce the electricity which they would need in the future. Architect/Engineers had system design engineering expertise, while manufacturers were capable of designing and building components, and construction companies could build the actual plant facilities.

No single element, however, had the total capability to undertake the entire task until the major component suppliers became nuclear systems suppliers and expanded their scope of work to assume the lead in developing the United States commercial nuclear industry. Westinghouse, for example, made the transition from being a component supplier to being a complete system designer and supplier. In fact, its capability expanded rapidly to include overall plant project management, operation, maintenance, and fuel supply.

The first full-scale commercial nuclear power plants built in the United States were completed by the nuclear systems suppliers, undertaking what became known as a Turnkey Scope. Such an approach vested in the Nuclear Steam Supply System (NSSS) supplier overall responsibility for completion of the entire plant.

Internationally, there were a number of needs which had to be addressed for the United States to fulfill its commitment to share technology with others. These needs stemmed, basically, from the desire of the host nations to participate in plants constructed in their countries. The needs included the desire to:

PARTICIPACION DE LOS FABRICANTES LOCALES.
DESARROLLO DE LOS SUMINISTRADORES LOCA-
LES.
AUMENTO DEL VALOR AÑADIDO DE LAS IMPORTA-
CIONES.
CREAR CAPACIDADES DE DISEÑO DENTRO DEL
PAIS.

Muchos países vieron rápidamente las ventajas de acuerdos de tecnología globales (tipo «paraguas»). Como resultado de ello, Westinghouse negoció bastantes «Acuerdos de Asistencia Técnica», los cuales se referían a «licencias de transferencia de tecnología». Westinghouse firmó en 1957 las primeras licencias de este tipo con Framatome en Francia, Siemens en Alemania y Mitsubishi en Japón. La fuerza motriz de la licencia era poner a la disposición del poseedor de ésta cuanta información acumulada deseara para participar en todos los ciclos de la central (diseño, construcción, arranque, etc.).

Además de esto, Westinghouse estableció sucursales y subsidiarios en el extranjero, siempre que al hacerlo satisficiera los deseos de los países anfitriones. Hoy en día, entre licenciarios y subsidiarios está presente en 29 organizaciones en nueve países.

Uno de los resultados de un cuarto siglo de asociaciones internacionales es la puesta a disposición de los asociados y concesionarios de licencia de un «Banco de Datos Tecnológicos». El establecimiento y mantenimiento de este banco de datos, con flujos de información entrante y saliente, es probablemente la razón más importante de la rápida aceptación y expansión en todo el mundo de la tecnología de Westinghouse del Reactor de Agua a Presión, esto ha hecho posible la adquisición y asimilación de la tecnología PWR a un coste que es sólo una fracción de los costes de la inversión si se realiza de una manera independiente. El PWR (Reactor de Agua a Presión) ha llegado a ser el reactor preferido en varios países (Alemania, Francia, Italia, Reino Unido) que con anterioridad habían desarrollado otras opciones.

Al reflexionar sobre los ejemplos del éxito de la transferencia de tecnología, en todos los casos aparecen varios elementos clave:

COMPROMISO NACIONAL.
PROYECTO ACTIVO.
PROGRAMA CONTINUO.
ENTRENAMIENTOS EN PROFUNDIDAD.
TRANSMISION ORGANIZADA.

MEJORAS CONTINUAS

A continuación se da una pequeña explicación de estos criterios.

COMPROMISO NACIONAL

Un país que proyecta realizar un programa de energía nuclear debe evaluar su papel en términos de sus objetivos nacionales. El Gobierno debe crear la atmósfera necesaria que permita a la industria participar en el logro de estos objetivos. En ningún país podrían los sectores comerciales o industriales realizar un programa de energía nuclear sin el apoyo y cooperación de gobierno.

PROYECTO ACTIVO

En el centro de todos los programas de transferencia de tecnología que han tenido éxito, se halla un proyecto activo. No se puede considerar que la transferencia de tecnología sea completa, a menos que se lleve a la práctica. Dicho de otra manera, las organizaciones transmisoras y receptoras deben trabajar conjuntamente para generar un producto real y no solamente un producto de laboratorio.

PROGRAMA CONTINUADO

Los programas de transferencia de tecnología nuclear que han alcanzado la máxima cota de éxito han tenido todos objetivos identificables a corto, medio y largo plazo. Por ejemplo,

HAVE LOCAL MANUFACTURES PARTICIPATE.
DEVELOP LOCAL SUPPLIERS.
ADD VALUE TO IMPORTED ITEMS.
CREATE IN-COUNTRY DESIGN CAPABILITIES

Aslo, many countries were quick to recognize the advantages of «umbrella» technology arrangements. As a result, a number of Technical Assistance Agreements, often referred to as «technology transfer licenses», where negotiated. Westinghouse's first such licenses were signed in 1957 with Framatome in France, Siemens in Germany, and Mitsubishi in Japan. The thrust of the license was to make available to the licensee that accumulated information desired by the licensee.

In addition, Westinghouse established branches and subsidiaries abroad whenever such an approach met the desires of these host nations. Today, Westinghouse licensees and international operations consist of 29 organizations in nine countries.

As one result of a quarter of a century of worldwide associations, a considerable «reservoir of knowledge» is available to international licensees and associates. The establishment and maintenance of this data bank, with information flowing in and out, is probably the single most important reason for the rapid acceptance and expansion of Pressurized Water Reactor (PWR) technology throughout the world. It has made possible the acquisition and assimilation of technology at a cost which is but a fraction of the investment cost of working independently. PWR's have become the reactors of choice in several countries i.e. France, Germany, United Kingdom, Italy which, earlier, had other preferences or options.

In reflecting upon the successful examples of technology transfer, several key elements or criteria appear to be present in all cases:

NATIONAL COMMITMENT.
ACTIVE PROJECT.
CONTINUING PROGRAM.
IN-DEPTH TRAINING.
ORGANIZED TRANSMITTING.
CONTINUING IMPROVEMENTS.

A brief discussion of each criterion follows.

NATIONAL COMMITMENT

Each country considering undertaking a nuclear power program must evaluate its role in terms of its national objectives. The government must then create an environment which will permit industry to participate in meeting the national objectives. In no country could the commercial or industrial sectors undertake a nuclear power program without the encouragement and cooperation of the government.

ACTIVE PROJECT

At the heart of every successful technology transfer program is an active project. Technology transfer cannot be considered complete unless it is reduced to practice. To put it another way, the transmitting and receiving organizations must work together to produce a real product, not just a paper product.

CONTINUING PROGRAM

The nuclear technology transfer programs which have achieved the highest measure of success have all had identifiable short-term, intermediate, and long-term goals. For example, a

un objetivo a corto plazo podría ser alcanzado con la construcción y funcionamiento satisfactorios de la primera central nuclear. Un objetivo a medio plazo sería el aumento de la capacidad de fabricación nacional. Finalmente, el objetivo a largo plazo es muy probablemente el desarrollo de una industria nacional auto-suficiente. El cedente de la licencia debe ser flexible para acomodar los diferentes objetivos de los diferentes licenciarios.

ENTRENAMIENTO EN PROFUNDIDAD

Hay numerosos ejemplos en todo el mundo de instalaciones industriales bien diseñadas y bien construidas que o bien son operadas de una forma deficiente, o ni tan siquiera lo son, debido a un entrenamiento inadecuado o insuficiente de sus operarios y directores. Es axiomático en todos los países que las centrales nucleares tienen que tener un funcionamiento seguro, y esto entraña un entrenamiento extenso tanto en el aula como en la práctica. Debido a los factores implicados, el cedente de la licencia, con su mayor experiencia, debe tener un papel de liderazgo en la preparación de los programas de entrenamiento para los licenciarios. Esta es la razón por la cual Westinghouse transfiere sus conocimientos a través tanto de entrenamiento como de clases prácticas. Los operadores tienen la oportunidad de aplicar en simuladores los conceptos teóricos a situaciones reales. Estos simuladores son réplicas a escala real de las salas de control de centrales nucleares. Para aquellos estudiantes de otros países que no sean los Estados Unidos, Westinghouse amplía este proceso de entrenamiento diseñando sus programas para tratar de superar cualquier diferencia de cultura que pudiera dificultar el proceso de transferencia de tecnología.

Westinghouse ha entrenado a más de 2.000 operadores de 15 países diferentes. Estos estudiantes, una vez graduados, vuelven a sus países y comparten los conocimientos y experiencia que han adquirido con otros miembros de sus organizaciones. Así pues, de manera muy real, constituyen un factor multiplicador en la utilización en todo el mundo de los procedimientos de funcionamiento seguros y eficaces que son esenciales para la utilización de la energía nuclear.

TRANSMISION ORGANIZADA

Dada la tremenda cantidad de datos generados cada año en la industria nuclear en todo el mundo, el procesamiento de la información debe estar bien organizado, de modo que pueda ser utilizado sin demoras. De acuerdo con esta filosofía, Westinghouse pone a disposición de sus licenciarios y subsidiarias todos los años la siguiente información:

- 350 códigos de ordenador,
- 480 manuales,
- 1.870 informes de investigación,
- 12.000 planos,
- 4.300 especificaciones,
- 2.600 informes de seguridad,
- 14.000 cartas en respuesta a solicitudes.

En la tabla I se da una lista de fabricantes en todo el mundo que poseen licencia de Westinghouse para construir los diferentes componentes nucleares más importantes para las centrales PWR de Westinghouse y de sus asociados. Cada uno de estos fabricantes debe recibir la información adecuada sobre los productos correctos en el momento preciso. En base a esta necesidad se ha establecido una oficina central consistente en 30 profesionales dedicados exclusivamente a ayudar a sus asociados extranjeros de manera cotidiana. Los más importantes licenciarios destinan a ingenieros residentes (localizados en esta misma oficina) para ayudar en el envío oportuno de la información.

MEJORAS CONTINUAS

Westinghouse es consciente de que si los licenciarios y asociados no tienen el convencimiento de que el «caudal de conocimientos» está aumentando continuamente, pronto dejarían de ver la necesidad de continuar la relación. Por esta

(Pasa a la página 96)

short-term goal might be realized with the successful construction and operation of the first nuclear plant. An intermediate goal could be the expansion of indigenous manufacturing capabilities. Finally, the long-term goal is likely to be the development of a self-sufficient nuclear power industry. The licensor has to be flexible in accommodating the differing goals of different licensees.

IN-DEPTH TRAINING

There are numerous examples around the world of well-designed and well-constructed industrial facilities which are operated either inefficiently or not at all because of improper or insufficient training of their operators and managers. It is axiomatic in all countries that nuclear plants must be operated safely, and such operation dictates extensive training, both in the classroom and on the job. Because of the stakes involved, the licensor, with the benefit of greater experience, must assume a leadership role in tailoring training programs for its licensees. Westinghouse transfers its know-how through academic and practical training. Students have the opportunity to apply classroom concepts to real-life situations in operating simulators, which are full-scale operational replicas of reactor plant control rooms. For students from countries other than the United States, Westinghouse takes this process one step further by designing its programs to address and overcome any cross-cultural differences that might impair the technology transfer process.

Westinghouse has trained over 2,000 foreign nationals from 15 different countries. These graduates return to their home countries and share the knowledge and skills they have acquired with other members of their sponsoring organizations. Thus, in a very real way, they constitute a multiplying factor in the worldwide utilization of safe and effective operating procedures and practices that are essential to the use of nuclear power.

ORGANIZED TRANSMITTING

Because of the tremendous amount of data generated each year in the nuclear industry worldwide, the processing and storing of information must be well organized if it is to be usable on a timely basis. Each year, Westinghouse sends to its international operations and associates the following:

- 350 computer codes,
- 480 manuals,
- 1,870 research reports,
- 12,400 drawings,
- 4,300 specifications,
- 2,600 safety reports,
- 14,000 letter responses to requests.

The table below shows a listing of the manufacturing facilities licensed around the world to build various major nuclear components for Westinghouse plants and those of its associates. Each of these facilities must receive the right information, on the right products, at the right time. Out of necessity, a central office consisting of 30 professionals dedicated solely to assisting its foreign associates on a day-to-day basis has been established. All major licensees assign residents (located in the same office) to assist in ensuring the timely flow of needed information.

CONTINUING IMPROVEMENTS

Unless foreign licensees and associates are satisfied that the «reservoir of knowledge» is continuously expanding, they will soon see no need for continuing the relationship. Worldwide,

(See page 96)

Su empresa de servicios

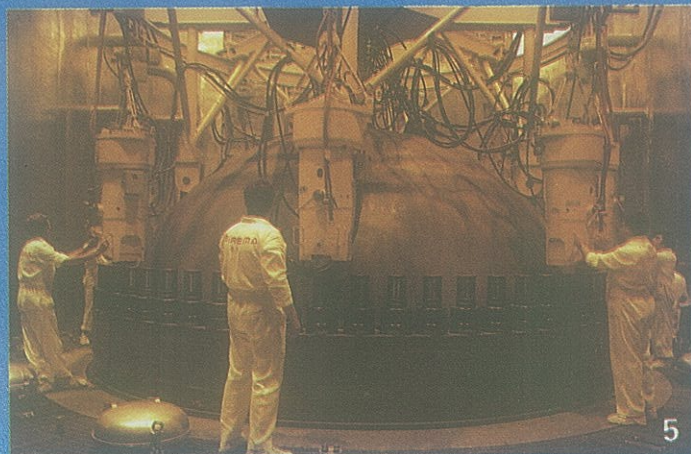
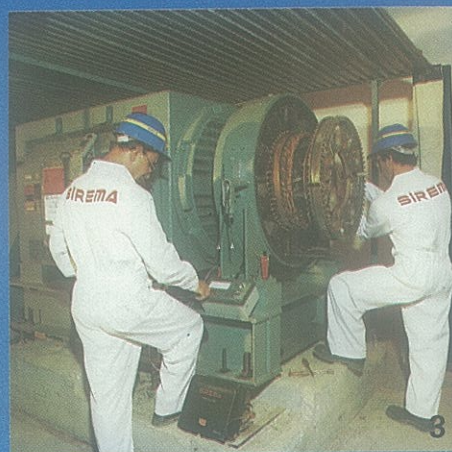
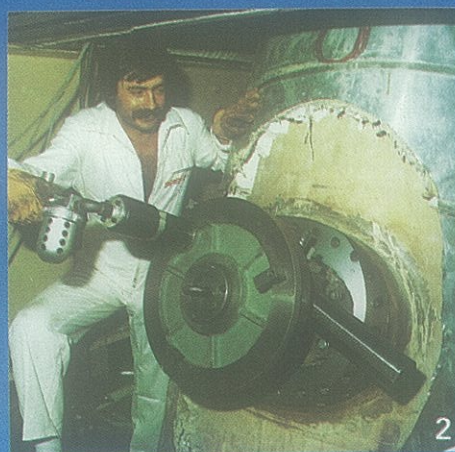


Foto 1. — Lapeado válvula compuerta. Foto 2. — Rectificado brida heliética. Foto 3. — Mantenimiento equipos eléctricos. Foto 4. — Mantenimiento equipos mecánicos. Foto 5. — Tensionado de pernos tapa vasija. Foto 6. — Rectificado brida generador vapor. Foto 7. — Fabricación y pruebas del simulador del R.C.I.S. Foto 8. — Revisión válvula aislamiento.

NUESTRA ORGANIZACION

DEPARTAMENTO MECANICO
DEPARTAMENTO ELECTRICO
DEPARTAMENTO INSTRUMENTACION

NUESTRAS ACTIVIDADES

PUESTA EN MARCHA
MANTENIMIENTO
REVISIONES Y REPARACIONES

NUESTRO AMBITO

CENTRALES NUCLEARES, TERMICAS E HIDRAULICAS
INDUSTRIA PETROQUIMICA



miento de Operadores de Instalaciones Nucleares», patrocinada por la European Nuclear Society, en la que se presentaron más de 60 ponencias de prácticamente todo el mundo occidental industrial.

Este tipo de actos, al margen de ser un exponente positivo de la actividad del sector nuclear español, tienen como objetivo primordial coadyuvar al mejor desarrollo de las actividades de formación y entrenamiento de especialistas nucleares. Este es un requisito básico para llevar a cabo el imprescindible programa nuclear que un país como España necesita.

Agradecimientos

Varias personas han aportado ideas y datos para la elaboración de este artículo. En este sentido se han de citar Lucila Izquierdo, Enrique Ugedo, Jesús Fierro y Pedro de Luis.

Asimismo deseo reconocer la inestimable colaboración de Emilio Mínguez, presidente de la Comisión de Publicaciones de la SNE.

(Viene de la página 45)

más pesados (vasijas de reactor, estructuras de núcleo y generadores de vapor completos), será difícil ocuparla rentablemente (y aún ocuparla con mínima eficacia industrial), con el mercado propio esperable en general y no deben infravalorarse las dificultades para exportar.

Tal vez en el futuro (aparte los enormes ámbitos nacionales señalados) pudiera pensarse en realizaciones «plurinacionales». Tenemos serias dudas.

Digamos, de pasada, que algo parecido aunque atenuado podría comentarse, al menos sobre la fabricación de los turbogrupos nucleares.

Planteamiento muy distinto, en cambio (y que nos parece obligado casi, si se quiere utilizar la energía nuclear más allá de lo puramente testimonial o «de prestigio»), es el de organizar suficientemente la transferencia y asimilación de tecnologías nucleares de fabricación básicas y toda la debida filosofía y práctica de Q.A., aplicándolas (quizás con la oportuna adaptación de capacidades en parte ya disponibles) a la producción de los equipos primarios o partes de ellos menos pesados, al montaje del NSSS y a su posterior mantenimiento en servicio.

Respaldar todo ello con la formación de los correspondientes cuadros del personal necesario y con las instalaciones de apoyo imprescindibles (laboratorios metalúrgicos, servicios de metrología y de ensayos, etc.), aprovechando para esto último en lo posible realidades preexistentes, puede dar lugar a soluciones proporcionadas a los problemas que habrá que resolver y que, a la vez, tengan en cuenta las limitaciones y dificultades deducidas de las experiencias a que nos hemos referido.

(Viene de la página 59)

por la JEN para el tratamiento de los minerales de los yacimientos de las zonas de Ciudad Rodrigo y Don Benito, y todo ello con la práctica dinámica de ENUSA con la estrecha colaboración de la JEN de seguir estudiando e incorporando innovaciones y modificaciones tecnológicas, en busca de la mejora de rendimientos y costes de las diversas fases de explotación.

Así se ha conseguido una explotación del yacimiento FE (Ciudad Rodrigo) económica y de rendimiento de recuperación alto para proceso de lixiviación estática, con producción creciente aunque todavía de nivel modesto (210 t U_3O_8 /año). Y se puede prever fundadamente que se conseguirá con el nuevo proyecto en estudio aumentar la producción fuertemente en esta zona en los próximos seis-siete, con rendimientos de recuperación de uranio elevados y a costes razonables, lo que constituye un objetivo importante y un reto para ENUSA, habida cuenta de las leyes medias bajas de estos yacimientos, del orden del uno por mil.

Respecto a la zona de Don Benito, también es un reto el objetivo, en vías de consecución, de mejorar en La Haba los rendimientos de recuperación de uranio y los costes de producción, para hacer viable económicamente la continuidad de esta explotación con producciones crecientes, aunque a niveles previstos inferiores a los de Ciudad Rodrigo.

(From page 27)

«Nuclear Facilities Operator Training» where 60 papers were presented from most of the countries of the western world. The conference was organized by the Spanish Nuclear Society with the co-sponsorship of the European Nuclear Society.

This type of events has as a major objective to contribute to the better development of the nuclear education system in Spain, which will be open always to people from other countries. Education and training have to be the foundations of the nuclear industry that many countries, like Spain, really need.

Acknowledgements

The author wishes to express his recognition to Lucila Izquierdo, Enrique Ugedo, Jesús Fierro and Pedro de Luis for their contribution to this article.

The author is also fully indebted to Emilio Mínguez, chairman of the SNE Publication Committee.

(From page 45)

vessels, core structures and complete steam generators) is created, it will be difficult to manage it profitably (or even with the minimum industrial efficiency) in the domestic market to be expected, and exporting difficulties should not be underestimated.

Perhaps in the future (with the exception of the mentioned countries) «plurinational» undertakings could be thought of. We have serious doubts.

Let us say, in passing, that something similar, though less drastic, could at least be said of the manufacturing of nuclear turbogenerators.

A very different approach (that seems indispensable if nuclear power is to be used because of a sounder reason than mere prestige) is that of sufficiently organizing the assimilation and transfer of basic manufacture of nuclear technologies and the attached Q.A. philosophy and practice, applying them (perhaps with the appropriate adaptation of already existing capabilities) to the production of primary equipment or less heavy components thereof, to the NSSS erection and to its subsequent operation and maintenance.

Backing it all up with the training of the needed personnel and the indispensable support installations (metallurgical laboratories, metrology and tests services, etc.), taking as much advantage as possible of those already existing, can give rise to solution in line with the problems to be solved.

(From page 59)

JEN for the treatment of the ores of the deposits of the Ciudad Rodrigo and Don Benito areas. ENUSA with the close collaboration of the JEN are continuing the study and incorporation of technological modifications and innovations to improve efficiencies and reduce production costs.

With this dynamic, innovative approach it has been possible to develop an economic uranium mining and production operation of the FE deposit (Ciudad Rodrigo), with a relatively high recovery efficiency for a heap leaching process and a growing, though still modest, production rate (210 t U_3O_8 /year). This experience and the work in progress are sound reasons to predict that with the new project under study a major production increase in this area will be achieved over the next 6-7 years, with high uranium recovery efficiencies at reasonable costs. This is an important objective and challenge for ENUSA, considering the low average grades of the ores of these deposits, of the order of one per thousand.

With respect to the Don Benito area, the objective, also a challenge and on the way to being achieved, is to improve the uranium recovery efficiencies and the production costs at La Haba, to make economically viable the continuity of this operation with higher production rates, although at lower levels than in Ciudad Rodrigo.

misma normativa, con las considerables ventajas que una normalización de este tipo representa para la industria española.

El desarrollo del Organismo Regulador de la energía nuclear ha llevado, como hemos dicho, a la creación del CSN como organismo independiente y único competente en materias de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica, cuya misión fundamental será la de garantizar la aplicación a las actividades nucleares y radiactivas del país de las más estrictas medidas de seguridad a fin de lograr que los riesgos derivados de la utilización de esta energía sean mínimos y, en todo caso, inferiores a los que se aceptan en otras tecnologías. Sin embargo, no deseo terminar estas consideraciones sin señalar que la primera responsabilidad de la seguridad de las instalaciones recae sobre los explotadores de las mismas y que alcanzar los niveles de seguridad requeridos no depende únicamente del Organismo Regulador, por mucha capacidad técnica y esfuerzos de sus componentes, sino que es una tarea de todos: explotadores, como ya hemos dicho, fabricantes, constructores, ingenierías, así como de la Administración. Una mentalización en este sentido y una coordinación entre todos permitirán alcanzar cotas, todavía mayores de las alcanzadas, en la seguridad de las instalaciones nucleares y radiactivas.

with the considerable advantages a standardization of this type means for Spanish industry.

The development of the Regulatory Body of nuclear energy, as we have said, has led to the creation of the CSN, as an independent body with unique competence in Nuclear Safety and Radiological Protection matters, the basic function of which will be to guarantee the application to the nuclear and radioactive activities in the country of the strictest safety measures in order to make the risks derived from the utilization of this energy minimal and in any case lower than those accepted in other technologies. However I do not wish to finish these considerations without indicating that the first responsibility for the safety of installations lies with their owners and that the achievement of the safety levels required does not depend solely on the Regulatory Body, however much technical capability it may have and the efforts of its members, but it is a task of all: owners, as we have said, manufacturers, builders, architects engineers, and also the Administration. Coming round to this way of thinking and coordination among all will make it possible to reach safety levels in nuclear and radioactive installations even higher than those already achieved.

El reflujo de tecnología de los asociados técnicos a General Electric es una característica importante del programa de intercambio de tecnología de General Electric y ayuda a que todos los proveedores de combustible y equipo BWR se unan en una asociación técnica cada vez más fuerte. Dentro del contexto de los rápidamente crecientes costes de la investigación y desarrollo nucleares, este intercambio de tecnología ha preparado el camino durante los últimos años para que General Electric coordinara el esfuerzo general para conseguir el desarrollo conjunto de tecnología con los sistemas BWR establecidos y fabricantes de combustible extranjeros y, en algunos casos, con varios institutos de investigación. Estos programas conjuntos permiten que dos o más partes planifiquen mutuamente un programa de desarrollo, se repartan los trabajos a realizar e intercambien resultados. Estos refuerzos conjuntos de desarrollo se han concentrado especialmente en la situación actual en las áreas de diseño del núcleo, metalurgia y química del reactor. El desarrollo conjunto ha demostrado ser extremadamente útil para todos los participantes y ha llevado a una cooperación técnica aún más intensa.

RESUMEN

La experiencia de General Electric en la transferencia de tecnología de reactores de agua en ebullición durante el último cuarto de siglo, le ha permitido realizar sus acuerdos de colaboración técnica de manera que cubrieran las necesidades de sus asociados técnicos. Los programas de transferencia de tecnología se han diseñado para ser de naturaleza flexible y fácilmente adaptables, no sólo para cubrir las necesidades, sino también para adecuarse a situaciones futuras. Mientras el futuro exija cambios en las técnicas de la energía nuclear, General Electric continuará cooperando con sus asociados técnicos en su objetivo de suministrar excelentes productos y servicios a la industria nuclear.

The backflow of Technology from technical associates to General Electric is an important characteristic of General Electric's technology exchange program and helps combine all the BWR equipment and fuel suppliers into an increasingly strong technical partnership. Within the environment of rapidly escalating costs of nuclear research and development, this sharing of technology has in recent years paved the way for General Electric's coordinating a widespread effort for joint technology development with established overseas BWR system and fuel manufacturers and, in some cases, with various research institutes. These joint programs permit two or more parties to mutually plan a development program, assign work tasks among themselves and exchange results. These joint development efforts have largely concentrated on advancing the state-of-the-art in such areas as core design, metallurgy, and reactor chemistry. Joint development has proved extremely useful to all participants and has led to an even closer technical cooperation.

SUMMARY

General Electric's experience in the transfer of boiling water reactor technology over the past quarter century has allowed it to customize its technical collaboration arrangements to meet the needs of its technical associates. Technology transfer programs have been designed to be flexible in nature and readily adaptable to not only meet their needs, but fit evolving situations as well. As future demands for nuclear power «know-how» change, General Electric shall continue to cooperate with its technical associates in their endeavor to provide excellent products and services to the nuclear industry.

razón, en todo el mundo se están realizando actividades de desarrollo conjuntas, lo cual beneficia a todos los asociados que comparten la tecnología. Valgan como ejemplos los siguientes desarrollos:

- Westinghouse y Mitsubishi están trabajando conjuntamente en el desarrollo de un PWR avanzado con una reducción significativa en el coste neto de generación.
- Westinghouse, Framatome, Electricité de France y el Commissariat a l'Energie Atomique están realizando un programa de R & D (investigación y desarrollo) que incluye combustible, seguridad, materiales, mecánica, diseño del generador de vapor, análisis de instrumentación y control y diseño de componentes.
- En Suecia, Bélgica, Japón y los Estados Unidos se han establecido acuerdos cooperativos de intercambio en programas de pruebas de combustibles.

En estos programas se cargan elementos de diseño avanzados en reactores en funcionamiento, que después son analizados en institutos de investigación locales.

El «Grupo de Propietarios» (Owners' Group), que comprende a compañías eléctricas de Bélgica, Brasil, Italia, Japón, Corea, España, Suecia y los Estados Unidos, está ocupándose de las necesidades de sus centrales en operación.

Estos esfuerzos continuados aseguran que el caudal de conocimientos del PWR sigue aumentando y que en todo los lugares, por remotos que éstos sean, se puede disponer de las lecciones aprendidas en otras localizaciones.

En suma, para que los programas de transferencia de tecnología tengan éxito, tiene que haber un transmisor conocedor y un receptor alerta. Las comunicaciones entre ambos deben ser mutuas y el flujo de información debe ser oportuno. Finalmente, el transmisor de la tecnología tiene un interés especial en ver esta transmisión reducida a un sistema práctico y efectivo, pues su reputación y credibilidad están siempre en evidencia.

joint development activities are underway which benefit all of the associates who share the technology:

- Westinghouse and Mitsubishi are working jointly on the development of an advanced PWR with a significant reduction in net power cost.
- Westinghouse, Framatome, Electricite de France, and the Commissariat a l'Energie Atomique are engaged in an R & D program involving fuel, safety, materials, mechanics, steam generator design, instrumentation and control analysis, and component designs.
- In Sweden, Belgium, Japan, and the United States, cooperative exchange agreements in fuel testing programs have been established. In these programs, advanced test assemblies are loaded into operating reactors and then analyzed by local research institutes.
- The «Owner's Group», including utilities in Belgium, Brazil, Italy, Japan, Korea, Spain, Sweden and the United States, are addressing the needs of their operating plants.

Continuing efforts such as these ensure that the body of PWR knowledge continues to grow and that the lessons learned anywhere are available everywhere.

In summary, for technology transfer programs to be successful, there must be a knowledgeable sender and a responsive receiver. Communications between the two must be two-way, and the flow of information must be timely. Finally, the transmitter of the technology has an abiding interest in seeing it reduced to effective practice, for his reputation and credibility are always at stake.

INDICE DE ANUNCIANTES ADVERTISERS INDEX

- | | |
|--|--|
| <p>35 — ABENGOA
38 — ALSTHOM

69 — CABLES PIRELLI
42 — C.N. ASCÓ
2 — C.N. TRILLO
71 — CIAT
43 — CUÑADO NUCLEAR

3 — CHEMTROL

88 — ELECNR
15 y 17 — EMPRESARIOS AGRUPADOS
32 — ENUSA
44 — EQUIPOS NUCLEARES

8 y 9 — FRAGEMA
2.^a C — GETSCO
1 — HEMYC</p> | <p>80 — IMPOREXP
72 — INITEC
3.^a C — INYPSA

24 — JEN

56 — LAINSA
28 — MONCASA
64 — PIHASA
84 — PRODUCTOS GOMA GARAY

4.^a C — SIEMENS - KWU
93 — SIREMA
21 — TECNATOM
25 — UITESA
48 — UNION ELECTRICA-FENOSA
4 — WESTINGHOUSE NUCLEAR
ESPAÑOLA</p> |
|--|--|