

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA COOPERATIVA Y COMPETITIVIDAD EN EL ÁMBITO NUCLEAR

COOPERATIVE TECHNOLOGICAL INNOVATION AND COMPETITIVENESS IN THE NUCLEAR ARENA

A. CASTRO - M. MARCO - R. SALVE - J. VALLEJO - J.A. TAGLE

La I+D y, más recientemente, la innovación tecnológica y su vinculación con la competitividad son, cada vez con más frecuencia, elementos integrantes cuando no el núcleo central de conferencias, libros, artículos y discursos políticos. Las relaciones entre innovación tecnológica y competitividad no son, sin embargo, evidentes.

El presente artículo trata de ilustrar algunos mecanismos que relacionan la innovación tecnológica con la competitividad a través de un ejemplo concreto, DTN, que está dando sus frutos en la industria nuclear y que puede contener elementos extrapolables a otros sectores industriales.

La importancia concedida por el mundo nuclear a la innovación, a la investigación y al desarrollo tecnológico no es nueva ni patrimonio de ninguna organización en particular pero hace evidente la coherencia entre sus planteamientos tradicionales y la idea en boga de modernizar el país promocionando un tejido tecnológico nacional.

INTRODUCCIÓN

La I+D y, más recientemente, la innovación tecnológica y su vinculación con la competitividad son, cada vez con más frecuencia, elementos integrantes cuando no el núcleo central de conferencias, libros, artículos y discursos políticos. Está de moda hablar de innovación y al socaire de la misma surgen multitud de iniciativas de todo tipo.

De una concepción finalista de la investigación (es bueno investigar en sí mismo) se ha pasado a otra de carácter instrumentalista, imperativa y ampliada (es necesario innovar para generar bienestar social). El eslabón adicional en ese cambio conceptual es la competitividad (para generar bienestar hay que ser competitivo).

Dejando al margen esta última consideración, la dificultad para entender y aplicar esa concepción radica en que no son evidentes ni universales los mecanismos que relacionan la innovación con la competitividad. De hecho, las campañas de promoción de "cultura investigadora", necesarias por otro lado, a menudo se basan en relatar ejemplos de empresas (o personas) para las que la innovación tecnológica ha constituido la clave de su desarrollo empresarial.

El presente artículo se inscribe de algún modo en este marco: relatará un ejemplo más con el ánimo de ilustrar algunos mecanismos. Se pondrá de manifiesto cómo el sector eléctrico español, consciente del reto planteado por unas circunstancias socio-económicas cambiantes, diseñó y puso en práctica un modelo, a través de DTN, que está dando sus frutos en la industria nuclear y que puede contener elementos extrapolables a otros sectores industriales.

La importancia concedida por el mundo nuclear a la innovación, a la investigación y al desarrollo tecnológico no es nueva ni patrimonio de ninguna organización en particular pero hace evidente la coherencia entre sus planteamientos tradicionales y la idea en boga

R&D and, more recently, technological innovation and its relationship with competitiveness are more and more part of conferences, books, articles and political speeches and very often are the central part of them. Innovation has become fashionable and many initiatives have come out in connection with it. However, the relationships between technological innovation and competitiveness are not always obvious.

The current article intends to illustrate some mechanisms that link these two concepts through a specific case, DTN, that is already providing results for the Spanish nuclear industry and whose example can be extrapolated to other industrial sectors.

The importance given by the nuclear to the innovation, the research and the technological development it is not new either exclusively belong to any specific organisation but makes evident the coherence between its traditional approach and the current idea of modernising the country promoting the national technological capacity.

INTRODUCTION

R&D and, more recently, technological innovation and its link to competitiveness are increasingly component elements, if not the core issue, of conferences, books, articles and political speeches. It is fashionable to speak of innovation, and this leads to a multitude of initiatives of this sort.

The concept of research as an end in itself (research on its own is good) has given way to a broader concept of an instrumentalist, imperative nature (it is necessary to innovate to generate social well-being). The additional link in this conceptual change is competitiveness (one must be competitive to generate well-being).

Leaving this latter consideration aside, the difficulty of understanding and applying this concept lies in the fact that the mechanisms that relate innovation to competitiveness are not evident or universal. In fact, the promotional campaigns of the "research culture", which on one hand are necessary, are often based on listing examples of enterprises (or people) that have found the key to their business development in technological innovation.

This article to a certain extent fits into this framework: it will provide one more example for the purpose of illustrating some mechanisms. It will explain how the Spanish electricity sector, aware of the challenge posed by changing social-economic circumstances, has designed and put into practice, through DTN, a model

that is yielding results in the nuclear industry and that may contain elements that can be extrapolated to other industrial sectors.

The importance attached by the nuclear arena to innovation, to technological research & development, is not new nor is it the legacy of any organization in particular, but it does demonstrate the consistency between its traditional approaches and the current idea of modernizing the country by promoting a national technological fabric.

IDENTIFICATION AND DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL INNOVATION PROJECTS

The first step to innovating is to know what to do and for what purpose. Traditionally, terms such as business knowledge, market surveys and others have been used, and lately the concept of Technological Monitoring has become generalized. In any event, it is obvious that to define and implement innovative actions, an in-depth analysis of the environment in which the so-called innovation will be used is required.

In the case that concerns us – nuclear R&D in Spain – the analysis results indicate that there has been a move from a regulated situation, in which an acceptable level of nuclear R&D activity was maintained with a well-defined organizational plan and with funding requirements basically covered, to a situation characterized by competition, organizational disintegration, funding problems and a slowdown of research activity that lately seems to be picking up.

Of the trends observed, it should be noted that deregulation of the sector, modification of R&D funding conditions, and the need to increase competitiveness require a certain level of activity and that cooperative R&D offers advantages over other options, as it makes it possible to conduct the process in an organized way and to share risks and costs without detracting from each organization's capacity for individual decision-making.

The nuclear business has from the very beginning had an inevitable international component, and thus the analysis must seemingly be repeated for the international arena. In this respect, it should be noted that the sector has extensive experience in international R&D collaboration which, with the national technological level obtained, provides technological and funding possibilities (under certain conditions). In the current situation, these collaborations help to partially compensate for diminished activity by minimizing technological and economic risks.

As regards the trends observed internationally, it should be noted that, while maintaining the progressive evolution of safety improvement, the economic efficiency factor has become key to maintaining the viability of the nuclear option on an international scale, thus overcoming the problems of a reticent public opinion. Therefore, there are strong motivations for international collaboration, provided that it targets this goal and results as much as possible in a practical application.

The analysis summarized above leads to a simplified deduction of the relationship between technological innovation and competitiveness, which can be realized by defining certain courses of action in R&D.

The new regulatory environment determines a clear orientation of R&D towards improved competitiveness of the nuclear option as a whole, in that the compatibility of this option with suitable safety conditions represents the basic framework of action. This improvement has obvious implications: extend power plant operational lifetime as much as possible, obtain the maximum possible output during this lifetime, and achieve tight operating margins.

Because of progressive aging of the nuclear park, international operating experience, the investments made in large components, and the prospects for NPP lifetime extension, continuous attention must be paid to the identification, prediction and treatment of material degradation mechanisms, with particular attention to other components such as the vessel and internals.

Within the broad framework of operation and maintenance, the initiatives will tend to reduce costs,

de modernizar el país promoviendo un tejido tecnológico nacional.

LA IDENTIFICACIÓN Y EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

El paso previo para innovar consiste en saber qué y para qué hacerlo. Tradicionalmente se ha hablado de conocimiento del negocio, de prospección de los mercados y de otros tantos términos, habiéndose generalizado últimamente el uso del concepto de Vigilancia Tecnológica. En cualquier caso, resulta claro que para definir y llevar a término actuaciones innovadoras se precisa realizar un análisis profundo del entorno en el que se desenvolverá la supuesta innovación.

En el caso que nos ocupa, la I+D nuclear en España, el análisis arroja como resultados destacables que se ha pasado de una situación regulada, en la que se mantenía un nivel aceptable de actividad en I+D nuclear, con un esquema organizativo bastante definido y con unas necesidades de financiación básicamente cubiertas a otra, caracterizada por la competencia, la desagregación organizativa, la dificultad de financiación y por una ralentización de la actividad investigadora que últimamente parece activarse.

De entre las tendencias observadas podría destacarse que la desregulación del sector, la modificación de las condiciones de financiación de la I+D y la necesidad de incrementar la competitividad demandan un cierto nivel de actividad y que la I+D cooperativa ofrece ventajas frente a otras opciones al permitir liderar el proceso de forma organizada y compartir riesgos y costes sin merma de la capacidad de decisión individual de cada organización.

La actividad nuclear ha tenido desde sus orígenes un componente internacional insoslayable, por lo que parece obligado repetir el análisis para el entorno internacional. En este aspecto, cabe destacar que el sector posee una dilatada experiencia en colaboración internacional en I+D que, con el nivel tecnológico nacional alcanzado, ofrece posibilidades tecnológicas y de financiación (bajo ciertos condicionantes). En la situación actual, estas colaboraciones permiten paliar

parcialmente el declive de actividad minimizando riesgos tecnológicos y económicos.

Respecto de las tendencias observadas a nivel internacional cabe destacar que, manteniendo una evolución progresiva en la mejora de la seguridad, el factor de eficiencia económica se revela como clave para el mantenimiento de la viabilidad de la opción nuclear a escala internacional, superando así las dificultades de una opinión pública reticente. Por lo tanto, las colaboraciones internacionales encuentran una fuerte motivación siempre que se orienten a ese fin y desemboquen lo más cerca posible de la aplicación práctica.

Del análisis resumido anterior ya se deduce de forma simplificada la relación entre innovación tecnológica y competitividad que se puede concretar formulando determinadas líneas de actuación en I+D.

El nuevo entorno normativo determina una orientación clara de la I+D hacia una mejora de la competitividad de la opción nuclear en su conjunto, de modo que la compatibilización de ésta con unas condiciones de seguridad adecuadas, representa el marco básico de actuación. Esta mejora tiene implicaciones claras: extender al máximo la vida operacional de las plantas, obtener el máximo output posible durante esa vida y conseguir unos márgenes de explotación ajustados.

El progresivo aumento de edad del parque, la experiencia internacional de operación, las inversiones realizadas en grandes componentes y las expectativas de alargamiento de vida de las CC.NN., obligan a prestar una atención continuada a la identificación, predicción y tratamiento de los mecanismos de degradación de materiales con un incremento de atención por otros componentes como la vasija y los internos.

En el amplio marco de la operación y el mantenimiento, las iniciativas tenderán a reducir costes, dosis y residuos por un lado y, por otro, mejorar aspectos operativos de la planta, buscando el aumento de la producción de energía compatible con los requisitos de seguridad. La reducción de los costes de aprovisionamiento, la mejora de los sistemas de información de la planta, la optimización del mantenimiento y de las dosis operacionales, el desarrollo de nuevas técnicas de inspección y reparación y

la exploración de los márgenes operacionales, parecen candidatos claros. Por otro lado, el aumento de la edad media de las plantillas, los procesos de rotación de personal, el alto grado de fiabilidad ya alcanzado por equipos y componentes y las dificultades de reclutamiento de personal adecuado, obligan a prestar atención a las herramientas de *formación*.

Como norma general, en el área de operación y mantenimiento no se trata de perseguir grandes invenciones, sino más bien de aplicar al campo nuclear tecnologías ya operativas y exitosas en otros sectores industriales. La rapidísima evolución de las llamadas nuevas tecnologías ofrece un enorme potencial de aplicación a las CCNN en la medida en que son capaces de compatibilizar la reducción de costes con la minimización de riesgos y la mejora de los niveles de formación del personal.

En el área de *combustible* todo apunta a la consecución de combustibles más fiables y resistentes que mejoren este capítulo de los costes de explotación, manteniendo los adecuados márgenes de seguridad.

A *largo plazo*, los esfuerzos innovadores se centran en la obtención de diseños de Centrales Avanzadas capaces de competir con otros modos de generación alternativos en un mercado abierto.

El diseño y construcción de las centrales nucleares del futuro (en Estados Unidos se necesitará incrementar la capacidad instalada en al menos 200.000 megawatts de aquí al año 2020, y es difícil imaginar que parte de estas nuevas plantas no sean nucleares) se basará en varias líneas de actuación.

- Modificación del proceso de licenciamiento que se hará en un solo paso, antes del inicio de la construcción, lo que permitirá reducir los costes asociados a las modificaciones requeridas, así como de los plazos de ejecución.

- Desarrollo de técnicas de financiación innovadoras, que compensen la penalización sufrida por proyectos con altas inversiones iniciales.

- Mejora global de los parámetros de seguridad, y en especial disminución de la frecuencia de daño al núcleo.

- Estandarización del diseño e introducción de nuevas tecnológí-

as para disponer de plantas más fáciles de operar y rápidas de construir.

La conveniencia de abordar el proceso innovador de *forma cooperativa* surge también de forma natural de lo anterior. Esta cooperación se refiere tanto al nivel sectorial como nacional e incluso internacional y es consecuencia de la *complejidad* de las tecnologías involucradas, de la necesidad de *minimizar riesgos tecnológicos* y de *compartir riesgos económicos* en un entorno de financiación limitada. La estrecha vinculación del *usuario final* en los proyectos emprendidos, a la vez que garantiza la aplicabilidad de los resultados, también optimiza costes de desarrollo.

El concepto de competitividad tiene asimismo una aplicación directa a la propia *gestión de los proyectos*. La disposición de un espectro suficiente de colaboradores adecuados desde el punto de vista técnico y económico, la especificación detallada de los proyectos ex-ante y el control ajustado de plazos, presupuestos y calidades, redundan en una mayor competitividad de los productos resultantes.

LA APLICACIÓN Y DIFUSIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES

Con el esquema definido de innovación-competitividad, el proceso de identificación y desarrollo de proyectos de I+D culmina con un *cierre de cada proyecto* que incorpora las condiciones más adecuadas para su aplicación y comercialización.

El mercado impone un elevado ritmo de cambio tecnológico y, por tanto, las aplicaciones ofrecidas a las plantas deben proporcionar el valor añadido de una alta adecuación a sus necesidades cambiantes con una estructura de costes claramente favorable. Sin embargo no se parte de cero: la experiencia obtenida en actuaciones anteriores y las conclusiones recogidas de esa experiencia, aunque resultantes de un entorno bien distinto, constituyen un referente necesario.

Desde el inicio del proceso, deben hacerse las siguientes consideraciones pensando en la aplicación final de los proyectos:

- El cambio tecnológico del entorno exige una prospección bien

dose and waste on one hand, and on the other improve plant operating aspects, always seeking an increase in energy production that is compatible with safety requirements. Obvious candidates for this are procurement cost reduction, plant information system enhancement, maintenance and operational dose optimization, development of new inspection and repair techniques, and assessment of operational margins. On the other hand, attention must be paid to training tools because of the older average age of staff members, personnel turnover processes, the high degree of reliability already achieved by equipment and components, and the difficulty of recruiting qualified personnel.

As a general rule, in the area of operation and maintenance, it is not a matter of pursuing major inventions, but rather of applying already proven, successful technologies from other industrial sectors to the nuclear field. The very fast evolution of the so-called new technologies offers a tremendous potential for application to NPPs, in that they are able to reconcile cost reduction with risk minimization and improved personnel training levels.

In the area of fuel, everything seems to indicate that more reliable, resistant fuels will be achieved that will help to improve this issue of operating costs while maintaining proper safety margins.

In the long term, innovative efforts will focus on obtaining Advanced Plant designs capable of competing with other alternative modes of generation in an open market.

The design and construction of future nuclear power plants (in the United States alone, it will be necessary to increase installed capacity by at least 200,000 megawatts between now and the year 2020, and it is hard to believe that some of these new plants will not be nuclear) will be based on several courses of action.

- Modification of the licensing process, which will be done in a single step before commencing construction, which will reduce the costs associated with required modifications and also the execution times.

- Development of innovative financing techniques, which compensate for the penalties endured by projects with high initial investments.

- Overall improvement of safety parameters, and in particular reduced frequency of core damage.

- Design standardization and use of new technologies to obtain easier-to-operate, quickly built plants.

The advisability of undertaking the innovative process on a cooperative basis is a natural result of the above. This cooperation refers both to the industry and national levels, and even to the international level, and is a consequence of the complexity of the technologies involved and of the need to minimize technological risks and to share economic risks in an environment of limited funding. A close relationship with the end user in any project undertaken will ensure the applicability of the results and at the same time optimize development costs.

The concept of competitiveness can also be directly applied to project management. The availability of a wide enough range of suitable technical and economic collaborators, a detailed project specification from the outset, and tight control of schedules, budgets and qualities will result in more competitive products.

APPLICATION AND DISSEMINATION OF AVAILABLE TECHNOLOGIES

With the innovation-competition scheme defined above, the process of identifying and developing R&D projects culminates in closure of each project that includes the most suitable conditions for application and marketing.

The market dictates a high rate of technological

change, and therefore applications offered to the plants should provide an added value that is highly tailored to their changing needs and with a clearly favorable cost structure. However this process should not start from scratch; the experience gained on previous occasions and the conclusions drawn from that experience, although a result of an entirely different environment, are a necessary reference point.

From the very beginning of the process, the following points should be considered with a view to final application of the projects:

- Technological change in the environment requires a well organized survey of new needs. Constant attention to and contact with the plants facilitates this task through feedback provided by the commercialization or marketing function to the R&D function, thus helping to identify the need-application binomial, which will result in a future project being faithful to its commitment to demand.

- On the other hand, innovations associated with already existing projects are also contingent on the plant's needs. This requires careful attention to the technological evolution and state of the art of the national/international market, which permits each current product on the market to be updated.

- There is a peculiar difficulty involved in the process of technological development in the national nuclear industry, which is the leading position that the Spanish power plants occupy in the worldwide ranking in terms of availability and load factors. As a result, in some cases, it is not easy to justify undertaking costly modernization programs.

- There have been desertions of some firms and services very closely connected to the Nuclear Sector in earlier phases.

The combination of these factors (complexity and rate of change of needs and technologies, asymptotically declining cost-benefit ratio, and reduced supply and demand) means that cooperation between the organizations of the Spanish nuclear industry (enterprises and institutions) is considered as justifiable in order to drive nuclear technology development in the future, at least in the medium term.

An accurate knowledge of demand, demand-based development and participation of organizations in joint developments help to understand the technology demanded and the technology existing on the market, thus generating a highly effective process of dissemination that results in external recognition of the project and implicit marketing prior to product completion. By measuring the degree of effectiveness of its application, it will be a more marketable and competitive product, and in addition will serve as a basis for new, jointly developed projects.

The Nuclear Industry has developed products primarily through R&D projects. Some of the results obtained have managed to suitably meet the specific needs of the end user, and have also extended the reach of these products. Developments undertaken to serve the nuclear field have had and have a broader reach in industry in general, thus increasing the number of companies involved, which generates a high degree of participation in and a greater competitiveness of the resulting product.

The search for suitable partners both at the national and international level is also a competitive process. The knowledge of other technologies is broadened by including them in projects, and in addition an international, interrelated network is created that will help to address the next 10 years of the Nuclear Sector.

Systematic inclusion of quality in the Cooperation - Technological Innovation binomial ensures that developments implemented to serve the Plant will comply with the necessary safety requirements and that the new technologies incorporated in the developments will provide a return and will maintain themselves, without any external dependence on obsolete technologies.

organizada de las nuevas necesidades. La constante atención y contactos con las plantas facilita esta labor a través de la realimentación proporcionada por la función de comercialización o marketing a la función de I+D consiguiendo una identificación del binomio necesidad <-> aplicación, que repercutirá en un futuro proyecto de I+D que sea fiel al compromiso de la demanda.

- Por otra parte, las innovaciones asociadas a los productos ya existentes también vienen condicionadas por la necesidades de la planta. Ello determina una cuidadosa atención a la evolución tecnológica y al estado del arte del mercado nacional/internacional lo cual permite una puesta al día de cada producto activo en el mercado.

- El proceso de desarrollo tecnológico en la industria nuclear nacional cuenta con una dificultad peculiar cual es la posición de cabeza en ranking mundial que ocupan las plantas españolas en cuanto a factores de disponibilidad y carga, por lo que *no es fácil justificar*, en algunos casos, la acometida de programas de modernización costosos

- Se han producido abandonos de empresas y servicios muy vinculados al Sector Nuclear en etapas previas.

La concatenación de estos factores (complejidad y ritmo de cambio de necesidades y tecnologías, relación coste-beneficio asintóticamente decreciente y reducción del mercado de la oferta y demanda) conduce a considerar como justificable la cooperación entre las organizaciones de la industria nuclear española (empresas e instituciones) en el impulso del desarrollo tecnológico nuclear en el horizonte, al menos del medio plazo.

El conocimiento exacto de una demanda, el desarrollo fiel a la misma y la participación de las organizaciones en la búsqueda de desarrollos conjuntos, facilitan el conocimiento de la tecnología demandada y de la existente en el mercado, produciendo un proceso de divulgación altamente efectivo que da lugar al reconocimiento externo del proyecto y a una comercialización implícita, previa a la finalización del producto. Midiendo el grado de efectividad en su aplicación, resultará ser un producto

más comercializable y competitivo, además de servir de base para nuevos proyectos desarrollados conjuntamente.

El Sector Nuclear ha desarrollado productos generados principalmente a través de proyectos de I+D. Algunos resultados obtenidos han conseguido una adaptación adecuada a las necesidades específicas del usuario final, produciéndose además una ampliación de su alcance. Desarrollos iniciados para dar servicio al campo nuclear, han tenido y tienen un alcance mayor en la industria general, permitiendo ampliar el número de empresas participantes lo que genera un alto grado de participación y una mayor competitividad del producto resultante.

La búsqueda de socios adecuados tanto a nivel nacional como internacional también es un proceso competitivo. Su incorporación a proyectos permite ampliar el conocimiento de otras tecnologías así como la creación de un entramado internacional interrelacionado que permitirá abordar el futuro de los próximos 10 años del Sector Nuclear.

La incorporación sistemática de la calidad al binomio Cooperación - Innovación Tecnológica, garantiza que los desarrollos incorporados al servicio de la Central cumplen con los requisitos de seguridad exigidos y asegura que las nuevas tecnologías incorporadas a los desarrollos disponen de un retorno y de un mantenimiento propios, sin dependencia externa de tecnologías obsoletas.

Todo lo anterior, redundando en un beneficio para la comercialización final del producto desarrollado al obtenerse, por una parte una aplicación de alta tecnología, derivada de la utilización del estado del arte existente y, por otra, una relación coste/beneficio muy competitiva al asegurar, mediante el compromiso de continuidad e integración de los socios colaboradores en futuros desarrollos, un mantenimiento de los costes aplicados al nuevo producto.

EL CONTEXTO INTERNACIONAL

Con la misma intensidad con la que se lanzan mensajes sobre la innovación tecnológica y la competitividad, se habla de la globalización de los mercados. En efecto, sólo en el contexto de una

economía internacionalizada cobra total significado el proceso antes descrito.

El proceso de desregulación y apertura de los mercados experimentado en España es común a otros países. Por este motivo y por otros de diversa índole, siempre relacionados con la globalización, *las amenazas y las oportunidades para el desarrollo tecnológico no se circunscriben al ámbito nacional*. En el caso de la tecnología nuclear existen en la actualidad oportunidades de colaboración localizadas en el centro y el este de Europa, en las centrales avanzadas (CCAA) y en los programas internacionales de fusión nuclear.

El primer caso, las oportunidades se concretan en la demanda de cooperación y asistencia tecnológica en materia de *seguridad nuclear a los países del centro y este de Europa* a través de programas impulsados por distintas instituciones financieras internacionales como la Comisión Europea, el Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo o el Banco Mundial, complementados por programas bilaterales de menor entidad financiados por el gobierno español.

En el segundo caso (CCAA), las crecientes necesidades energéticas de los países en desarrollo y la necesidad de conjugar los intereses contrapuestos de los países industrializados y de los que están en vías de desarrollo con respecto a la producción de energía "limpia", limitando las emisiones de CO₂, crean una demanda de tecnología nuclear que se satisface a través de alianzas y colaboraciones internacionales.

El tercer caso de menor dimensión, se refiere a la participación científica y tecnológica en los *programas internacionales de fusión nuclear*.

EL CENTRO Y EL ESTE EUROPEOS.

El interés del Sector Eléctrico Español, en consonancia con el del resto de las compañías eléctricas de Europa y del mundo entero, surge de la preocupación de que las centrales de diseño soviético no satisfagan los requisitos de seguridad exigidos en occidente, lo que potencialmente puede conducir a un incidente nuclear que, caso de producirse, podría dañar gravemente la utilización de ésta fuente de energía. Por lo tanto, toda iniciativa tendiente a evitar esta

situación contribuye tanto a la mejora de la seguridad como a la protección de los propios activos.

Desde el punto de vista empresarial, el interés en este tipo de programas responde a la estrategia de contribuir *al mantenimiento de las capacidades tecnológicas* adquiridas en el programa nuclear español, permitiendo una transferencia de metodología y prácticas de operación que se han demostrado muy capaces de adecuarse a las necesidades existentes en esos países.

Considerando el marco anterior, la actuación lógica consiste en propiciar la materialización de acciones que potencien la *presencia competitiva del Sector Eléctrico Español en el mercado internacional* a través de la realización de *servicios de apoyo tecnológico* que promuevan y consoliden la incorporación sinérgica de las empresas industriales españolas.

La situación política actual unida a la posición de las Instituciones Financieras Internacionales de acometer el desarrollo de proyectos de elevados presupuestos, *obliga a la participación en consorcios multinacionales*, con empresas altamente calificadas, principalmente compañías eléctricas Europeas, ya que la experiencia indica que una sola empresa no tiene la capacidad para acometer los alcances de los proyectos, así como para reducir el riesgo económico que conllevan los mismos. Por estas exigencias, *el marco cooperativo se amplía internacionalmente*. Adicionalmente, una presencia internacional de estas características ofrece un canal adicional de difusión y aplicación de iniciativas innovadoras diseñadas inicialmente para satisfacer necesidades locales o para formar parte de diseños avanzados.

Como consecuencia del grado de desarrollo alcanzado por las empresas colaboradoras, la diversidad de los servicios que se ofrecen es total en el campo de servicios nucleares. El mayor valor añadido está en la capacidad de *integrar dichos servicios puramente técnicos con la experiencia operativa* como resultado de la disponibilidad de expertos que están llevando a cabo in situ los mismos o similares proyectos a los que se desarrollan en las centrales de ámbito internacional. Asimismo, el grado de experiencia adquirido a lo largo de los años de desarrollo de las actividades en este marco,

All the above benefits the final marketing of the developed product, because it provides on one hand a high-tech application based on use of the current state of the art, and on the other a very competitive cost/profit ratio by ensuring that the costs applied to the new product will be maintained through a commitment to continuity and integration of collaborating partners in future developments.

INTERNATIONAL CONTEXT

Along with the messages conveyed regarding technological innovation and competitiveness, there is much talk about market globalization. In fact, the above described process becomes truly meaningful only within the context of an internationalized economy.

The process of deregulation and opening up of markets taking place in Spain is common to other countries. For this reason and for many others, always related to globalization, the challenges and opportunities for technological development are not limited to the national arena. In the case of nuclear technology, there are currently opportunities for collaboration in central and eastern Europe, in advanced plants (AP) and in international nuclear fusion programs.

In the first case, the opportunities are provided by the demand for cooperation and technological assistance in matters of nuclear safety in the central and eastern European countries through programs promoted by different international financial institutions, such as the European Commission, the European Bank for Reconstruction and Development, or the World Bank, which are complemented by smaller bilateral programs funded by the Spanish government.

In the second case (AP), the growing energy needs in developing countries and the need to balance the opposing interests of industrialized countries and developing countries, as regards production of "clean" energy by limiting CO₂ emissions, create a demand for nuclear technology that is met through alliances and international collaboration.

The third case, of lesser importance, refers to scientific and technological participation in international nuclear fusion programs.

CENTRAL AND EASTERN EUROPE

The Spanish Electricity Sector's interest in this area, along with the rest of the electric utilities in Europe and around the world, stems from a concern that the Soviet-designed power plants do not meet the safety requirements stipulated in the West, which could potentially result in a nuclear incident that, if it did occur, could seriously endanger the use of this energy source. Therefore, any initiative aimed at preventing this situation contributes both to improving safety and to protecting assets.

From a business perspective, the interest in this type of program is part of the strategy of maintaining the technological capabilities acquired in the Spanish nuclear program, by transferring operating practices and methodologies that have proven to be very capable of meeting the needs existing in these countries.

In view of the above, the logical thing to do is to encourage courses of action that leverage the Spanish Electricity Sector's competitive position on the international market through the provision of technological support services that promote and consolidate the synergic involvement of Spanish industrial firms.

The current political situation, together with the tendency of International Financial Institutions to undertake the development of high-budget projects, makes it necessary to take part in multinational consortiums with highly qualified firms, mainly European electrical utilities, since experience has shown that a single company is not able to take on these projects by itself, and also to reduce the economic risk involved in these projects. As a result, the cooperative

framework is extended to the international arena. In addition, an international presence of this nature offers an additional channel for disseminating and applying innovative initiatives initially designed to meet local needs or to form part of advanced designs.

As a result of the degree of development attained by the collaborating firms, a full range of services is offered in the nuclear field. The higher added value is provided by the ability to integrate these purely technical services with the operating experience, thanks to the availability of experts who are implementing on site the same projects or projects similar to those developed in internationally-based plants. In addition, the degree of experience gained throughout the years of project development in this framework, combined with the progressively enhanced knowledge of Russian technology designs, ensures that the commitments acquired with the beneficiaries will be adequately fulfilled.

ADVANCED PLANTS

Developing more competitive and more safety-compliant designs requires an effort that transcends national borders and involves several factors.

On one hand, it seems logical to take part in the definition of future plant requirements and to try to conjugate, or at least be aware of, the different postures in this respect that are of any relevance to the world market. On the other hand, a truly effective technological absorption with views to exploitation requires an active participation in those plant designs that are reasonably expected to achieve commercial success. Finally, the above strategy becomes particularly meaningful when there is actual participation in the construction and operation of the new plants.

Implementation of the above strategy has allowed the Spanish industry to become involved in technologically innovative developments and to maintain its competitive worldwide position in an increasingly globalized context. This participation is based on the sale of equipment and services for a value now exceeding 5,000 million pesetas.

Of special note, because of their obvious technological interest, are all the activities associated with the area of instrumentation and control, where there has been significant participation in:

- Design and development of reactor control displays.
- Development of alarm prioritization methodologies.
- Design and manufacture of different advanced boards, in particular for the Control Room.
- Implementation of advanced real-time simulation models of the NSSS system.

Achieving these contracts in an fiercely competitive environment, as well as a brilliant execution in terms of quality and schedule, is good proof that the Spanish nuclear industry continues to be on the cutting edge of technology and is maintaining a high level of competitiveness.

INTERNATIONAL NUCLEAR FUSION PROGRAMS

Throughout the years, fusion research has represented a major source of scientific and technological knowledge in a wide range of fields (plasma production, magnetic coils and superconductivity, fuel in micropellets, high-power radio frequency and microwave systems, high energy ion bundles, power lasers, active gas treatment, advanced materials with high thermal pulse features and high power density, pulsed power electronics, etc.).

Consequently, this research has resulted in a very important source of advanced technology transfer to the industry, with which it has always been closely connected both in the field of equipment manufacture (device design and construction) and in equipment operation and maintenance.

unido a la mejora progresiva de los conocimientos de los diseños de la tecnología rusa, garantiza un adecuado cumplimiento de los compromisos adquiridos con los beneficiarios.

LAS CENTRALES AVANZADAS

La consecución de diseños más competitivos y aún más exigentes con la seguridad requiere un esfuerzo que trasciende las fronteras nacionales y presenta varias facetas.

Por un lado, parece lógico participar en la definición de los requisitos de las futuras centrales y tratar de conjugar, o al menos ser consciente, de las distintas posturas al respecto con relevancia en el mercado mundial. Por otro, una absorción tecnológica realmente efectiva y con visos de ser explotada, obliga a participar activamente sólo en aquellos diseños de centrales que presenten expectativas razonables de alcanzar el éxito comercial. Por último, la estrategia anterior cobra todo su significado cuando se participa realmente en la construcción y explotación de las nuevas centrales.

Los implantación de la anterior estrategia ha permitido a la industria española implicarse en desarrollos tecnológicamente innovadores y mantener su capacidad competitiva en un contexto cada vez más globalizado a nivel mundial. Esta participación se ha concretado en la venta de equipos y servicios por un valor que ya supera los 5.000 millones de pesetas.

Cabe reseñar de forma especial, por su indudable interés tecnológico, todas las actividades asociadas al área de instrumentación y control, donde se ha participado de forma importante en:

- Diseño y desarrollo de los displays de control del reactor.
- Desarrollo de metodologías de priorización de alarmas.
- Diseño y fabricación de diversos paneles avanzados, en particular los de la Sala de Control.
- Implantación de modelos avanzados de simulación en tiempo real del sistema NSSS.

La consecución de estos contratos, en un entorno competitivo intenso, así como una ejecución en calidad y plazos brillante, es una buena muestra de que la industria nuclear española sigue estando en posiciones de vanguardia tecnoló-

gica, manteniendo un alto nivel de competitividad.

LOS PROGRAMAS INTERNACIONALES DE FUSIÓN NUCLEAR

A lo largo de los años las investigaciones en fusión han representado una fuente importante de integración de conocimientos científicos y tecnológicos en una amplia variedad de campos (producción de plasmas, bobinas magnéticas y superconductividad, combustible en micropastillas, sistemas de radiofrecuencias y microondas de mucha potencia, haces de iones de alta energía, láseres de potencia, tratamiento de gases activos, materiales avanzados con altas prestaciones a pulsos térmicos de alta densidad de potencia, electrónica de potencia pulsada, etc.).

Consecuentemente, dichas investigaciones han supuesto una fuente muy importante de transferencia de tecnología avanzada a la industria con la que siempre han mantenido una fuerte conexión tanto en el campo de la fabricación de equipos (diseño y construcción de dispositivos), como en el de operación y mantenimiento de los mismos.

Aunque la involucración directa de las empresas eléctricas en los programas de fusión no ha sido ni constante ni muy agresiva, ya que su actividad gravita en torno a otras tecnologías energéticas emergentes con posibilidades de implementación a más corto plazo, sí ha existido un constante interés por seguir dichos programas de manera cercana dado su alto impacto en el desarrollo y competitividad industrial y sus grandes expectativas de futuro.

Este interés se traduce en el objetivo de realizar un seguimiento coordinado del desarrollo científico, tecnológico e industrial de la fusión nuclear como alternativa energética en el siglo XXI. Dicho seguimiento debe permitir al sector eléctrico español estar en las condiciones adecuadas para responder a las posibles demandas que en el futuro puedan surgir de los hitos y decisiones resultantes de los programas de investigación y desarrollo de la fusión.

Las actuaciones con implicación tecnológica más directa a nivel nacional consisten en el apoyo mediante contratos y proyectos de colaboración a las instituciones

(Pasa a la última página)