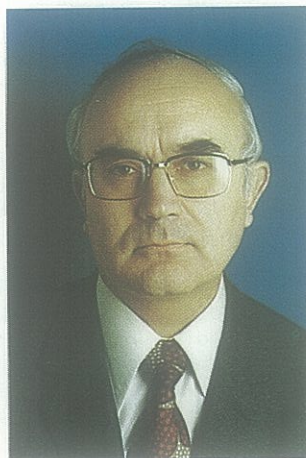


EXPERIENCIA EN LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE BIENES DE EQUIPO EN ESPAÑA

EXPERIENCE IN CAPITAL EQUIPMENT TECHNOLOGY TRANSFER IN SPAIN

Angel J. SIMON



Angel J. Simón Ramiro es Doctor Ingeniero de Armas Navales, licenciado en Ciencias Matemáticas e Ingeniero Geógrafo.

Durante varios años, como oficial de la Armada, a cuyo cuerpo de Ingenieros pertenece, desarrolló su actividad profesional como Jefe de Talleres de Artillería y Dirección de Tiro, del Servicio de Municionamiento y Polvorines y del Polígono de Experiencias en San Fernando (Cádiz).

Trabajó posteriormente en la Empresa Nacional Bazán, donde ocupó sucesivamente los puestos de Jefe de Inspección y Jefe de Producción en la Fábrica de Artillería, Director de Organización y Gerente de la Empresa. Desde 1975 desempeña la Dirección General de Equipos Nucleares, donde en 1982 fue designado Presidente. Entre 1978 y 1980 desempeñó la Vicepresidencia Ejecutiva de BWE.

Es miembro del Consejo de Dirección del Forum Atómico Español.

Angel J. Simón is Doctor in Naval Ordnance Engineering, M.S. in Mathematics and Geographical Engineer.

For many years, as an officer in the Navy and member of its Constructors Corps, he carried on his professional activity as Head of the Artillery Workshop and Fire Control Systems, of the Ammunition Service and of the Experiences Area in San Fernando (Cádiz).

Later on he worked in Empresa Nacional Bazán, where he successively held the position of Inspection Chief and Production Chief in the Artillery Factory, Organization Director and Company Manager. Since 1975 he is in charge of the Executive Direction of Equipos Nucleares,

of which he was elected President in 1982. Between 1978 and 1980 he was in charge of BWE's Executive Vice-chairmanship. He is a member of the Governing Board of the Forum Atómico Español.

INTRODUCCION

Puesto que en esta misma revista, y sobre todo en las sesiones de ICONTT III, muchas personas se ocupan de las cuestiones de transferencia de tecnología en todos los aspectos y, en muchos casos, de modo general y teórico, creo preferible aprovechar esta ocasión para ofrecer algunas referencias concretas sobre la experiencia nuclear española que conozco más de cerca y, con base en ella, hacer algunas reflexiones pragmáticas sobre el posible alcance y sentido de futuras experiencias parecidas. Lo que sigue se refiere, por tanto, solamente a una parte de la experiencia española en cuanto a transferencia de tecnología en el campo de bienes de equipo para plantas nucleares.

En cuanto a la totalidad, me limitaré aquí a recordar que los suministradores de bienes de equipo mecánicos y eléctricos «convencionales» habían desarrollado en los años cincuenta y sesenta (especialmente con ocasión de voluminosos proyectos de inversión petroquímica y de generación térmica de electricidad), capacidades muy importantes de todo tipo. Con tal experiencia, la organización y adopción a fondo de sistemas de Garantía de Calidad adecuados y, cuando fue necesario, las transferencias bien logradas de tecnología de diseñadores y fabricantes nucleares, permitieron a la industria española, sobre todo a partir de la segunda generación de Centrales Nucleares, una participación amplísima en el suministro de equipos de todo tipo, incluso turbinas y alternadores entre los más pesados.

Al comienzo de los setenta se decidió superar la única carencia grave que existía, concerniente a la capacidad de suministro de los equipos principales del NSSS. A ello voy a referirme.

INTRODUCTION

As in this same journal and especially in the ICONTT III sessions, many persons treat technology transfer in all its aspects and, in many cases, in general and theoretically, I consider it preferable to use this opportunity to offer some concrete references on the Spanish Nuclear Experience I am more familiar with and, with basis on it, to make some pragmatic reflections on the possible scope and sense of similar future experiences. Therefore, what follows refers only to a part of the Spanish experience in nuclear technology transfer in the field of capital equipment for nuclear power plants.

In relation to the totality, I shall just recall here that «conventional» mechanical and electrical capital equipment suppliers, had developed in the fifties and sixties (especially on the occasion of sizeable petrochemical investment projects and fossil-fired electricity generation), very important capabilities of all types. With such experience, the thorough organization and assumption of adequate Quality Assurance systems and, when necessary, the successful technology transfers of nuclear designers and manufacturers, enabled Spanish industry, especially from the second generation of Nuclear Power Plants, to have a very wide participation in the supply of all kinds of equipment, including turbines and alternators, to mention some of the heaviest.

At the beginning of the seventies the decision of overcoming the only serious deficiency was taken, concerning the NSSS main equipment supply capacity. To this I shall refer.

ENSA, PLANTEAMIENTO Y DESARROLLO

Equipos Nucleares constituye una de las últimas realizaciones, bastante completa, de transferencia-implantación-desarrollo de tecnología nuclear, en lo que se refiere a la fabricación de componentes primarios. Representa, también, un caso en cierto modo límite al ser una Sociedad establecida para este fin, sin pertenecer a alguna Empresa o Grupo con actividad anterior.

Planteada prácticamente en 1974, partiendo de cero, ha entregado a lo largo de los últimos años: vasijas de reactores tipo G.E., W y KWU; estructuras de soporte del núcleo tipo W y KWU; generadores de vapor y presionadores tipo KWU y W, y tubería primaria tipo W y KWU. Está haciendo trabajos para los programas nucleares de la Argentina, República Federal Alemana, Reino Unido e India. Ha accedido al campo de los Servicios a Centrales Nucleares que representan un cuarto de su trabajo total. Ha transferido tecnología nuclear de fabricación y prestado asistencia técnica a alguna empresa extranjera. Y, por fin, ante la falta de nuevos encargos nucleares nacionales, se ha planteado un serio esfuerzo de reconversión de gran parte de su actividad.

No parece, pues, exagerado afirmar que la Empresa, a pesar de sus limitaciones y defectos, constituye un caso bastante completo de interés, en el campo de la transferencia de tecnología de bienes de equipo nucleares, en cuyo proceso casi ha recorrido, en poco tiempo, todo el ciclo posible.

En efecto, ya que, aunque promovida por la Administración Pública y creada por cuatro fabricantes expertos de bienes de equipo convencionales, la Sociedad se estructuró separada de ellos y totalmente de nueva planta, hubo de resolver toda suerte de problemas empezando por los de disponer de todas las tecnologías necesarias, de diversas fuentes y de variados modos.

TRANSFERENCIA, ADAPTACION Y DESARROLLO DE TECNOLOGIAS

Para el diseño conceptual de la Fábrica de Santander se contó concretamente con la asistencia técnica de Breda Termomeccanica, pero también con la experiencia general de los promotores y con las orientaciones y consejos valiosos obtenidos de las plantas más recientes de EE.UU., Francia, Holanda, Suecia e Italia. Sobre tales bases los propios técnicos de ENSA coordinaron el proyecto, la ejecución y el equipamiento de una fábrica muy específicamente destinada a la producción de equipos nucleares primarios.

Un problema básico era la selección y adiestramiento del personal. Se procuró constituir, sobre todo en los primeros niveles, un equipo de personas con entusiasmo y disposición a enfrentarse con nuevos problemas, tecnologías y modos. Para puestos clave se contó con un par de expertos ingenieros nucleares, de las primeras promociones del Laboratorio de Argonne y con algunos diplomados del Instituto de Estudios Nucleares de la JEN. Pero la mayor parte del personal, incluso para funciones de primera responsabilidad técnica, carecían de formación nuclear previa. En muchos casos era su primer trabajo, si bien se procuró contar con experiencias básicas previas adecuadas (particular atención se puso en los referentes a Q.A.) y crear una plantilla equilibrada en cuanto a edades, formaciones profesionales, etc.

De todos modos era preciso formar y adiestrar los cuadros necesarios en cuanto a: ingeniería y códigos de diseño; cálculo de tensiones, especificaciones y ensayos; sistema de garantía de calidad; técnicas de fabricación, y gestión y ejecución, en general, de pedidos nucleares.

También para todo ello se contó, inicial y básicamente, con la asistencia técnica de Breda. Su entrada poco anterior en el campo nuclear con la vivencia cercana de sus propios problemas en el adiestramiento y transferencia tecnológica iniciales, su solera anterior en grandes fabricaciones, la similitud de lengua y de filosofía industrial, hicieron esta colaboración muy eficaz.

ENSA, CONCEPTION AND IMPLEMENTATION

Equipos Nucleares constitutes one of the last realizations, quite complete, in nuclear technology transference-implantation-development, as regards the manufacture of primary components. It also represents something like a limit case, being a society established for this purpose, without belonging to a Company or Group with previous activity.

Created in 1974, starting from zero, it has produced over the last years reactor pressure vessels, steam generators, pressurizers, core support structures and main coolant piping for Westinghouse, General Electric and Kraftwerk Union reactor systems. It is working for the nuclear programmes in the Argentine, Federal Republic of Germany, United Kingdom and India. It has acceded to the field of Services for Nuclear Power Plants, which represent a fourth of its total works. It has transferred nuclear manufacturing technology and given technical assistance to some foreign utilities. And, finally, faced with the lack of new national nuclear assignments, it has undertaken a serious effort to reconvert a large part of its activity.

Thus, it does not seem exaggerated to state that the Company, despite its limitations and defects, constitutes a very interesting case in the field of nuclear equipment goods technology transfer, where it has covered, in a short period, almost the whole cycle.

In fact, as, even though promoted by the Government and created by four manufacturers expert in conventional equipment goods, the Society was structured separate from them and built totally new, all sorts of problems had to be solved, starting with those of having the necessary technologies available, from different sources and in various ways.

TECHNOLOGY TRANSFER, ADAPTATION AND DEVELOPMENT

For the conceptual design of the Factory in Santander we counted with the technical assistance of Breda Termomeccanica, but also with the shareholders' general experience and the valuable guidance, and counselling obtained from the most recent plants in USA, France, Holland, Sweden and Italy. On this basis, ENSA's technicians coordinated the project, and the execution and equipping of a factory specifically destined to the production of primary nuclear equipment.

A basic problem was the selection and training of personnel. The intention was to constitute, especially in the first levels, a team of persons with enthusiasm and disposition to face new problems, technologies and methods. For key posts there were two expert nuclear engineers from Argonne's Laboratory first classes, and some graduates from the JEN's Nuclear Studies Institute. But the great majority of the personnel, even for functions of main technical responsibility, did not have previous nuclear training. In many cases it was their first job, although we tried to induct people with adequate previous basic experience (particular attention was given to those related to QA) and to create a staff balanced as regards age, professional education, etc.

In any case, it was necessary to educate and train the required team in relation to: engineering and design codes; stress analysis, specifications and tests; quality assurance system; manufacturing techniques, management and in general, implementation of nuclear orders.

Also, initially and basically, we counted for all this with Breda's technical assistance. The recentness of its incursion in the nuclear field and of the experience of their own problems in the initial training and technology transfer, their tradition in important manufactures, the similarity in language and industrial philosophy, made this a very effective collaboration.

Un buen soporte para la formación y el adiestramiento rápido lo constituyó el encargar a los asesores, mientras la planta se construía, la ingeniería y trabajos de cabecera para el primer contrato. El aprendizaje fue, así, muy realista y no sólo teórico, y la transferencia del personal formado a sus responsabilidades concretas y del trabajo en curso en Breda a la planta terminada en Santander, pudieron realizarse en el plazo total de unos dieciocho meses, sin problemas apreciables.

La formación del personal operador en técnicas de mecanizado pesado de precisión y de soldadura fue apoyada, también en paralelo, en la colaboración de los socios mecánicos fundadores.

Con posterioridad al arranque y a lo largo del tiempo, ENSA se ha beneficiado de transferencias de tecnología fruto de su colaboración con G.E., Westinghouse, KWU, GHH, Voest Alpine, etc., transferencias instrumentadas unas veces a través de acuerdos de asistencia técnica y/o uso de patentes, otras a través de fabricaciones compartidas, otras de servicios de consulta más puntuales, etc.

No me entretendré en detallar el proceso de asimilación y adaptación de los «inputs tecnológicos» recibidos, ni en los modestos desarrollos propios, que han hecho posible a la Sociedad salvar la «barrera tecnológica nuclear» primero, ir cumpliendo sus compromisos después, e incluso, en ciertos campos y aspectos, llegar a transferir tecnología a terceros.

Sí recordaré, en cambio, que, refiriéndonos sólo a tecnología de fabricación de componentes nucleares primarios, las capacidades desarrolladas no han podido ir más allá de las propias para afrontar el proyecto (incluido el dimensionamiento básico y los análisis de tensiones) y la construcción de los componentes primarios no sometidos a patente, a partir de las especificaciones básicas suministradas por los sistemistas del NSSS correspondientes; y para fabricar, de acuerdo con los planos y códigos aplicables, los componentes objeto de patente.

PERSPECTIVAS PARA PLANTEAMIENTOS FUTUROS

Querría ahora, según he anticipado, preguntarme, desde esta experiencia y en las circunstancias presentes, cuál puede ser hoy el alcance, sentido, dificultades y perspectivas de un planteamiento de transferencia de tecnología nuclear semejante. Porque es muy probable que la reflexión sobre esos extremos deba ser, ahora, bastante distinta de la que pudiera hacerse en tiempos anteriores.

Naturalmente, la cuestión depende, básicamente ante todo, del desarrollo futuro de los programas de construcción de nuevas plantas nucleares.

Para quienes pensamos que la mejora de la calidad de vida de miles de millones de personas en el mundo requiere disponer de más energía; que el carbón y el petróleo necesarios para las síntesis químicas de nuestra generación y las siguientes son demasiado valiosos para ser quemados aceleradamente sin alternativa; que el recurso a las energías blandas y renovables y a la fusión precisan todavía de largos esfuerzos investigadores, y, sobre todo, que la humanidad dispone ya en la fisión de una fuente de energía fiable, limpia y económicamente manejable, no es dudoso que en el futuro se volverá de nuevo a activar los programas nucleares y a configurar otros nuevos importantes.

Por otra parte, con centenares de centrales nucleares ya en explotación, la humanidad no puede permitirse el lujo de infraemplear una de las últimas tecnologías que ha desarrollado.

Pero por ahora la situación es la que es. Las crisis económica y energética, poniendo fin o frenando gravemente el alto ritmo de desarrollo de los cincuenta/sesenta de los países de occidente y la contestación nuclear, reforzando selectivamente las consecuencias de ello, han detenido o casi detenido los programas nucleares correspondientes, con la sola excepción de la URSS y de Francia, ambas con capacidades tecnológicas propias suficientes.

Los países en desarrollo (algunos con demografías e infraequipamientos energéticos notables) encaran crisis financieras

Entrusting the engineering and initial work for the first contract to the advisors, while the plant was being constructed, constituted a good support for the quick training and education. The apprenticeship was, thus, very realistic and not only theoretical, and the transference of the trained personal and the works in Breda to the finished plant in Santander could be carried out in a total time of eighteen months, without appreciable problems.

The operating personnel training in heavy precision machining and welding techniques was based also, in parallel, on the collaboration of the shareholder companies.

After the start-up, and in the course of time, ENSA has benefited from the technology transfer fruit of its collaboration with G.E., Westinghouse, KWU, GHH, Voest Alpine, etc., transfer instrumented variously through technical assistance agreements and/or use of patents, shared manufacturers, more specific counselling services, etc.

I shall not detail the received «technological inputs» assimilation and adaptation process, nor our own modest developments, which have allowed the Society to, first, overcome the «nuclear technology barrier», then fulfilling its commitments and even, in some fields and aspects, transferring technology to third parties.

I shall recall, however, regarding only the manufacture of primary nuclear components, the capacities developed have not been able to go further than those necessary to face the design (including the basic dimensioning and the stress analyses) and the construction of the primary components not subject to patents, with basis on the basic specifications supplied by the corresponding NSSS designers; and to manufacturer, in accordance with the applicable drawings and codes, the components subject to patents.

PERSPECTIVES FOR FUTURE DEVELOPMENT

I would now like to ask myself, from this experience and in the present circumstances, which can be nowadays the scope, sense, difficulties and perspectives of such a nuclear technology transfer arrangement. Because it is very probable that the prospective results of such an arrangement may now be quite different from the ones envisaged in past times.

Naturally the question depends, basically, on the future development of the construction programs of new nuclear power plants.

For those of us who think that the improvement of the quality of life of thousands of millions of persons in the world, requires having more energy available; that the coal and oil needed for the chemical synthesis of our generation and the following ones are too valuable to be speedily burnt without an alternative; that the resort to soft and renewable energies and to fusion still needs long research efforts, and, especially, that humankind already has a reliable energy source in fission, which is clean and economically manageable, there is no doubt that, in the future, the nuclear programs will be reactivated.

On the other hand, with hundreds of nuclear power plants already in operation, humanity is unable to afford the luxury of underusing one of the latest developed technologies.

But, in the meantime, the situation is what it is. The economic and energy crisis, stopping or restraining the high development pace achieved during the fifties and sixties in western countries and the opposition to nuclear power, selectively reinforcing the former's consequences, have stopped or almost stopped the corresponding nuclear programs, with the only exception of the U.S.S.R. and France, both with sufficient local technological capacities.

Developing countries (some of them with notable demography and energetically underequipped) face financial crises with

con endeudamientos que no les permiten abordar programas de inversión tan voluminosos como los nucleares; además de que, en ciertos casos, sus sistemas económicos, modelos de desarrollo e incluso, en parte, sentido de la calidad de vida son heterogéneos con los conceptos de Occidente.

Ante tan dura realidad, que al paso del tiempo se ha reconocido en gran medida como estructural, es un hecho que a lo largo de los siete últimos años han cesado en su actividad de fabricación de equipo nuclear primario varias de las más importantes instalaciones en el mundo, algunas de las más recientes: Tampa, Mont-Vernon y CBI-Memphis, en los EE.UU.; Rotterdam DM, en Holanda; Uddcomb, en Suecia. Y son conocidos los problemas de contracción o reconversión parcial que afrontan otras como Chattanooga y Pensacola, Le Creusot y Chalons, Breda, ENSA... Pese a todo lo cual, en la situación presente, aún se da un exceso de oferta.

Debe señalarse el carácter, muy especializado en todos los sentidos, de estas empresas, que las hace muy eficaces en su propia actividad, pero poco fáciles de adaptar a fines alternativos.

Esto es particularmente cierto por lo que se refiere a las instalaciones fabriles mismas. El carácter de los componentes primarios, muy pesados, muy dimensionados, de largo ciclo de fabricación, condiciona profundamente el diseño, equipamiento y organización de las fábricas en que se producen.

Es curioso observar las grandes semejanzas entre muchas de las instalaciones que se ha citado y no tanto por la inspiración de unas en otras —que la ha habido—, cuanto por la correcta adaptación de ellas a las exigencias muy específicas de ciertos equipos a fabricar, que las uniformizan.

Concebidas, por otra parte, para productos «muy personalizados», en los que la «serie», aún pequeña, es excepción (*) y habiendo supuesto cuantiosas inversiones, no resultan adaptables fácilmente a otros fines, sobre todo si, como es obligado a medio o largo plazo, debe asegurarse un funcionamiento económicamente equilibrado.

Algunas consideraciones en línea parecida podrían hacerse respecto al personal, estructura, organización y funcionamiento de las fábricas de componentes nucleares primarios. Pero no quiero extenderme demasiado en ello.

Por ejemplo, el largo ciclo de fabricación es difícilmente manejable sin trabajar a tres o cuatro relevos. En cambio, muchos fabricantes acreditados de bienes de equipo pesados convencionales estiman excesivas las dificultades ligadas a tal organización del trabajo.

Por ejemplo, el carácter de los equipos nucleares primarios, la exigencia de documentar a priori todas las operaciones sobre ellos, el tratamiento de las no conformidades, los requisitos todos de un riguroso sistema de Q.A. que normalmente prevalece sobre cualquier otra consideración, no se compadecen fácilmente con algunos criterios de productividad convencionales, etc.

Se cuenta, en cambio, con un personal muy tecnificado, muy mentalizado en todo lo que se refiere a Q.A., acostumbrado a la relación y manejo múltiple de tecnologías propias y ajenas y probablemente más abierto a novedades y cambios que el de otras muchas industrias.

CONSIDERACIONES FINALES

¿Qué pensar de la organización de experiencias futuras de transferencia de tecnología como la comentada y, por tanto, de la creación de nuevas instalaciones para la producción de equipos primarios?

Valorando con realismo y prudencia todo lo anteriormente dicho, con la excepción posible de los casos indio y chino (cuyo mercado potencial doméstico da pie a cualquier planteamiento ambicioso, a reserva de elegir el momento y modo adecuado), creemos que tales posibles planes futuros deberían ser cuidadosamente sopesados.

Si se crea, con cuantiosa inversión muy específica, una instalación para la producción de los componentes nucleares

(*) Casos singulares distintos han sido, por ejemplo, los establecimientos de Tampa y de Chalons.

debts that do not allow them to tackle investment programs as sizeable as the nuclear ones require; moreover, in certain cases, their economic systems, development trends and even part of their sense of quality of life are dissimilar to western concepts.

Facing a reality as crude as that, which has been acknowledged as a structural one, it is a fact that through these seven past years some of the main facilities in the world, even the more modern ones, have stopped its primary nuclear equipment manufacturing activity: Tampa, Mont-Vernon and CBI-Memphis in the USA, Rotterdam DM in Holland, Uddcomb in Sweden. And contraction or partial reconversion problems which have to be faced by other plants such as Chattanooga and Pensacola, Le Creusot and Chalons, Breda, ENSA... are widely known. Despite this, nowadays there is still an excess in capacity.

The very specialized, in every sense, character of these companies must be stressed, for it makes them very efficient in its own activity, but not easily adaptable to alternative purposes.

This is particularly true as regards the manufacturing facilities. The characteristics of primary components, very heavy, very large, with a long manufacturing cycle, profoundly determines the design, equipment and organization of the factories in which they are produced.

It is interesting to observe the great similarities existing between many of the mentioned facilities, and this not so much because of some being inspired by others —as has happened— but due to their obliged adaptation to the very specific requirements of the equipment to be manufactured.

On the other hand, as they are conceived so as to manufacture very specialized products in which the «series», even small, is the exception (*), and require sizeable investments, they are not easily adapted to other purposes, especially if, as necessary in the medium and long term, an economically balanced operation must be assured.

Some similar considerations could be made concerning the staff, structure, organization and operation of the primary nuclear component factories. But I do not wish to elaborate excessively on this subject.

For example, the long manufacturing cycle is hard to manage without arranging three or four working shifts. However, numerous reputable conventional heavy capital equipment manufacturers consider the difficulties related to such an organization of the work to be excessive.

For example, the characteristics of primary nuclear equipment, the need of documenting a priori all operations concerning them, the treatment of non conformities, the overall requirements of a strict Q.A. system which usually prevails over any other consideration, do not go easily along with some conventional productivity criteria.

However, we can rely on a highly technified personnel, highly concerned with everything related to Q.A., used to manage and utilize own and acquired technologies and probably more open to novelties and changes than that of many other industrial fields.

FINAL CONSIDERATIONS

¿What can one think of the organization of future experiences on technology transfer such as the one discussed and, therefore, of the creation of new facilities for the production of primary equipment?

Valuing realistically and prudently everything aforementioned, with the possible exception of the Chinese and Indian cases (the potential markets of which justify ambitious plans, provided the right moment and way of working are chosen), we believe that such possible future plans should be carefully considered.

If, with a sizeable and very specific investment, an installation for the production of the heaviest nuclear components (reactor

(*) Special cases have been, for example, the Tampa and Chalons factories.