

ASPECTOS DESTACABLES EN LA CONSTRUCCION DE UNA CENTRAL NUCLEAR

RELEVANT ASPECTS IN THE CONSTRUCTION OF A NUCLEAR POWER PLANT

Enrique VALERO ABAD

Enrique VALERO ABAD es Ingeniero de Caminos Canales y Puertos (1971).

Desde septiembre de 1971 ha participado en el proyecto y construcción de la C. N. Almaraz, dentro de la Organización de Supervisión de Construcción, primero como Jefe de Obra Civil y después como Jefe de Montajes Mecánicos.

Dentro de la organización de Empresarios Agrupados ha ocupado el puesto de Jefe del Departamento de Servicios y, posteriormente, el de Director del proyecto de la C. N. Cofrentes.

En abril de 1980 pasó a la organización de C. N. Valdecaballeros, en donde ocupa actualmente el puesto de Jefe de Ingeniería y Construcción.



Enrique VALERO ABAD is a Civil Engineer (1971). Since September, 1971, he has taken part in the design and erection of Almaraz Nuclear Power Plant, working in the construction supervision organization, first as Chief of Civil Works and latter as Mechanical Assemblies Chief.

In Empresarios Agrupados he has held the Services Department direction, and, latter on, has been Chief of the Cofrentes Nuclear Power Plant project. In April, 1980, he entered the organization of Valdecaballeros Nuclear Power Plant, where he works nowadays as Construction and Engineering Chief.

Las actividades de construcción y montaje de una central nuclear suponen una parte importante del total de la inversión material de la misma. El porcentaje puede aproximarse a un 50 %, si bien será muy variable en función del coste de la mano de obra y de las características técnicas de la central.

A la importancia del peso económico de la construcción hay que añadir el hecho de que sea esta área donde resulte más factible maximizar el volumen de participación de los recursos nacionales.

Vemos, en consecuencia, que es imprescindible para la empresa eléctrica que se proponga la instalación de una central nuclear, el realizar una planificación adecuada de las actividades de construcción, con el doble objetivo de conseguir la máxima economía en la inversión y alcanzar el mayor porcentaje de aportación nacional.

Capítulo aparte merecerían las consideraciones de tipo socioeconómico que se derivan del elevado nivel de empleo que genera la construcción de una central en áreas geográficas normalmente escasas en población e infraestructura. Sin embargo, este aspecto no será tratado en este artículo.

CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION

La construcción de una central nuclear tiene bastantes puntos comunes con los de otras grandes obras públicas e instalaciones industriales. Resulta necesario sacar el máximo provecho de la experiencia en estas obras, contando siempre con las empresas y el personal técnico que hayan participado en las respectivas especialidades en obras de gran volumen y complejidad.

Es imprescindible, sin embargo, tener en consideración las diferencias que caracterizan a las centrales nucleares, adoptando cambios de organización y, especialmente, de actitud. Últimamente hemos podido ver importantes fracasos en la construcción de centrales nucleares, debido, en gran parte, a una deficiente apreciación de las características diferenciadoras de la obra nuclear.

Nuclear power plant's construction and erection constitute a sizeable part of its total material investment. Its percentage can reach up to a 50 %, although it will considerably vary depending on the man-power cost and the plant technical characteristics.

To the importance of the construction's economic burden we must add the fact of this area being the one where it is more feasible to maximize the participation of the national resources.

In consequence, we see it is indispensable for the electric utility intending to build a nuclear power plant to make an adequate planning of construction activities, with the double objective of achieving maximum economy in the investment and reaching the highest percentage of domestic participation.

The socioeconomic considerations derived from the high level of employment generated by the construction of a nuclear power plant, in geographical areas normally scarce in population and infrastructure, would deserve a separate chapter. However, this aspect will not be dealt with in this article.

CONSTRUCTION CHARACTERISTICS

Nuclear power plant construction has many points in common with that of other important public works and industrial facilities. It is necessary to make the most of this works experience, always taking into account the companies and technical personnel that participated in the respective specialities in works of great volume and complexity.

However, it is indispensable to consider the differences characterizing nuclear power plants, which involve organization and, especially, attitude changes. Lately we have seen important problems in nuclear power plants' construction, in a large extent due to deficient appreciation of the nuclear work differentiating characteristics.



Una buena disposición general en el emplazamiento de las instalaciones auxiliares de obras (almacenes, parques, talleres, planta de hormigonado, oficinas) es importante para conseguir la máxima eficacia en la construcción.

A good general disposition in the location of work auxiliary facilities (warehouse, workshops, parks, concreting plant, offices) is important to achieve maximum effectiveness in construction.

El aspecto principal a tener en cuenta deriva del propio carácter nuclear de la instalación. Es necesario conseguir las máximas garantías de que la radiactividad producida como consecuencia de la operación de la central, o por cualquier posible accidente en la misma, no provoque daños en las personas y bienes próximos. Estas garantías sólo podrán lograrse estableciendo los máximos niveles de calidad alcanzables en la construcción e implantando sistemas rigurosos de control de dicha calidad. No parece necesario entrar en el detalle de los requisitos aplicables por estar abundantemente recogidos en la normativa nacional e internacional, pero sí puede ser interesante destacar que éstos deben ser considerados solamente como punto de partida, estableciendo niveles superiores de calidad que serán asumidos plenamente como objetivos por todas las organizaciones y personas que trabajan para la central.

Otro aspecto destacable que incide en la construcción de una central nuclear es el gran volumen, complejidad y variedad de las unidades de obra que la constituyen. La ejecución de las mismas se concentra en espacios físicos relativamente reducidos y existe un elevado grado de interdependencia entre ellas. Se produce, como consecuencia de estas condiciones, una acumulación de personal que trabaja en áreas comunes, provocando interferencias mutuas con el consiguiente descenso de la productividad. Además, la complejidad del diseño hace difícil detectar en el tablero del diseñador la existencia de interferencias entre los distintos componentes y estructuras. Estas interferencias aparecen, por lo tanto, en el momento en que se realiza la construcción, provocando la parada de los trabajos hasta encontrar una solución y, en muchos casos, la necesidad de repetir una buena parte del mismo.

Se puede conseguir una importante mejora de estas condiciones durante la etapa de diseño, actuando sobre la disposición física de la central y previendo el proceso constructivo al desarrollar la ingeniería de detalle. En esta fase es necesaria la máxima experiencia en construcción, complementada con herramientas adecuadas, como puede ser la realización de un modelo a escala de la central. Un tema que debe ser tratado con la mayor atención —y desde el comienzo del proyecto— es el conseguir la mayor estandarización posible en los distintos elementos de la central.

Para agilizar el proceso de construcción es necesario disponer de una organización en obra dotada de autonomía y capacidad para resolver de manera eficaz toda la problemática de diseño que se pueda presentar *in situ*. Esta organización debe ser capaz de desarrollar la ingeniería de detalle que, por

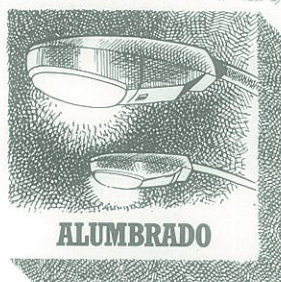
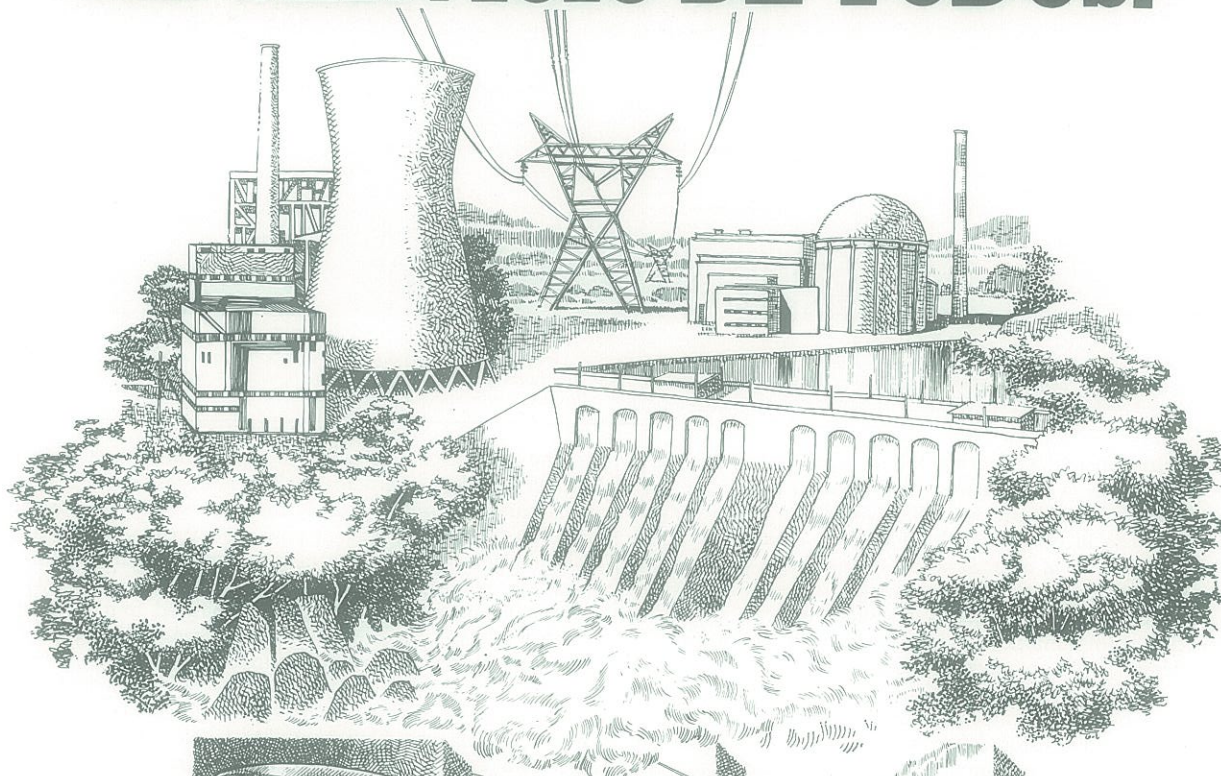
The main aspect to take into consideration derives from the facility's nuclear character itself. It is necessary to achieve the maximum guaranty to certify that the radiation produced as a consequence of the nuclear power plant operation or accident will not cause damage to nearby persons and property. This guaranty will only be achieved if the maximum quality levels attainable in construction are established and strict quality control systems implanted. It does not seem necessary to detail the applicable requirements, as they are thoroughly exposed in national and international regulations, but it may be interesting to underline that they must be considered only as a starting point, establishing higher quality levels which will be fully assumed as objectives by all the organizations and persons working for the plant.

Another relevant aspect of nuclear power plant construction is the great volume, complexity and variety of the work units which constitute it. The execution of them is concentrated in relatively reduced spaces and there is a high degree of interdependence among them. As a consequence of these conditions, an accumulation of personnel working in common areas occurs, bringing about mutual interferences and the subsequent decrease in productivity. Moreover, design complexity makes it difficult to detect the existence of interferences among the various components and structures in the designer's table. Therefore, these interferences appear when the construction starts, causing work stoppage until the solution is found and, in many cases, the necessity of redoing a considerable part of the work.

These circumstances may be considerably improved during the design stage, acting upon the plant's physical lay out and anticipating the constructive process when developing detail engineering. At this stage the maximum construction experience is necessary, complemented with appropriate tools, such as making a reduced-scale plant model. Achieving the highest possible standardization in the different plant elements is a topic which must be treated with special attention, from the beginning of the project.

To expedite the construction process it is necessary to have an autonomous in-job-organization capable of effectively solving all the design problems which may arise *in situ*. This organization must be able to develop the detail engineering which, due to its characteristics, needs to be carried out in-site.

NUESTRA ENERGIA AL SERVICIO DE TODOS.



ALUMBRADO



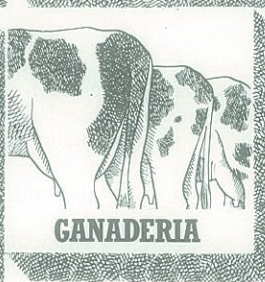
TRACCION



INDUSTRIA



INVESTIGACION



GANADERIA



USOS DOMESTICOS

UNION ELECTRICA-FENOSA

ENERGIA CONSTANTE.



La obra civil requiere un cuidadoso estudio de los medios de puesta en obra y se ajusta a rigurosos controles de calidad.

The civil work requires a careful study of the implementation means and conforms to strict quality controls.

sus características, deba hacerse en obra y resolver todas las interferencias adaptando el diseño en cada momento a las exigencias de la construcción.

Como consecuencia del volumen, la complejidad y concentración de las unidades de obra es preciso tomar medidas especiales en la construcción, a pesar de las mejoras alcanzables en la etapa de diseño.

Entre estas medidas hay que destacar la necesidad de establecer un sistema de programación adecuado y un férreo control del cumplimiento de la misma. Para este fin es ineludible acudir a medios informáticos potentes diseñados de forma flexible, gradual y modular, manteniendo siempre la responsabilidad de la programación de detalle en las organizaciones responsables de su ejecución.

Otra medida sería el correcto estudio de los medios de puesta en obra y ejecución, así como de las instalaciones y servicios auxiliares de obra. Dentro de este estudio debe considerarse, además de la eficacia de cada medio, su interfase con el trabajo de los otros, así como la máxima implantación de medios e instalaciones comunes para los trabajos de las diferentes especialidades. Se están consiguiendo resultados muy positivos por la instalación de medios de elevación de gran capacidad, sistemas de puesta en obra de hormigón de gran versatilidad y equipos de soldadura automática; son ejemplos de las continuas mejoras en los equipos auxiliares de construcción disponibles, a cuyo desarrollo conviene estar siempre atentos.

Por último, y en relación específica con la concentración de un elevado nivel de personal, podemos destacar una medida de índole estrictamente laboral que está dando resultados positivos: la implantación de dos o tres jornadas de trabajo distribuidas a lo largo del día, que consiguen rebajar sustancialmente el número de personas presentes simultáneamente en el emplazamiento.

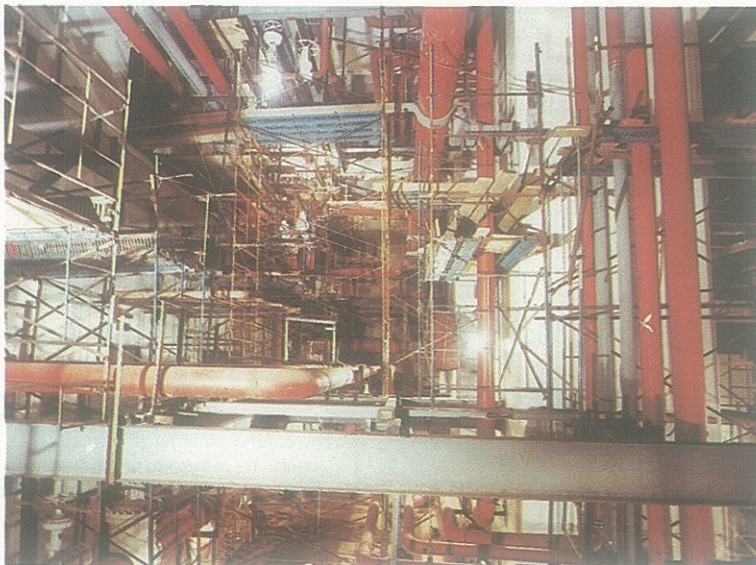
and to solve all the interferences, always adapting the design to the construction requirements.

As a result of the volume of the work units, complexity and concentration, it is necessary to take especial measures during construction, despite the improvements attainable in the design stage.

From among these measures, the need to establish an appropriate scheduling system and a strich control of its observance, must be underlined. For this purpose it is ineludible to resort to potent computer means, with a flexible, gradual and modular design, always keeping the detail schedule responsibility within the organizations in charge of their performance.

Another measure would be the correct study of the implementation and execution resources, as well as of the auxiliary facilities and services. Within the study, besides the effectiveness of each resource, its interface with the other's work, as well as the maximum implementation of means and facilities common for the various speciality tasks. Positive results are being obtained by the installation of high capacity cranes, versatile concrete pouring systems and automatic welding units; they are examples of the constant improvements in the available construction auxiliary equipment, to the development of which it is advisable to pay attention.

Finally, and specifically related to the high level concentration of personnel, we can point out a strictly labouring nature measure which is throwing positive results: the implantation of two or three work shifts, distributed through the day, which achieve a substantial reduction in the number of persons simultaneously present in site.



El montaje de equipos y, en particular, de tuberías tiene gran complejidad para las interfases que se producen. Es vital una planificación adecuada de los trabajos.

The equipment assembling, and particularly piping, is of great complexity for the subsequent interphases. It is vital for an adequate work planning.

El tercer aspecto que merece ser destacado, cuya incidencia puede superar a los anteriores, es el que se deriva de la necesidad, por razones de plazo, de acometer las distintas actividades de construcción sin disponer previamente del desarrollo completo del diseño.

A este hecho hay que sumar los cambios que pueden producirse a lo largo de la construcción, como consecuencia del propio desarrollo del proyecto o por modificación en los requisitos aplicables al proyecto.

Las circunstancias anteriores impiden realizar una programación óptima de los trabajos y obligan, en el peor de los casos, a la repetición de parte de los mismos, produciendo un incremento del coste de la construcción y un importante grado de incertidumbre sobre los plazos de ejecución de la misma.

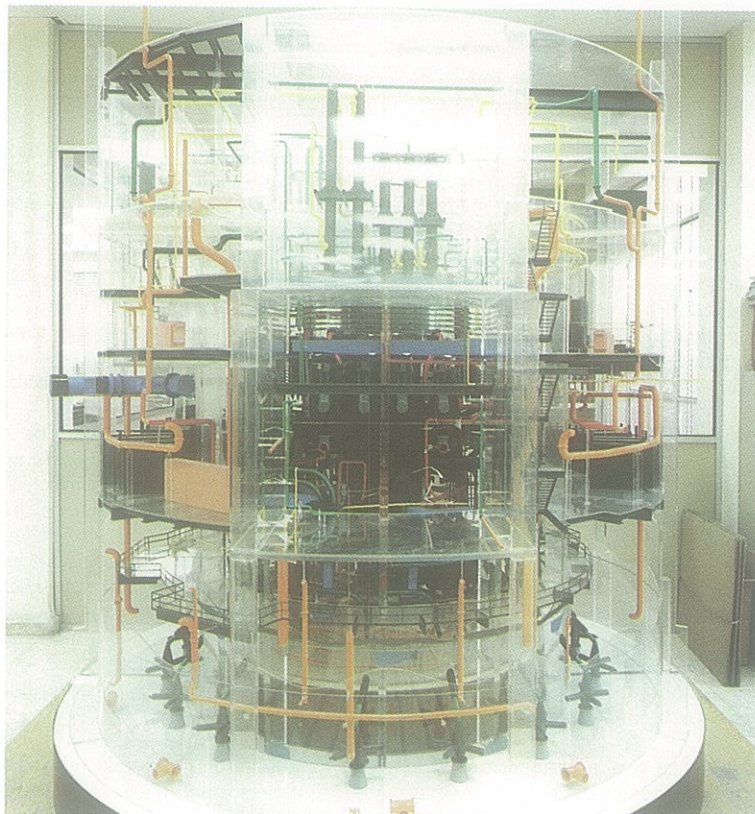
El medio más eficaz para minimizar estos problemas es realizar el mayor grado posible de estandarización de la central, de modo que se facilite que la definición del proyecto esté suficientemente avanzada al iniciarse la construcción. En esta

The third relevant aspect, the incidence of which may surpass the others, is that derived from the need, for reasons of limited time, to undertake the different construction activities without previously having the fully developed design.

To this fact we must add changes which may arise during construction as a consequence of the project development itself or of the modification of project's applicable requirements.

The preceeding circumstances prevent the optimum scheduling of the work and, in the worst case, imply their partly repetition, producing a construction cost increase and a considerable uncertainty degree as refers the construction execution time.

The most effective method to minimize these problems is to standardize the plant in the highest possible degree, so as to facilitate a sufficiently developed project definition at the time of starting construction. Different main equipment and engi-



La utilización de modelos a escala de la central permite evitar un volumen importante de interferencias que de otro modo se presentarían en la construcción.

The utilization of plant reduced-scale models helps to avoid a considerable amount of interferences which otherwise would appear in construction.

línea están trabajando los diferentes suministradores de equipo principal e ingenierías en un proceso en el que también colaboran los organismos reguladores.

Los efectos negativos del solape entre las actividades de diseño y las de construcción sólo pueden paliarse con la realización de una programación adecuada a la totalidad del proyecto y el establecimiento de un sistema de seguimiento que permita disponer, continuamente, de una evaluación realista de la situación del mismo. El haber acometido prematuramente las actividades de construcción, basándose en una evaluación incorrecta del grado de definición del proyecto, es la causa de una parte importante de los incrementos de coste incurridos en la construcción de centrales.

ORGANIZACION DE LA CONSTRUCCION

Existen diversas fórmulas respecto al modo de organizar la construcción de las centrales nucleares. Si bien la elección está en función de los medios disponibles y de las características de cada país, si se quiere utilizar al máximo los recursos nacionales y facilitar la transferencia de tecnología, la fórmula más adecuada consiste en que la compañía eléctrica establece

neering suppliers are working along this line, a process in which regulatory bodies are also collaborating.

The negative effects overlapping of the design and construction activities can only be palliated by the elaboration of an adequate programming of the complete project and the establishment of a follow-up system which continuously provides a realistic evaluation of its situation. A premature undertaking of construction activities, with basis on an erroneous evaluation of the project's definition degree, is the cause of a sizeable part of the cost increases incurred in nuclear power plant construction.

CONSTRUCTION ORGANIZATION

There are several methods regarding nuclear power plant construction organization. Even though the election is in terms of the available means and each country's characteristics, if we desire to use the domestic resources to the outmost and to facilitate technology transfer, the best way is that where the electric company establishes direct contracts with various

contratos directos con diferentes empresas contratistas para la ejecución de las distintas fases y especialidades de la construcción.

Este esquema organizativo es muy flexible, pudiendo adaptarse a cualquier situación que se presente. Dependiendo del volumen y experiencia de las empresas de construcción y montaje disponibles, podrá estructurarse la obra en un mayor o menor número de fases e incluir, dentro de cada fase, un alcance más o menos completo de las actividades asociadas a la ejecución de la obra.

En contrapartida, y frente a la realización de la construcción mediante un solo contrato «llave en mano», la existencia de diversos contratistas plantea el inconveniente de multiplicar las interfases. Esta circunstancia exige reforzar los medios de coordinación y control del conjunto de la construcción, lo que obliga a disponer de una fuerte organización de supervisión de construcción.

Las funciones de coordinación y control son siempre responsabilidad del propietario de la central, aunque esto no signifique que necesariamente deban ser desarrolladas en su totalidad con sus propios medios. En el caso de que la empresa eléctrica no cuente con la necesaria experiencia o no disponga de recursos suficientes, es posible acudir a otras organizaciones —normalmente una empresa de ingeniería— que disponen de personal cualificado para realizar estos servicios.

Cualquiera que sea la organización de supervisión de construcción que se establezca, la empresa eléctrica propietaria de la central debe realizar, con sus propios medios, las siguientes funciones que por su naturaleza son indelegables.

Relaciones institucionales

El propietario debe ocuparse directamente de las relaciones institucionales, ya que detenta la responsabilidad última de cuantas actividades se desarrollan en el emplazamiento de la central. Dada la importancia administrativa y socioeconómica que supone la construcción de una central nuclear, las relaciones institucionales que se derivan de la misma adquieren un gran volumen.

Garantía de calidad

El establecimiento de un programa de garantía de calidad debe ser exigido contractualmente por el propietario a las distintas empresas que participen en la construcción. Dicho propietario, como responsable de la calidad de la obra ante el organismo regulador, debe aprobar los manuales de garantía de calidad de los contratistas y vigilar el cumplimiento de los mismos, estableciendo, en caso de anomalías, las medidas necesarias para su corrección.

Control económico y de la programación

El coste de la construcción es, como ya hemos indicado, una parte importante de la inversión requerida para instalar la central; asimismo, los costes financieros alcanzan un gran volumen como consecuencia del dilatado plazo de construcción. En consecuencia, el propietario de la central debe tener entre sus objetivos más importantes el conseguir que el coste de la construcción sea mínimo y reducir los costes financieros, estableciendo un programa adecuado de inversiones y haciendo que el plazo de construcción sea lo más corto posible.

Los medios para reducir el coste de la construcción han sido mencionados anteriormente, deduciéndose la necesidad de establecer una planificación adecuada del conjunto del proyecto. Además, es fundamental establecer un sistema que consiga que los contratistas tengan el suficiente incentivo para mejorar la productividad de sus trabajos. Un régimen económico de los contratos bien establecido junto con una adecuada administración posterior de los mismos puede ser el mejor método para conseguirlo. Existe una buena experiencia con los contratos por precios unitarios para las distintas unidades de obra y con la eliminación, en la medida de lo posible, de los trabajos por administración o a costo reembolsable. Asimismo, es conveniente establecer un sistema de primas y penalizaciones para incentivar el cumplimiento de la programación.

contractors for the performance of different stages and specialities in the construction.

This organization plan is quite flexible, capable of being adapted to any situation which may arise. Depending on the volume and experience of the available construction and erection companies, the job will be divided in a higher or lower number of stages, and will include, within each stage, a more or less complete scope of work performance related activities.

Counterparting and opposite to the construction being done through a unique turnkey contract, the existence of various contractors brings up the disadvantage of multiplying the interfaces. This circumstance requires the reinforcement of the overall construction coordination and control means, which implies having a strong construction supervision organization.

Coordination and control are always the plant owner's responsibility, although this does not mean they have to be developed as a whole of his own resource. Supposing that the electric company does not have the required experience or not enough resources, it is possible to resort to other organizations —usually an engineering company— which have personnel qualified to carry out these services.

Whichever is the construction supervision organization established, the plant owner electric company must undertake of its own resources the following functions, which are, by their nature, not delegable:

Institutional relations

The owner must be in charge of institutional relations, as he holds ultimate responsibility for all the activities which take place in the plant site. Given the administrative and socio-economic importance of a nuclear power plant construction, institutional relations derived from it acquire a great volume.

Quality assurance

The creation of a quality assurance program must be contractually demanded by the owner to the different utilities participating in the construction. The owner, being responsible for the quality of the work in front of the regulatory body, must approve the contractor's quality assurance manuals and supervise their application, establishing, in case of anomalies, the necessary measures for their correction.

Economic and scheduling control

The construction cost is, as we have already mentioned, a sizeable part of the investment required to build the plant; likewise, financial costs reach a considerable volume as a consequence of the long construction time. Therefore, the plant owner must consider as one of its main objectives achieving the minimum construction cost, and reducing financial costs, establishing a convenient investment program and keeping the construction time as short as possible.

Means to reduce construction cost have previously been mentioned, concluding the necessity of establishing an adequate planning of the project as a whole. In addition, it is fundamental to establish a system which gives the contractor enough incentive to improve their work productivity. A well established economic system in contracts, together with their subsequent adequate administration can be the best method to achieve this goal. There is a good experience with contracts with unit prices for each unit of work and eliminating, as much as possible, administration work or reimbursable costs. It is also convenient to establish a bonus and penalty system to incentivate the schedule fulfilment. This system must be flexible so as to be adaptable to the construction evolution.

Este sistema debe ser flexible para poder adaptarse a la evolución de la construcción.

La reducción de los costes financieros pasa por el establecimiento de un programa optimizado desde el punto de vista de las inversiones y por la consecución del plazo de construcción más corto posible compatible con la productividad de los trabajos. El propietario debe establecer un seguimiento riguroso del cumplimiento de los programas, haciendo especial hincapié en el desarrollo de las actividades de ingeniería cuya indisponibilidad puede crear serios problemas en las actividades de construcción.

Participación en la construcción del personal de explotación

El personal de explotación de la central debe participar de la forma más activa posible en las actividades previas a la puesta en marcha de la central, no sólo por el valor de su aportación en esta fase, sino, fundamentalmente, para profundizar en el conocimiento de la central antes de hacerse cargo de la misma. Las actividades más adecuadas para esta participación son las relativas al mantenimiento de los equipos y el control de los repuestos.

La realización de las pruebas preoperacionales constituye una actividad en la que es indispensable la participación activa del personal de explotación. Es ésta la fase más adecuada para realizar la transmisión de la dirección de las actividades en obra desde la organización de supervisión de construcción a la organización de explotación de la central.

Las funciones que a continuación describimos completan la lista de actividades de las que la empresa eléctrica es responsable, aunque, en algunos casos, pueden ser delegadas en mayor o menor medida a una organización de supervisión de construcción contratada.

Ordenación de obra

La acumulación de diferentes empresas trabajando en una misma área exige a la organización de supervisión de construcción la realización de una serie de actividades englobadas en la función de ordenación de la obra. Un primer grupo de estas actividades es el constituido por el conjunto de medidas a adoptar para ordenar las condiciones de trabajo de todas las empresas: puntos de acceso del personal a la obra, espacios para vestuarios, establecimiento de horarios de entrada y salida, etc. Destacamos por su importancia la necesidad de controlar eficazmente que las empresas contratistas cumplan con sus obligaciones laborales con relación a la seguridad social de sus trabajadores.

En el segundo grupo se incluyen las actividades asociadas al establecimiento y mantenimiento de una serie de infraestructuras y servicios cuyo fin es el uso común por todos los contratistas. Podemos destacar en este grupo los viales internos en la obra, las redes de fuerza, agua y comunicaciones, el alumbrado, etc. La experiencia positiva del uso de estas instalaciones comunes está llevando a ampliar cada vez más el ámbito de las mismas, llegándose a instalar elementos comunes que hasta la fecha solían ser propios de cada contratista, tales como andamios, medios de elevación, etc.

Otro grupo de actividades lo constituye el relacionado con los servicios e instalaciones para la protección de la central. Podemos destacar en este grupo la seguridad industrial: control de accesos y vigilancia, y la protección contra incendios: instalaciones de detección y extinción y brigada de bomberos.

Por último, mencionaremos el grupo de actividades dirigido a la protección de la seguridad y salud de los trabajadores. Englobamos en este grupo tanto los servicios médicos para realizar los reconocimientos y atender los accidentes como las actividades de seguridad para prevenirlos o la higiene industrial para mejorar el entorno del trabajo.

Ingeniería en obra

Hemos ya indicado la importancia que tiene disponer en obra de medios suficientes para desarrollar la ingeniería de detalle y resolver las interferencias que se presenten en la

The financial cost reduction requires establishing an optimized investment program and to achieve the shortest possible construction time compatible with work productivity. The owner must establish a strict follow-up of the program development giving special emphasis to the engineering activities, as their unavailability may create serious problems.

Operating personnel's participation in construction

The plant operating personnel must participate as actively as possible in the activities previous to start-up, not only because of their contribution in this stage but, mainly, to go into the plant knowledge more deeply, before being in charge of it. The most appropriate activities for this participation are those related to equipment maintenance and spare parts control.

Carrying out the preoperational tests is an activity which requires the active participation of operating personnel. This is the best stage to transfer the in-job activities direction from the construction supervision organization to the plant's operation organization.

The functions we describe below complete the lists of activities for which the electric company is responsible, though in some cases, they can be delegated to a certain extent on a hired construction supervision organization.

Site arrangement

The accumulation of different companies working in the same area requires the construction supervision organization to carry out a series of activities included in the function of site arrangement. A group of these activities is constituted by the measures to adopt to arrange the working conditions of all the companies: work access points for personnel, space for changing rooms, setting entry and departure timetables, etc. We must emphasize the necessity of efficiently controlling that contractor companies comply with their labouring obligations in relation to their workers social security.

Another activity group is the one related to plant protection services and facilities. In this group we can point out industrial security: access control and surveillance, and fire protection: detection and extinguishing and firemen brigade.

Finally we shall mention the group of activities referred to personnel safety and health protection. We include in this group examinations and accident medical services as well as safety activities to prevent accidents or industrial health to improve the work environment.

In-site engineering

We have already pointed out the importance of having enough means at site to develop detail engineering and solving the interferences which appear during construction. These

construcción. Estos medios constituyen una auténtica organización de ingeniería, superando el antiguo concepto de la oficina técnica de obra, cuyo único fin consistía, prácticamente, en ordenar la documentación y servir de intermediaria entre la ingeniería y la ejecución.

El alcance de la ingeniería en obra tiende a ampliarse por el uso de ordenadores en obra que aportan no sólo capacidad de cálculo, sino que permiten realizar una gestión integrada de diseño, el control de materiales y la montabilidad de los distintos componentes.

Coordinación de las actividades de los diferentes contratistas

Una de las funciones fundamentales de la supervisión de construcción es conseguir que cada una de las empresas realice su trabajo en condiciones óptimas. Para conseguirlo es imprescindible que, dentro de la organización de supervisión de construcción, los responsables de cada una de las fases coordinen sus actividades de forma que la construcción se ejecute en la secuencia adecuada y que se evite la coincidencia de contratistas en áreas comunes de forma que no se interfieran mutuamente.

Naturalmente, esta coordinación precisa del establecimiento, seguimiento y continua actualización del programa desarrollado de construcción, así como de una disciplina total de los contratistas a las instrucciones de la supervisión de construcción.

Supervisión y control de las actividades de los contratistas

Esta función, que desde una perspectiva simplista podría considerarse como la única específica de la organización de supervisión de construcción, consiste básicamente en comprobar que el contratista realiza su trabajo de acuerdo con los requisitos especificados.

Si consideramos estos requisitos en el sentido más amplio, se pueden definir una serie de actividades, básicamente de gestión, conducentes a hacer cumplir el contrato. Para esta labor cada contrato debe tener un supervisor en la organización de supervisión de construcción que se haga responsable de la buena marcha del mismo.

Si consideramos, en el sentido más concreto, la vigilancia del cumplimiento de los requisitos de calidad de la ejecución, entramos en el campo específico del control de calidad. Ya hemos comentado anteriormente la importancia de la calidad en la construcción de una central nuclear; las actividades de control de la misma son, por tanto, fundamentales y deben ser realizadas siempre por personal cualificado y de acuerdo con un conjunto completo de procedimientos técnicos y administrativos que las definan.

means constitute a real engineering organization that overcomes the old concept of the site technical office, whose only purpose was to order documents and to act as an intermediary between engineering and construction..

The site engineering tends to widen by the use of computers which not only provide calculation capacity but also an integrated management of design material control, and erection feasibility for the different components.

Contractors' activities coordination

One of the main functions of construction supervision is to achieve the implementation of each contractor's task in optimum conditions. To achieve it, it is indispensable that, within the construction supervision organization, those responsible for each stage coordinate their activities so that the construction is done in the adequate sequence, and the coincidence of contractors in common areas avoided so there are no mutual interferences.

Obviously, this coordination requires the establishing, following-up and continuous updating of the construction schedule development as well as a total discipline from contractor to the construction supervision instructions.

Contractor's activities supervision and control

This function, which might be considered from a simplistic perspective the only specific one of the construction supervision organization, consists basically in checking out that the contractor carries out its task in accordance with the specified requirements.

If we consider these requirements in their more ample sense, we may define a series of basically management activities, leading to contract observance. For this task, each contractor must have a supervisor in the construction supervision organization responsible for its smooth progress.

If we consider, in a more concrete sense, the surveillance of the compliance with quality requirements, we enter in the more specific field of quality control. We have already mentioned the importance of quality in a nuclear power plant construction. Its control activities are therefore essential and must be always carried out by qualified personnel and in accordance with a whole set of administrative and technical procedures that define them.