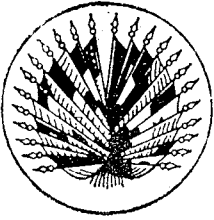
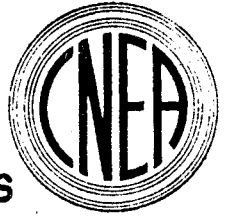


00.78.15



COMISION INTERAMERICANA DE ENERGIA NUCLEAR Y
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA DE LA REPUBLICA ARGENTINA



**CURSO LATINOAMERICANO DE INGENIERIA NUCLEAR
ORIENTADO A LA CAPACITACION BASICA PARA LA
IMPLEMENTACION DE PROGRAMAS NUCLEOELECTRICOS**

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1978

CNEA AC-87/78

PROGRAMA NUCLEOELECTRICO ARGENTINO

Prof.: ING. JORGE O. COSENTINO

BUENOS AIRES - ARGENTINA

OCTUBRE - 1978

La Comisión Nacional de Energía atómica (CNEA) es la institución responsable por la formulación y materialización del Programa Nuclear Argentino; creada en el año 1951, cuenta al presente con aproximadamente 5000 agentes y un presupuesto nacional de alrededor de 200 millones de dólares.

Su actividad se extiende desde la investigación básica hasta la operación de la Central Nuclear en Atucha (CNA) y la construcción de la Central Nuclear en Embalse (CNE). Es asimismo de su incumbencia la exploración y explotación de los recursos uraníferos.

Desde la puesta en operación comercial de la CNA, la CNEA forma parte del grupo de Empresas de generación eléctrica que abastecen el mercado nacional participando en los grupos de estudio de la Secretaría de Energía que planifican el equipamiento eléctrico. Hasta el presente la Secretaría de Energía ha definido el equipamiento eléctrico hasta el año 1986 encontrándose en elaboración el programa que cubrirá el período de 1986 en adelante y cuyos resultados se conocerán posiblemente durante el segundo semestre de 1978. Además de la CNA, que se encuentra en operación comercial desde mediados de 1974 y de la CNE cuya operación comercial se estima para 1981, el equipamiento ya aprobado preve una tercera central (CNA II) para 1986/1987. Se estima que dada la prioridad que se ha asignado a la explotación de los recursos hidroeléctricos el equipamiento nucleoelectrico adicional para el período 1986/1994 no será significativo, considerándose como posible una cuarta central para 1989/1990 y una quinta para 1993/1994. A partir de entonces los recursos hidroeléctricos económicamente aprovechables estarían explotados y toda ulterior expansión del sistema lo sería sobre la base de centrales nucleares.

En este informe se pasa revista a las tres centrales mencionadas es decir:

- 1 Central Nuclear en Atucha - 319 MWe (en operación)
- 2 Central Nuclear en Embalse - 600 MWe (en construcción)
- 3 Central Nuclear en Atucha II - 600 MWe (en proyecto)

1 CENTRAL NUCLEAR EN ATUCHA

A unos 100 km al noroeste de la ciudad de Buenos Aires, en las proximidades de la localidad de Lima, se encuentra en operación la primera central nuclear de la Argentina. La Central Nuclear en Atucha, de 319,3 MW(e), está equipada con un reactor de uranio natural, moderado y refrigerado por agua pesada, del tipo de recipiente de presión. El día 20 de marzo de 1974 fue sincronizada por primera vez a la red del Sistema Eléctrico Gran Buenos Aires-Litoral, habiendo generado hasta el 1° de marzo de 1978 7.728.177 MW netos. El país ha logrado en cada etapa del proyecto una experiencia que se expone sucintamente a continuación.

1.1 PLANIFICACION DE LA CENTRAL NUCLEAR

La CNEA realizó desde su creación una acción que le permitió contar en el año 1964 con una infraestructura apta para acometer una obra de la magnitud de una central nuclear.

En enero de 1965, el Poder Ejecutivo encomienda a la CNEA la realización de un "Estudio de preinversión de una central nuclear para el suministro de electricidad al área Gran Buenos Aires-Litoral", el que finalizado en 1966 arriba a conclusiones favorables en cuanto a la factibilidad técnica, conveniencia económica y viabilidad financiera del proyecto.

A este estudio sigue uno complementario realizado a comienzos de 1967 en forma conjunta entre la Secretaría de Estado de Energía y Minería y la CNEA, que pone énfasis en la consideración de la influencia de un equipamiento nuclear y otro convencional de la misma potencia sobre la operación y explotación del sistema.

Analizadas las conclusiones de ambos estudios, el Poder Ejecutivo aprueba en el otoño de 1967 la construcción de la central nuclear y encomienda a la CNEA el requerir las ofertas respectivas.

Esta primera etapa significó para la CNEA una transi-

ción de las tareas que hasta ese entonces había realizado, circunscriptas casi totalmente a la investigación básica y aplicada, a una acción más abierta en estrecho contacto con sectores ocupados en el quehacer energético nacional.

1.2 REQUERIMIENTO, RECEPCION Y EVALUACION DE LAS OFERTAS.

ADJUDICACION DE LA OBRA

Como resultado de las invitaciones cursadas en mayo de 1967, 17 ofertas fueron recibidas el 31 de julio de 1967. Dado que la CNEA había hecho conocer la importancia que se asignaba a la participación de la industria local que previera cada oferta, las mismas en general cubrieron adecuadamente este punto. Se inicia por parte de CNEA un proceso de evaluación, que culmina en febrero de 1968 cuando el Poder Ejecutivo adjudica la obra aceptando su recomendación. Si bien el énfasis de los grupos de trabajo que tienen a su cargo esta tarea es puesto en las consideraciones técnicas, económicas y financieras, el rol que ya se le asigna a esta central como paso fundamental de una política nuclear juega un papel prioritario en la decisión final. Planteada con esa perspectiva la alternativa uranio natural - uranio enriquecido, la CNEA que había estimado como no conveniente elegir a priori sino comparar ofertas concretas de ambos tipos, estuvo en condiciones de recomendar la línea de uranio natural como la más adecuada para el país, evaluando simultáneamente el riesgo que implicaba particularmente aceptar una oferta que no contaba con una central del mismo tipo y potencia en operación o al menos en construcción.

En el período que medió entre la referida decisión y la firma del contrato el día 31 de mayo de 1968, la CNEA culminó exitosamente las tratativas financieras y contractuales suscribiéndose un contrato que la experiencia posterior ha permitido calificar como excelente.

El precio final de la central nuclear, que comprendió su construcción, instalación y entrega como obra completa terminada y funcionando en explotación garantizada, incluyendo los gas-

tos de la financiación hasta la recepción y los mayores costos resultantes de la aplicación de las fórmulas de reajustes respectivas, resultó ser de aproximadamente DM 360.000.000, financiados en su totalidad a 20 años con un período de gracia igual al período de construcción y un interés del 6% anual. El referido importe no incluye la carga de agua pesada (300 toneladas más 27 toneladas de reserva) y la primera carga del núcleo constituida por 253 elementos combustibles que totalizan 38,6 toneladas de uranio; asimismo no incluye obras de infraestructura por un monto aproximado de U\$S 10.000.000 que fueron concretadas directamente por CNEA.

1.3 CONSTRUCCION, PUESTA EN MARCHA Y RECEPCION DE LA CENTRAL

La CNEA asumió la plena responsabilidad de la construcción de la central nuclear postergándose una definición acerca del Ente que se preveía tomaría a su cargo la operación de la misma.

Si bien la CNEA contrató la Central Nuclear en Atucha como una obra "llave en mano", impuso condiciones para asegurar la participación de la industria nacional en los distintos suministros, así como para garantizar la participación de su personal científico-técnico en las distintas etapas del proyecto; con resultados que a continuación se exponen.

1.3.1 PARTICIPACION DE LA INDUSTRIA NATURAL

Desde el momento que se concibió el proyecto, uno de los objetivos básicos fijados por la CNEA fue lograr la mayor participación de la industria nacional en la obra. Este objetivo respondía a dos necesidades importantes del desarrollo nacional:

- Preparación de una industria de componentes nucleares, y
- Elevación del nivel tecnológico de la industria nacional.

El trabajo desarrollado por la CNEA tenía como propósito:

- Concretar la fabricación en el país de los items que en la etapa de la evaluación y posterior redacción del contrato habían sido considerados como factibles de ser fabricados localmente, en particular aquellos que implicasen un mayor avance tecnológico.
- Ampliar la lista contractual con nuevos items que el avance de la infraestructura local permitían incorporar, desarrollando en ese sentido una tarea de promoción.
- Brindar a la industria nacional el asesoramiento necesario para el mejor logro de los objetivos mencionados.

Para concretar lo expuesto fue necesario generar un marco legal que colocara a los proveedores locales en la mejor situación posible, sin gravar simultáneamente en forma significativa la gestión económica de la CNEA ni comprometer el ritmo de la obra que tenía un cronograma muy exigente. La adjudicación de suministros electromecánicos se realizó teniendo como objetivo el mayor avance tecnológico.

Las empresas argentinas respondieron con amplitud permitiéndose ampliar significativamente la lista originalmente prevista. En resumen la participación nacional alcanzó un 38% del monto total del proyecto. En el rubro suministros electromecánicos el aporte nacional fue del 12% del total del rubro. Pero más importante que los porcentajes de participación nacional alcanzados en la realización de la primera central, resultó ser el hecho de que la industria local afrontó con éxito las exigencias impuestas por estrictas y severas normas de control de calidad. La Central Nuclear en Atucha ha sido la primera gran obra pública argentina, en la que a fin de alcanzar la mayor participación nacional posible se realizó un trabajo de análisis de la tecnología involucrada y de difusión de la misma entre las distintas empresas potencialmente aptas para la tarea.

1.3.2 PARTICIPACION DEL PERSONAL TECNICO CIENTIFICO

DE CNEA

A diferencia de lo acontecido con la industria, la participación de las empresas nacionales de ingeniería fue mínima, siendo ello en gran medida resultado de la falta de experiencia previa por parte de CNEA en este tipo de obras. Esta circunstancia fue comprendida durante el desarrollo de la obra y salvada como se verá en el caso de la segunda central.

Por el contrario la CNEA entendió con claridad la importancia que implicaba aprovechar esta etapa de la obra para integrar la capacitación de su personal técnico-científico. Ello significó que paralelamente al personal destinado a la operación de la central, la CNEA destacara en las oficinas de la firma proveedora su personal con más experiencia en las disciplinas relacionadas con el proyecto de la central. Este personal adquirió la suficiente experiencia y capacitación para cooperar en el desarrollo de la obra como asimismo brindar en las etapas de puesta en marcha y posterior operación un apoyo técnico científico de valor práctico.

1.3.3 PERSONAL DE OPERACION DE LA CENTRAL

La prácticamente nula participación de las empresas de generación eléctrica convencional en el proyecto, el avance de la obra y la ya mencionada postergación de la decisión acerca de la constitución del Ente que tomaría a su cargo la operación de la central, obligó a CNEA a encarar la responsabilidad de integrar el plantel que tendría a su cargo la futura operación de la central. Ello fue realizado sobre la base de personal con experiencia en centrales convencionales y una menor proporción de personal de CNEA con experiencia en reactores de investigación. Este personal fue destacado al exterior para complementar su capacitación, donde permaneció entre 12 y 18 meses según los casos. La demora que sufriera el proyecto durante su puesta en marcha, las demoras en concretar obras de infraestructura que facilitarían

el alojamiento del referido personal en las proximidades de la central, su distinta extracción y en ciertos casos la falta de compenetración con los fines de la CNEA, la carencia de una clara legislación laboral que contemplase las peculiaridades operativas de una central nuclear, en fin el inicio de un período de responsabilidad pasado un período de capacitación, implicó la defeción de un elevado porcentaje del plantel durante las etapas finales de la puesta en marcha de la central.

La CNEA, previendo esta posibilidad, había iniciado a mediados de 1973 una intensa y acelerada tarea de capacitación de personal adicional de operación con vista a futuros proyectos y eventualmente para cubrir situaciones como la planteada.

Esta capacitación dada en el país, con mucho menos inversión que la original pero partiendo de profesionales integrados a la CNEA prácticamente desde el inicio de su vida profesional, permitió contar en el momento de recibir la central con el suficiente aporte como para enfrentar la responsabilidad de operarla.

A mediado de 1977 y luego de la recorrida general de la CNA que se explica más adelante, sus profesionales y técnicos de mayor experiencia fueron afectados a la CNE y a la CNA II, quedando la operación de la CNA confiada prácticamente a personal formado según los esquemas mencionados. Este personal luego de un primer período de adaptación a la responsabilidad encomendada, se ha desempeñado hasta el presente con total eficiencia.

1.3.4 DESARROLLO DE LA OBRA

La construcción de la central se inició el 15 de junio de 1968 correspondiendo, de acuerdo con las previsiones contractuales, su recepción el día 15 de junio de 1972 siendo recibida efectivamente por CNEA el día 24 de junio de 1974. Ello implica que el plazo original se extendiera en algo más de dos años. Como causales fundamentales de esta demora deben mencionarse:

- a) Dificultades acontecidas durante la fabricación del recipiente de presión las que implicaron una demora

en la fabricación de dicho componente de 15 meses y medio, y

- b) Un problema detectado en el diseño original de los elementos combustibles que interrumpió, a partir de febrero de 1973 y durante un período de casi 9 meses, la puesta en servicio de la central.

Estos dos acontecimientos fueron una oportunidad adecuada para valorar la importancia que significó contar en la CNEA con una infraestructura técnico-científica, que permitió participar activamente en la evaluación del problema y en la ponderación de las soluciones que posteriormente se dieron a ambos eventos.

La supervisión total de la obra por parte de CNEA fue tarea que superó sus posibilidades de recursos humanos pero cuyos efectos quedaron disimulados por la responsabilidad con que la firma proveedora enfrentó el proyecto.

1.3.5 PUESTA EN SERVICIO Y RECEPCION

La etapa de puesta en servicio constituyó la más valiosa en el sentido de integración de los cuadros de CNEA.

La defección ya mencionada de parte del personal de operación con mayor entrenamiento mermó el aprovechamiento de esta experiencia pero de todas maneras la misma ha sido relevante.

La circunstancia de desempeñar la CNEA el doble papel de operadora y de autoridad licenciante de la central requirió en cada momento de soluciones ad-hoc.

Sin embargo fue en esta etapa donde mejor se puso de manifiesto los limitados recursos humanos que impidieron cubrir estas dos funciones en forma completamente independiente.

Ello obligó a usar el personal disponible tanto en una función como en otra, circunstancia que pudo haber originado no sólo dificultades entre el personal de CNEA sino también con el proveedor. Ello no aconteció por haber mediado una clara comprensión de las partes y en especial por haberse implementado en obra un comité ad-hoc de puesta en marcha, integrado por representantes de las tres partes, que guiándose por directivas generales del Comi-

té de Licenciamiento de la CNEA, evaluó permanentemente el avance de la puesta en servicio, tomando con la celeridad que las circunstancias requerían las decisiones correspondientes.

Esta estrecha participación en la puesta en marcha de la central, no sólo en lo que se refiere a la realización de las tareas sino también en la evaluación de sus resultados, permitió un adecuado conocimiento de la central por parte del personal de CNEA, aspecto que facilitó un rápido diligenciamiento de las tareas vinculadas a la recepción contractual y a la calificación y compensación de las discrepancias encontradas.

1.4 OPERACION DE LA CENTRAL

Próxima la puesta en servicio de la Central, la CNEA debió enfrentar la decisión acerca de la constitución del Ente que previsto en el decreto que decidió la construcción de la central tomaría a su cargo la operación de la misma. Sectores externos a la CNEA, argumentando razones de ordenamiento eléctrico, opinaron que la función de la misma había culminado y que la central debía ser transferida a alguna empresa de generación eléctrica. Contra estos argumentos la CNEA sostuvo que otra prioridad de la Central Nuclear en Atucha era contribuir al desarrollo de la política nuclear argentina, por lo menos mientras fuera la única central nuclear en el país, debiendo en ese sentido desempeñar aún un papel tan trascendente como la generación de energía eléctrica. Esta tesis fue aceptada y al cumplirse los 45 meses desde la recepción de la central la misma sigue bajo la responsabilidad de la CNEA.

La Central Nuclear en Atucha ha operado exitosamente durante los años 1974, 1975 y 1976.

Durante el año 1974, y a partir de su sincronización a la red el día 20 de marzo, la central aportó al Sistema 947.000 MWh. El día 16 de noviembre del referido año la central alcanzó su potencia de diseño, una vez efectuadas las pruebas programadas para determinar su comportamiento y haber llegado los elementos combustibles al grado de quemado requerido.

El día 16 de diciembre de 1974 la central fue llevada al 108% de su potencia a fin de determinar la posibilidad de una ope-

ración continua a esta nueva potencia. Este ensayo demostró que sólo eran requeridas algunas modificaciones menores, las que como se comenta más adelante han sido introducidas en los primeros meses de 1977.

Durante 1975, primer año completo de operación de la central a plena potencia, la generación neta fue de 2.357.925 MWh y la bruta de 2.517.000 MWh, alcanzándose un factor de carga de 85,6% y una disponibilidad temporal de 89,4%.

Durante 1976 la generación neta fue de 2.408.674 MWh y la bruta de 2.571.654 MWh, alcanzándose un factor de carga de 87,23% y una disponibilidad temporal de 88,9%.

En enero de 1977, habiéndose cumplido 30 meses desde el inicio de su operación, se consideró conveniente someter la Central a una recorrida general. Hasta ese momento y como resultado de los requerimientos de la red nacional sólo había sido posible la detención de la Central por muy cortos períodos, los que no han permitido una evaluación detallada del estado de la instalación.

Coincidentemente se decidió realizar las modificaciones necesarias según el resultado del ensayo efectuado el 16 de diciembre de 1974 para luego operar rutinariamente la central a una potencia del orden del 108% de la potencia original de diseño.

La programación de esta recorrida general, la preparación de los ensayos destinados a verificar el estado de la instalación y la introducción de las modificaciones necesarias para el aumento de potencia, significó un trabajo de ingeniería de envergadura.

Esta tarea ha sido concebida y programada en conjunto con la firma proveedora de la central, habiéndose brindado en todo el proceso la más amplia posibilidad de participación a un consorcio integrado por cinco firmas de ingeniería del país.

La central fue conectada nuevamente a la red el día 28 de abril de 1977 efectuándose seguidamente los distintos ensayos de comportamiento de la instalación alcanzando el día 6 de mayo de 1977 la potencia eléctrica bruta de 367 MW eléctricos correspondientes a una potencia térmica de la central de 1179 MW es decir un 8.16% superior a la de diseño. En los ocho meses restantes

de 1977 la central generó 1.537.028 MWh que corresponde a un factor de carga de 80.9% durante el período.

El aumento de potencia alcanzado ha significado poner a disposición del sistema aproximadamente 27 MWe adicionales los que computados a los costos actuales de instalación y descontando la energía no generada durante los trabajos como así los gastos en que se incurrió, ha significado un beneficio de alrededor de U\$S 17.000.000.

Durante los dos primeros meses de 1978 la Central ha generado 476.948 MWh lo que representa un factor de carga 107.72% y una disponibilidad temporal del 100%.

Hasta el 1° de enero de 1978 se efectuaron 1.172 cambios de elementos combustibles. El quemado promedio para la primera carga alcanzó los 5.255 MWd/tonelada y para la totalidad de elementos combustibles extraídos hasta la fecha mencionada 5.650 MWd/tonelada. El quemado máximo alcanzado por un elemento combustible fue de 6.750 MWd/tonelada.

A fines de diciembre de 1976 la CNEA completó la fabricación de los dos primeros elementos combustibles los que han alcanzado hasta el presente 4.500 MWd/T y 1.200 MWd/T. Otros once elementos combustibles fabricados durante 1977 serán ingresados al reactor próximamente.

Las pérdidas de agua pesada desde la carga de la misma en los últimos días de diciembre de 1973 hasta el 1° de marzo de 1978, se elevan a 6.106,82 kg, lo que representa aproximadamente un 50% de la cantidad estimada originalmente.

Los costos actuales de generación de la Central representan 17,37 Mills U\$S/KWh de los cuales 7.70 Mills U\$S corresponden al ciclo de combustible.

2. CENTRAL NUCLEAR EN EMBALSE

A unos 700 km de la ciudad de Buenos Aires, en las proximidades de la localidad de Embalse (Provincia de Córdoba),

se encuentra en construcción la segunda central nuclear de la Argentina, La Central Nuclear en Embalse, de 600MW(e), estará equipada con un reactor de uranio natural, moderado y refrigerado por agua pesada, del tipo CANDU. El día 20 de Diciembre de 1973 fue firmado el contrato respectivo esperándose que la central se encuentre en operación comercial para 1981. El país ha logrado hasta el presente una experiencia que se expone sucintamente a continuación.

2.1 PLANIFICACION DE LA CENTRAL NUCLEAR

Por iniciativa de la "Empresa Provincial de Energía de Córdoba" (EPEC) la CNEA encaró en 1967 el estudio de factibilidad para la instalación de una central nuclear en esa provincia. La CNEA, que en el estudio de factibilidad de la CNA debió incursionar en áreas que no eran de su estricta incumbencia, consideró conveniente en este caso que los aspectos vinculados con la predicción de la demanda del mercado eléctrico quedasen bajo la responsabilidad de EPEC, quien, ante la falta de definición, optó por analizar el mercado de la provincia sin considerar interconexión alguna con el resto del país. Como resultado de este supuesto el estudio de factibilidad determinó que el módulo máximo resultaba de 150 MW y aún así, dado los costos de los combustibles tradicionales, una central nuclear de este tamaño resultaba competitiva económicamente. La discusión de este resultado intensificó los análisis acerca de la conveniencia de proceder a un plan de interconexión nacional, idea que se definió a principio de la década del 70 replanteando entonces los capítulos respectivos del estudio de factibilidad concluyéndose así en la factibilidad técnico económica de una central de 600 MW. La ubicación de la central sufrió un desplazamiento de unos 40 km que si bien la alejaban del centro del consumo de la provincia la aproximaban a la traza prevista para la línea de interconexión. Por otra parte la nueva ubicación propuesta en las orillas del lago de Embalse de Río Tercero facilitaba el transporte de bultos pesados como también la refrigeración de la planta. El Embalse de Río Tercero,

el más grande de los existentes en la provincia presentaba en este sentido ventajas con respecto al lago del Dique Los Molinos, ubicación prevista para el módulo de 150 MW. En particular se realizó una cuidadosa investigación de las características hídricas de la zona y se encontró una solución de compromiso entre la utilización del lago como fuente de agua de irrigación y de generación de energía hiroeléctrica y los requerimientos de la central nuclear desde el punto de vista de refrigeración.

Analizadas las conclusiones de los estudios efectuados la CNEA fue autorizada en mayo de 1971 a proceder al llamado a concurso de presios por una central en el rango de 600 MW decidiéndose no preseleccionar el tipo de combustible. A diferencia de la CNA, en la cual la CNEA actuó sin asistencia de las empresas de generación convencional, en esta oportunidad y atento al rol que desde un principio jugó la EPEC el Poder Ejecutivo Nacional dispuso que la Provincia de Córdoba estuviese oficialmente representada en los órganos de la CNEA que coordinaban el proyecto.

Se integró un equipo de aproximadamente 100 profesionales de CNEA y de EPEC que tuvieron a su cargo preparar las especificaciones para el llamado a concurso, las que fueron puestas a disposición de las firmas interesadas en los primeros días de diciembre de 1971. Como un paso adelante con respecto a Atucha cuyo énfasis fue puesto en la participación de la industria nacional, la Central de Embalse fue desde un principio concebida como la oportunidad para la participación de la ingeniería nacional.

2.2 REQUERIMIENTO, RECEPCION Y EVALUACION DE LAS OFERTAS

ADJUDICACION DE LA OBRA

El día 2 de mayo de 1972 se recibieron como resultado de la invitación formulada ocho ofertas correspondientes a 6 empresas de 5 países (Canadá, Italia, E.E.U.U., Alemania Federal y Japón).

La CNEA tuvo a su cargo su evaluación, tarea que fue concluida a fines de noviembre de 1972. Como resultado de esa evaluación la CNEA recomendó la propuesta del consorcio AECL/IT consistente en una central tipo Candú de 600 MWe netos. Factor decisivo

en esta selección lo constituyó el "Acuerdo de Transferencia de Tecnología" que AECL ofreció conjuntamente con la propuesta de la central.

La oferta seleccionada cumplía con los requerimientos referentes a participación nacional tanto en monto como en áreas de especial interés. El contrato firmado el 20 de diciembre de 1973, entró en vigencia el día 11 de abril de 1974 una vez ratificado por los gobiernos de Argentina, Canadá e Italia. El plazo contractual previsto era de 69 meses. En la misma fecha, debió entrar en vigencia el "Acuerdo de Transferencia de Tecnología" que la Argentina consideró como el medio idóneo para adquirir el "Know-How" necesario para desarrollar en forma progresivamente independiente su programa nucleoelectrico. El contrato original, del tipo "llave en mano", contenía consideraciones económicas que lo estructuraban como de precio básico fijo con fórmulas de reajustes determinadas y con topes máximos para las mismas en sus componentes cotizados en dólares canadienses y liras italianas. El contrato garantizaba el suministro de las 468 toneladas de agua pesada a un precio de aproximadamente 70 dólares el kilo. Era asimismo condición para la plena vigencia del contrato que la Argentina concluyese antes de un año de su firma un acuerdo de salvaguardias con el OIEA. A pesar de haber cumplido el país en término con dicha obligación, Canadá requirió, haciendo mención a nuevos requerimientos de su legislación, nuevas condiciones de salvaguardia a lo que accedió la Argentina mediante un acuerdo alcanzado a principios de 1976. Hacia las postrimerías de 1975 los contratistas plantearon ante la CNEA una petición referente a la necesidad de proceder a renegociar las condiciones económicas del contrato vigente, basándose para ello en la crisis económica que se desencadenó en el mundo en el año 1973 y en la situación de inflación anormal que se produjo en la Argentina durante los años 1974 y 1975. Los contratistas argumentaban que el contrato tal cual había sido firmado implicaría pérdidas de tal magnitud que impedirían la continuación de la obra la que por parte y a pesar de los casi 20 meses de su entrada en vigencia se encontraba recién en sus prolegómenos (hacia fines de 1975 sólo se trabajaba

en el emplazamiento y en las fundaciones del edificio del reactor y del turbogrupo). La CNEA, a pesar de contar a su juicio con un contrato legalmente válido, decidió acceder a renegociarlo a fin de evitar la eventual interrupción de los trabajos. La renegociación significó especialmente la modificación de los topes de las fórmulas de reajustes de las cuentas en dólares canadienses y libras italianas como así mismo una sustancial modificación del precio del agua pesada adquirida. En cuanto a los suministros electromecánicos de origen nacional pasaron a un sistema de costa y costas más un fee; igual sistema se optó para el montaje de la central. En cuanto a la obra civil, si bien se mantuvo el concepto de ajuste alzado se introdujeron modificaciones en la fórmula de reajuste de precios respectivos. Si bien estas concesiones de la CNEA sólo podrán ser valorizadas al término del contrato, sólo la parte en divisas implicará una cifra del orden de los 100 millones de dólares. Esta renegociación efectuada durante el primer semestre de 1976 fue formalmente aprobada por los tres gobiernos el día 18 de febrero de 1977. Los contratistas reconocieron en el transcurso de estas renegociaciones que la obra tenía ya para ese entonces un atraso de ocho meses, fijándose en consecuencia el día 11 de setiembre de 1980 como nueva fecha de entrega de la central.

2.3 CONSTRUCCION DE LA CENTRAL

Como en Atucha, la CNEA asumió la plena responsabilidad de la construcción de la central postergándose toda definición acerca de quién la operaría comercialmente.

Como se mencionó precedentemente tanto en el contrato original como en oportunidad de la renegociación la CNEA impuso condiciones para asegurar la participación de la ingeniería e industria nacional, así como para garantizar la participación de su personal científico en las distintas etapas del proyecto, con resultados que a continuación se exponen.

2.3.1 PARTICIPACION DE LA INGENIERIA NACIONAL

Desde el primer momento, uno de los objetivos básicos fijados por la CNEA fue lograr la participación de la ingeniería nacional en el proyecto. Ya la obra civil significó en este sentido un paso importante con respecto a Atucha dado que firmas locales tuvieron la responsabilidad por el desarrollo de la ingeniería de detalle del sector nuclear y de la ingeniería básica y de detalle del sector convencional.

En lo referente al sector electromecánico se desarrolló parte de la ingeniería básica de los sistemas mecánicos y eléctricos de la parte convencional así como una gran parte de la ingeniería de detalle de los sectores nuclear y convencional.

En lo referente al montaje electromecánico la CNEA consideró adecuado extender la participación local no sólo al suministro de mano de obra (caso CNA) sino a todo lo referente a la organización y dirección del mismo. Como resultado de esa acción se han integrado por lo menos tres grupos nacionales constituidos por las firmas de mayor capacidad y experiencia del mercado estando previsto el asignarles las tareas respectivas en el transcurso de los próximos meses. En el interín y con el propósito de brindar el tiempo necesario para esta integración a la par que no afectar la marcha de la obra, la CNEA ha tomado a su cargo tareas de montaje actuando como subcontratista de los contratistas principales. Durante los últimos doce meses se realizaron trabajos de prefabricación y montaje de cañerías necesarios para el avance de la obra civil y tareas de prefabricación y montaje del recinto de la calandria y su posterior alineación y condicionamiento. La CNEA considera conveniente continuar en esta función aún después de la integración de los consorcios mencionados reservándose en principio aquellas tareas de montaje que tengan más afinidad con la operación futura de la central.

Paralelamente se está implementando en el sector privado nacional una capacidad de respuesta en lo referente a ensayos no destructivos requeridos en la obra durante su montaje. La CNEA viene en el interín aplicando su propia capacidad de ejecución de

dichas tareas, brindándole así a los contratistas nuevamente el tiempo necesario para que definan una filosofía común en este campo.

El transporte de los elementos pesados a través de setecientos kilómetros impuso problemas de ingeniería que fueron satisfactoriamente resueltos en el país habiéndose recurrido para ello inclusive a soluciones originales (por ej. proyecto y construcción de un sobrepunte modular metálico transportable que permitió salvar los obstáculos del camino: puentes, desvíos, etc.).

2.3.2 PARTICIPACION DE LA INDUSTRIA NACIONAL

Las previsiones del contrato de la CNEA al determinar un sistema de costos y costas para los rubros electromecánicos de origen nacional ha llevado a una activa participación de la CNEA en toda la gestión de compra. En general puede decirse que la CNEA ha significado un importante avance con respecto a la CNA en cuanto a la participación de la industria local y si bien aun es prematuro para opinar si las estimaciones contractuales que preveían un 33,2% del rubro serán alcanzadas sin ninguna duda será ampliamente superado el 12% que significó en el caso de Atucha. Como elementos más significativos construidos en el país pueden mencionarse las bombas del moderador, las bombas de refrigeración de parada, plataforma portante de los mecanismos de reactividad, los "air lock", grúa de 380 t para la sala de máquina, válvulas de 2000 mm de diámetro, etc.

Otro de los objetivos que se había puesto propuesto la CNEA era la fabricación en el país de parte de la instrumentación nuclear. En tal sentido la CNEA desarrolló los prototipos correspondientes y posteriormente asignó a un grupo de empresas locales del ramo la responsabilidad por la producción del sistema de amplificadores para los detectores de flujo neutrónico del reactor.

La infraestructura desarrollada con este fin ha permitido que AECL/IT colocasen a posteriori otras órdenes del rubro a la referida firma. El contrato preveía también la posibilidad de fabricar en el país parte de la primera carga de elementos combus-

tibles. Las dificultades aún no superadas completamente con Canadá con respecto a salvaguardias, han impedido recibir la licencia correspondiente, circunstancia que hace ya materialmente imposible concretar este objetivo.

Como resumen puede mencionarse que alcanzar los resultados nombrados ha significado una tarea compleja tanto por la situación especial que vivió la Argentina durante buena parte del desarrollo de esta tarea como por la manera que los contratistas organizaron su estructura para cumplir con esta obligación contractual.

Las estimaciones contractuales acerca de la participación nacional total en el proyecto son las siguientes:

Rubros	En porcentaje sobre el precio total del rubro	En porcentaje sobre el precio total de la Central
1) Suministros electromecánicos	33,2	17,2
2) Obras civiles	100,0	13,0
3) Montaje	94,2	8,7
4) Ingeniería	33,2	2,2
5) Dirección de obras, gastos administrativos, entrenamiento del personal, puesta en marcha, gastos para el organismo inspector	34,3	5,4
6) Transporte marítimo y terrestre	48,6	1,1
7) Seguro todo riesgo y sobre transporte	100,0	2,1
TOTAL		49,7

2.3.3 PARTICIPACION DEL PERSONAL TECNICO CIENTIFICO DE CNEA

La importancia que la CNEA asignó en la adjudicación en

favor de la oferta de AECL/IT al "Acuerdo de Transferencia de Tecnología" se vió en la práctica desvirtuada. Este convenio, que se entendió brindaría la posibilidad para una amplia participación del personal de CNEA en el proyecto, no pudo implementarse por consideraciones de salvaguardia que AECL consideró no cubiertas hasta recientemente. A pesar de estas limitaciones fue posible destacar personal a las oficinas de proyecto de AECL e IT. Este personal ha sido afectado en su mayor parte a las tareas pendientes de la obra y en particular a las tareas de montaje que la CNEA tomó a su cargo. Esta tarea les ha brindado una inmejorable oportunidad de aplicar su experiencia y comenzar a integrarse a la realidad de la obra. Ello contribuirá a integrar los cuadros que posteriormente tendrán la responsabilidad por la dirección de futuras realizaciones.

En lo referente al personal de operación, los cuadros profesionales se integraron sobre la base de personal con experiencia en la Central Nuclear en Atucha. Este personal se encuentra en Canadá e Italia desde hace aproximadamente nueve meses estando previsto su regreso al país en un futuro próximo. Su participación en la puesta en servicio de la Central será activa siendo también parte de su responsabilidad organizar al regreso al país la selección y capacitación de los restantes niveles del plantel de operación; será otra responsabilidad de este grupo el preparar un segundo cuadro de profesionales que constituirá el grupo de operación permanente de la central dado que se planifica que el actualmente en formación cubrirá la etapa de puesta en marcha y el primer período de operación desplazándose a continuación a la puesta en servicio de Atucha II. Este segundo grupo de operación está actualmente en capacitación en la CNA y también en el extranjero y su constitución se ha realizado dando cabida a personal de EPEC.

2.3.4 DESARROLLO DE LA OBRA

Como se mencionó precedentemente la obra tomó un ritmo apropiado recién a mediados de 1976, en oportunidad de ejecutarse el hormigonado del edificio del reactor (junio/julio 1976). En

las postrimerías de 1976 y como consecuencia de la demora en la entrada en vigencia de la renegociación contractual, la obra perdió su ritmo, retomándolo a partir de marzo de 1977. A fines de 1977 la obra civil había alcanzado un 60% de avance. Durante el último trimestre de 1977 arribaron a la obra los componentes pesados de la parte nuclear y a principios de 1978 los componentes de la parte convencional. Como se mencionó la CNEA debió durante 1977 tomar a su cargo las tareas de montaje necesarias para evitar la interrupción del avance de la obra civil así como la preparación de los recintos de la calandria. El montaje de este componente está siendo completado y está previsto que durante el mes de abril se produzca el ingreso de los generadores de vapor a su emplazamiento definitivo. Se ha iniciado por parte de CNEA el montaje de sistemas nucleares del reactor en el sótano de este edificio una vez que el mismo ha quedado habilitado, estando a estudio para su adjudicación las tareas de montaje del turbogruppo y del ciclo térmico. Las tareas vinculadas a la toma de agua, obra de relativa importancia ya que se trata de una cañería de aproximadamente ochocientos metros de largo en el lecho del lago, se encuentra en adelantado estado de realización. Todos los esfuerzos se dirigen actualmente con el propósito de cumplir la fecha prevista contractualmente, es decir 11 de setiembre de 1980, pero sin ninguna duda este propósito si bien no absolutamente imposible requerirá una serie de circunstancias altamente favorables para poder ser alcanzado.

3. CENTRAL NUCLEAR ATUCHA II

Aproximadamente a 500 metros del emplazamiento de la CNA se prevé el de la CNA II. Estará equipada con un reactor del tipo uranio natural agua pesada, previéndose que durante el transcurso del segundo semestre de 1978 se decidirá si se utilizará el concepto recipiente de presión (CNA) o el concepto tubo de presión (CNE). La potencia de la central estará comprendida en el rango de 540 a 640 MWe y su determinación final será efectuada conjuntamente con la selección del concepto según ya se mencionó.

3.1 PLANIFICACION DE LA CENTRAL

Como se vió en lo ya expuesto la CNEA ha preconizado siempre un programa de instalación de Centrales Nucleares que satisfaga dos objetivos básicos:

- a) atender la demanda de energía, analizando la alternativa nuclear en competencia con las otras opciones.
- b) implementar en el país una adecuada capacidad propia de realización.

Todo proyecto ha sido concebido tendiendo a cubrir ambos objetivos. Cabe preguntarse si luego de haber alcanzado la capacidad propia de realización mencionada en 1 y 2, puede correrse el riesgo de perderla si durante un lapso intermedio de tiempo, no se contase con proyectos que resultasen aprobados del análisis del objetivo a) y sin hacer pesar en dicho análisis las implicancias negativas que se acaban de mencionar.

Esta continuidad implica una secuencia mínima de instalaciones nucleares de acuerdo a un desfase que depende de la evolución del proceso pero que deberá tener su punto de arranque, teniendo en cuenta el avance que para ese entonces se espera de la CNE, a mediados de 1979. Con esta hipótesis y aceptando un plazo de construcción de 7 años como resultado de la decisión de pasar de un esquema "llave en mano" a un proyecto de mayor responsabilidad propia, la CNA II podría estar en servicio para el segundo semestre y ser tenida en cuenta por el sistema con potencia firme a partir de 1987.

Definido este encuadre a fines de 1976 se solicitó y obtuvo del Poder Ejecutivo Nacional la aprobación inicial para iniciar las tratativas con los proveedores potenciales basándose en ese entonces sólo en los requerimientos del mencionado objetivo b).

Paralelamente se solicitó de la Secretaría de Energía, para ese entonces abocada a la confección del Plan de Equipamiento 1ra. etapa (1976-1985) que ponderase si el proyecto encontraba respuesta satisfactoria desde el punto de vista del objetivo a).

Si bien es cierto que por su fecha prevista de entrada en servicio la CNA II caería en principio fuera del mencionado estudio y sería materia de la etapa 2 del mismo (1985-2000), el estudio incluye las previsiones para la CNA II a partir de 1987. El

estudio ya en desarrollo para el período específica recién será finalizado a fines de 1978 y si bien recién entonces será posible conocer si tales previsiones se ven confirmadas; los datos ya disponibles permitirán así pensarlo y concluir que no será preciso llevar adelante el proyecto por así requerido únicamente el objetivo b) sino también por compatibilizarse adecuadamente con el objetivo a).

3.2 REQUERIMIENTO, RECEPCION Y EVALUACION.

ADJUDICACION DE LA OBRA

La CNEA ha encarado el análisis de dos alternativas:

- Reactor uranio natural agua pesada tipo Atucha
- Reactor uranio natural agua pesada tipo CANDU

Referente a la primera alternativa, se ha firmado un acuerdo con la firma KWU para el desarrollo de un estudio de factibilidad de este tipo de reactor. Este estudio, que se estima será finalizado a mediados de 1978, fijará la potencia alcanzable con esta solución, así como los parámetros económicos más importantes.

Referente a la segunda alternativa, se está discutiendo con Canadá su interés en participar en futuras realizaciones en Argentina, así como el suministro que dicho país estaría dispuesto a cubrir.

Es propósito de la CNEA tomar una decisión sobre dicha variante en las postrimerías de 1978.

ANEXO I
TIEMPOS INVOLUCRADOS PARA LA TERMINACION DE
CENTRALES NUCLEARES EN LA ARGENTINA

N°	EVENTO	Central Nuc en ATUCHA		Central Nuc. en EMBALSE		Central Nuc. ATUCHA II	
		Fecha	Tiempo en meses	Fecha	Tiempo en meses	Fecha	Tiempo en meses
1	Comienzo del estudio de factibilidad	febrero 1965	--	julio 1967	--	---	--
2	Terminación del estudio de factibilidad	junio 1966	17	diciemb. 1968	18	---	--
3	Aprobación de construcción Central Nuclear por parte del Poder Ejecutivo Nacional	24 abril 1967	10	mayo 1971	29	25 agosto 1976	--
4	Envío de invitaciones o pliegos a los posibles oferentes	31 mayo 1967	1	2 diciemb. bre 1971	6	noviembre 1978	27
5	Recepción de las ofertas	31 julio 1967	2	2 mayo 1972	5	abril 1979	5
6	Terminación de la evaluación de las ofertas	diciembre 1967	5	noviemb. 1972	7	junio 1979	2
7	Adjudicación de la obra al oferente seleccionado	20 febrero 1968	2	14 marzo 1973	3,5	julio 1979	1
8	Firma del contrato	31 mayo 1968	3	20 diciemb. bre 1973	9	noviembre 1979	4
9	Entrada en vigencia del contrato	1 junio 1968	--	11 abril 1974	4,0	enero 1980	1
10	Fecha de recepción de la Central prevista según contrato original	15 junio 1972	48,5	11 enero 1980	69	diciembre 1987	96
11	Fecha de recepción real o prevista	24 junio 1974	24	11 setiembre 1980	8	---	--
				11 julio 1981	10		
TOTALES			112,5 meses = 9 años y 4,5 meses		168,5 meses = 14 años y 0,5 meses		136 meses = 11 años y 4 meses

