

4

capítulo

Inspecciones y Evaluaciones en Seguridad Radiológica y Nuclear

El ENREN en su función de verificar la seguridad radiológica y nuclear de diferentes prácticas e instalaciones radiactivas y nucleares realiza evaluaciones, inspecciones, auditorías y pruebas que permiten controlar el estado y el funcionamiento de las mismas. Esta tarea se desarrolla en forma sistemática durante las etapas de diseño, construcción, puesta en marcha, operación y retiro de servicio de las instalaciones. Para su ejecución cuenta con un grupo de inspectores y evaluadores que le permiten, en forma autónoma e independiente, fiscalizar el cumplimiento de las normas de seguridad radiológica y nuclear.

El cuerpo de inspectores está formado por profesionales y técnicos con formación especializada y experiencia sobre las distintas prácticas e instalaciones que fiscalizan. Cuenta asimismo con instrumental propio que le permite realizar mediciones independientes para corroborar la información proporcionada por las organizaciones o individuos responsables de la instalación o práctica y detectar e investigar mínimas desviaciones al cumplimiento de las reglas del buen arte de las prácticas con material radiactivo. Los inspectores son los "ojos" de la autoridad regulatoria que le permiten verificar la buena práctica y detectar apartamientos a las normas.

Las evaluaciones asociadas a las distintas instalaciones son llevadas a cabo por profesionales con formación específica en las distintas materias relacionadas con la seguridad radiológica y nuclear. Esa formación es constantemente actualizada, siguiendo el estado del conocimiento sobre el tema. Dichos profesionales tienen asimismo capacidad para realizar investigación aplicada relativa a los temas de interés, contando con instrumental y laboratorios especializados. Cuentan también con

programas de computación de desarrollo propio o adquiridos con sus debidas validaciones experimentales. Para aquellos temas en los que no se justifica tener personal propio especializado, el ENREN realiza acuerdos y contratos con organismos de investigación nacionales e internacionales, oficiales y privados, de modo de evacuar sus inquietudes técnicas siempre en procura de lograr en la actividad un elevado nivel de seguridad.

Los inspectores y evaluadores trabajan en estrecha relación. Cuando las circunstancias lo requieren, los evaluadores acompañan a los inspectores en las instalaciones, con el fin de observar en forma directa el estado de las mismas y emitir una segunda opinión. Luego de las correspondientes evaluaciones, los resultados se discuten y de ser pertinente se emiten requerimientos a los responsables de la instalación que imponen correcciones a los procedimientos de operación o a la misma instalación. Los requerimientos efectuados a una instalación pasan a complementar las Autorizaciones o Licencias de operación y son de cumplimiento obligatorio. Dada su importancia, los requerimientos propuestos por los grupos técnicos, son redactados y emitidos por personal profesional, no solo con experiencia en los aspectos técnicos, sino, además, con un acabado conocimiento de las normas generales y específicas para cada práctica o instalación, de manera que constituyan documentos formales de validez técnica y jurídica.

Las inspecciones y evaluaciones se llevan a cabo en el ámbito de la Gerencia de Seguridad Radiológica y Nuclear. Esta Gerencia cuenta con cuatro sectores dedicados a las tareas que se enunciaron en los párrafos anteriores. Dichos sectores son: Reactores de Investigación y Conjuntos Críticos, Centrales Nucleares, Instalaciones Radiactivas y Fuentes de Irradiación y Documentación Regulatoria.

En las secciones siguientes se detallan los procedimientos de inspección y los resultados de las inspecciones y evaluaciones practicadas en los diferentes tipos de instalaciones controladas por la Autoridad Regulatoria.

Centrales Nucleares

Introducción

La Argentina cuenta con dos centrales nucleares en operación: la Central Nuclear Atucha I (CNA I) y la Central Nuclear Embalse (CNE), ambas operando comercialmente desde 1974 y 1984 respectivamente. La potencia eléctrica neta de la CNA I (335 MW) y de la CNE (600 MW) representan el 8% de la potencia instalada en el país y suministran, aproximadamente, el 16% de la energía entregada al sistema interconectado nacional.

Una tercera central nuclear, Atucha II (CNA II), de 693 MW de potencia eléctrica neta se encuentra en avanzado estado de construcción.

El propietario y operador, por ende la **entidad responsable** de las centrales nucleares argentinas es la empresa "Nucleoeléctrica Argentina S.A.", creada por Decreto N° 1540/94, cuyas acciones están en manos del Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos.

Central Nuclear Atucha I (CNA I)

La CNA I está situada junto a la margen derecha del río Paraná de las Palmas, a 7 km de la localidad de Lima, Provincia de Buenos Aires, y a 100 km aproximadamente al noroeste de la ciudad de Buenos Aires. El **responsable primario** de esta central es el Ingeniero Miguel A. Joseph.

Características técnicas de la Central Nuclear Atucha I

Reactor

Tipo de reactor	Agua pesada presurizada (PHWR)
Potencia eléctrica neta nominal	335 MW(e)
Potencia eléctrica bruta	357 MW(e)
Potencia térmica autorizada	1179 MW(t)
Tipo de refrigerante y moderador	Agua pesada

Núcleo del reactor

Combustible	Uranio natural
Tipo del elemento combustible	Haz c/ 37 barras
Número de canales de refrigeración de combustibles	253
Material de la vaina del elemento combustible	Zircaloy-4
Longitud del elemento combustible	6180 mm
Método de recambio de combustible	Durante operación en potencia

Datos termodinámicos de diseño

Presión normal a la salida del recipiente de presión	11,6 MPa
Temperatura a la salida de los canales de refrigeración	296 °C
Temperatura de entrada al recipiente de presión	262 °C
Presión de entrada al recipiente de presión	12,2 MPa

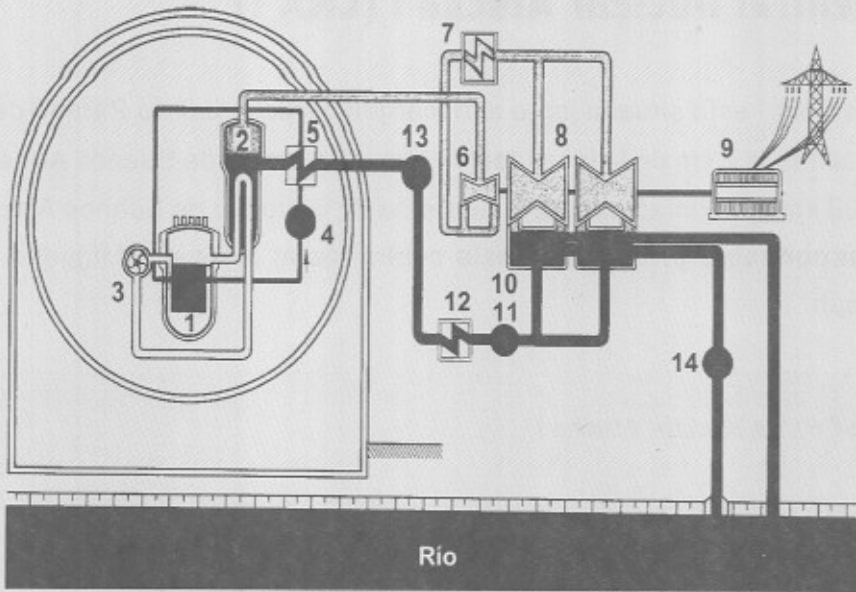
Refrigerante primario

Concentración de agua pesada	99,75 D ₂ O en peso
Caudal de medio refrigerante en los canales de refrigeración	20210 ton/h
Conductividad	4 a 20 μMho
Oxígeno	0,01/0,05 ppm
pD	10,2 a 10,9
Crud	0,01 a 0,02 ppm
Li	0,5 a 1,3 ppm
D ₂ disuelto	0,1 a 0,3 ppm
Sodio	< 0,01 ppm
Ácido deuterobórico	< 0,003 ppm

En la **Figura 1** se muestran, esquemáticamente, el reactor, los generadores de vapor, las bombas principales de refrigeración y otros subsistemas de los circuitos de refrigeración principal y del moderador. En la **Figura 2** se aprecian aspectos generales del edificio del reactor.

Figura 1

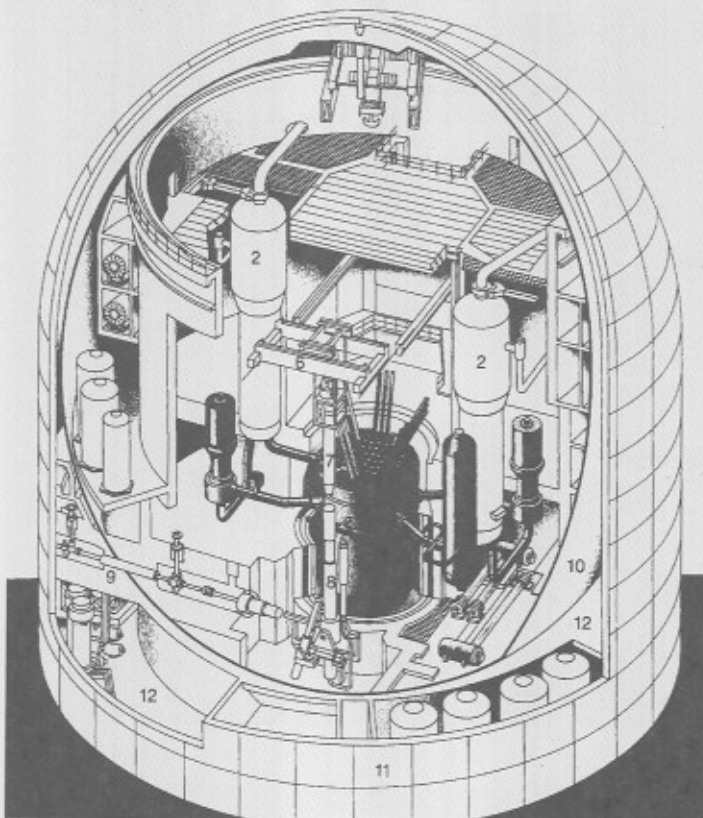
Esquema básico de la CNA I



- 1 Reactor
- 2 Generador de vapor
- 3 Bomba del refrigerante principal
- 4 Bomba del moderador
- 5 Refrigerador del moderador
- 6 Turbina de alta presión
- 7 Separador de agua
- 8 Turbina de baja presión
- 9 Generador
- 10 Condensador
- 11 Bomba de condensado
- 12 Precalentador
- 13 Bomba de agua de alimentación
- 14 Bomba de agua de refrigeración

Figura 2

Corte del edificio del reactor de la CNA I



Sección en perspectiva del edificio del reactor

- 1 Recipiente de presión de reactor
- 2 Generador de vapor
- 3 Bomba de refrigeración del reactor
- 4 Presurizador
- 5 Refrigerador del moderador
- 6 Mecanismo de traslación
- 7 Máquina de recarga de combustible
- 8 Botella basculante
- 9 Tubo de transferencia
- 10 Esfera de seguridad
- 11 Edificio del reactor
- 12 Recinto anular

Central Nuclear Embalse (CNE)

La CNE es una central nuclear tipo CANDU de 600 MW de potencia eléctrica nominal, ubicada en la localidad de Embalse, provincia de Córdoba. Fue puesta a crítico por primera vez en marzo de 1983 y se encuentra en operación comercial desde enero de 1984. Esta central no solo genera energía eléctrica, sino que también produce el radioisótopo cobalto 60 con fines comerciales (aplicaciones médicas e industriales).

El emplazamiento de la central se ubica en la península de Almafuerde, en la costa sur del embalse del Río Tercero, a 665 metros sobre el nivel del mar. Se encuentra a 110 km al sur de la ciudad de Córdoba, a 25 km al oeste de la ciudad de Río Tercero y a 5 km al sudoeste de la localidad de Embalse. El responsable primario de esta central es el Ingeniero Eduardo Díaz.

Características técnicas de la Central Nuclear Embalse

Reactor

Tipo de reactor	Agua pesada presurizada y tubos de presión horizontales (CANDU)
Potencia eléctrica neta	600 MW(e)
Potencia eléctrica bruta	648 MW(e)
Potencia térmica autorizada	2015 MW(t)
Moderador y reflector	Agua pesada

Núcleo

Combustible	Uranio natural
Tipo del elemento combustible	Haz c/ 37 barras
Número de canales	380
Material de la vaina del elemento combustible	Zircaloy-4
Longitud del elemento combustible	495 mm
Método de recambio de combustible	Durante operación en potencia

Datos termodinámicos de diseño

Temperatura en el colector de entrada del reactor	268 °C
Presión en el colector de entrada del reactor	11,24 MPa
Temperatura en el colector de salida del reactor	310 °C
Presión en el colector de salida del reactor	9,99 MPa

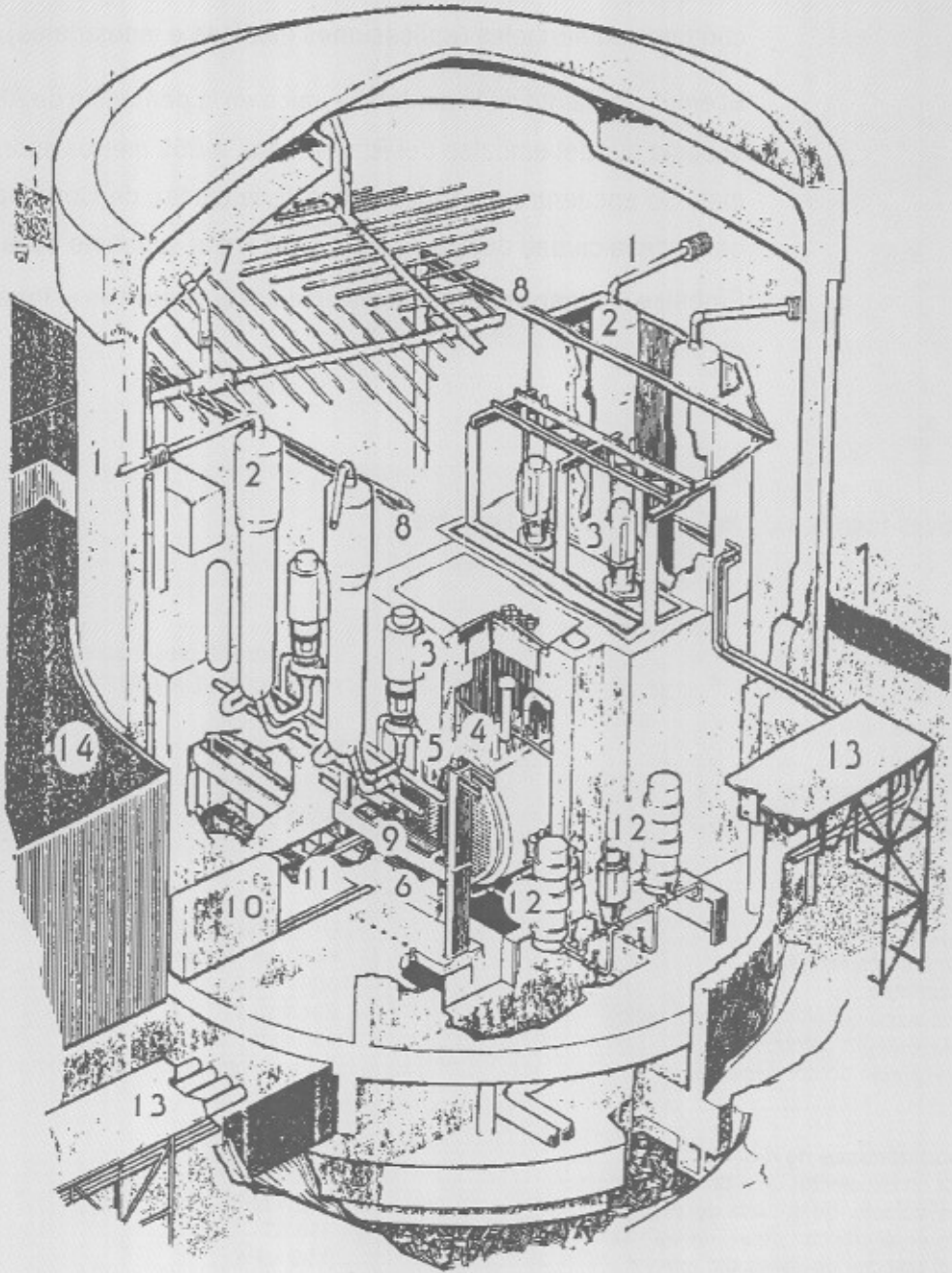
Refrigerante primario

Concentración de agua pesada	> 99,75 D ₂ O en peso
Caudal	32 750 ton/h
Conductividad	4 a 20 μMho
Oxígeno	0,01 a 0,05 ppm
pD	10,6 a 11,2
Crud	0,01 a 0,02 ppm
Li	0,5 a 1,3 ppm
D ₂ disuelto	0,1 a 0,3 ppm
Sodio	< 0,01 ppm
Ácido deuterobórico	< 0,003 ppm

En la Figura 3 pueden apreciarse aspectos generales del edificio del reactor.

Figura 3

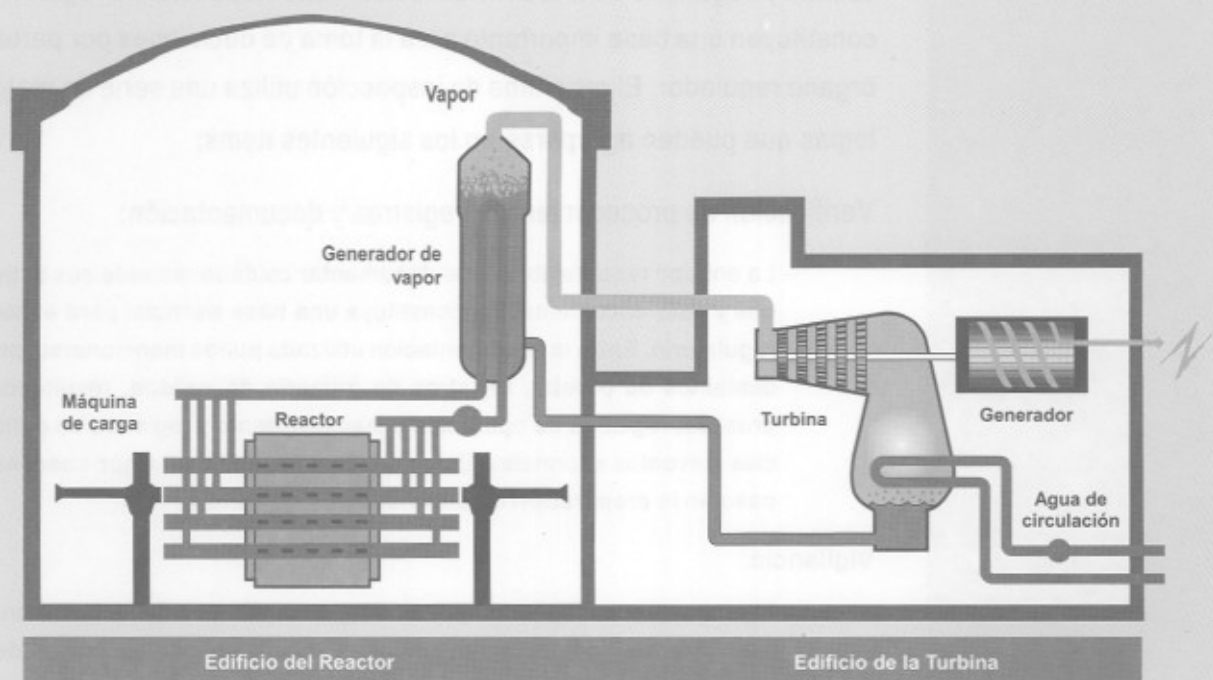
Corte del edificio del reactor - CNE



- | | |
|--|---|
| 1 Tubería principal de suministro de vapor | 8 Rieles de la grúa |
| 2 Generadores de vapor | 9 Máquina de carga |
| 3 Bombas principales del sistema primario | 10 Puerta de la máquina de carga |
| 4 Conjunto de la calandria | 11 Catenaria |
| 5 Tubos alimentadores | 12 Sistema de circulación del moderador |
| 6 Conjunto de canales de combustible | 13 Puente de tubos |
| 7 Suministro de agua de rociado | 14 Edificio de servicios |

En la **Figura 4** se muestra, esquemáticamente, el reactor, los generadores de vapor, las bombas principales de refrigeración y otros subsistemas de los circuitos de refrigeración y del moderador.

Figura 4 Diagrama básico de la CNE



El objetivo de la actividad regulatoria aplicada al control de las centrales nucleares, es verificar mediante inspecciones y evaluaciones, que las mismas poseen y mantienen un razonable grado de seguridad radiológica, cumpliendo como mínimo las normas, licencias y requerimientos regulatorios pertinentes.

La actividad que lleva a cabo el ENREN para controlar las centrales nucleares consiste en: análisis de documentación sobre aspectos de diseño y operación, evaluación permanente de la seguridad en operación y de las tareas previstas para las salidas de servicio programadas, y control, a través de inspecciones y auditorías regulatorias, del cumplimiento de la licencia correspondiente.

Los resultados de las inspecciones, evaluaciones y auditorías se encuentran documentados en Informes de Inspección, Informes Técnicos e Informes de Auditorías. Las acciones regulatorias que se toman sobre la base de esos resultados se reflejan en Requerimientos y Pedidos de Información a la entidad responsable de las centrales nucleares.

Inspecciones

El propósito de las inspecciones regulatorias es determinar, en forma independiente, el cumplimiento de los objetivos y requerimientos de seguridad. Éstas no eximen a la entidad responsable de su responsabilidad para llevar a cabo sus propias actividades de vigilancia para controlar la calidad y seguridad de una central nuclear. Las inspecciones regulatorias constituyen una base importante para la toma de decisiones por parte del órgano regulador. El programa de inspección utiliza una serie de metodologías que pueden agruparse en los siguientes ítems:

♦ **Verificación de procedimientos, registros y documentación:**

- La entidad responsable debe documentar cuidadosamente sus actividades y esta documentación constituye una base esencial para el control regulatorio. Entre la documentación utilizada puede mencionarse: procedimientos de prueba, registros de garantía de calidad, resultados de pruebas, registros de operación y mantenimiento y registros de deficiencias o eventos anormales. Esta verificación puede, en algún caso, ser un paso en la preparación de una visita de inspección.

♦ **Vigilancia:**

- El programa de inspección prevé la vigilancia directa de ciertas estructuras, sistemas, componentes, pruebas o actividades, las cuales deben ser directamente observados por los inspectores.

♦ **Entrevistas con el personal:**

- En algunos casos, es fundamental que el inspector se comunique directamente con el personal que supervisa o realiza determinada actividad. Especialmente, cuando ocurre un evento, esta comunicación es imprescindible para realizar la reconstrucción del mismo y evaluar la respuesta del personal.

♦ **Pruebas y mediciones:**

- Esta técnica consiste en la obtención de datos o mediciones en forma independiente. En general se utiliza en forma más difundida en el área radiológica.

Las inspecciones regulatorias se llevan a cabo a través de inspecciones rutinarias y no rutinarias o especiales.

Inspecciones rutinarias

Las inspecciones rutinarias están relacionadas con las actividades normales de la planta, el monitoreo de procesos y la verificación del cumplimiento de la documentación mandatoria. Las mismas son llevadas a cabo, básicamente, por los inspectores residentes que la Autoridad Regulatoria mantiene en las instalaciones. El ENREN posee 4 inspectores residentes en las centrales nucleares que, además de desarrollar una

inspección continua, proveen un contacto directo con el personal de la instalación interactuando con los grupos de análisis y evaluación. Dichos inspectores residentes realizan inspecciones generales de todas las actividades de la planta que revisten interés regulatorio.

Las áreas a ser cubiertas por las inspecciones rutinarias durante la explotación son: Operación, Ingeniería y Protección radiológica.

Las inspecciones rutinarias referidas a la operación de la central comprenden las siguientes actividades:

Presencia en Sala de Control

- Revisión directa de la información en los paneles de Sala de Control Principal.
- Verificación de la alineación de sistemas.
- Lectura del libro cronológico y descriptivo.
- Verificación del cumplimiento de los límites y políticas de operación.
- Fiscalización de la ejecución de pruebas rutinarias a los sistemas de seguridad.

Inspección en Planta

- Inspección de las áreas accesibles de la central incluyendo áreas externas, tal que la totalidad de la planta sea inspeccionada con una frecuencia apropiada de acuerdo con su importancia para la seguridad.
- Verificación del estado de los equipos y sistemas.
- Observación de las condiciones de limpieza general de la planta.

Control de aspectos químicos

- Seguimiento de los controles químicos y radioquímicos. Evaluación de los principales parámetros.
- Revisión del programa de vigilancia química.
- Seguimiento de las alteraciones químicas durante transitorios.
- Inspección de las calibraciones y del mantenimiento de la instrumentación química.
- Inspección de los laboratorios.
- Control de la documentación correspondiente en Sala de Control Principal.

Seguimiento de maniobras, operaciones y acciones ante incidentes

- Requerir y evaluar información en forma permanente de la ejecución de maniobras tales como: arranques, salidas de servicio o variaciones de carga importantes.
- Ante la ocurrencia de un incidente, realizar la evaluación preliminar de la información.

Las inspecciones rutinarias en el área de Ingeniería, cubren los siguientes aspectos:

- Seguimiento del Plan de Pruebas Rutinarias.
- Modificaciones de Diseño.
- Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.

Las inspecciones rutinarias en el área de protección radiológica comprenden:

- Control diario del libro de novedades de operación, en lo referente a este tema.
- Fiscalización de las tareas ejecutadas en zona controlada.
- Fiscalización de las tareas relacionadas con la gestión de residuos radiactivos.
- Control de las descargas líquidas y gaseosas, verificando que se cumpla con los límites establecidos.
- Inspección de áreas de acceso para visitas.
- Control del personal profesionalmente expuesto. Verificación del control dosimétrico del personal, cumplimiento de los límites aplicables y elaboración, archivo y actualización de los registros dosimétricos.
- Verificación del transporte, manejo, almacenamiento y control de fuentes radiactivas.
- Control del orden y limpieza.

En el caso de una central en la etapa de construcción, las inspecciones rutinarias comprenden:

- Control de las condiciones de almacenamiento y conservación de componentes.
- Fiscalización de las tareas de montaje de equipos y componentes.
- Control de las tareas de mantenimiento y ejecución de pruebas de los equipos y sistemas instalados.

Inspecciones no rutinarias

Las inspecciones no rutinarias o especiales se realizan ante situaciones específicas, o cuando se hace necesario incrementar el esfuerzo de inspección, como en el caso salidas de servicio programadas y no programadas (incidentes). En estas inspecciones intervienen especialistas en diversos temas pertenecientes al ENREN.

Las inspecciones no rutinarias, referidas a seguridad nuclear o a protección radiológica, constan de las siguientes actividades:

Seguridad nuclear

- Inspecciones de instalación de componentes o sistemas surgidos de modificaciones de diseño.
- Fiscalización de las pruebas de los sistemas de seguridad, previas a las puestas a crítico del reactor.
- Fiscalización de las inspecciones en servicio.
- Inspecciones de los mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos durante los períodos en que la central está fuera de servicio.

Protección radiológica

- Fiscalización de los ejercicios de aplicación del plan de emergencias.
- Monitoreo independiente de efluentes.
- Control dosimétrico independiente, mediante muestreo.
- Control de emisiones no rutinarias.

- Evaluación y verificación del cumplimiento de procedimientos de protección radiológica.
- Control de calibración de equipos de protección radiológica.
- Control de las zonas establecidas para la ejecución de tareas durante paradas programadas: mediciones de tasa de exposición y contaminación, control de barreras físicas.

Auditorías regulatorias

Las auditorías regulatorias se realizan a sectores específicos de la organización que efectúan actividades de mantenimiento, garantía de calidad o pruebas repetitivas. La finalidad de dichas auditorías es realizar una evaluación exhaustiva de la calidad de las tareas realizadas, conforme a lo establecido en la documentación mandatoria. Los resultados se reflejan en requerimientos o recomendaciones a la entidad responsable de la central nuclear.

En resumen, el objetivo de las auditorías regulatorias es examinar el grado de cumplimiento de lo establecido en la documentación mandatoria. Las mismas se planifican, controlan, coordinan y ejecutan para cubrir aspectos organizativos, operativos o de procesos de la central nuclear y están a cargo de un equipo compuesto por tres o cuatro especialistas del ENREN. Para ejecutar la auditoría, se utilizan listas de comprobación adecuadamente preparados por dicho grupo.

El ENREN, al cabo de cada auditoría, redacta un informe de la misma donde se incluyen:

- Finalidad y alcance de la auditoría.
- Lista de normas, procedimientos y otros documentos utilizados como base para la evaluación.
- Lista de los miembros del equipo de auditores.
- Nombres de observadores y personal en formación.
- Lista del personal que ha asistido a las reuniones previa y posterior de la auditoría y de los consultados durante su curso.
- Reunión previa a la auditoría: breve resumen de las discusiones con la organización objeto de la auditoría durante dicha reunión, tales como las referentes a la finalidad, alcance y calendario de la auditoría.
- Resumen de los resultados: breve resumen de las observaciones obtenidas mediante la auditoría, tales como deficiencia importante, etc.
- Conclusiones: lista detallada de las conclusiones a que se ha llegado durante la auditoría referidas a los requisitos reglamentarios concretos. Además, se incluyen todos los detalles que permitan que la entidad responsable realice una evaluación adecuada, tome las acciones correctoras apropiadas y prepare una respuesta pertinente.
- Sugerencias para la corrección de las deficiencias encontradas. Dichas sugerencias no implicarán una reducción de la responsabilidad de la entidad responsable en lo referente a las acciones correctivas.

Finalmente, la Autoridad Regulatoria entrega el Informe de Auditoría a la entidad responsable y requiere que se indiquen: las acciones correctivas y los plazos involucrados. Posteriormente, para confirmar que las acciones correctivas y/o preventivas, según corresponda, se efectúan en la forma programada, se realizan auditorías de seguimiento.

Las auditorías regulatorias realizadas durante 1996 en la CNA I y en la CNE fueron:

- Auditorías al Sistema de Pruebas Repetitivas en ambas centrales nucleares. Estas forman parte de un programa de control de las pruebas repetitivas aplicado en las mismas.
- Auditoría a las actividades de mantenimiento preventivo y predictivo de la CNE.

A partir de los hallazgos de las auditorías surgieron recomendaciones que fueron comunicadas a la entidad responsable de las mismas. El programa mencionado incluye el seguimiento del cumplimiento de las recomendaciones efectuadas.

El siguiente cuadro muestra el resumen de días hombre insumidos en inspecciones rutinarias, no rutinarias y auditorías efectuadas a las tres centrales:

Inspecciones y auditorías regulatorias a centrales nucleares (días hombre)				
Central	Inspecciones rutinarias	Inspecciones no rutinarias	Auditorías	Total
CNA I	370	380	60	810
CNE	400	100	120	620
CNA II	30	-	-	30
Totales	800	480	180	1460

Evaluaciones

Las evaluaciones de la seguridad, constituyen la base de las actividades realizadas para controlar el estado y el funcionamiento de las centrales nucleares. Las evaluaciones proporcionan el soporte técnico para la ejecución de las mencionadas actividades regulatorias y se originan como resultado de las inspecciones, las auditorías, la información proveniente de la ocurrencia de eventos anormales y las enseñanzas aportadas por la experiencia, no solo de la instalación involucrada, sino también de otras instalaciones argentinas y extranjeras. Las tareas de análisis y evaluación son llevadas a cabo por personal especializado en seguridad radiológica y nuclear, con herramientas informáticas modernas y familiarizados en el uso de códigos de cálculo para validar la documentación suministrada por la entidad responsable.

Las evaluaciones incluyen una revisión sistemática de los posibles modos de falla de las estructuras, componentes y sistemas, y estiman las consecuencias de tales fallas. Una de las más importante es la correspondiente al Informe final de seguridad que debe ser presentado para obtener el licenciamiento de una instalación.

Fundamentalmente en las evaluaciones se aplican dos métodos complementarios: el determinístico y el probabilístico. En el determinístico, los incidentes operativos que han sido tenidos en cuenta en el diseño muestran la respuesta de la instalación y de sus respectivos sistemas de seguridad. Para su análisis se utilizan probados métodos de ingeniería para predecir el curso de los acontecimientos y sus consecuencias y abarcan disciplinas como: análisis termohidráulico, neutrónica, física de reactores, integridad estructural, control de sistemas, y factores humanos. En el probabilístico se evalúan todas las secuencias accidentales posibles y sus consecuencias, se realizan los análisis de confiabilidad (básicamente de los sistemas de seguridad) y se identifica cualquier debilidad de diseño y operación de la central nuclear que podría causar alguna contribución al riesgo radiológico.

A continuación se enumeran las principales actividades de evaluación desarrolladas durante el año 1996 en las centrales Atucha I y Embalse.

Central Nuclear Atucha I

Se continuó con los trabajos conjuntos, con la Universidad de San Juan, sobre la revisión del diagrama de eventos en el análisis de confiabilidad del sistema eléctrico de emergencia.

Se analizó la propuesta de interconexión eléctrica entre las centrales Atucha I y Atucha II, el plan de trabajo que se debe llevar a cabo para mejorar el sistema de alimentación eléctrica para consumo propio y las tareas necesarias para realizar el estudio del equipamiento de conmutación. Sobre este tema se emitió un requerimiento a la empresa NASA.

Se evaluó el estado de los componentes internos del reactor. Entre ellos el estado de la degradación sufrida por el recubrimiento de los canales de refrigeración, los tubos guías de las barras de control, la instrumentación para la indicación del nivel de agua del moderador y del primario y la inspección y limpieza del tanque del moderador.

Como parte de una evaluación del programa de vigilancia del recipiente de presión y del cumplimiento de las inspecciones en servicio, se analizó el estado de situación teniendo en cuenta los resultados obtenidos en su oportunidad de los ensayos de las probetas del material del recipiente de presión.

Se analizó la falla de una de las válvulas del sistema de inyección de emergencia de ácido deuterobórico.

Se llevó a cabo el seguimiento de la salida de servicio del 15 de febrero de 1996 por falla de la instrumentación en el sistema de regulación de volumen del refrigerante primario.

Se realizó una revisión de las tareas efectuadas en las paradas programadas desde 1988 hasta el presente, con el propósito de evaluar el programa de tareas a realizar en la próxima parada programada.

Se efectuó el estudio del transitorio generado por la apertura del rociado dentro del presurizador y se analizó el informe de modificación al diseño de este sistema presentado por la entidad responsable.

Se participó en el desarrollo de una misión específica del OIEA (misión IPERS) para evaluar el Informe preliminar del Análisis probabilístico de seguridad. El resultado de dicho análisis probabilístico valida estudios preliminares sobre algunas debilidades de diseño y operación de esa central nuclear. Consecuentemente se emitió un requerimiento a Nucleoeléctrica Argentina S.A. para llevar a cabo acciones correctivas inmediatas y mediatas que se consideraron necesarias.

Se formó un grupo para la evaluación del Informe final del Análisis probabilístico de seguridad que, hasta el momento, ha revisado algunas de las secuencias accidentales que forman parte del informe.

Se realizó una evaluación del estado de las inspecciones en servicio del sistema primario y del recipiente de presión, de la cual surgió un proyecto de requerimiento a la entidad responsable.

Se realizó un estudio para la estimación preliminar de los escenarios resultantes de las primeras tres secuencias significativas del APS.

Se realizó el seguimiento de los informes presentados en lo referente al estudio del núcleo con el código COBRA-III-C-MIT, que fuera contratado por el ENREN, según un plan de trabajo previamente elaborado por personal de éste. En el trabajo se verificaron algunos datos de diseño térmico del núcleo y se utilizaron los resultados para el estudio de algunos transitorios que forman parte del APS.

Se realizó una evaluación preliminar sobre el informe de la fase 2 del proyecto ULE (utilización de elementos combustibles con uranio levemente enriquecido). Sobre la base de la misma se efectuaron algunas observaciones de importancia.

Se inició la creación de una base de datos de las salidas de servicio de la central y causas de las mismas. El objetivo es mejorar el rastreo de la falla reiterada de determinados componentes.

Se finalizó con el análisis de la documentación, a fin de ubicar los sistemas generadores de residuos radiactivos, requerir los procedimientos para su gestión segura, y evaluar la situación actual del tratamiento de residuos radiactivos en dicha instalación.

Se realizó la evaluación del evento del 15 de julio que dio lugar a la contaminación de cuatro trabajadores con tritio mientras realizaban tareas de mantenimiento en el sistema de enriquecimiento de agua pesada.

Se realizó la evaluación de la salida de servicio del sistema de detección de elementos combustibles fallados.

Se conformó un grupo de trabajo para participar en el Grupo ALARA, integrado por la CNA I, con el fin de mejorar la protección radiológica en la parada programada de agosto de 1996.

Se realizó la evaluación y seguimiento de las tareas de limpieza química de los tubos de intercambio de calor de los generadores de vapor efectuada con el propósito de solucionar el problema de oscilaciones del nivel de agua en los mismos.

Se realizó el seguimiento de las tareas efectuadas durante la parada programada del mes de agosto, tales como: interconexión del sistema de alimentación eléctrica del consumo propio de la central, con el sistema de alimentación eléctrico de Atucha II, revisión del sistema de conmutación de la línea de 220 kV a la de 132 kV, revisión de los sistemas de generación eléctrica de emergencia, prueba de estanqueidad de la contención y el recambio del 25% de los canales de combustible del reactor.

Se evaluó el ejercicio anual de aplicación del plan de emergencia realizado el 27 de diciembre de 1996. En esta oportunidad el simulacro fue interno a la instalación y parcialmente externo, con corte de caminos y la conformación del centro de control externo de la emergencia. Los resultados del mismo fueron satisfactorios.

Se realizaron cálculos neutrónicos para obtener distribuciones de potencia a ser utilizadas en estudios de transitorios.

Central Nuclear Embalse

Se realizó una evaluación de las fallas de relés de la lógica del sistema de refrigeración de emergencia del núcleo, una de las cuales provocó la salida de servicio de la central nuclear en el mes de enero.

Se realizó una evaluación de la contaminación de los sistemas de agua desmineralizada y potable, ocurrida en junio de 1996.

Se evaluó el ejercicio de aplicación del Plan de Emergencia llevado a cabo el 21 de marzo de 1996, referido a aspectos internos de la instalación.

Se evaluó el ejercicio de aplicación del Plan de Emergencia del Sistema de almacenamiento en seco de elementos combustibles quemados (ASECQ) llevado a cabo el 2 de octubre de 1996.

Se evaluó el ejercicio interno y externo de aplicación del Plan de Emergencia llevado a cabo el 21 de noviembre de 1996.

Se realizó un análisis del evento "Daño en los tubos de presión" ocurrido durante la parada programada de 1995, del cual surgió un proyecto de requerimiento a la entidad responsable (Nucleoeléctrica Argentina S.A.).

Se evaluó el evento de pérdida de refrigerante primario provocada por la falla en tubos de intercambio de calor de los generadores de vapor.

Se analizaron los capítulos del Informe de Seguridad de la CNE correspondientes a la generación y tratamiento de los residuos radiactivos.

Se efectuó el análisis y la evaluación del Programa de protección radiológica de la central, sobre la base de la información obtenida durante la parada programada (octubre a diciembre de 1995). Esta tarea contempló también la evaluación del desempeño del grupo durante la fiscalización de la parada y las dosis recibidas durante la ejecución de las tareas más importantes.

Principales hechos operativos

Se describen a continuación los principales hechos operativos ocurridos en cada una de las centrales.

Central Nuclear Atucha I

La CNA I tuvo en el año 1996 un factor de carga acumulado de 69,50% y tuvo cinco salidas de servicio, cuatro de las cuales fueron no programadas.

Los hechos más significativos ocurridos durante el presente año, que focalizaron la atención de la Autoridad Regulatoria, son los siguientes:

Salidas de servicio no programadas

El 9 de febrero se produjo una salida de servicio debido a falla del descargador correspondiente a la Fase T de la línea de 220 kV. Una vez reemplazado el descargador, entró en servicio el día 11 del mismo mes.

El 15 de febrero se produjo una salida de servicio por cierre espurio de las válvulas de las bombas de impulsión del sistema de regulación de volumen, debido a la falla de un circuito electrónico de su sistema de comando. Entró en servicio 48 horas después, una vez reparado dicho circuito.

El 28 de marzo se produjo una salida de servicio por el término de seis días, debido a falla del conjunto de sellos de agua pesada de la bomba principal de refrigeración N° 2. La central nuclear entró en servicio una vez reemplazado dicho conjunto.

El 23 de julio se produjo una salida de servicio debido a falla del conjunto de sellos de agua pesada de la bomba principal de refrigeración N° 1. La parada duró seis días.

Salida de servicio programadas

El 17 de agosto se efectúa una salida de servicio programada debido a la parada para la Revisión General Programada. Entre las tareas principales deben mencionarse: interconexión del sistema de alimentación del consumo eléctrico propio de la central, con el sistema de alimentación eléctrico de Atucha II, revisión del sistema de conmutación de la línea de 220 kV a la de 132 kV, revisión de los sistemas de generación eléctrica de emergencia, prueba de estanqueidad de la contención y recambio del 25% de los canales de refrigeración del reactor. Finalizada dicha revisión, la central nuclear entró en servicio el 13 de octubre.

Otros hechos destacables

En varias ocasiones la central nuclear tuvo que reducir durante aproximadamente una hora un 3% la generación de energía eléctrica debido a que se produjeron oscilaciones del nivel de agua del generador de vapor N° 1. El análisis de los expertos determinó que la causa más probable era la disminución de la capacidad de transferencia de calor de los tubos de los generadores de vapor por ensuciamiento.

El 31 de enero se redujo la generación al 84% de la potencia nominal, como consecuencia de una falla del cable de alimentación eléctrica de 6,6 kV a una de las bombas de refrigeración del condensador. Se realizó su reparación.

El 15 de julio, mientras se desarrollaban las tareas relacionadas con el cambio del diafragma de una válvula del sistema de enriquecimiento de agua pesada, se produjo una pérdida de vapor de agua pesada. Como consecuencia resultó en la exposición a la radiación de cuatro trabajadores con dosis individuales comprendidas entre 16 mSv y 23 mSv.

En el mes de octubre, desde la puesta a crítico del reactor, se detectó un aumento de la actividad de tritio en el local del reactor. Se determinó que la causa fue la existencia de pérdidas en ocho de los canales de combustible, por lo cual se procedió al ajuste o cambio de los tapones de cierre.

En el mes de noviembre estuvo indisponible el sistema de detección de elementos combustibles fallados durante siete días, manteniéndose el seguimiento cada cuatro horas a través del sistema manual de toma de muestras.

El 27 de diciembre se llevó a cabo el 16^{to} ejercicio de aplicación del Plan de Emergencia, desarrollándose en forma interna y externa.

En el mes de diciembre se detectó la pérdida de agua pesada a través de uno de los canales intervenidos en octubre, elevándose la concentración de tritio por encima de los valores normales, sin que hubiera consecuencias radiológicas.

Central Nuclear Embalse

La Central Nuclear Embalse tuvo en el año 1996 un factor de carga de 92,7%. Durante el año la central salió de servicio en cuatro oportunidades, una de ellas no programada.

A continuación se enumeran los hechos más significativos, que ocuparon la atención de la Autoridad Regulatoria durante el año:

Salidas de servicio no programadas

El 8 de enero se produjo la salida de servicio de la central nuclear por la apertura espuria de cinco válvulas de seguridad de los generadores de vapor durante la ejecución de una prueba. Ello fue debido a las fallas de relés de la lógica del sistema de refrigeración de emergencia del núcleo. Durante esta parada se detectó una junta dañada de la tapa de entrada de hombre del generador de vapor N° 1, procediéndose a su reemplazo.

Salidas de servicio programadas

Del 1° al 8 de marzo se realizó una parada programada para efectuar el reemplazo de las juntas de las tapas de entrada de hombre de los generadores de vapor. Además se llevó a cabo el reemplazo de la junta Grayloc del canal J-17, por haberse detectado pérdidas. Durante la parada se realizó una revisión de todos los relés involucrados en la lógica del Sistema de refrigeración de emergencia del núcleo.

Del 29 de junio al 5 de julio se realizó una parada programada para efectuar la localización y obturación de un tubo de intercambio de calor fallado del generador de vapor N° 2 y la obturación preventiva de dos tubos más que presentaban una disminución del espesor de pared. La pérdida se detectó el 7 de junio y se siguió su evolución hasta que el caudal de fuga fuera suficiente para permitir la localización del tubo dañado. Durante dicha parada se produjo una contaminación del agua potable como consecuencia de la falla de un intercambiador de calor de este sistema.

Del 14 al 21 de setiembre se realizó una parada programada para efectuar la localización y obturación de un tubo de caldeo dañado en el generador de vapor N° 3 y la obturación preventiva de un tubo más que presentaba disminución del espesor de pared.

Otros hechos destacables

El 27 de enero se produjo una reducción escalonada de potencia al 60% de la potencial eléctrica nominal, debido a una fuga del refrigerante (hidrógeno) del generador eléctrico de la central, reconectándose a la red eléctrica un día después.

Durante el año se realizaron tres simulacros del Plan de Emergencia. El primero, realizado el 21 de marzo, fue un ejercicio interno. El segundo, realizado el 2 de octubre, fue un ejercicio interno de aplicación del Plan de Emergencia del Sistema ASECQ (almacenamiento en Seco de Elementos

Combustibles Quemados) y el tercero, realizado el 21 de noviembre, fue un ejercicio interno y externo, involucrando a las poblaciones vecinas de La Cruz y Embalse.

Central Nuclear Atucha II

Durante 1996 no hubo progresos en la obra civil ni se realizaron montajes de componentes, destacándose las siguientes actividades:

- ◆ Se llevaron a cabo las tareas de interconexión eléctrica entre la CNA I y la CNA II y se realizaron algunas pruebas de funcionamiento.
- ◆ Se continuó realizando el mantenimiento de los equipos instalados.
- ◆ Se continuó con el programa de conservación de componentes montados y almacenados.

Dosis ocupacionales y de público

Las dosis recibidas por los trabajadores y el público debido a la operación de las centrales nucleares y la descarga de efluentes al ambiente se presentan en el capítulo 6 de este informe.

Reactores de investigación y conjuntos críticos

En nuestro país existen 6 instalaciones, entre reactores de investigación y conjuntos críticos conocidos como: conjunto crítico RA 0, reactor de investigación RA 1, reactor de producción de radioisótopos e investigación RA 3, conjunto crítico RA 4, reactor de investigación RA 6 y conjunto crítico RA 8.

Los Reactores de Investigación y los Conjuntos Críticos son plantas de mediana complejidad tecnológica, pero, debido a la flexibilidad propia en la configuración del núcleo de este tipo de instalaciones, necesaria para los fines para los cuales son diseñados, presentan un elevado riesgo para los operadores en aquellos casos en los que se apartan de la correcta aplicación de las normas y límites correspondientes.

Programa de inspección

El objetivo básico de las inspecciones y evaluaciones es verificar que la instalación cumple adecuadamente las condiciones de seguridad radiológica impuestas por la normativa básica y específica vigente. Este objetivo se alcanza mediante la verificación del cumplimiento de todos los aspectos establecidos en las Licencias de la instalación, las cuales contemplan dichas normativas. Asimismo se observa el desempeño del personal que opera las instalaciones, quienes poseen Licencias y Autorizaciones específicas.

Las inspecciones regulatorias a los Reactores de Investigación y Conjuntos Críticos se realizan teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Detección Temprana

Durante las inspecciones, y en las evaluaciones de seguridad practicadas, se presta atención al desarrollo de los procesos de trabajo en la instalación y a la evolución de aquellos parámetros que caracterizan la seguridad, a fin de detectar tendencias que, en el futuro, pudieran afectar la seguridad de la instalación. Cuando corresponda, se emitirán Requerimientos con el fin de evitar el progreso de tendencias negativas o para corregir desvíos o incumplimientos.

Revisión periódica

En función de la experiencia de inspección, del mejor conocimiento de la instalación y del eventual asesoramiento de especialistas, se investiga si los límites y condiciones establecidos en la Licencia de Operación y los Requerimientos particulares continúan siendo pertinentes o se deberían modificar.

Planificación

Se realiza una acabada planificación anual de las tareas de inspección. Se tienen en cuenta visitas a las plantas con una frecuencia en función de los problemas reales o potenciales observados en las mismas.

A continuación de la planificación general antedicha se realiza una planificación más detallada en la cual se indican los temas y aspectos que se observarán en cada una de las visitas.

Como concepto general se realiza al menos una inspección anual de todos los aspectos que más adelante se describen.

Prioridad

Los aspectos a inspeccionar se planifican estableciendo un orden de prioridad, que tiene en cuenta la función de seguridad del sistema o componente y los riesgos potenciales asociados al proceso de trabajo, así como las eventuales tendencias o desvíos detectados en inspecciones previas.

Evaluación de procesos

Cada uno de los aspectos de la instalación a evaluar se analiza teniendo en cuenta sus tres componentes básicos, a saber:

- El componente físico, es decir, el funcionamiento de los sistemas y equipos, y los parámetros físicos asociados.
- Los documentos y procedimientos involucrados en la tarea.
- El factor humano, es decir, la calificación y la actitud hacia la seguridad de los actores involucrados.

Estos tres factores intervienen en todas las tareas con mayor o menor participación de uno u otro, conformando los procesos de trabajo.

El inspector evalúa tanto el comportamiento de los componentes como el proceso en el cual se involucran estos componentes, atendiendo a su impacto en la seguridad.

Participación de especialistas

Toda vez que sea necesario profundizar la evaluación de los aspectos específicos de seguridad de la instalación, se debe solicitar la participación de especialistas en apoyo a la inspección.

Durante las inspecciones se evalúan diferentes aspectos particulares detallados a continuación:

- Seguridad nuclear.
- Seguridad radiológica.
- Operativos.
- Mantenimiento.
- Modificaciones y cambios.
- Orden y limpieza.

Seguridad nuclear

El objeto de la evaluación de este aspecto es el de verificar:

- Que los sistemas de seguridad previstos en la instalación se encuentran operativos.
- Que los sistemas de proceso con funciones de seguridad presentan un funcionamiento adecuado.
- Que los sistemas de seguridad sean ensayados periódicamente y que se documenta el resultado de dichos ensayos.

Seguridad radiológica

El objeto de la evaluación del Programa de protección radiológica que se sigue en la instalación es el de verificar:

- Si se cumplen las condiciones relativas a exposición radiológica ocupacional establecidas en la Licencia de Operación.
- Si los sistemas y equipos con funciones de protección radiológica funcionan adecuadamente.
- Si se cumple con el Código de Prácticas de la instalación.
- Si se cumple con el Plan de monitoreo de la instalación.

- Si el Plan de Emergencias se encuentra actualizado, si se solucionan las observaciones surgidas del ejercicio anual, si el personal se encuentra capacitado y entrenado, y si los elementos y equipos de emergencias se encuentran disponibles y en buen estado.
- Si las tareas involucradas en los respectivos procedimientos incluidos en el Código de Prácticas y en el Plan de monitoreo se realizan con el equipamiento y personal establecidos.
- Si se realizan prácticas adecuadas desde el punto de vista de la seguridad radiológica y si de los registros se puede detectar algún incidente o tendencia negativa.

Operativos

El objeto de la evaluación de este aspecto es el de indagar:

- Si se observan los Límites y condiciones de operación fijados por la Licencia de operación.
- Si las prácticas operativas se cumplen de acuerdo a lo establecido en los procedimientos de operaciones vigentes.
- Si las tareas se realizan con el equipamiento y personal que figura en los procedimientos de operaciones específicos.
- Si de los registros de operaciones se puede inferir alguna operación indebida o tendencia negativa.

Mantenimiento

El objeto de la evaluación del mantenimiento de la instalación es el de determinar:

- Si se cumple el Programa de Mantenimiento y Pruebas Periódicas de la instalación (PMPP).
- Si las tareas se realizan de acuerdo a los procedimientos establecidos en el PMPP.
- Si las tareas se realizan con el equipamiento y personal adecuados que figura en el PMPP y en los procedimientos específicos.
- Si se garantiza el correcto funcionamiento de los equipos y sistemas de seguridad y relacionados con la seguridad mediante la realización de pruebas y ensayos.
- Si del historial de fallas de los equipos y sistemas se puede inferir alguna tendencia negativa.

Modificaciones y cambios

El objeto de la evaluación de las modificaciones y cambios realizadas o propuestas, es el de determinar:

- Si se han realizado modificaciones en sistemas, componentes o procedimientos que no hayan sido evaluados previamente por el Comité Interno de Seguridad o por el ENREN según corresponda, de acuerdo a lo indicado en la Licencia de Operación.
- Para el caso de solicitudes de autorización de modificaciones: el grado de relación del mismo con la seguridad de la instalación verificando *in situ* el proyecto propuesto.
- Durante la ejecución de las modificaciones, verificar si existen apartamientos con respecto a lo previamente autorizado por la Autoridad Regulatoria o evaluado por el Comité Interno de Seguridad, según corresponda.

Orden y limpieza

El objeto de esta evaluación es el de determinar si la instalación se encuentra en un estado adecuado de conservación, orden y limpieza.

Inspecciones y evaluaciones

El ENREN controla los diferentes reactores de investigación y conjuntos críticos existentes en el país. A continuación se resumen el resultado de las inspecciones y evaluaciones practicadas en cada uno de ellos durante el transcurso del año.

Conjunto Crítico RA 0

Ubicación	Ciudad Universitaria. Córdoba. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Entidad Responsable	Universidad Nacional de Córdoba
Responsable Primario	Ingeniero Francisco Gazzera
Propósito	Investigación y docencia
Potencia	1 (un) watt
Combustible	Uranio enriquecido al 20% en uranio 235. Barras cilíndricas
Exceso de reactividad	0,4 en unidad dólar
Operación	1970 a 1974. A partir de 1987 se reinician las tareas de mejoras y acondicionamiento de la instalación, encontrándose actualmente en la etapa final de puesta en marcha

La instalación se encuentra en proceso de puesta en marcha. La autorización correspondiente, emitida por el ENREN (1247/95) tiene vigencia hasta el 31 de diciembre de 1996.

La CNEA ha iniciado un proyecto de modernización de la instalación orientado a reemplazar la instrumentación, los mecanismos de barras de control-seguridad y la modificación de los blindajes. Está previsto la realización de este proyecto durante el próximo año.

La instalación fue operada durante dos semanas con el objeto de obtener información complementaria para el cálculo de los nuevos blindajes.

Las actividades regulatorias consistieron en dos inspecciones en las cuales se trataron los requerimientos para la obtención de las autorizaciones específicas del personal, se evaluó el funcionamiento de los sistemas de seguridad y se realizó un relevamiento dosimétrico y del espectro neutrónico en distintos puntos de la instalación.

Reactor RA 1

Ubicación	Centro Atómico Constituyentes
Entidad Responsable	Comisión Nacional de Energía Atómica
Responsable Primario	Ingeniero Hugo Scolari
Propósito	Investigación, docencia y ensayo de materiales
Potencia	40 (cuarenta) kW
Combustible	Uranio enriquecido al 20% en uranio 235. Barras cilíndricas
Exceso de reactividad	1,2 en unidad dólar
Operación	Iniciada en 1958 - continúa

La instalación operó de acuerdo a las condiciones fijadas en la Licencia de Operación otorgada el 13/9/94.

Se llevaron a cabo las actividades de inspección planificadas para el corriente año. Se realizaron 3 visitas mensuales a la instalación (según las tareas que tuviesen lugar), y se elaboraron 12 informes de inspección. Se participó en 2 mesas examinadoras donde se tomó examen de autorización específica a 2 oficiales de radioprotección y a 2 operadores. Se acordó el contenido del ejercicio del plan de emergencias y se participó en el desarrollo del mismo.

Se realizó el relevamiento de la tasa de dosis y el espectro neutrónico en distintos puntos de la instalación. Del análisis de las mediciones realizadas se decidió emitir un requerimiento solicitando la implementación de dosimetría personal de neutrones.

Se revisó la documentación mandatoria, constatando su desactualización. Se emitió un requerimiento solicitando la actualización de la misma, la cual se está cumpliendo dentro de los plazos previstos.

No se han registrado incidentes operativos que tuvieran consecuencia radiológica en el público ni en los trabajadores.

Reactor RA 3

Ubicación	Centro Atómico Ezeiza
Entidad Responsable	Comisión Nacional de Energía Atómica
Responsable Primario	Licenciado Jorge Quintana Dominguez
Propósito	Producción de radioisótopos para uso medicinal e industrial, investigación, y ensayo de materiales
Potencia	5 (cinco) MW
Combustible	Uranio enriquecido al 20% en uranio 235. Elementos combustibles con 19 placas.
Exceso de reactividad	~ 8 en unidad dólar
Operación	Iniciada en 1967 - continúa

La instalación operó de acuerdo a las condiciones fijadas en la Licencia de Operación otorgada el 25/2/94.

Se llevaron a cabo las actividades de inspección planificadas para el corriente año. Se realizaron 3 visitas mensuales a la instalación (según las tareas que tuviesen lugar), y se elaboraron 12 informes de inspección. Se participó en la mesa examinadora para evaluación de autorización específica de Jefe de Mantenimiento. A partir del 31/10/96, la instalación cuenta con nuevo Jefe de Mantenimiento.

Durante el corriente año no se ha realizado el ejercicio anual del Plan de Emergencia, requerido en la Licencia de Operación. El mismo tendrá lugar en marzo de 1997.

Se registró un aumento de la actividad presente en el agua del circuito primario. Se realizaron mediciones independientes y se requirió que se determine las causas de la anormalidad.

Se evaluó el informe presentado por el Responsable Primario de la instalación para irradiación de un elemento combustible de siliciuro en este reactor estableciéndose condiciones para su irradiación.

Conjunto Crítico RA 4

Ubicación	Rosario. Ciudad Universitaria. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Entidad Responsable	Universidad Nacional de Rosario
Responsable Primario	Agrimensor Carmelo Celauro
Propósito	Investigación y docencia
Potencia	1 (un) watt
Combustible	Uranio enriquecido al 20% en uranio 235. Discos homogéneos con moderador de polietileno
Exceso de reactividad	0.4 en unidad dólar
Operación	Desde 1971 - continúa

La instalación operó de acuerdo a las condiciones fijadas en la Licencia de Operación otorgada el 29 de noviembre de 1983.

Se llevaron a cabo las actividades de inspección planificadas para el corriente año. Se realizaron 4 inspecciones y se elaboraron 4 informes de inspección. Se participó en la evaluación del reentrenamiento del personal.

La documentación mandatoria se encuentra desactualizada e incompleta. Se emitió un requerimiento solicitando la confección y/o actualización de dicha documentación. La instalación no ha enviado la información dosimétrica de acuerdo a lo indicado en la Licencia de Operación. Los plazos otorgados se han vencido sin dar cumplimiento a lo requerido. Se analizan las acciones a seguir.

Reactor RA 6

Ubicación	Centro Atómico Bariloche
Entidad Responsable	Comisión Nacional de Energía Atómica
Responsable Primario	Licenciado Osvaldo Calzetta
Propósito	Investigación, docencia e irradiación de materiales
Potencia	500 (quinientos) kW
Combustible	Uranio enriquecido al 90% en uranio 235. Elementos combustibles con placas
Exceso de reactividad	~ 2,5 en unidad dólar
Operación	Iniciada en 1982 - continúa

La instalación operó de acuerdo a las condiciones fijadas en la Licencia de Operación (provisoria) otorgada el 8 de noviembre de 1984. Se elaboró una nueva Licencia de Operación que se encuentra en la última etapa de revisión antes de ser emitida.

Las actividades programadas para 1996 fueron 6 visitas a la instalación, para realizar las inspecciones rutinarias, participar en una mesa de exámenes y verificar el desarrollo de los ejercicios anuales del Plan de Emergencias correspondientes a 1995 (pendiente) y a 1996. De lo planificado se efectuaron 5 visitas, realizando 4 inspecciones rutinarias, participación en ejercicios de Plan de Emergencia y la participación en la mesa examinadora para evaluación de licencia de operador y de oficial de radioprotección.

En los meses de mayo y junio se superaron los límites diarios de descargas de efluentes líquidos, no habiéndose superado los límites trimestrales. Se requirió que se informe las razones que llevaron al incumplimiento y que medidas se adoptarán para la no-repetición del mismo.

En las mediciones realizadas a los efluentes de las cisternas del reactor se comprobó que el agua almacenada presenta valores de actividad superiores a los habituales. Se solicitó información sobre la causa de la anormalidad y la forma en que se gestionará como residuo radiactivo.

Conjunto Crítico RA 8

Ubicación	Pilcaniyeu
Entidad Responsable	Comisión Nacional de Energía Atómica
Responsable Primario	Ingeniero Rubén Mazzi
Propósito	Conjunto crítico del reactor CAREM
Potencia	10 (diez) W
Combustible	Uranio enriquecido al 1,8 y al 3,4 en uranio 235. Barra cilíndrica
Exceso de reactividad	Variable y respetando el valor máximo permitido por las normas
Operación	En construcción

La instalación posee Licencia de construcción otorgada el 13 de setiembre de 1994.

Las actividades programadas para 1996 fueron 4 visitas correspondientes a: 2 inspecciones rutinarias, participación en la puesta en marcha, participación en los exámenes del personal y en el ejercicio del plan de emergencia.

Las tareas programadas en la instalación experimentaron retrasos. El cronograma de inspecciones previstas se modificó, realizándose sólo una inspección durante el corriente año.

Se estima que la conclusión del montaje e inicio de puesta en marcha se realizará a partir de marzo de 1997.

Se evaluó el riesgo de criticidad en el plan de transporte previsto para las barras combustibles del conjunto crítico RA 8.

Reactor multipropósito (MPR)

El reactor MPR, diseño de la empresa INVAP S.E. del reactor de investigación multipropósito (descrito en el informe Preliminar de Seguridad emitido por INVAP S.E. con el N° 0767 5320 3IBLI 001 versión 1°) es actualmente construido por la citada empresa en la ciudad de El Cairo, Egipto.

La función del ENREN en este tema, conforme al convenio firmado con la Autoridad Regulatoria de Egipto, es asesorar a dicha autoridad con el objeto de asegurar que, si este reactor hubiera sido construido en la Argentina, en un emplazamiento equivalente a donde se lo construyó en la ciudad de El Cairo, resultaría licenciable en nuestro país.

Se trata de un reactor nuclear experimental de tipo pileta de 22 MW (potencia térmica) estinado especialmente a la producción de radioisótopos, a la experimentación en temas de física de reactores y al uso de las radiaciones.

Las principales características del reactor son las siguientes: El núcleo está constituido por elementos combustibles tipo placas MTR, conteniendo U_3O_8 envainado en aluminio, con un enriquecimiento en uranio 235 menor que el 20% y con reflector de berilio. El núcleo está moderado y refrigerado por agua común con circulación en sentido ascendente. Cuenta con dos sistemas de extinción, uno rápido formado por placas absorbedoras y otro más lento por inundación con una solución de nitrato de gadolinio en las paredes de la chimenea que separa el núcleo del reflector.

Con el objetivo mencionado anteriormente, se revisaron distintas partes del diseño del reactor tales como: confiabilidad de *software*, análisis sísmico de las estructuras, análisis probabilístico de seguridad, criticidad en pileta auxiliar, instrumentación, estrategia para el arranque y posterior

llegada al núcleo de equilibrio. Como resultado de esta evaluación se comunicaron a INVAP S.E. una serie de decisiones regulatorias que condujeron a ciertas modificaciones en el diseño original.

Asimismo se realizaron estudios en relación con el licenciamiento de la planta de fabricación de combustibles que INVAP S.E. está construyendo en la ciudad de El Cairo.

Se elaboraron y evaluaron los exámenes a cuarenta profesionales egipcios para otorgar licencias que habiliten a ocupar distintos puestos en este reactor y en la planta de fabricación de combustibles.

Dosis ocupacionales y descargas al ambiente

Las dosis recibidas por los trabajadores y el público, y la descarga de efluentes al ambiente debido a la operación de reactores de investigación se presentan en el capítulo 6 del presente informe.

Instalaciones radiactivas

La industria, la medicina y la ciencia utilizan radioisótopos en la forma más variada para detección, producción, tratamientos médicos e investigación. La complejidad y diversidad de dichas prácticas, nos presenta instalaciones de una baja a mediana complejidad, Estas prácticas originan exposición a las radiaciones de trabajadores, por lo que es necesario verificar se mantengan por debajo de los límites establecidos y tratando además que resulten tan bajas como sea razonablemente alcanzable. Las instalaciones o prácticas con muy bajo riesgo radiológico, desde el punto de vista de la seguridad están controladas básicamente por las metodologías de trabajo, mientras que aquellas instalaciones más complejas poseen sistemas de seguridad avanzados para prevenir irradiación de los trabajadores y del público. Además, si bien el riesgo de accidentes con consecuencias para el público en general es muy limitado, existe un riesgo inherente asociado a toda actividad humana que sumado a la gran cantidad de instalaciones, provoca algunos incidentes y accidentes que afectan principalmente a los trabajadores.

El ENREN controla todas las instalaciones radiactivas existentes en el país. Estas instalaciones, distribuidas geográficamente en Capital Federal y en casi todas las provincias, tienen fines diversos entre las cuales se destacan: la producción de radioisótopos, la producción de fuentes de radiación, la fabricación de elementos combustibles para reactores nucleares, las aplicaciones médicas e industriales de las radiaciones ionizantes y los centros de investigación básica y aplicada.

En el cuadro siguiente puede apreciarse la variedad y cantidad de dichas instalaciones:

Instalaciones Radiactivas	Propósito	Número
Aceleradores de partículas	Investigación	4
Plantas de producción de radioisótopos	Producción	3
Plantas de producción de fuentes radiactivas	Producción	2
Instalaciones para irradiación para altas dosis	Irradiación de alimentos	4
Instalaciones pertenecientes al ciclo de combustible nuclear	Extracción, purificación y producción	15
Instalaciones menores de la CNEA	Investigación y aplicación	29
Instalaciones de teleterapia	Aplicación médica	130
Instalaciones de braquiterapia	Aplicación médica	69
Centros de medicina nuclear	Aplicación médica	321
Centros de radioinmunoanálisis	Aplicación médica	496
Centros de investigación y docencia	Investigación y docencia	200
Equipos de gammagrafía	Aplicación industrial	220
Equipos medidores industriales	Aplicación industrial	1000
Bases de operación en explotación petrolera	Aplicación industrial	82

Instalaciones radiactivas relevantes

Las principales instalaciones radiactivas relevantes existentes en el país, indicando su objetivo específico, ubicación geográfica y responsable primario, se enumeran a continuación:

Acelerador electrostático TANDAR

El acelerador TANDAR es propiedad de la Comisión Nacional de Energía Atómica (Gerencia Centro Atómico Constituyentes, Unidad de Actividad: Física) se halla ubicado en el Centro Atómico Constituyentes y posee Licencia de Operación emitida el 8 de mayo de 1991. Su **responsable primario** es el Ingeniero Norberto Fazzini. Es un acelerador electrostático de 20 megavoltios en tandem, capaz de acelerar todo tipo de iones desde hidrógeno hasta uranio.

Ciclotrón para la producción de radioisótopos

La instalación, propiedad de la Comisión Nacional de Energía Atómica, está ubicada en el Centro Atómico Ezeiza (Gerencia Centro Atómico Ezeiza, Unidad de Actividad: Coordinación de Plantas de Producción). La misma cuenta con un ciclotrón que acelera protones hasta 40 MeV destinado a la producción de diversos radioisótopos utilizados en biología y medicina nuclear, como ser: talio 201, galio 67, yodo 123, flúor 18, indio 111 y otros. El **responsable primario** de esta instalación es el Licenciado Carmelo Rocco.

Planta de producción de radioisótopos

Esta planta, propiedad de la Comisión Nacional de Energía Atómica (Gerencia Centro Atómico Ezeiza, Unidad de Actividad: Coordinación de Plantas de Producción) produce radioisótopos para uso medicinal, industrial y agropecuario, siendo los más significativos: el yodo 131 y el molibdeno 99. La instalación se halla ubicada en el Centro Atómico Ezeiza y posee autorización de operación desde el 5 de mayo de 1993. El **responsable primario** es el Ingeniero Alfredo González.

Planta de producción de molibdeno 99 por fisión

La planta es propiedad de Comisión Nacional de Energía Atómica (Gerencia Centro Atómico. Ezeiza, Unidad de Actividad: Coordinación de Plantas de Producción) está ubicada en dicho centro y cuenta con una licencia de operación otorgada el 30 de junio de 1995. A partir del 4 de setiembre la planta es operada por la empresa Combustibles Nucleares Argentinos S.A. El **responsable primario** es el Licenciado Pablo Cristini.

Esta instalación separa, mediante procesos radioquímicos, el molibdeno 99 producto de la fisión del uranio 235. El mismo, por decaimiento radiactivo produce uno de los radioisótopos de mayor uso en medicina: el tecnecio 99m.

Laboratorios de producción de generadores de tecnecio 99m

El principal radionucleido utilizado en el diagnóstico "*in vivo*" de enfermedades o disfunciones es el tecnecio 99 metaestable, con el que se "marcan" distintos fármacos. Este isótopo se obtiene a partir de un dispositivo denominado generador.

Las empresas autorizadas para producir generadores de tecnecio 99m son: Laboratorios Bacon S.A.I.C. sita en la calle Uruguay 136, Villa Martelli, provincia de Buenos Aires, desde 1990, y Tecnonuclear S.A., ubicada en la calle Arias 4176, Capital Federal, desde 1993. Los **responsables primarios** de Laboratorios Bacon y Tecnonuclear S.A. son el Doctor Jorge Nicolini y el Doctor Carlos Cañellas, respectivamente.

Planta de fabricación de fuentes encapsuladas

En esta planta se fabrican fuentes encapsuladas de cobalto 60, para utilizarlas en telecobaltoterapia, gammagrafía y plantas de irradiación. Es propiedad de la Comisión Nacional de Energía Atómica (Gerencia Centro Atómico Ezeiza, Unidad de Actividad: Coordinación de Plantas de Producción) y está localizada en el Centro Atómico Ezeiza. El proceso, que se lleva a cabo mediante telemanipuladores en celdas blindadas, consiste, a grandes rasgos, en incluir municiones y varillas de cobalto 60 en cápsulas de acero y sellar las mismas herméticamente mediante soldadura eléctrica. La instalación cuenta con licencia de operación extendida el 11 de julio de 1989. El **responsable primario** es el Licenciado Oscar Bonetto.

Planta de fabricación de fuentes para gammagrafía

El propósito de esta instalación es el fraccionamiento, manipuleo, fabricación y reparación de fuentes encapsuladas de iridio 192 para gammagrafía. Su propietario es la empresa Polytec y está localizada en Bulevar Ballester 970, Villa Ballester, provincia de Buenos Aires. Su funcionamiento comenzó en el año 1989. El **responsable primario** de la instalación es señor Ralph Metzke.

Planta industrial de irradiación IONICS

Esta planta es propiedad de la empresa Ionics S.A. y está ubicada en la localidad López Camelo, partido de Tigre, provincia Buenos Aires. La instalación cuenta con autorización de operación otorgada el 26 de setiembre de 1991. Su **responsable primario** es el Ingeniero Hugo Mugliaroli. Es utilizada para irradiar productos destinados al uso biomédico, -aplicando dosis de esterilización-, como así también, tratar alimentos o productos farmacéuticos con la finalidad de mejorar sus propiedades.

Planta semi-industrial de irradiación CNEA

La planta, propiedad de la Comisión Nacional de Energía Atómica (Gerencia Centro Atómica Ezeiza, Unidad de Actividad: Materiales y Combustibles Nucleares) está ubicada dentro del predio de dicho centro, y emplea fuentes radiactivas de alta actividad, para la esterilización de productos farmacéuticos y biomédicos y la conservación de alimentos. La instalación cuenta con licencia de operación otorgada el 21 de diciembre de 1993. El **responsable primario** es el Ingeniero Alfredo González.

Irradiador móvil IMCO 20

El irradiador transportable denominado IMCO 20 fue adquirido por la provincia de Mendoza para ser aplicado en la técnica del insecto estéril, dentro del plan de erradicación de la mosca de la fruta o del Mediterráneo. El equipo es operado por la empresa Nuclear Mendoza S.E. desde su autorización en el año 1992.

Planta de irradiación de barros cloacales

La instalación está siendo construida por la Comisión Nacional de Energía Atómica en terrenos del establecimiento depurador de San Felipe, a 8 km al sur de la ciudad de San Miguel de Tucumán y posee licencia de construcción emitida el 22 de noviembre de 1994. El **responsable primario** de la instalación es el Ingeniero Jorge Graiño.

Planta Fabril Córdoba

La planta, ubicada en el barrio Alta Córdoba, en la capital de dicha provincia, pertenece a la Comisión Nacional de Energía Atómica (Gerencia General, Unidad Proyectos Especiales Suministros Nucleares) y está dedicada a la purificación de concentrado de uranio y conversión del producto, de pureza nuclear, a polvo de óxido de uranio. La planta cuenta con

autorización de funcionamiento desde junio de 1983. El **responsable primario** del complejo es el Doctor Eduardo Pérez.

Planta de producción de uranio enriquecido

El propósito de la instalación es la obtención de uranio enriquecido en el isótopo 235. La planta, construida en su totalidad con tecnología nacional, está ubicada en Pilcaniyeu (provincia de Río Negro), es propiedad de la Comisión Nacional de Energía Atómica (Gerencia Centro Atómico Bariloche Unidad Tecnológica Pilcaniyeu) y su operador es la empresa Investigación Aplicada S.E. (INVAP S.E.). El **responsable primario** de esta instalación es el Licenciado Jorge Solís. La planta durante 1996 no produjo uranio enriquecido.

Fábrica de elementos combustibles CONUAR

La fábrica de elementos combustibles nucleares, operada por la empresa Combustibles Nucleares Argentinos S.A. (CONUAR S.A.), está situada en el Centro Atómico Ezeiza. En sus instalaciones se produce el combustible que requieran las centrales nucleares argentinas. El proceso de fabricación tiene como insumos principales el polvo de dióxido de uranio, de pureza nuclear, proveniente del Complejo Fabril Córdoba, y los tubos fabricados con una aleación de circonio -denominada Zircaloy- producidos en instalaciones de la Fábrica de Aleaciones Especiales, adyacente a la planta.

La instalación opera bajo la autorización de operación emitida el 1 de diciembre de 1991. Su **responsable primario** es el Ingeniero Esteban Kozak.

Fábrica de elementos combustibles para reactores de investigación

La fábrica de elementos combustibles para reactores de investigación es operada por CONUAR S.A. y está ubicada en el Centro Atómico Ezeiza. Posee licencia de operación desde octubre de 1993 y su **responsable primario** es el Ingeniero Benigno Rasenberg. Con tecnología provista por el laboratorio de fabricación de elementos combustibles (CNEA-CAC), y material proporcionado por la planta de conversión de hexafluoruro de uranio a óxido de uranio (CNEA-CAC), esta instalación fabrica elementos combustibles para reactores de investigación, con uranio enriquecido al 20% en el isótopo 235 y polvo de aluminio de alta pureza.

Laboratorio de fabricación de elementos combustibles para reactores de investigación

El laboratorio de fabricación de elementos combustibles para reactores de investigación, propiedad de Comisión Nacional de Energía Atómica (Gerencia Centro Atómico Constituyentes, Unidad de Actividad: Combustibles Nucleares), utiliza polvo de óxido de uranio (sesquióxido de uranio), enriquecido al 20% en el isótopo 235, y polvo de aluminio de alta pureza. Está ubicada en el Centro Atómico Constituyentes y posee licencia de operación emitida el 12 de diciembre de 1989, para fabricar elementos con uranio al 20% en el isótopo 235 y ampliada el 12 de noviembre de 1992 para

uranio al 90%. Su **responsable primario** es el Ingeniero Carlos Cohut.

Planta de conversión de hexafluoruro de uranio a óxido de uranio

La planta de conversión de hexafluoruro de uranio a óxido de uranio es propiedad de la Comisión Nacional de Energía Atómica (Gerencia Centro Atómico Constituyentes, Unidad de Actividad: Combustibles Nucleares), y está destinada a la producción del material necesario para la fabricación de elementos combustibles para reactores de investigación, partiendo de hexafluoruro de uranio enriquecido al 20% en el isótopo 235. Esta instalación se halla ubicada en el Centro Atómico Constituyentes y posee licencia de operación emitida el 4 de abril de 1989. Su **responsable primario** es la Licenciada Norma Boero.

Laboratorio Facilidad Alfa

Este laboratorio está destinado a la fabricación y caracterización físico-química de combustibles nucleares sobre la base de óxidos mixtos de uranio y plutonio encapsulado en barras combustibles.

La Facilidad Alfa depende de Comisión Nacional de Energía Atómica (Gerencia Centro Atómico Constituyentes, Unidad de Actividad: Combustibles Nucleares), se halla ubicada en dicho Centro Atómico y posee licencia de operación emitida el 25 de noviembre de 1982. Su **responsable primario** es el Licenciado Daniel Marchi.

Laboratorio Triple Altura

El denominado Laboratorio Triple Altura, perteneciente a la Comisión Nacional de Energía Atómica (Gerencia Centro Atómico Ezeiza, Unidad de Actividad: Materiales y Combustibles Nucleares) situado en el centro atómico del mismo nombre, procesa el material de descarte de la fabricación de elementos combustibles para reactores de investigación. En el proceso se recupera y purifica, a grado nuclear, el uranio enriquecido al 20% en el isótopo 235 en forma de nitrato de uranilo. El laboratorio posee licencia de operación para procesar hasta 10 kg de óxido de uranio enriquecido al 20%, extendida el 15 de julio de 1995. El **responsable primario** de la instalación es el Ingeniero Alberto Bonini.

Laboratorio de uranio enriquecido

El Laboratorio de uranio enriquecido, perteneciente a la Comisión Nacional de Energía Atómica -Gerencia Centro Atómico Ezeiza, Unidad de Actividad: Materiales y Combustibles Nucleares- está situado en dicho centro. Produce uranio metálico enriquecido al 90%. Este laboratorio procesa el producto obtenido en el Laboratorio Triple Altura. La instalación opera con licencia de operación extendida el 24 de julio. Su **responsable primario** es el Ingeniero Alberto Bonini.

Planta de desechos radiactivos

El área de tratamiento de desechos radiactivos, depende de la Comisión Nacional de Energía Atómica (Gerencia Centro Atómico Ezeiza, Unidad de Actividad: Gestión de Residuos Radiactivos). En dicha área se realiza el tratamiento y almacenamiento interino de desechos radiactivos de distintas instalaciones, y el almacenamiento definitivo de aquellos que poseen una actividad baja y un corto período de semidesintegración. Está ubicada en el Centro Atómico Ezeiza, y opera bajo licencia extendida el 23 de noviembre de 1994. El **responsable primario** es el Licenciado Adrián Goldschmidt.

Inspecciones

El ENREN efectúa inspecciones en todas las instalaciones radiactivas existentes en el país. El objetivo de las mismas es verificar el grado de cumplimiento de las condiciones establecidas en las respectivas licencias de operación y de las normas regulatorias. La inspección en cada instalación es realizada por una comisión integrada, como mínimo, por dos profesionales responsables de llevar a cabo la tarea. Ésta comienza con una fase preparatoria donde se analiza el estado de la instalación, evaluándose la documentación existente tanto en los aspectos correspondientes al plantel de operación como los inherentes a la documentación mandatoria de la instalación. Asimismo se analizan posibles modificaciones que hayan introducido en la instalación y las respuestas técnicas dadas a requerimientos anteriores efectuados por el ENREN. Cumplida esta fase de evaluación previa, se planifican que aspectos principales serán controlados durante la inspección.

Sistemas inspeccionados

A continuación se mencionan, en forma general, los principales aspectos a controlar en una instalación relevante:

- Funcionamiento de los sistemas de seguridad radiológica en la instalación.
- Estado y funcionamiento de los equipos de seguridad radiológica.
- Registros de dosis ocupacionales.
- Verificación de las descargas líquidas y gaseosas de la instalación.
- Almacenamiento de desechos líquidos y sólidos.
- Verificación de los sistemas de detección de incendio y seguridad física.
- Inventario radiactivo de la instalación.
- Niveles de contaminación en áreas de trabajo.
- Tasas de exposición en los diferentes ambientes de trabajo.
- Estanqueidad en cajas de guantes.
- Estado de los sistemas de ventilación y de filtros en chimeneas de descarga.

Requerimientos

Como resultado de la inspección puede observarse el cumplimiento de las condiciones establecidas en la licencia de operación y en la normativa vigente o bien un apartamiento en dichas condiciones. En este último caso

el ENREN elabora, a posteriori de la inspección, requerimientos con plazo de cumplimiento para modificar dicha situación. En la **Tabla 6 del Anexo I** puede observarse los requerimientos efectuados a la entidades responsables de las distintas instalaciones relevantes durante 1996.

En caso de observarse una desviación importante a las condiciones de seguridad de la instalación, la comisión inspectora confecciona un Acta de inspección emitiendo en ese mismo momento un requerimiento que puede abarcar hasta la suspensión de la operación de la instalación. Esta situación ha sido poco frecuente en el curso del año como puede observarse en la **Tabla 6 del Anexo I**.

Inspecciones especiales

Al cabo de una inspección rutinaria puede surgir la necesidad de efectuar mediciones o evaluaciones específicas. A título de ejemplo pueden mencionarse:

- Medición de la descarga de efluentes por chimenea.
- Determinaciones dosimétricas en campos mixtos de radiación.
- Pruebas en sistemas de seguridad.

En estos casos la comisión inspectora recurre a los grupos especializados del ENREN para realizar las determinaciones necesarias. Se notifica antes a la instalación sobre las tareas que se llevarán a cabo, los tiempos estimados para realizarlas y que soporte técnico se requerirá en el lugar.

En ocasiones ha sido la misma instalación quien solicita la colaboración del ENREN para realizar evaluaciones específicas. Esta situación, si bien no configura una inspección permite profundizar el conocimiento de los procesos y tareas desarrollados y, en última instancia, puede influir en el mejoramiento de las condiciones de seguridad de la instalación.

Frecuencia de inspecciones

En las instalaciones radiactivas relevantes la frecuencia de inspección es variable dependiendo del riesgo asociado y, además, de factores tales como: estado general de la instalación, antecedentes, actividades que se están desarrollando, requerimientos pendientes, etc.

Se detalla a continuación el número de inspecciones realizadas por el ENREN durante el año discriminadas para cada instalación relevante.

Inspecciones a instalaciones radiactivas relevantes

Instalación	Número de inspecciones
Acelerador electrostático TANDAR	6
Ciclotrón para producción de radioisótopos	9
Ciclotrón para diagnóstico e investigación clínica	1
Planta de producción de radioisótopos	26

Inspecciones a instalaciones radiactivas relevantes

Instalación	Número de inspecciones
Planta de producción de molibdeno 99	35
Laboratorios de producción de generadores de tecnecio 99	5
Planta de fabricación de fuentes encapsuladas de cobalto 60	7
Planta de fabricación de fuentes para gammagrafía	1
Planta industrial de irradiación IONICS	1
Planta semi-industrial de irradiación	31
Irradiador móvil IMCO 20	1
Complejo fabril Córdoba	4
Fábrica de elementos combustibles CONUAR	12
Fábrica de elementos combustibles para reactores de investigación (FECRI)	12
Laboratorio de elementos combustibles para reactores de investigación (ECRI)	12
Planta de conversión de hexafluoruro de uranio a óxido de uranio	11
Planta de producción de uranio enriquecido	3
Laboratorio Facilidad Alfa	11
Laboratorio de Triple Altura	2
Laboratorio de uranio enriquecido	2
Planta de desechos radiactivos	7
Depósito de material fisionable	4

Hechos destacados**Planta de producción de radioisótopos**

El 19 de marzo de 1996 ocurrió un incidente en la celda de destilación de yodo 131 que derivó en una emisión elevada de dicho radionucleido a la atmósfera. El evento se produjo por el resquebrajamiento de una conexión de PVC del destilador. Si bien en el incidente se superaron los límites autorizados de descarga, esto no constituyó un impacto radiológico significativo en el grupo más expuesto, como se evaluó a través de modelos de cálculo conservativos y se confirmó con mediciones.

El 15 de agosto de 1996 ante la detección de un nuevo incremento en la emisión a la atmósfera, se determinó que, una pérdida en uniones de la cañería de descarga de residuos de proceso conteniendo yodo 131 se vertía en el sótano de servicios y, consecuentemente, aerosoles de yodo radiactivo se eliminaban a la atmósfera. La instalación reparó los desperfectos inicialmente en forma provisoria, para solucionarlo en forma defini-

tiva en enero de 1997. Nuevamente el incidente no constituyó un impacto radiológico significativo.

Por lo anterior se le requirió a la instalación la presentación de un proyecto de modificación del sistema de ventilación agregando filtros de carbón activado, para evitar las consecuencias de incidentes de similar naturaleza a los descritos.

Planta de producción de molibdeno 99

El 25 de julio de 1996 se produjo un incidente en la planta que consistió en la rotura de una conexión de las cañerías pasamuros de las celdas donde se realiza el proceso de purificación del molibdeno.

La detección de una concentración inusual de yodo 131 en el laboratorio, en los días posteriores, confirmó que se había producido un escape de material radiactivo fuera de la caja estanca de las celdas de purificación.

La principal consecuencia del incidente fue una importante contaminación de los laboratorios de la instalación y la emisión de una cantidad más elevada que lo normal de yodo radiactivo (fundamentalmente yodo 131) a la atmósfera, que no tuvo un impacto radiológico significativo en el grupo crítico.

Se realizaron acciones tendientes a restaurar las condiciones normales de operación y con posterioridad a las mismas se le requirió a la instalación la presentación de un proyecto para que también la extracción de aire de los laboratorios pasara por filtros de carbón activado para prevenir la repetición de incidentes de similar naturaleza.

Planta semi-industrial de irradiación

El 2 de enero de 1996 se suspendió la operación en la planta de referencia condicionando la reanudación de la misma a la implementación de sistemas de seguridad redundantes e independientes que impidan el ingreso al recinto de irradiación con fuente expuesta.

En respuesta a lo requerido la planta presentó al ENREN la propuesta de instalar un controlador lógico programable (PLC) para el control de los sistemas de seguridad y enclavamientos redundantes e independientes en los accesos al recinto de irradiación. La documentación de diseño y operación del sistema PLC fue remitida por la instalación y evaluada en distintas instancias técnicas del ENREN. Atendiendo a mejoras realizadas en los sistemas de seguridad, el 2 de diciembre de 1996 se le otorgó a la planta una autorización transitoria de operación.

Complejo fabril Córdoba

La planta de conversión de la instalación tuvo dos paradas de aproximadamente 15 días por roturas consecutivas de la placa porosa del estabilizador de polvo de UO_2 , sin connotación radiológica.

Fábrica de elementos combustibles CONUAR

El 30 de setiembre se produjo un incidente al abrirse la tapa de un recipiente de la línea de transporte de polvos de UO_2 . Dicho recipiente estaba en leve sobrepresión (cuando debería estar a depresión), dando lugar a la dispersión del polvo de UO_2 . Se procedió a la limpieza de la zona afectada sin que se produjeran consecuencias radiológicas.

Ex complejo minero fabril Malargüe

Durante el período se desmantelaron las siguientes instalaciones del complejo: la planta de ácido sulfúrico, la sala de calderas, la usina eléctrica, el taller de automotores, el sector de báscula y cisterna de almacenamiento de agua, la planta de trituración de mineral, la planta de concentración, la planta experimental y el barrio del personal. Como las zonas ocupadas por estas instalaciones se destinarán al futuro repositorio de escombreras de mineral y material proveniente de demoliciones y material no aprovechable, la remoción de bases de equipos y cimientos se efectúa hasta un metro por debajo de la cota natural del terreno con el objeto de preparar el área para el futuro acondicionamiento.

Instalaciones menores de la CNEA

Las instalaciones denominadas menores, debido a su bajo riesgo de exposición, están constituidas en el área de la CNEA por un conjunto de 29 laboratorios.

En el listado siguiente se numeran dichas instalaciones conforme a su distribución en cada centro atómico.

◆ En el Centro Atómico Bariloche

Laboratorio de Haces Iónicas - Acelerador Lineal LINAC - Área Materiales Nucleares.

◆ En el Centro Atómico Ezeiza

Centro Regional de Calibraciones - Laboratorio de Dosimetría Externa - Laboratorio de Física de Detectores - Laboratorio de Análisis por Activación - Laboratorio de Metrología - Curso de Aplicación de Radioisótopos - Laboratorio de Radiofármacos - Laboratorio de Desarrollo y Servicios con Radiotrazadores - Laboratorio de Aplicaciones Agropecuarias - Laboratorio para Ensayos Post-Irradiación - Laboratorio Facilidad Radioquímica.

◆ En el Centro Atómico Constituyentes

Laboratorio Mossbauer - Laboratorio de Física del Sólido - Laboratorio de Difusión con Radiotrazadores - Planta de Núcleos Cerámicos - Laborato-

rio de Caracterización de UO₂ - Depósito de material fisionable especial - Depósitos de uranio.

♦ **En Sede Central**

Laboratorio de Dosimetría e Irradiación - Laboratorio de Estudios Especiales - Laboratorio de Química Analítica - Laboratorio de Química Nuclear - Laboratorio de Gases.

Durante el año 1996 se efectuaron 69 inspecciones en dichas instalaciones.

Instalaciones médicas, industriales, y de investigación y docencia

La fiscalización de instalaciones de uso médico e industrial implica el control de aproximadamente 1500 instalaciones en todo el país.

Las instituciones se inspeccionan periódicamente a efectos de verificar que la seguridad radiológica de las instalaciones y las condiciones de trabajo son satisfactorias. La frecuencia de estas inspecciones, así como la modalidad de las mismas, está determinadas por el riesgo radiológico de la instalación y por el resultado de las inspecciones previas.

En las inspecciones que realiza la autoridad regulatoria, se verifican los siguientes aspectos:

– Reglamentarios:

Se analizan los antecedentes del usuario en cuanto a cumplimiento de su responsabilidad individual, la validez de los correspondientes permisos específicos individuales e institucionales, el cumplimiento de requerimientos de anteriores inspecciones, etc.

– Instalaciones:

Se verifica el mantenimiento de las condiciones de la instalación tal como fue habilitada y se analizan las modificaciones que contribuyan a mejorar las condiciones de seguridad radiológica, se efectúa un relevamiento de toda la zona en donde se utiliza o guarda material radiactivo y se miden las tasas de dosis y los niveles de contaminación superficial en la instalación para las diversas condiciones de trabajo. Se comprueba el correcto funcionamiento de los enclavamientos y de otros sistemas de seguridad.

– Equipamiento:

Se verifica el correcto funcionamiento y calibración de equipos y del instrumental de radioprotección.

– Personal:

Se realiza una evaluación de los informes mensuales de la dosis recibida por el personal y, si es necesario, se recomienda introducir modificaciones en la metodología de trabajo a efectos de disminuir la exposición ocupacional.

– Gestión de desechos:

Durante el trabajo con radioisótopos, pueden generarse residuos radiactivos sólidos (contaminación de materiales diversos como ser recipientes, fuentes encapsuladas decaídas, jeringas, algodón, papel, guantes de goma, material de vidrio, etc.) y, además, residuos radiactivos líquidos. Ambos tipos de residuos deben ser gestionados según procedimientos adecuados. En las inspecciones se verifica que los diferentes residuos radiactivos estén segregados, y adecuadamente almacenados y rotulados. En el caso de ciertos residuos líquidos de baja actividad, se verifica que el tiempo de almacenamiento sea suficiente para alcanzar un decaimiento adecuado antes de su eliminación como residuos convencionales.

– Control de fuentes encapsuladas:

Se controla el inventario de fuentes encapsuladas en el país, con el objeto de asegurar tanto su utilización en condiciones seguras como la gestión final de las mismas como residuos radiactivos al final de su vida útil.

A continuación se detallan las tareas de inspección llevadas a cabo en las diferentes instalaciones médicas e industriales.

Instalaciones de teleterapia y braquiterapia

El control regulatorio sobre este tipo de instalaciones y equipamientos se ejerce en forma continua desde su instalación y puesta en marcha. En esta primera etapa la Institución que requiera una autorización para la operación (cinco años de validez) de un equipo de teleterapia o el uso de fuentes de braquiterapia, deberá remitir al ENREN la siguiente información:

Para teleterapia

Características del equipamiento a instalar (con el alcance que el ENREN le requiera) y una memoria de cálculo de blindajes del recinto que albergará al equipo de cobaltoterapia o al acelerador lineal, junto con un juego de planos que permita visualizar la ubicación de dicho recinto y el estado de ocupación de los locales adyacentes al mismo.

Para braquiterapia

Detalle de la fuente a emplear (radionucleido, actividad, N° de serie, certificado de calibración y test de pérdidas).

Memoria de cálculo de blindajes del depósito blindado que albergará las fuentes y de las salas de internación, junto con un juego de planos que permita visualizar la ubicación del local de almacenamiento y el estado de ocupación de los locales adyacentes al mismo.

Tanto las memorias de cálculo como los planos están sujetas a la revisión y aprobación del ENREN.

Asimismo la Institución deberá demostrar que cuenta con el plantel profesional y técnico y el equipamiento complementario requeridos por la normativa vigente.

Posteriormente durante la etapa de operación el control regulatorio se ejerce mediante inspecciones periódicas que pueden ser de cuatro tipos diferentes:

Inspecciones de habilitación o rehabilitación:

Las inspecciones de habilitación son inspecciones exhaustivas que tienen lugar cuando se inicia una práctica, o un equipo acaba de instalarse o cuando se lo rehabilita luego de una reparación importante o un cambio de fuente (en el caso de cobaltoterapia). Constituyen un requisito previo al concesión o renovación de una autorización de operación.

Rutinarias:

En las inspecciones rutinarias, cuya frecuencia es anual, los equipos e instalaciones se someten a una serie de verificaciones consideradas fundamentales para garantizar su operación segura. Un listado simplificado de verificaciones durante una inspección rutinaria incluye:

Para teleterapia:

- Sistemas de alineación y conformación del haz de radiación.
- Sistemas de movimiento del cabezal y de la camilla de tratamiento.
- Eficiencia de blindajes.
- Funcionamiento de los sistemas de interrupción de la irradiación asociados al equipo y a la instalación.
- Estado y funcionamiento de los equipos y sistemas complementarios del equipo de teleterapia.
- Presencia de la dotación adecuada de personal de operación.
- Registros de dosimetría individual del personal ocupacionalmente expuesto.

Para braquiterapia:

- Inventario radiactivo.
- Integridad de las fuentes.
- Eficiencia de los blindajes del local de almacenamiento y del depósito.
- Sala de internación y eficiencia de los blindajes.
- Procedimientos de trabajo.
- Registro del movimiento de fuentes.
- Registros de dosimetría individual del personal ocupacionalmente expuesto.
- Para braquiterapia remota, además de los aspectos antes mencionados deberá verificarse el correcto funcionamiento de los sistemas de interrupción de la irradiación y de los otros sistemas de seguridad del equipo y de la instalación.

Durante las inspecciones rutinarias suelen hacerse observaciones que implican la necesidad de corregir o mejorar el estado de funcionamiento de determinados sistemas o componentes. Estos requerimientos, que se hacen constar en el acta que se labra luego de la inspección, tienen un

plazo de cumplimiento, vencido el cual debe verificarse, mediante una nueva inspección, si han sido debidamente cumplimentados.

◆ Inspección de recambio de una fuente radiactiva agotada (sólo aplicables a equipos de cobaltoterapia):

Las operaciones de carga/descarga de un cabezal de un equipo de cobaltoterapia, se llevan a cabo en presencia de inspectores del ENREN cuando este último lo considera necesario.

El control regulatorio durante la etapa de cierre y desmantelamiento de una instalación de teleterapia, depende del tipo de equipamiento involucrado de acuerdo con los aspectos señalados en el análisis de riesgo radiológico de la práctica.

Número de inspecciones

En el país existen 95 equipos de telecobaltoterapia y 4 equipos de cesioterapia (2 en desuso), distribuidos en 85 centros médicos. Los aceleradores lineales son 31, distribuidos en 29 centros. Del total de centros médicos mencionados, 19 cuentan con ambos tipos de equipamiento.

Los centros médicos donde se llevan a cabo prácticas de braquiterapia son 69 y existen, además, 17 centros que sólo cuentan con salas de internación para pacientes con implantes radiactivos (braquiterapia).

El número de inspecciones realizadas durante 1996 en el sector fue:

- Cobaltoterapia: 99
- Aceleradores lineales: 27
- Braquiterapia: 77

El detalle de las instalaciones de teleterapia y braquiterapia inspeccionadas durante el año y la fecha de inspección pueden observarse en las **Tablas 1 y 2**, respectivamente, del **Anexo II**.

Hechos destacados

◆ Instituto Privado de Radioterapia de la ciudad de Córdoba: El 24 de septiembre de 1996 se produjo un accidente debido a una falla en el equipo de teleterapia de la institución, provocando una sobreexposición localizada a un paciente (15 Gy en un campo de 5 x 5 cm²). La falla se originó en una traba de seguridad del equipo citado que vincula el sistema neumático de retracción de la fuente radiactiva con el portafuente. El personal del instituto involucrado no recibió dosis superiores a los límites establecidos para trabajadores. El paciente evolucionó favorablemente de las lesiones producidas luego del tratamiento correspondiente.

◆ El 21 de junio de 1996 se suspendió la operación del equipo de cobaltoterapia del Consultorio de Diagnóstico por Imágenes, Cobaltoterapia y Medicina Nuclear de la ciudad de Santiago del Estero, debido a deficiencias en las condiciones de seguridad verificadas en oportunidad de una inspección realizada a dicho equipo.

El plan de confiscación de las agujas para braquiterapia de radio 226, cuyo uso y tenencia se limitó al 30 de junio de 1995 por la Resolución N° 144/93 de la Comisión Nacional de Energía Atómica (entonces autoridad competente en la materia), continuó durante 1996. El Programa de Gestión de Residuos Radiactivos de la mencionada Comisión Nacional, incautó durante 1996, la cantidad de 446 agujas de radio 226 con una actividad total de 29,7 GBq y tres placas de radio 226 con una actividad total de 1,11 GBq, lo cual representa aproximadamente el 67% de las agujas y placas de radio 226 existentes en el país.

Centros de medicina nuclear

En este tipo de instalaciones se efectúa el diagnóstico y estudio, no solo anatómico sino también funcional, de ciertas enfermedades, mediante la aplicación al paciente de drogas "marcadas" con material radiactivo (radiofármacos). La conveniencia de este tipo de aplicaciones se basa en que algunos radioisótopos poseen características importantes para facilitar el diagnóstico "in vivo", tales que:

- Se puede detectar su presencia en cantidades muy pequeñas a distancia, debido a que, al desintegrarse los núcleos radiactivos incorporados en los tejidos del paciente, la radiación emitida posee energía suficiente como para penetrar espesores importantes de materia, informando de su presencia a un detector.
- Su comportamiento químico en el organismo es similar al del elemento estable.
- El radiofármaco se puede administrar por vía endovenosa, oral o por inhalación. Prácticamente el 85% de los estudios utiliza tecnecio 99m (con actividades del orden de 600 GBq); otros radionucleidos empleados son el talio 201, el galio 67 y el yodo 131 (con valores de actividad menores).
- La medición de la cantidad de radionucleido asimilada, se realiza con sistemas de detección que han ido evolucionando con el tiempo, desde los de obtención de imagen plana, como el centellógrafo de barrido y la cámara gamma, hasta los del tipo de imagen tomográfica como la tomografía de emisión fotónica única computarizada (SPECT, siglas de su nombre en inglés) y la tomografía por emisión de positrones (PET, de su nombre en inglés).

Inspecciones

En las inspecciones regulatorias rutinarias o de habilitación se verifica, como mínimo, los siguientes aspectos técnicos:

- Los procedimientos operativos empleados incluyendo la adecuada gestión de los desechos radiactivos generados.
- El estado operativo de los equipos que posee el servicio.
- El correcto uso de los blindajes destinados a la guarda de los radionucleidos, y la protección del personal.

- Las tasas de exposición en las áreas de trabajo.
- Los niveles de contaminación superficial.
- Los registros de dosimetría individual del personal médico y técnico del servicio.
- Las medidas a adoptar o procedimientos en caso de incidentes o accidentes con el material radiactivo.

En el país se encuentran 321 instalaciones destinadas a medicina nuclear que se inspeccionan con una frecuencia recomendada de una vez cada dos años. El detalle de los centros inspeccionados así como la fecha de inspecciones pueden observarse en la **Tabla 3 del Anexo II**.

Hechos destacados

En agosto de 1996 se suspendió el uso de material radiactivo en el Centro Especializado Integral de Diagnóstico y Tratamiento de la localidad de Haedo, provincia de Buenos Aires. Esta medida se adoptó como consecuencia de que la instalación tenía la autorización de operación vencida y no había procedido a la renovación de la misma a pesar de los reiterados pedidos realizados por el ENREN para regularizar la situación. Se aplicaron sanciones a la instalación y al médico responsable por el uso y tenencia de material radiactivo en la misma.

Equipos de gammagrafía

La gammagrafía es una técnica de inspección no destructiva que utiliza fuentes radiactivas de considerable actividad destinada a controlar soldaduras en instalaciones, estructuras y piezas diversas. Esta técnica permite, por ejemplo, poner en evidencia fallas o inclusiones en las soldaduras de costuras de cañerías y recipientes que almacenan y transportan fluidos a alta presión.

En la aplicación de la técnica de gammagrafía, básicamente, se utilizan tres elementos:

- ◆ La fuente radiactiva, que emite radiación gamma, la que atraviesa el material que se controla o inspecciona.
- ◆ La película sensible a la radiación, en donde se registra la imagen del objeto, defecto o inclusión.
- ◆ El equipo o proyector, con sus accesorios, para guardar la fuente o exponerla según sea necesario.

Las fuentes emisoras de radiación más empleadas en esta práctica son iridio 192 (actividad hasta 3,7 TBq), cobalto 60 (actividades hasta 1,85 TBq), cesio 137 (actividad hasta 3,7 TBq), itrio 169 (actividad hasta 3,7 TBq) y tulio 170 (actividad hasta 3,7 TBq).

Inspecciones

Durante las inspecciones, que pueden ser rutinarias o de habilitación, se inspecciona el lugar de almacenamiento de los contenedores (inspecciones de depósito) y la práctica propiamente dicha donde se radiografían los tubos o cañerías (inspecciones de campo). A continuación se describen los aspectos verificados durante estas inspecciones de los depósitos:

- Correcta señalización del depósito.
- Medición de tasas de dosis en las inmediaciones del mismo.
- Mediciones de tasas de dosis en contacto en varios puntos de la superficie exterior de los contenedores.
- Inspección del estado de conservación del contenedor verificando su identificación, existencia de la chapa identificatoria de la fuente que se aloja en su interior, verificación del modelo de la fuente.
- Accionamiento de la llave de cierre del contenedor para verificar el funcionamiento de la cerradura.
- Inspección del estado de los telemandos, tubos guía y demás accesorios.
- Verificación del instrumental de radioprotección.
- Estado del libro de movimiento de fuentes y equipos. Se verifica su grado de actualización tomando nota del destino en ese momento de los lugares de trabajo y realizando el control con los datos de archivos del ENREN.
- Control de los registros dosimétricos del personal.
- En las inspecciones de campo se efectúan algunos de los controles mencionados anteriormente y además se realiza:
 - Verificación del instrumental de radioprotección tanto del operador como de su ayudante y su empleo correcto.
 - Verificación de la señalización de la zona.
 - Monitoreo de los vallados.

El resultado de la inspección es volcado a un Acta o informe donde además se colocan los requerimientos a cumplir.

La frecuencia recomendable de inspección, teniendo en cuenta que los equipos poseen fuentes radiactivas de considerable actividad y que en su mayoría son móviles, es anual.

Existen alrededor de 65 empresas que se dedican a la gammagrafía, distribuidas en las provincias de Buenos Aires, donde se halla más del 60% de las mismas, Mendoza, Santa Fe, Córdoba, Neuquén y Corrientes. El inventario total de equipos de gammagrafía es de alrededor de 220 equipos. El 50% de esas empresas se dedican a realizar servicios a terceros y las restantes son departamentos de empresas que utilizan los ensayos no destructivos en sus propias plantas. La tendencia actual es el uso del servicio, es decir las empresas tienden a contratar el servicio a terceros relegando su departamento de ensayos no destructivos a la inspección, en algunos casos a su desaparición.

Durante el año 1996 se realizaron 88 inspecciones de empresas de gammagrafía, de las cuales 10 corresponden a habilitaciones o renova-

ciones de permisos institucionales, 17 de las 88 inspecciones fueron realizadas en instalaciones donde se encontraban realizando las tareas propiamente dichas o sea son inspecciones de campo, las restantes se llevaron a cabo en los lugares de depósito habituales y son inspecciones rutinarias. Como resultado de estas inspecciones surge que se ha observado el cumplimiento de las normas vigentes habiéndose recibido respuestas favorables a los requerimientos impuestos.

El detalle de las empresas inspeccionadas así como la fecha de inspección pueden observarse en la **Tabla 6 del Anexo II**.

Hechos destacados

Los incidentes ocurridos en este año, en lo relacionado a esta práctica fueron:

- ◆ Secuestro de material radiactivo a la firma Cainco S.A. de esta Capital Federal por incumplimiento de las normas vigentes en cuanto a la tenencia de material radiactivo sin autorización que lo permita. El material fue depositado en la planta de Gestión de Residuos Radiactivos de la CNEA, estando el mismo bajo caución judicial.
- ◆ En la localidad de Colón, provincia de Buenos Aires, donde se secuestró un equipo de gammagrafía con material radiactivo, perteneciente a la empresa Alfredo Daniel, en el obrador de Contreras Hnos., en poder de una persona sin autorización individual para su uso y tenencia. La persona se encontraba trabajando para una empresa habilitada habiendo presentado una autorización individual falsa. El equipo secuestrado finalmente quedó en poder de la empresa habilitada, encontrándose el tema en sede judicial.
- ◆ La inspección de un equipo de gammagrafía, propiedad de la empresa Martiri Técnicas Metalúrgicas S.R.L., permitió comprobar que la fuente radiactiva contenida no correspondía al modelo del equipo. El hecho está en período de análisis y pedido de descargo de las instituciones intervinientes. Se procedió a solicitar el peritaje del equipo en cuestión con el objeto de descartar deterioro o contaminación del mismo, a consecuencia de su funcionamiento en condiciones inadecuadas. Comprobadas la integridad y no-contaminación del equipo se lo liberó para su uso en condiciones normales de operación.

Equipos medidores industriales

La medición de diferentes parámetros o variables de procesos en plantas industriales (medición de espesor, nivel, humedad, densidad, caudal, peso, etc.), se basa en el principio de la detección de la radiación emitida por una fuente radiactiva encapsulada, que resulta atenuada en su paso a través del medio a medir.

Los equipos medidores, denominados genéricamente "medidores industriales", usan diferentes tipos de fuentes radiactivas en función de las características físicas del material a medir. Los emisores más empleados son: cesio 137, americio 241, cobalto 60 -que emiten radiaciones gamma-; estroncio 90 y criptón 85 -que emiten radiaciones beta- y fuentes de neutrones de americio 241-berilio.

En su gran mayoría los medidores industriales son fijos, aunque en algunos casos los equipos son portátiles. Para esta última situación, la instalación debe contar con un depósito blindado y cerrado bajo llave, en el cual se ubican los equipos cuando no están en uso.

Inspecciones

Las inspecciones pueden ser rutinarias o de habilitación y abarcan los medidores instalados funcionando y los almacenados en depósitos de cada empresa.

Durante la inspección se verifican principalmente los siguientes aspectos:

- Identificación del cabezal del medidor instalado, señalización de la zona y tasas de dosis en contacto.
- Inventario radiactivo, con el objeto de asegurar que no haya fuentes fuera de control.
- Con relación a los medidores almacenados se verifica que la empresa disponga de un depósito exclusivo para esta formalidad. El lugar debe permanecer normalmente cerrado con llave, indicacando, mediante carteles o símbolos, que en su interior hay material radiactivo, aclarando, además, el nombre de las personas responsables.

La frecuencia de inspección es de una vez cada dos años, en condiciones de operación normal. Para las habilitaciones iniciales o el incremento del número de equipos de detección se realizan inspecciones específicas.

El resultado de la inspección es volcado en un Acta de inspección donde se incluyen, en caso de ser necesario, los requerimientos a cumplir.

Existen alrededor de 250 empresas que utilizan material radiactivo en distintos usos industriales, distribuidas en todo el país, con un promedio de 4 equipos medidores por empresa, con lo cual hay alrededor de 1000 medidores industriales.

Durante el año 1996 se realizaron 130 inspecciones a empresas con medidores industriales, 58 de las cuales correspondieron a habilitaciones o renovaciones de permisos institucionales. Como resultado de estas inspecciones se puede informar que se ha observado el cumplimiento de las normas vigentes y en el caso de la existencia de desviaciones de las mismas, respuestas favorables en cuanto al cumplimiento de los requerimientos impuestos.

El detalle de las inspecciones realizadas así como la fecha de inspección se pueden observar en la **Tabla 4 del Anexo II**.

Hechos destacados

El único incidente ocurrido en el año en este tipo de práctica consistió en la detección del faltante de un cabezal portafuente de una fuente de cesio 137 de 1,85 TBq (50 mCi) de actividad a setiembre de 1981, de una empresa papelera de la localidad de Puerto Esperanza en la provincia de Misiones. La fuente en cuestión fue buscada en distintos lugares de la zona incluyendo un depósito de chatarra de la empresa resultando la búsqueda infructuosa hasta el momento. La empresa realizó la denuncia por hurto ante el juez de la localidad de El Dorado. El ENREN facilitó el instrumental para que la misma empresa realizara la búsqueda a medida que era removida la chatarra. Como resultado de este hecho la empresa debió rever sus procedimientos de control del movimiento interno del material radiactivo. Tanto la empresa como el responsable por la misma fueron sancionados por no cumplir con las normas básicas de seguridad radiológica.

Equipos usados en exploración y explotación petrolera

Las principales técnicas aplicadas en la exploración y explotación petrolífera utilizando material radiactivo son las siguientes:

- ◆ Medición de densidad de mezclas, arenas, etc., y determinación del perfil de densidades del material que forma las paredes del pozo utilizando fuentes encapsuladas de cesio 137 con actividades entre 74 y 370 GBq.
- ◆ Medición de la concentración de hidrocarburos en las napas empleando fuentes de neutrones de americio 241-berilio con actividades de hasta 740 GBq.
- ◆ Determinación de la existencia de canalizaciones entre pozos con usan fuentes de tritio (hidrógeno 3) con actividades de hasta 370 GBq.
- ◆ Detección de la velocidad de circulación entre pozos utilizando soluciones de yodo 131, con actividades de hasta 740 GBq, diluidas en el agua de inyección.

Estas técnicas normalmente son aplicadas por empresas cuyas bases operativas se encuentran en zonas adyacentes a los yacimientos en explotación.

En el país existen 82 bases de operación de las empresas que utilizan radioisótopos en la actividad petrolífera. La frecuencia de inspección recomendada es bianual.

Inspecciones

Durante las inspecciones se verifican principalmente:

- El inventario radiactivo y la integridad de las fuentes.
- Las condiciones de los depósitos de las fuentes radiactivas y de los blindajes para su transporte; las tasas de exposición en las áreas de trabajo y los registros de dosimetría individual.

Hechos destacados

La empresa Compañía de Investigaciones Geofísicas (Procedimientos Schlumberger) S.A. tuvo un incidente durante la perforación de un pozo petrolífero identificado como ARA S7 de Total Austral en la provincia de Santa Cruz. El evento consistió en el aprisionamiento de dos fuentes radiactivas (una fuente de neutrones de americio 241-berilio de 370 GBq y otra emisor gamma de cesio 137 de 74 GBq) a 6700 m de profundidad. Luego de reiterados intentos de rescatar las fuentes, se procedió a entubar y cementar el pozo, señalizando el mismo para evitar su futura profundización. La empresa de referencia actuó de acuerdo con los procedimientos de protección radiológica recomendados por el ENREN.

Centros de investigación y docencia

El uso de radionucleidos en técnicas experimentales de laboratorio, tanto para fines de investigación como de docencia, permite al investigador adquirir importante información que a veces es imposible obtener con otra metodología. Las áreas de aplicación de dichas técnicas incluyen estudios sobre el control de plagas, la agricultura, la ganadería, la geoquímica, la biología y la genética molecular, la ecología y el medio ambiente. La ventaja de utilizar isótopos radiactivos como "trazadores" es que su comportamiento dentro de un sistema biológico viviente, es exactamente idéntico al isótopo estable. Además, la detección de la radiación que emiten los radionucleidos utilizados como trazadores es exacta y precisa, aun utilizando cantidades muy pequeñas, por lo que las mediciones resultan de alta confiabilidad.

Los riesgos asociados a estas técnicas son generalmente muy pequeños, debido a las bajas actividades involucradas. Las instalaciones se diseñan de acuerdo al tipo de fuentes radiactivas que utilizan (fuente cerrada o abierta).

En el país se cuenta con aproximadamente 200 instalaciones destinadas a este propósito, ubicadas en universidades nacionales y provinciales, y en instituciones de investigación como el CONICET, el INTA, etc. La frecuencia recomendable de inspección es una cada dos años.

Inspecciones

Se verifica, durante las inspecciones, el cumplimiento y mantenimiento de los requerimientos mínimos solicitados para este tipo de práctica, los procedimientos operativos empleados incluyendo la adecuada gestión de los desechos radiactivos generados, el estado operativo de los equipos que posee el laboratorio, el correcto uso de los blindajes destinados a la guarda de los radionucleidos, las tasas de exposición en las áreas de trabajo, los niveles de contaminación superficial y los registros de dosimetría individual del personal del servicio.

Durante el año 1996 se realizaron 42 inspecciones a este tipo de centros.

El detalle de las inspecciones realizadas así como la fecha de inspección se pueden observar en la **Tabla 10 del Anexo II**.

Hechos destacados

En un laboratorio del Instituto de Investigaciones Bioquímicas - Fundación Campomar que utiliza fósforo 32 se produjo, en mayo de 1996, la contaminación de manos y ropa de una de las personas que trabajaba en el mismo. Se concurrió al lugar, se midió contaminación de la persona involucrada y se la trasladó al Centro Atómico Ezeiza para realizar una medición de contaminación interna, no detectándose valores anormales.

En la tabla siguiente se resume el número total de inspecciones realizadas durante el año 1996 en las instalaciones menores.

Inspecciones a instalaciones menores

Tipo de instalación o práctica	Número de inspecciones
Teleterapia	126
Braquiterapia	77
Medicina nuclear y radioinmunoanálisis	289
Gammagrafía industrial	88
Equipos medidores industriales	130
Usos en explotación petrolera	4
Investigación y docencia	35
Importación y venta de material radiactivo	9
Fraccionamiento de fuentes	5
Instalaciones menores de la CNEA	69

La tarea de inspección en instalaciones menores ha insumido un total de 1664 días hombre.