

Las primeras aplicaciones de las radiaciones ionizantes en España

Agustín Alonso Santos

Catedrático Emérito, UPM

Limitaciones de la ponencia

- Desde 1951, creación de la Junta de Energía Nuclear, JEN,
- Hasta 1985, conversión de la JEN, en el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, CIEMAT

Fuentes bibliográficas

- 25 Aniversario de la Junta de Energía Nuclear. JEN 1976
- Energía Nuclear, 1957-1985
- Historia Nuclear de España. Edit. R. Caro Manso. SNE. 1995,
- Energía Nuclear en España. De la JEN al Ciemat. A. Romero de Pablos y J.M.Sánchez Ron, 2001
- Vivencias personales (1956-1982)

Etapas

- **Euforia.** Desde 1951, hasta 1964, publicación de la ley 25/1964 sobre Energía Nuclear.
- **Consolidación.** Desde 1965 hasta 1980, publicación de la ley 15/1980 de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear.
- **Transformación.** Desde 1980 hasta 1986, publicación de la ley 13/1986, de la Ciencia, en la que se transforma la JEN en CIEMAT

La fase de la euforia (1951-1964).

- Decreto Ley de la Presidencia del Gobierno, del 22 de octubre de 1951 sobre creación de la JEN
- Estímulos internacionales. Primeras aplicaciones
- La JEN y la Medicina Nuclear
- El reactor JEN-1
- El desarrollo normativo y legal

Decreto Ley de creación de la JEN

Se encomienda a la JEN:

- “...la obtención, distribución e intervención del uso de isótopos radiactivos.”
- “...la formación especializada de científicos y técnicos en los problemas directamente relacionados con la energía nuclear”

Estímulos internacionales

- **Diciembre de 1953.** Discurso del Presidente Eisenhower ante la Asamblea General de Naciones Unidas, programa “Átomos para la paz”
- **Agosto de 1955.** Primera Conferencia Internacional sobre la utilización de la Energía Atómica con fines pacíficos
- **Septiembre de 1957.** Congreso Internacional de UNESCO sobre el uso de isótopos radiactivos

Primeras aplicaciones

- EN 12(3) octubre-diciembre de 1959. Gammagrafía industrial, cobalto-60, iridio-192 y el cesio-137. Prof. Gamboa Loyarte
- EN 17(5) enero-marzo de 1961. Uso del yodo-131, y del bromo-82, con fines hidrológicos. Dr. Plata Bedmar
- EN 22(6) abril-junio de 1961. Uso en medicina isótopos del fósforo-32. Dr. de la Cruz Castillo

La JEN y los usos médicos de la radiación

- **1955. Comisión Asesora de Medicina y Biología Animal** (Doctores Marañón, Jiménez Díaz, Enríquez de Salamanca, Sanz Ibáñez, Gil y Gil, Gamboa Loyarte y Pérez-Modrego)
- **1957. Creación del Título de Usuario de Isótopos.** (Sugerencia del Dr. Pérez Modrego).
- **1964. Ley 25/64. Liberalización del mercado de isótopos.** (General Radioquímica, CIS, y Nuclear Ibérica, Amersham).

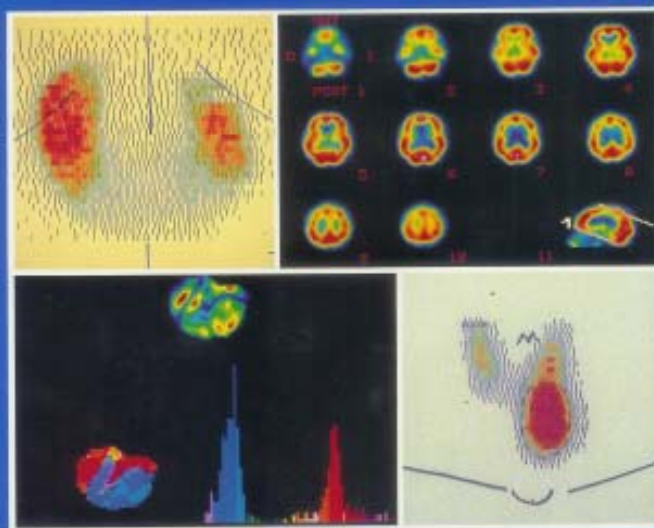
Referencias recientes

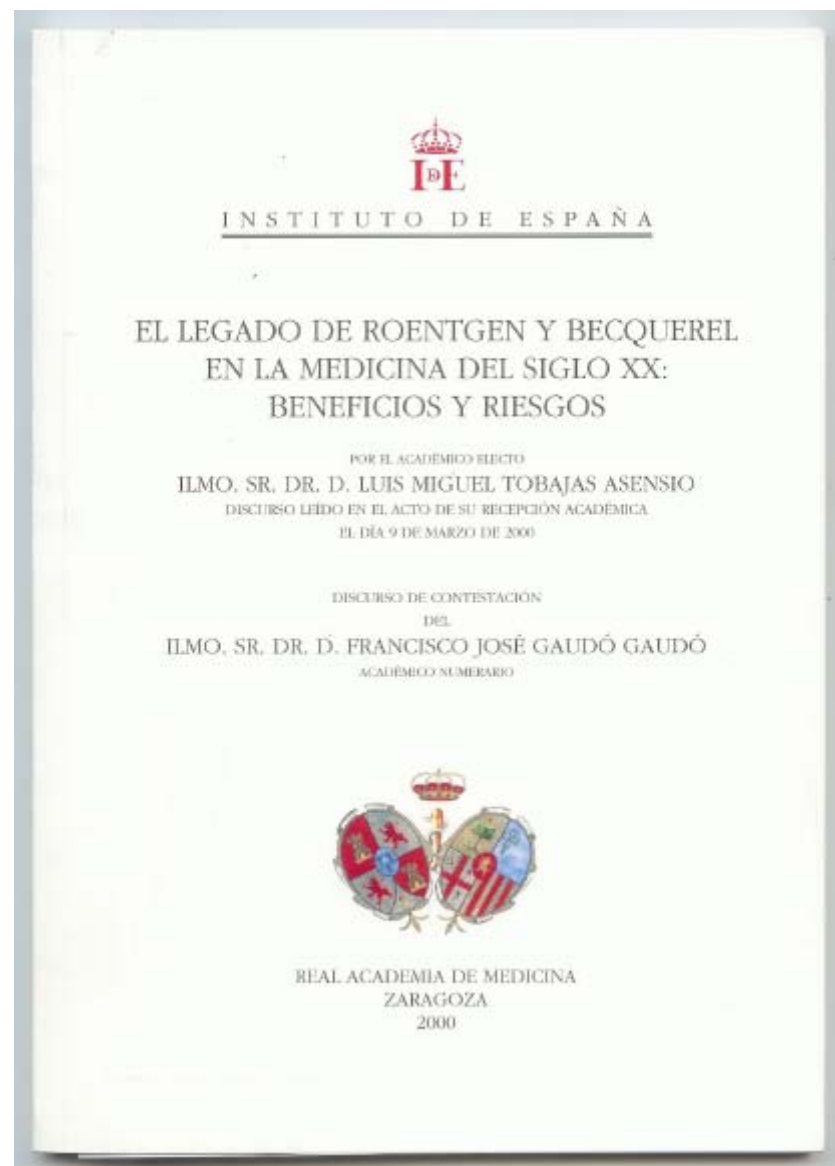
- **Historia de la Medicina Nuclear:** Sus primeros cuarenta años. Dr. Manuel Castell 1993
- **El legado de Roentgen y Becquerel en la Medicina del Siglo XX:** Beneficios y riesgos. Dr. Luis Miguel Tobajas 2000

MANUEL CASTELL

HISTORIA de la MEDICINA NUCLEAR en ESPAÑA

Sus primeros cuarenta años






JUNTA DE ENERGÍA NUCLEAR
SECCIÓN DE ISÓTOPOS

SECCIÓN DE ISÓTOPOS
SALIDA
 22 NOV 1957 N.º 523

Solicitud n.º 17
 Fecha de la misma 28-5-57
 EN ADELANTE SU REFERENCIA SERÁ
 Usuario n.º 001 del 41/2
 Que rogamos sea en todos sus trámites con esta Sección de Isótopos

De orden del Excmo. Sr. Presidente de la Junta de Energía Nuclear comunico a Vd. que D. ANGEL PEREDA REGUERA población Santander calle Calvo Sotelo n.º 6 ha sido:

AUTORIZADO COMO USUARIO

1.º Para cursar pólizas a esta Sección de Isótopos de las necesidades de isótopos radiactivos que deberán ser firmadas por el solicitante o por cualquiera de las personas que al mismo autorizada es la Sección de Usuario y que la Junta de Energía Nuclear considere como autorizadas a saber:

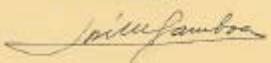
Don Angel Pereda Reguera como firmante de la solicitud.
 Don _____ autorizado por el arriba indicado.
 Don _____ autorizado por el arriba indicado.
 Don _____ autorizado por el arriba indicado.
 Datos y acreditamiento.

2.º Para aplicar y manipular con los isótopos radiactivos autorizados por la Sección de Isótopos de la Junta de Energía Nuclear, siempre que dicha aplicación y manipulación se haga conforme a lo establecido por las siguientes personas:

Don Angel Pereda Reguera autorizado en Seclay.
 Don _____ autorizado en _____
 Don _____ autorizado en _____
 quienes están obligados a utilizar los isótopos radiactivos exclusivamente para:

Diagnóstico, tratamiento e investigaciones médico-biológicas
 guardando las siguientes medidas de seguridad y manteniendo las siguientes instalaciones:
las especificadas en las circulares IST-2 e IST-3 de la
Sección, así como las que establecen las normas elemen-
tales internacionales para empleo de radioisótopos

Puede, por tanto, y a partir de esta fecha la persona autorizada cursar los pedidos de isótopos radiactivos a esta Sección y utilizar los que la misma le suministre.

Dios guarde a Vd. muchos años.
 Fech. 21 de Noviembre de 1957.
 SECCIÓN DE ISÓTOPOS
 JEFE DE LA SECCIÓN.




SR. D. ANGEL PEREDA REGUERA, - SANTANDER

folio de Usuario en Isótopos Radiactivos n.º 1

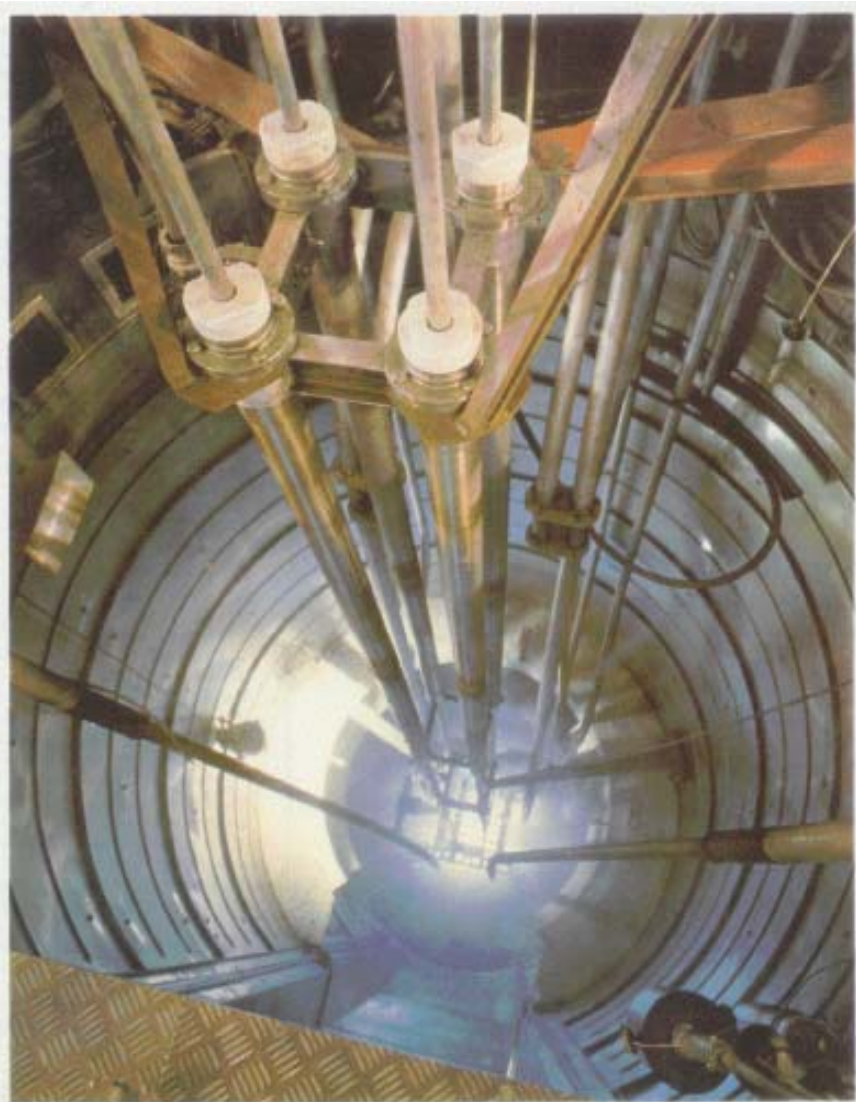


Figura 1.-El reactor JEN-1, instalado en el Centro de Energía Nuclear "Juan Vigón", de la Junta de Energía Nuclear, entró en funcionamiento en el año 1958, marcando con ello un hito importante en el desarrollo de la energía nuclear en España. Se ha utilizado para la investigación, para la enseñanza y para la producción de radionúclidos, que son separados del material irradiado en laboratorios radioquímicos anejos al reactor, como los que se indican en la Figura 2.

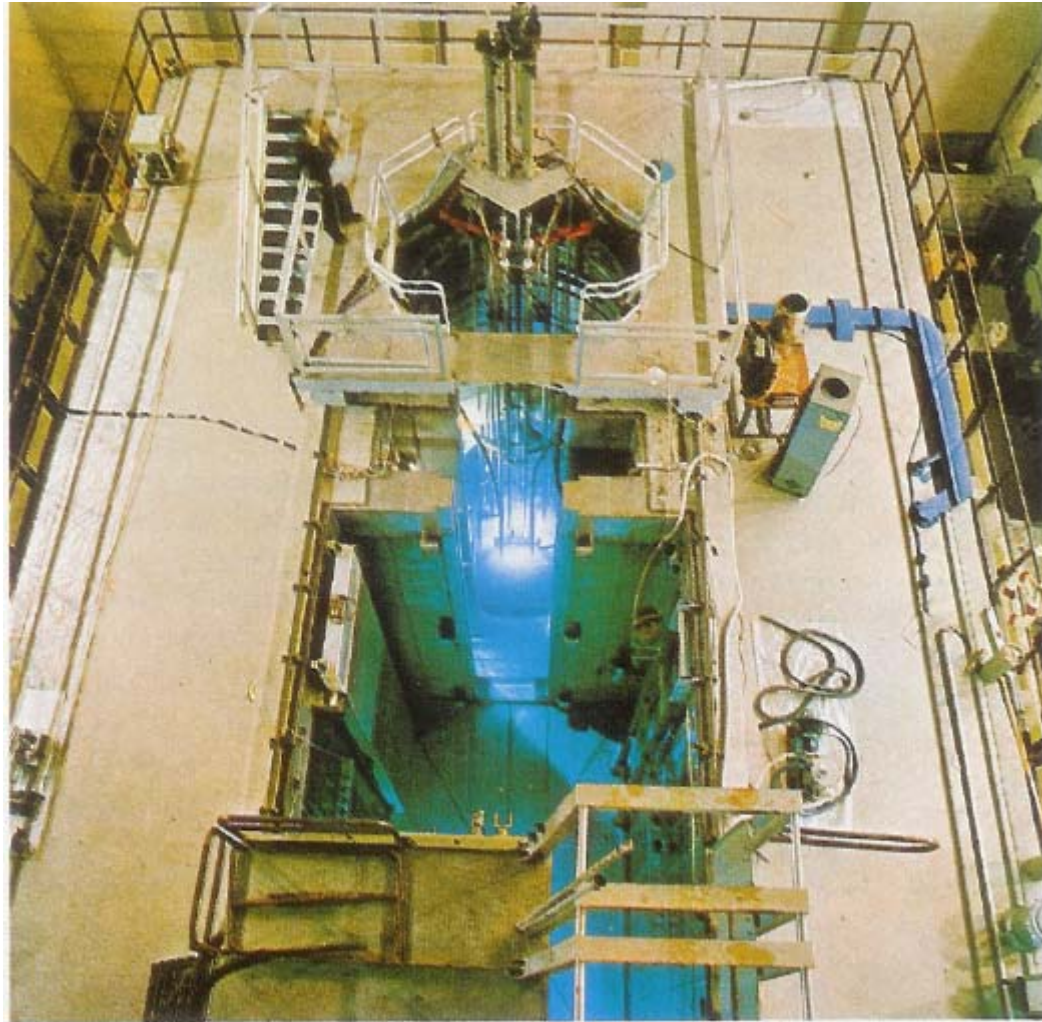


Fig. 2.2.—Reactor JEN-1.

El reactor JEN-1. Usos previsibles

- **Fuente de neutrones:** producción de isótopos radiactivos y el análisis químico por activación.
- **Fuente de fotones:** transformación de las propiedades físicas de los materiales: endurecimiento de las maderas, craking del petróleo, control de plagas, conservación de alimentos y esterilización de los materiales quirúrgicos

(EN 8(2) octubre-diciembre de 1958. Dr. Fernández Cellini, Jefe División de Química)

Control del uso del JEN-1

- **Comisión de Usuarios.** Análisis de solicitudes de irradiación y establecimiento de los criterios de prioridad
- **Comisión de Seguridad.** Estudio y enjuiciamiento de cada solicitud de uso desde el punto de vista de la seguridad

Celdas para la separación y manejo de isótopos

- Unidad para la preparación de emisores beta/gamma
- Instalación de producción de fósforo-32, puesta en marcha en 1961
- Recinto para la preparación de moléculas marcadas con carbono-14
- Recinto CORINA para el manejo de emisores gamma de actividad elevada





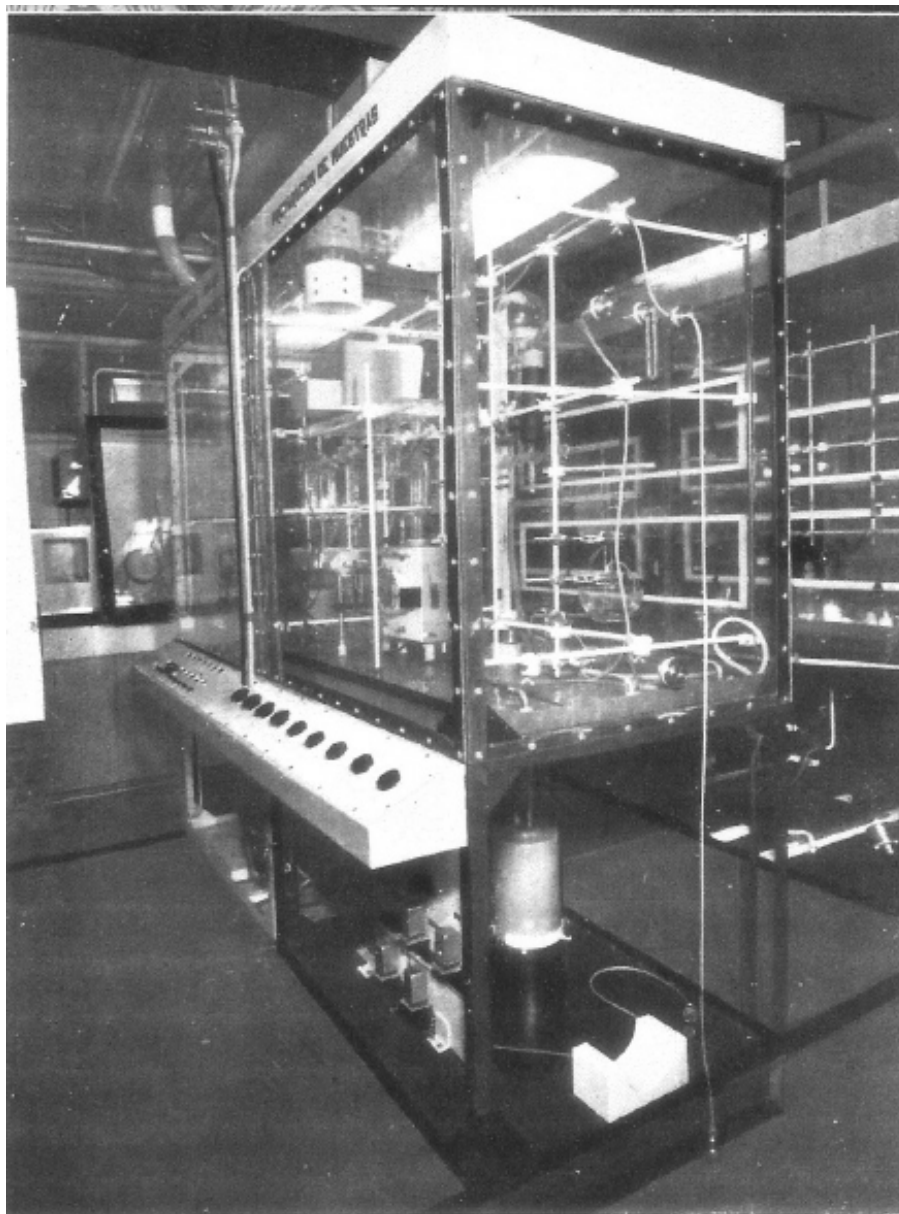
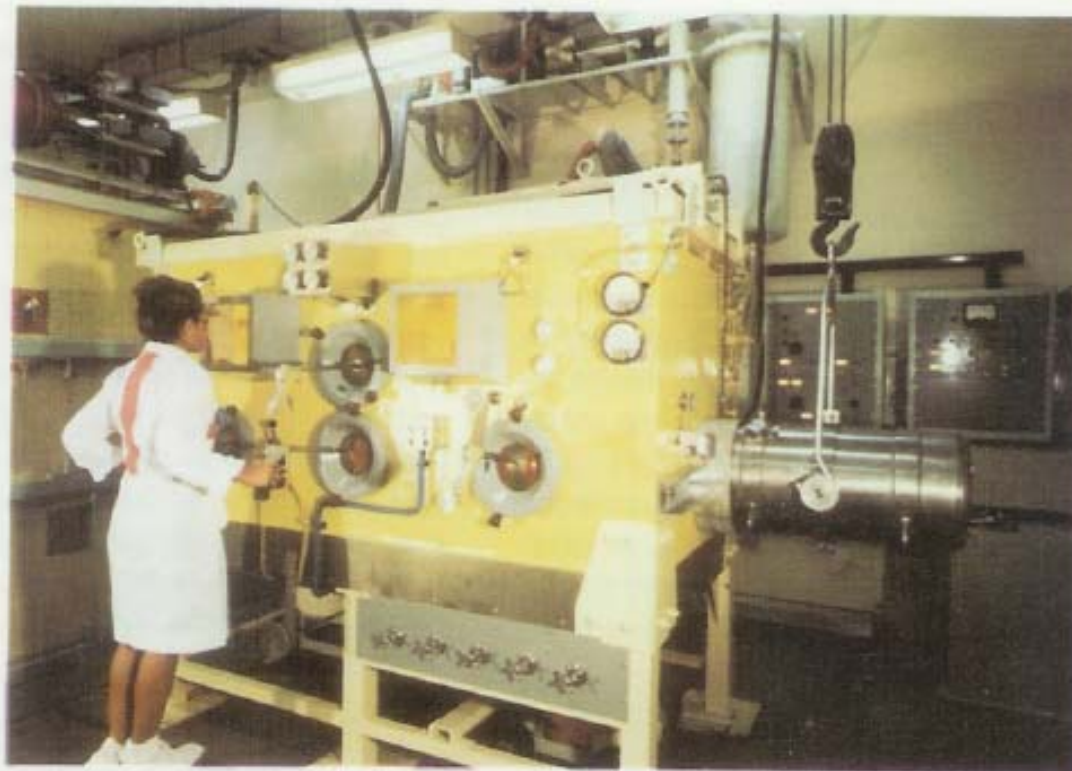


FIG. 5
Recinto estanco para la síntesis de compuestos marcados con carbono-14. Partes fundamentales son los sistemas de ventilación, de desagües y de manipulación a distancia, así como la línea de vacío para realizar las síntesis. (Sección de Isótopos JEN.)

Foto 2.—El recinto CORINA ha sido proyectado por el Departamento de Investigación Básica y Aplicada de la JEN con el objetivo de manipular materiales radiactivos de actividad elevada, hasta dieciocho curios de Cobalto-60 o equivalente. Forma parte de los laboratorios radioquímicos de la JEN, anexos al reactor JEN-1. En este recinto se han preparado fuentes de iridio-192 y de cobalto-60, así como distintas formas químicas de los isótopos cromo-82, plata-110 y sodio-24 para uso en hidrología. Se trata de una unidad muy versátil en la que se han introducido los más modernos criterios de seguridad y protección contra las radiaciones ionizantes. (Cortesía del Departamento de Investigación Básica y Aplicada de la JEN).



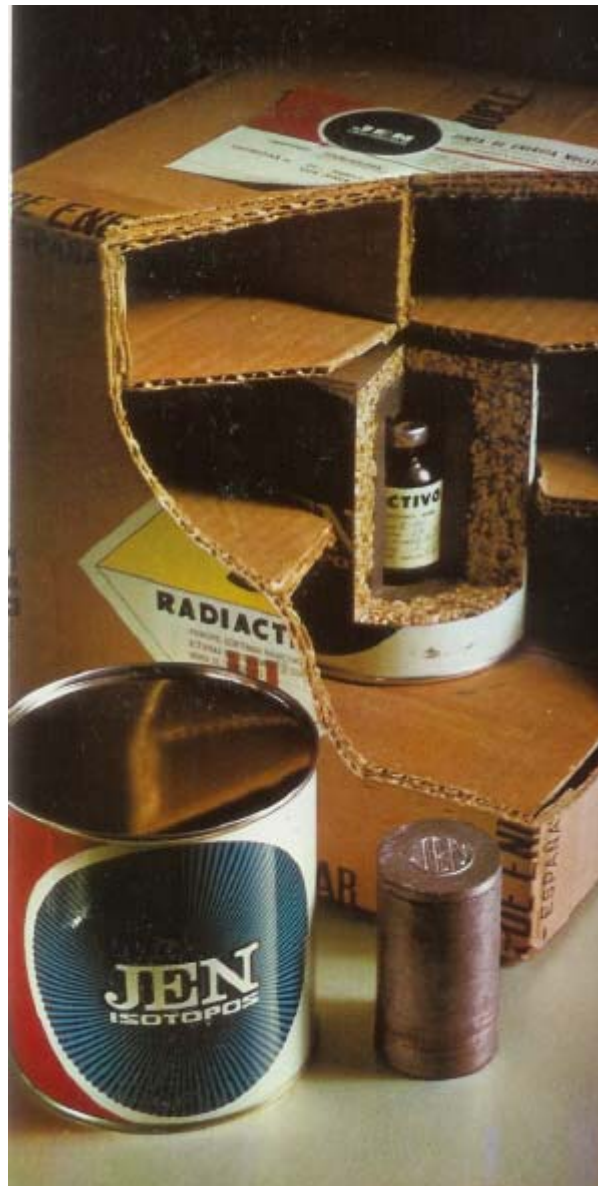
El desarrollo administrativo y legal

- **Marzo de 1957.** Creación de la Sección de Isótopos de la JEN. Prof. Gamboa Loyarte, Dr. del Val Cob.
- **Mayo de 1961.** Orden de la Presidencia del Gobierno (BOE nº.177 del 25 de julio de 1961) sobre el uso de isótopos.
- **Noviembre de 1961.** Reglamento sobre Industrias molestas, insalubres, nocivas y peligrosas

Funciones de la Sección de Isótopos

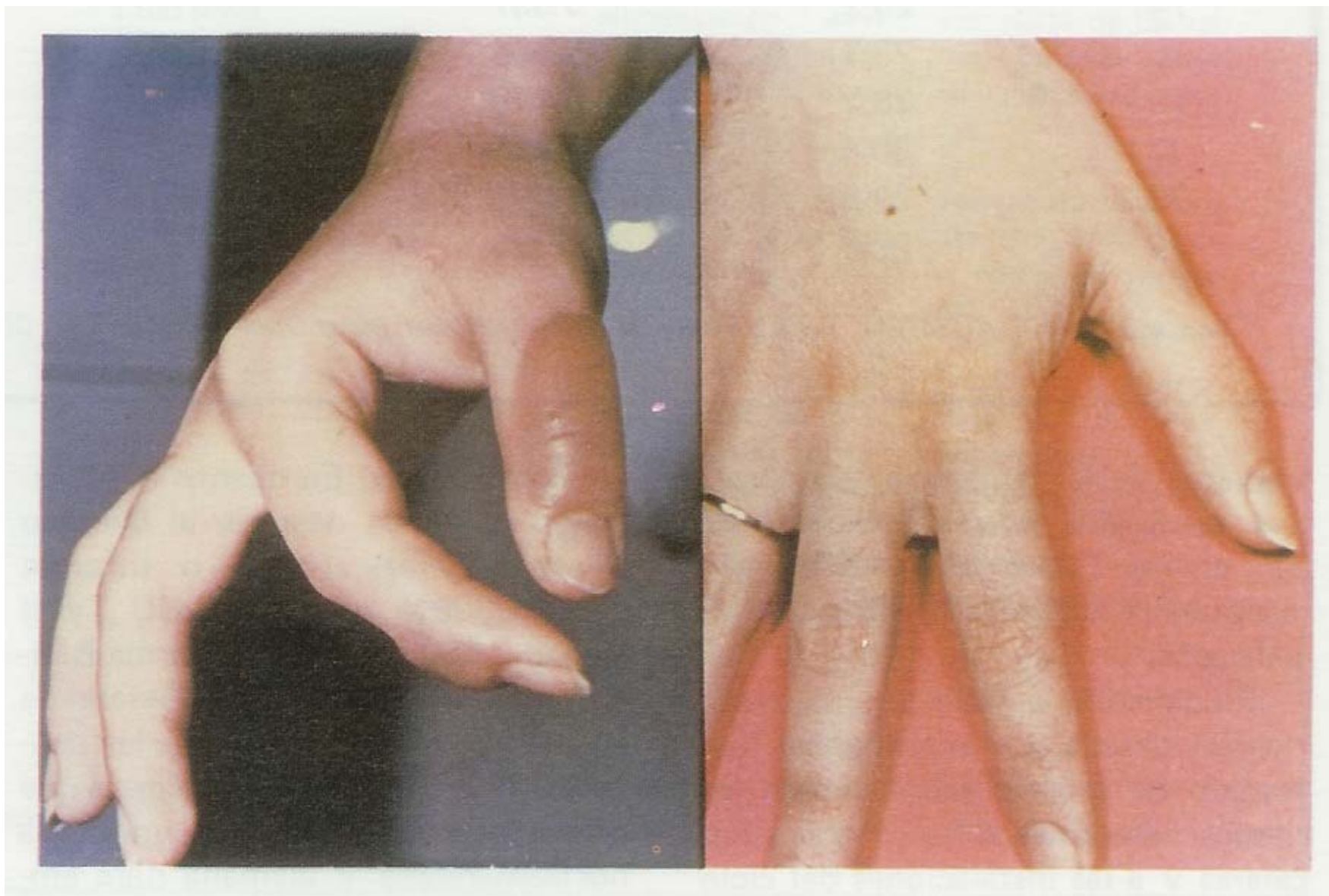
- 1º. La **adquisición y suministro** de isótopos radiactivos
- 2º. La **información** a los usuarios y a todos los interesados
- 3º. El **control y supervisión** del empleo de los isótopos radiactivos
4. La **promoción** del empleo de isótopos radiactivos





La protección contra las radiaciones ionizantes

- Orden de la Presidencia del Gobierno de 22 de Diciembre de 1959
- Define las zonas controladas y vigiladas
- Fija las dosis máximas permisibles por exposición externa
- Indica las concentraciones máximas permisibles de isótopos radiactivos en agua para beber y aire respirable.
- Crea una Comisión de Protección Radiológica



Comisión de Protección Radiológica

- Director General de Sanidad (Presidente)
- Jefe de la Sección de Protección contra las Radiaciones Ionizantes de la DGS (Secretario)
- Jefe de la Sección de Medicina y Protección de la JEN
- Jefe de la Sección de Isótopos de la JEN
- Director del Instituto de Higiene y Seguridad del Trabajo
- Dirección General de Protección Civil, Ministerio de Agricultura y de Obras Públicas.

Reglamento sobre Industrias molestas, insalubres, nocivas y peligrosas (1961)

Artículo 19, “...*serán consideradas como insalubres y nocivas las actividades relacionadas con el empleo de la energía nuclear o atómica, en cuanto puedan lugar a producir la contaminación del suelo, aire, aguas o productos alimenticios..*” .
“...los *que utilicen isótopos radiactivos* adoptarán las medida específicas dictadas por los Organismos técnicos competentes”.

La fase de consolidación(1964-1980)

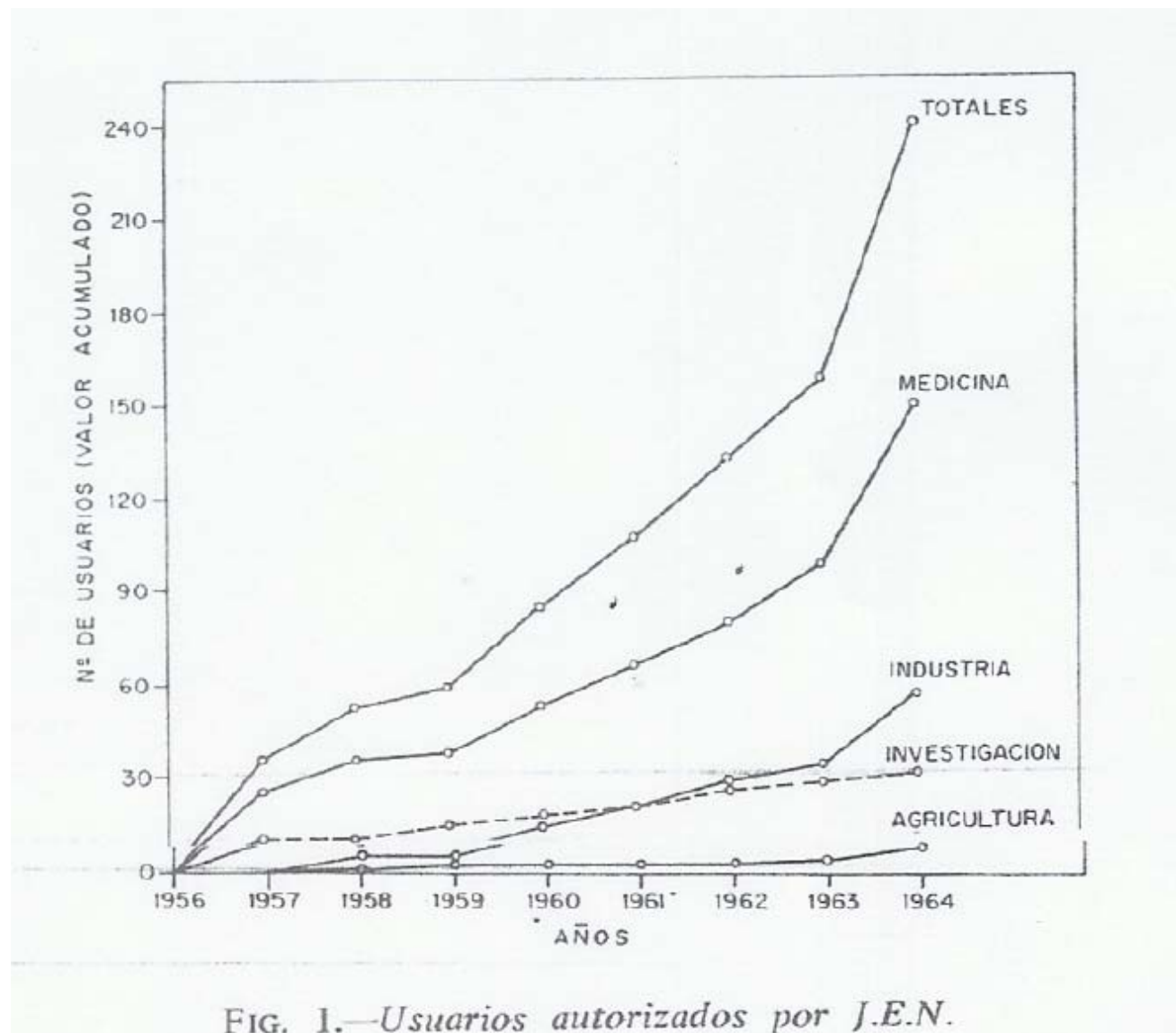
- **Abril 1964.** Promulgación de la ley 25/64 sobre Energía Nuclear
- **Diciembre 1964 .** Unidad Náyade
- **Junio de 1967.** Primer Simposio nacional sobre aplicaciones de los isótopos radiactivos. Dr. Fernández Cellini
- **Julio1972.** Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas
- **Diciembre 1979.** Decreto 1967/79 de Ordenación de las Actividades del Ciclo del Combustible Nuclear

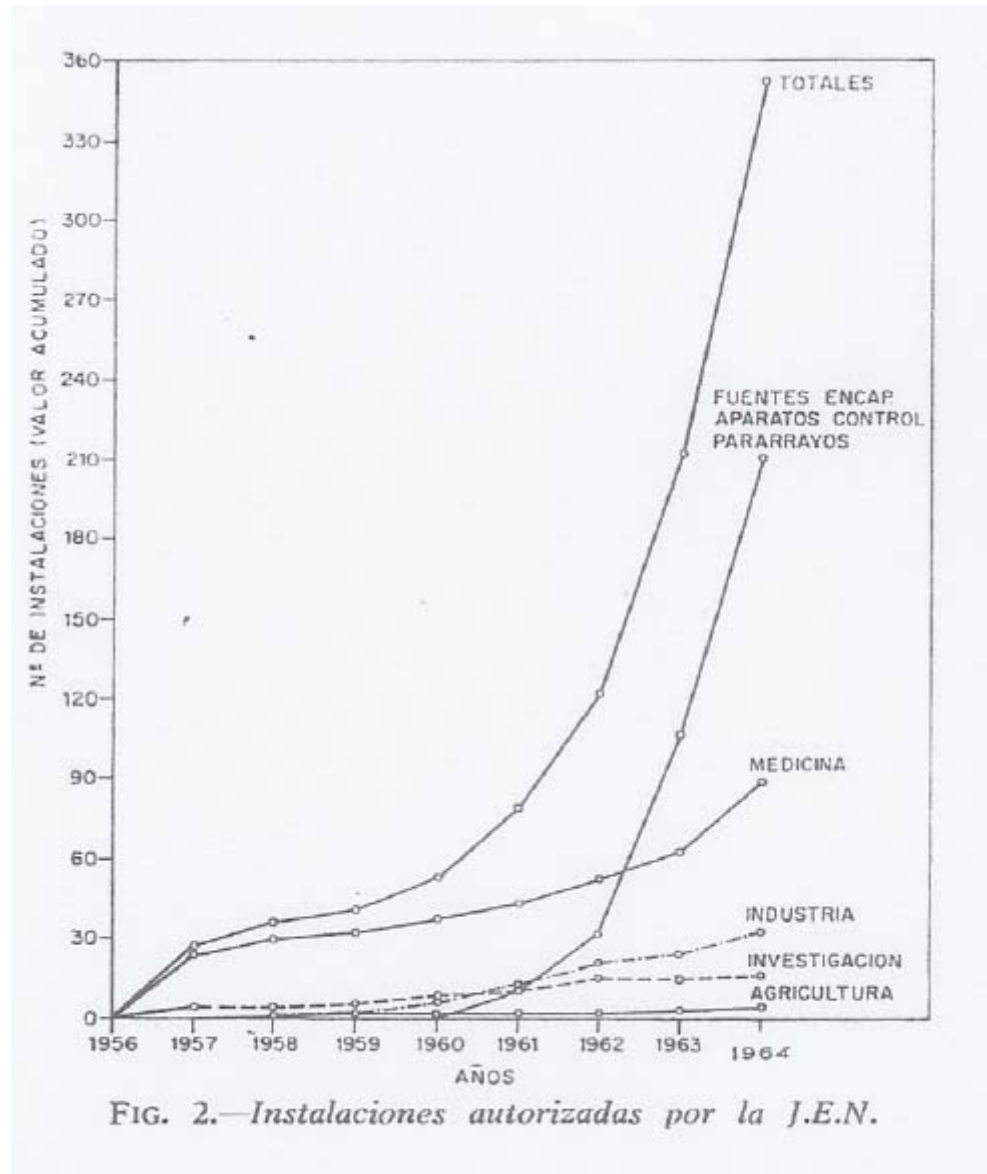
La ley 25/64

- La JEN pasa a depender del Ministerio de Industria quien se reserva el trámite de las autorizaciones administrativas, aunque se obliga a contar con el informe preceptivo, pero no vinculante, de la JEN.
- La JEN refuerza su responsabilidad sobre el análisis de riesgos y la inspección de las instalaciones nucleares y radiactivas
- La ley reforzó la investigación sobre los usos científicos e industriales de la radiación y la producción de isótopos.

Efectos de la ley 25/64

- Cesó el monopolio de la JEN sobre el uso de isótopos
- Se liberalizó la importación de isótopos y moléculas marcadas
- La JEN mantuvo la obligación de mantener estadísticas sobre el consumo, la formación de usuarios de isótopos, la investigación y la promoción del uso de isótopos radiactivos.





I Simposio sobre aplicaciones de los isótopos radiactivos

- 172 participantes de 88 entidades.
- Aplicaciones de los radioisótopos en biología animal y medicina, diagnósticos clínicos, terapia.
- Aplicaciones de los radioisótopos en ingeniería e industria: gammagrafia, investigación
- Aplicaciones de los isótopos en biología vegetal y agricultura



1er. Simposio sobre Aplicaciones de los Radisótopos. 1967

La unidad NAYADE de irradiación.

- **Concepción y diseño:** comenzó el año 1961 y a finales del 1964 llegaba la primera carga de cobalto-60 de 4 320 curios
- **Geometría:** variable, las fuentes radiactivas se encuentran en el fondo de un pozo de sección cuadrada de 1,20 metros y una profundidad de 4,20 metros.
- **Usos científicos:** estado sólido, inactividad enzimática, ácidos nucleicos, cambios de permeabilidad celular
- **Usos tecnológicos:** polimerización, desarrollo de dosímetros, la conservación de alimentos.

Foto 3.—La unidad de irradiación NAYADE, instalada en el Centro de Energía Nuclear “Juan Vigón” entró en funcionamiento en el año 1964. Puede albergar una carga máxima de 10.500 curios de cobalto-60. Desde su puesta en marcha está siendo utilizada en el desarrollo de las aplicaciones de la irradiación gamma a la investigación y a la tecnología. Más recientemente se utiliza en la homologación ambiental de componentes para centrales nucleares, aumentando así la participación nacional en la construcción de estas instalaciones.



La irradiación de alimentos

- Proyecto Seibersdorf ENEA/OIEA sobre zumos de frutas. R. Barrera, L. Gascó y F. de la Cruz (EN 52(12) 1968).
- Proyecto internacional ENEA/OIEA sobre irradiación de pescados R. Barrera y Luis Gascó (EN 69 (15) enero-febrero de 1971)
- IV Conferencia Internacional sobre los usos Pacíficos de la Energía Atómica, celebrada en Ginebra del 5 al 16 de septiembre de 1971.

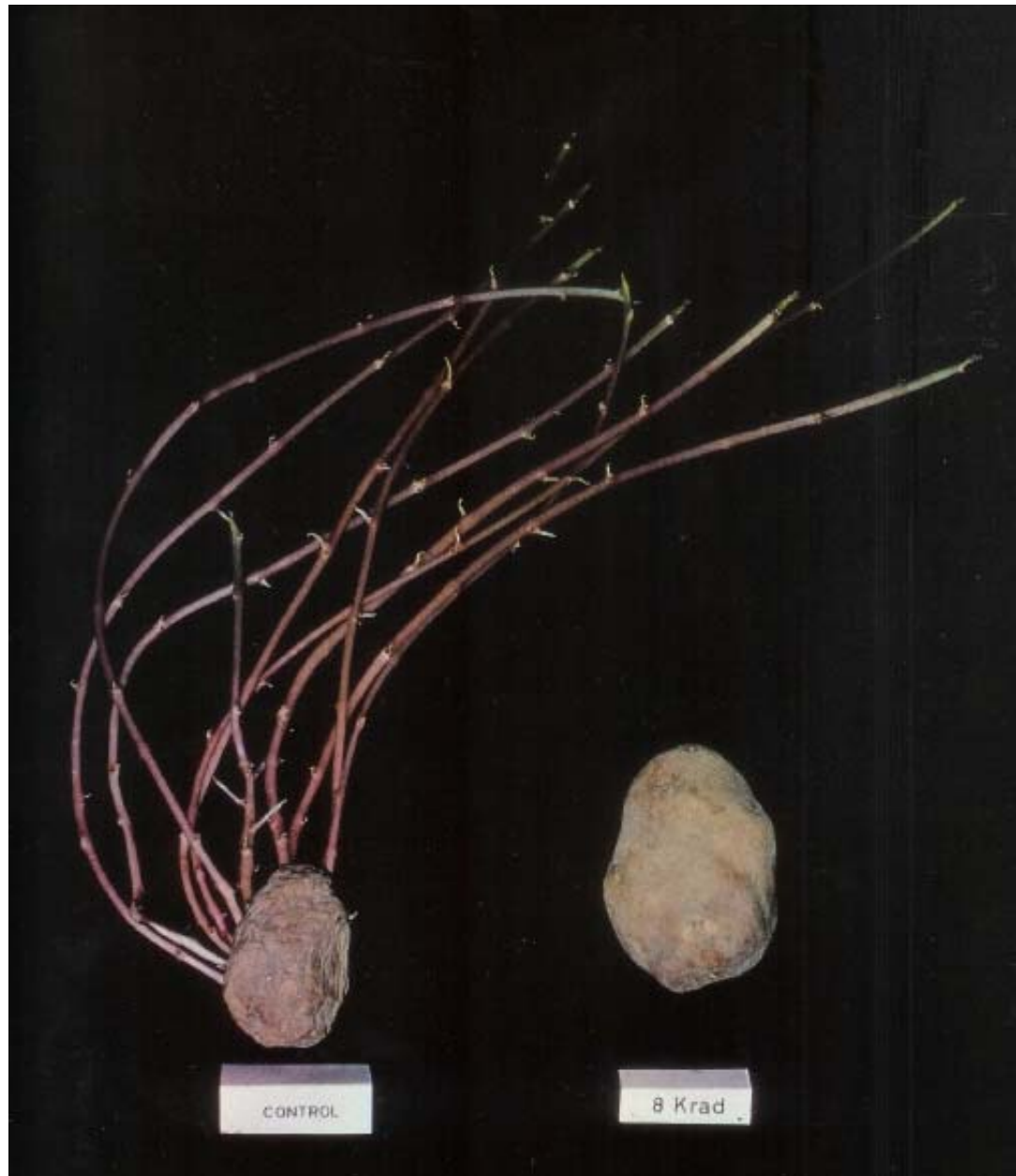
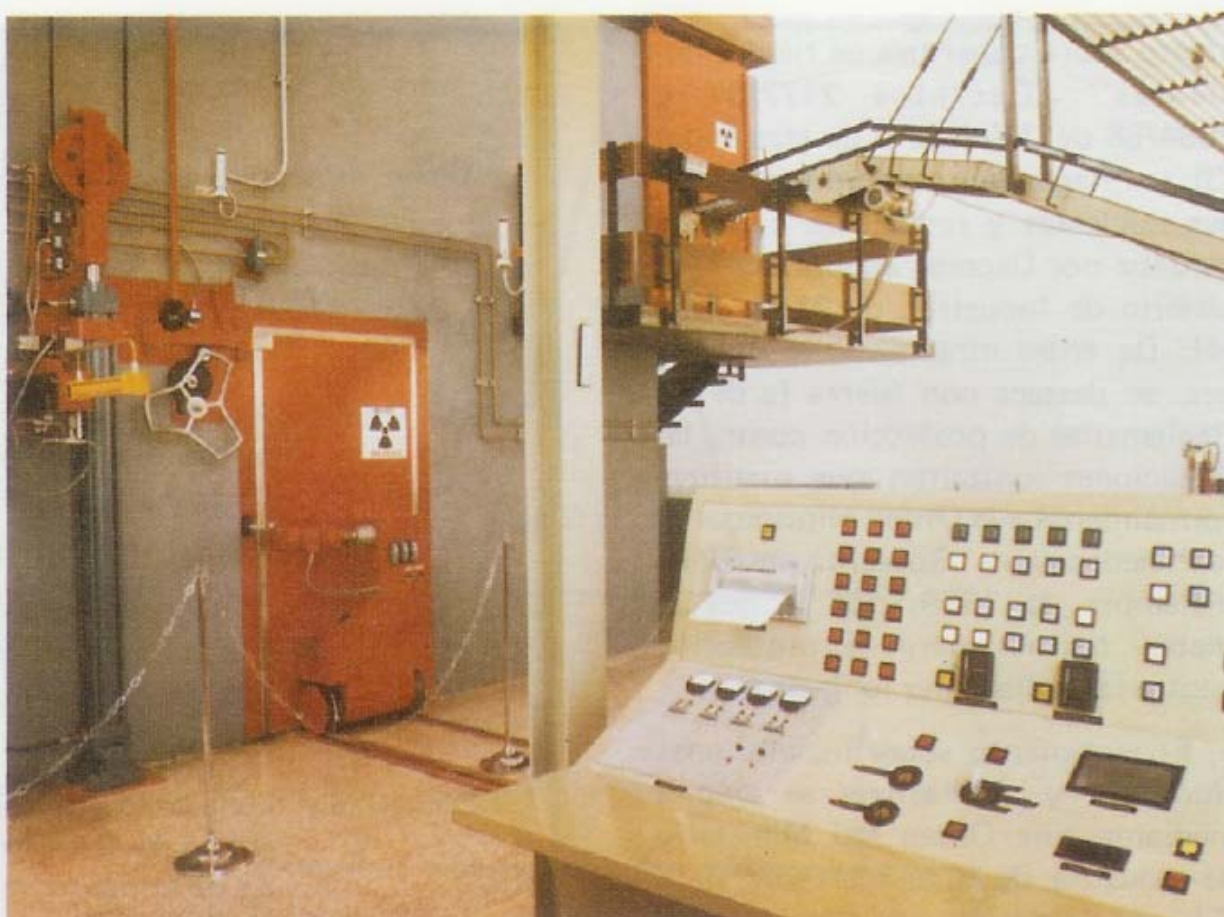


Foto 4.— La Unidad de Irradiación CE-SAR, localizada en Granollers (Barcelona) fue diseñada y construida por la Junta de Energía Nuclear para los Laboratorios Aragón, se utiliza en la esterilización de material médico quirúrgico. Está dotada de una fuente modular de Co-60, con una capacidad máxima de 330.000 curios. Entró en funcionamiento en diciembre de 1971 y desde entonces ha funcionado sin inconvenientes. Es capaz de producir 12 metros cúbicos de material estéril por día hasta dosis de 2,5 megarad y es la única de su género en funcionamiento en el país.



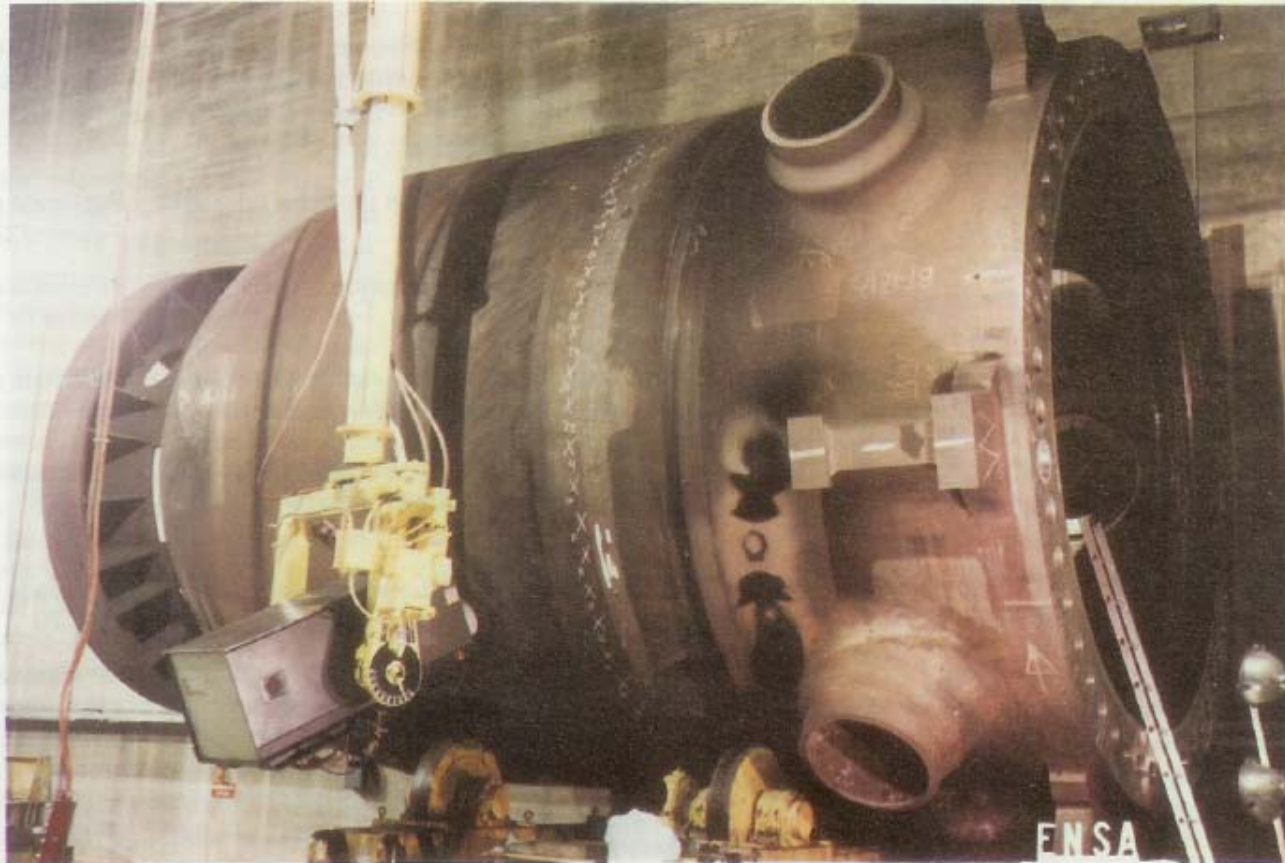


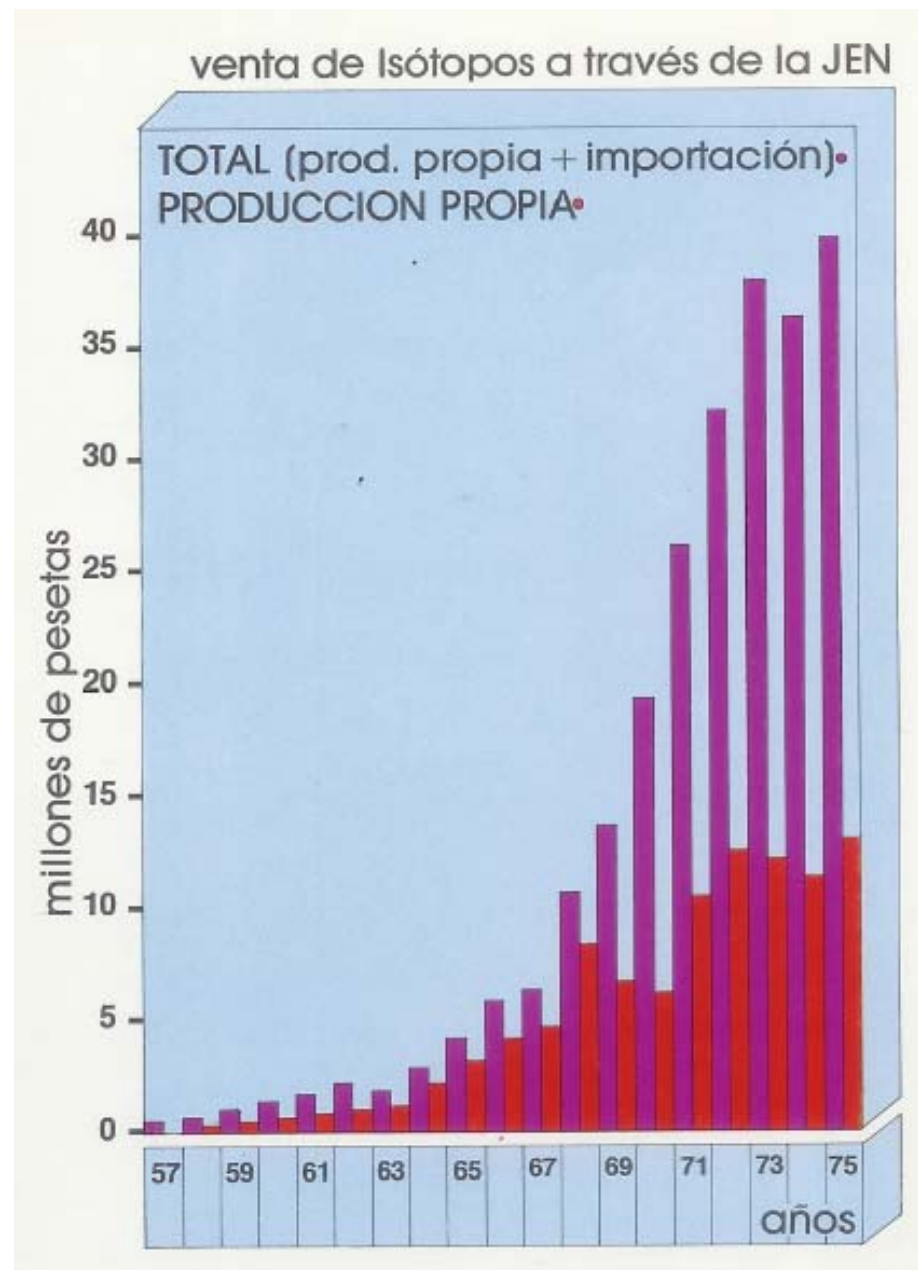
Foto 5.-Equipos Nucleares, S.A. dispone en su fábrica de Maliaño (Santander) de un acelerador lineal de ocho MeV, LINATRON 2000 VARIAN, capaz de radiografiar las secciones de gran espesor de los componentes pesados de las calderas nucleares. La intensidad del haz de rayos X es de 2.000 R/min. m y el tamaño de la mancha focal inferior a 2 mm. En estas condiciones se pueden radiografiar piezas de acero de hasta 500 mm de espesor. Va encerrado en una casamata cuyas paredes y techo tienen un espesor que varía entre un metro y 2,5 metros. La fotografía muestra las operaciones preparatorias a la radiografía de una soldadura final de una vasija de 250 mm de espesor. (Cortesía de Equipos Nucleares, S.A.).

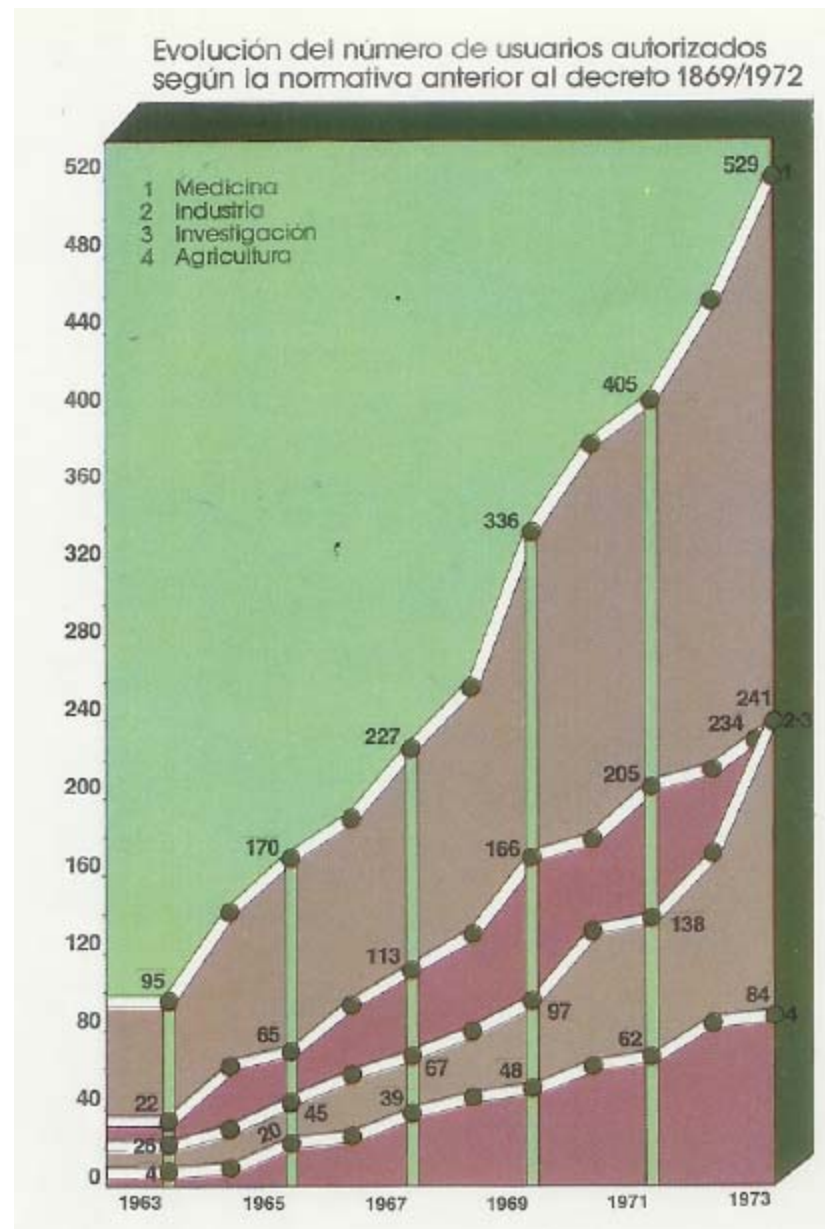
El Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas

- Desarrollo de la Sección de Seguridad Nuclear de la JEN
- Creación de un Cuerpo de Evaluación de Solicitudes (P. Trueba Bellido)
- Creación de un Cuerpo de Inspectores de Instalaciones Radiactivas (L. Álvarez Buergo)
- Creación de un cuerpo de desarrollo de normativa (M. Perelló Palop)
- Creación de un Tribunal para la concesión de Licencias de Operador y Supervisor

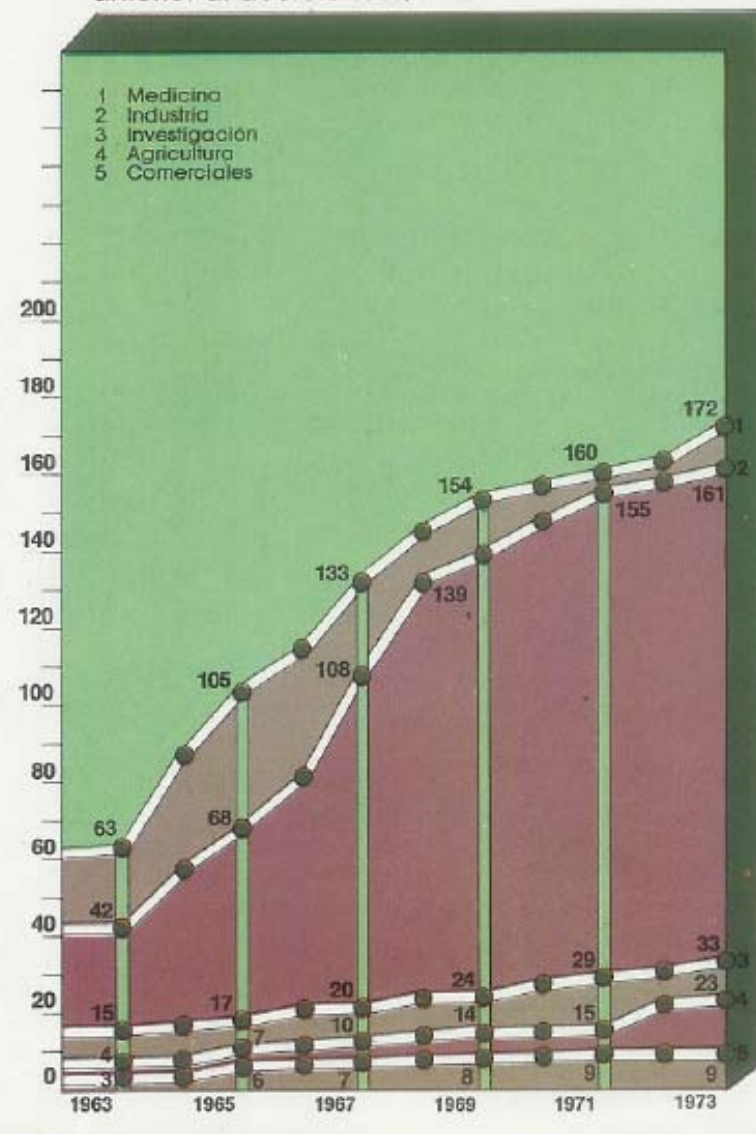
Guías de seguridad

- GSN-01/76.- Guía para solicitar la **puesta en marcha** de las instalaciones de manipulación o almacenamiento de isótopos radiactivos (2ª y 3ª categoría).
- GSN-04/77.- Guía para la obtención del título de **Jefe del Servicio de Protección** contra las radiaciones.
- GSN-05/77.- Requisitos físico psíquicos exigidos a los candidatos para la obtención y el uso de las licencias de **Operadores y Supervisores** de instalaciones nucleares y radiactivas.
- GSN-10/78.- Guía para la elaboración de **informes anuales** de instalaciones radiactivas
- GSN-14/80.- Cualificaciones y requisitos exigidos a los candidatos para la obtención y uso de **licencias de operación de instalaciones radiactivas**.
- GSN-12/79.- Criterios para el **almacenamiento temporal de residuos radiactivos** (no publicado).





Evolución del número de instalaciones
radiactivas, autorizadas según la normativa
anterior al decreto 1869/1972



La época de la transformación (1980-1986).

- Abril de 1980. Promulgación de la ley 15/1980 de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear
- Incremento de las fuentes de radiación para usos industriales
- El centro de Soria

Efectos de la ley 15/80

- Traslada al CSN todas las responsabilidades de la JEN relacionadas con la vigilancia, control e inspección de las instalaciones y actividades nucleares y radiactivas
- En una editorial de Energía Nuclear:
“...la Junta de Energía Nuclear, al reducir los azimutes de su quehacer, podrá concentrarse en la investigación, la promoción de la industria nuclear, la formación de personal y la cooperación internacional...”.

El centro de Soria

- Reactor JEN III. Tipo piscina de 20 Mw.
- Recintos para la separación y preparación de isótopos radiactivos
- Reactor CORAL II. Reactor rápido de baja potencia
- Circuito de sodio ML-4. 10 Tm de Na, 700 °C y 5 Mw
- Unidad de irradiación. 500 kCi de Co-60
- Instalación de fusión por confinamiento inercial

La transformación

- Ley 13/1986, 14 de abril, de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica declara que la Junta de Energía Nuclear pasa a denominarse Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (art.13)
- Real Decreto 1952/2000, 1 de diciembre, aprueba el Estatuto del CIEMAT, que mantiene un Departamento de Fisión Nuclear al que corresponderá “..*la coordinación de las actividades de investigación y desarrollo y de apoyo técnico, destinado al aumento de la seguridad y disponibilidad de las plantas nucleares, y de la adecuada gestión de los residuos*”.

CONCLUSIONES I

- La ley 25/64 sobre Energía Nuclear despojó a la JEN de su autoridad para autorizar instalaciones y actividades nucleares y radiactivas
- La ley 15/80 de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear despojó a la JEN de su obligación de informar de forma preceptiva al Ministerio de Industria y Energía y de su autoridad para conceder licencias de Operador y Supervisor.

CONCLUSIONES II

- El Decreto de Ordenación de las Actividades del Ciclo del Combustible Nuclear trasladó a ENUSA sus actividades en la minería del uranio y en la gestión del combustible
- El Decreto de creación de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos SA, ENRESA, restó a la JEN de sus actividades en la gestión de residuos radiactivos.

CONCLUSIONES III

- El Decreto que convierte a la JEN en CIEMAT hace de esta nueva institución un organismo de investigación en la energía, medio ambiente y tecnología.
- CIEMAT ha estado condicionado por lo que se hizo en el pasado, cabe por tanto esperar que CIEMAT contribuya de forma efectiva en el renacimiento en España de la energía nuclear y en el uso de las radiaciones.